

BMB 110 – INTEGRADO 2 2016

SISTEMA RESPIRATÓRIO - Turma Noturna

10/8 – Introdução / Ventilação Pulmonar
12/8 – Trocas gasosas e Transporte de Gases
17/8 - Controle da Respiração / Seminários (videos)
24/8 – PROVA 1 Renal e Respiratório (BMB e BMC)

Bibliografia sugerida:

- 1- Fisiologia Básica, Rui Curi e Joaquim Procopio, Guanabara Koogan
- 2- Fisiologia Humana, Vander, Sherman e Luciano , 9a edição, Guanabara Koogan
- 3- Fisiologia, Berne e Levy, 6ª edição, Elsevier
- 4- Fisiologia, Margarida de Mello Aires, Guanabara Koogan
- 5- Fisiologia Médica, W F Ganong, MacGraw Hill

Fisiologia respiratória

- Organização do sistema respiratório
- Ventilação e mecânica pulmonar
- Trocas gasosas nos alvéolos e nos tecidos
- Transporte de O_2 e de CO_2 pelo sangue
- Controle da Respiração

FUNÇÕES DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

Fonação – emissão sons fala, canto

Defesa contra agentes agressores (partículas de sílica, cigarro, poluição, bactérias)

Produção e metabolização de substâncias vasoativas

Equilíbrio térmico – perda calor e água

Filtra eventuais êmbolos vindos da circulação venosa

Manutenção do pH plasmático

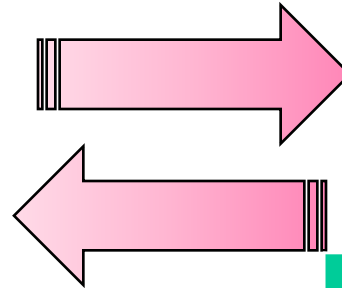
Promove a troca gasosa (O₂ e CO₂)

Promove a troca gasosa (O₂ e CO₂)

AR ATMOSFÉRICO

N₂	78%
O₂	21%
Outros gases	1%
H ₂ O	0,5%
CO ₂	0,04%

mmHg	760
PO₂	159
PCO₂	0,3
PH₂O	3,7
PN₂	597



TECIDOS

Sg (%)	arterial	venoso	tecido
N ₂	75	75	80
O ₂	13	5	6
Outros	12	20	14
H ₂ O	6	6	7
CO ₂	5	6	6

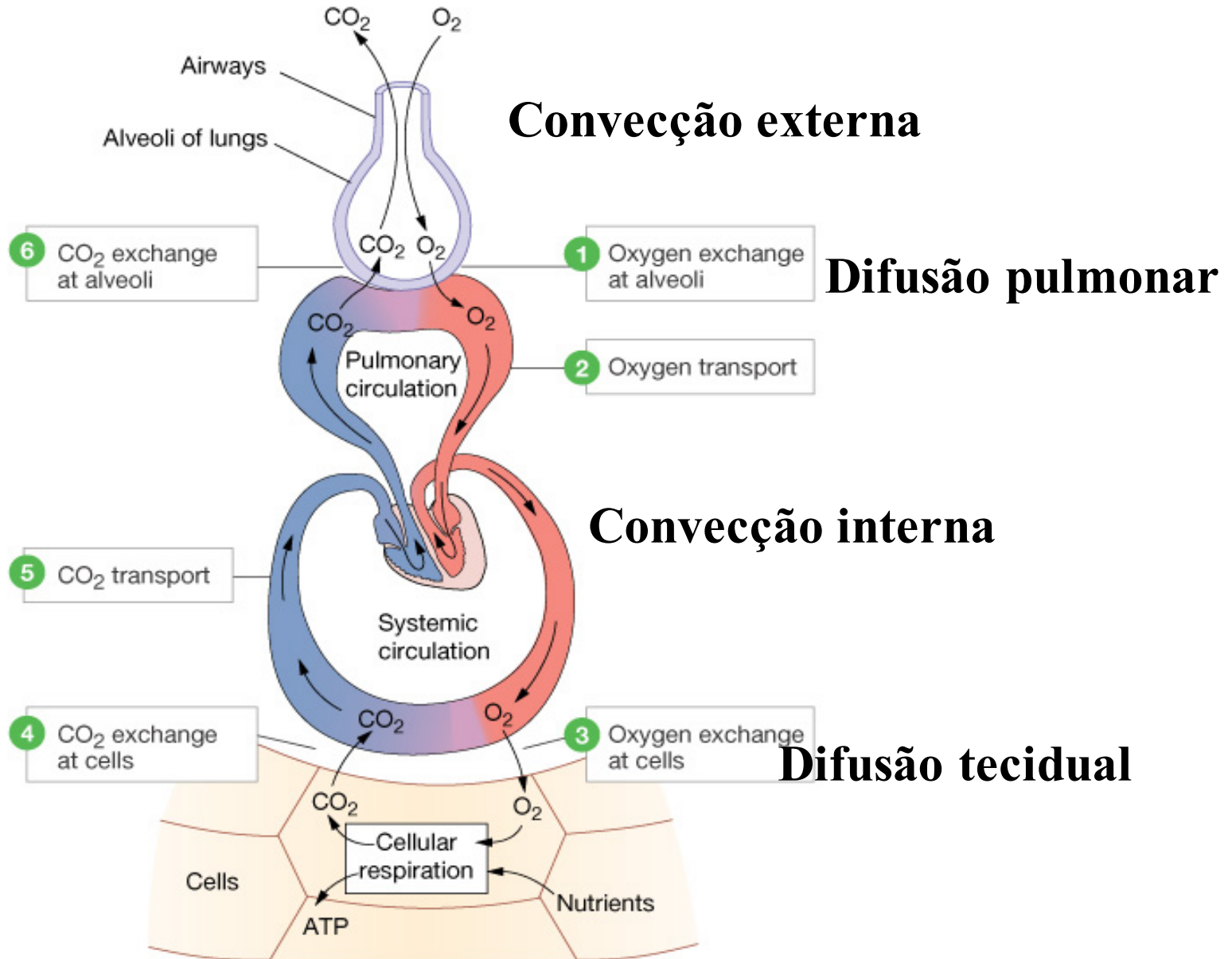
mmHg	760	760	706
PO₂	100	40	40
PCO₂	40	46	46
PH₂O	47	47	47
PN₂	573	573	573

Sistema respiratório altamente eficiente!

2 características importantes:

1. Sistema convectivo eficiente: sistemas vias aéreas e circulatório
2. Difusão: transporte/trocas locais

VAS SNC e P



FLUXO ATRAVÉS DE UM CIRCUITO TUBULAR

$$\Phi = \frac{\Delta P \cdot \pi \cdot r^4}{\eta \cdot L \cdot 8}$$

Figura - 08 Lei de Poiseuille.

Φ - fluxo.

ΔP - variação da pressão entre as extremidades.

π - 3,14.

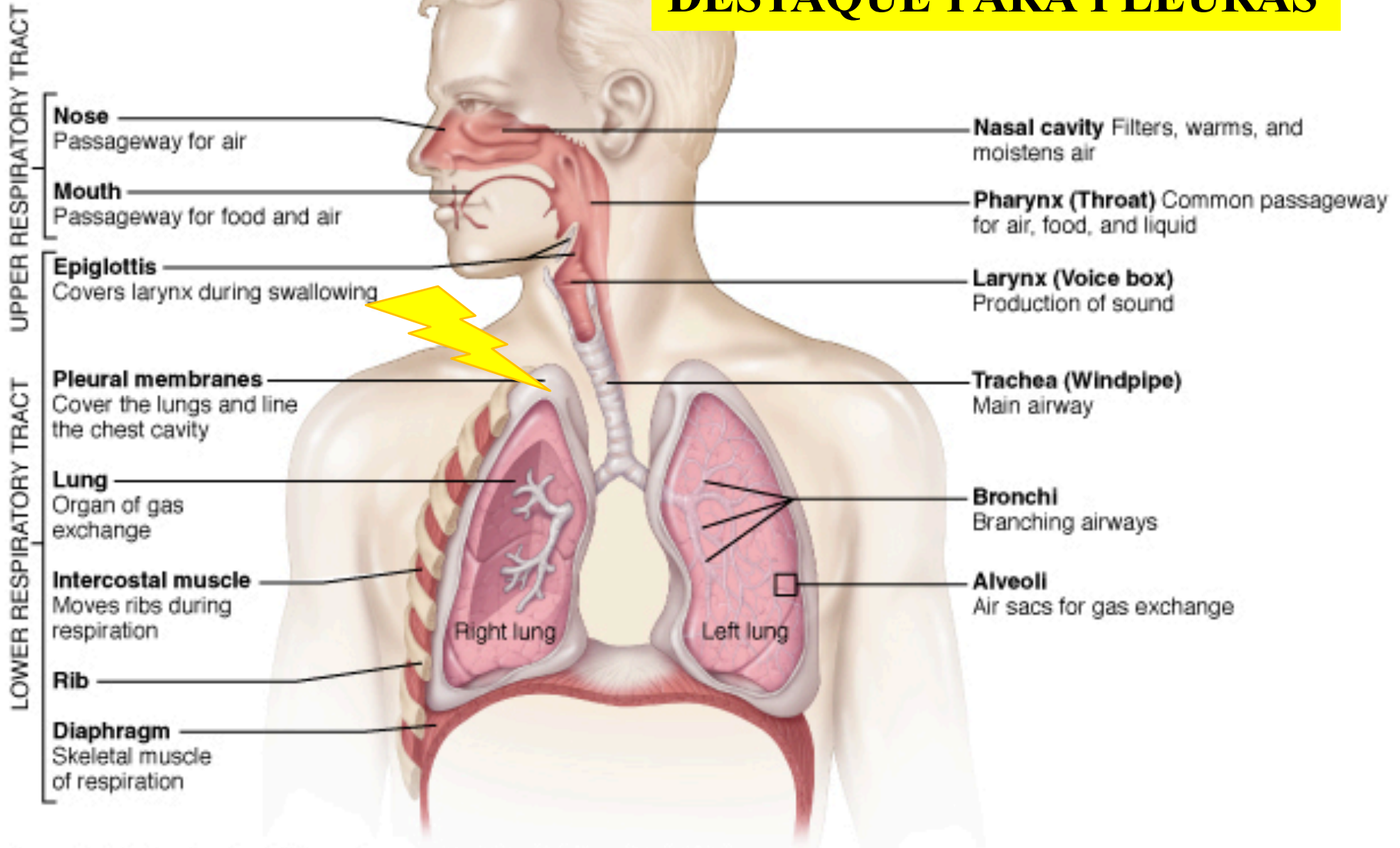
r - raio do tubo

η - viscosidade do gás.

L - comprimento do tubo.

Fisiologia Respiratória

DESTAQUE PARA PLEURAS



Musculatura respiratória

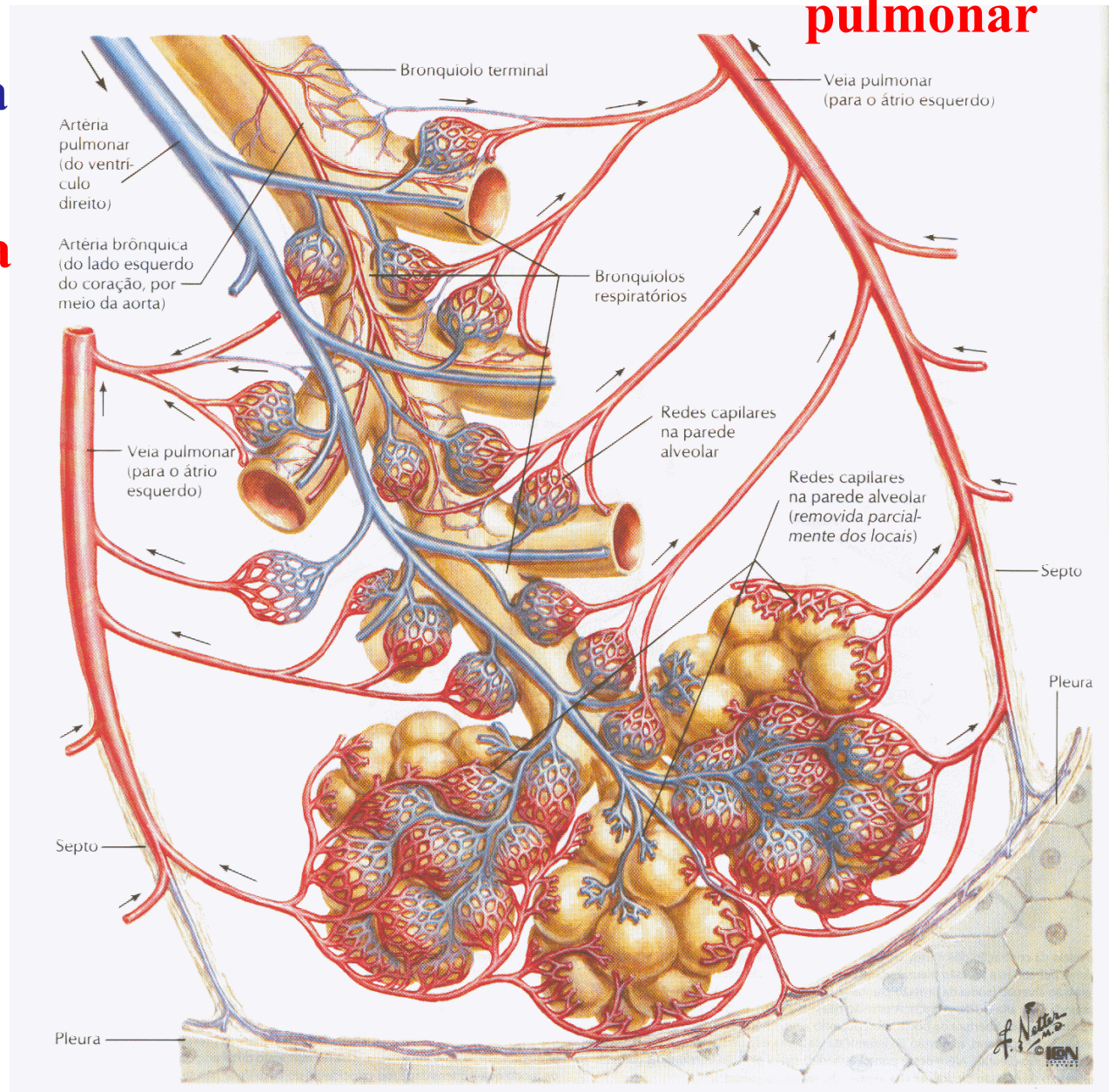
Músculos inspiratórios		Músculos expiratórios	
Principais	Acessórios	Principais	Acessórios
<i>intercostais externos</i>	<i>esternocleidomastoideo</i>	<i>passiva</i>	<i>intercostais internos</i>
<i>Intercartilagilagos paraesternais</i>	<i>escalenos: anterior médio posterior</i>		<i>abdominais: reto oblíquos transversos</i>
<i>Diafragma</i>			

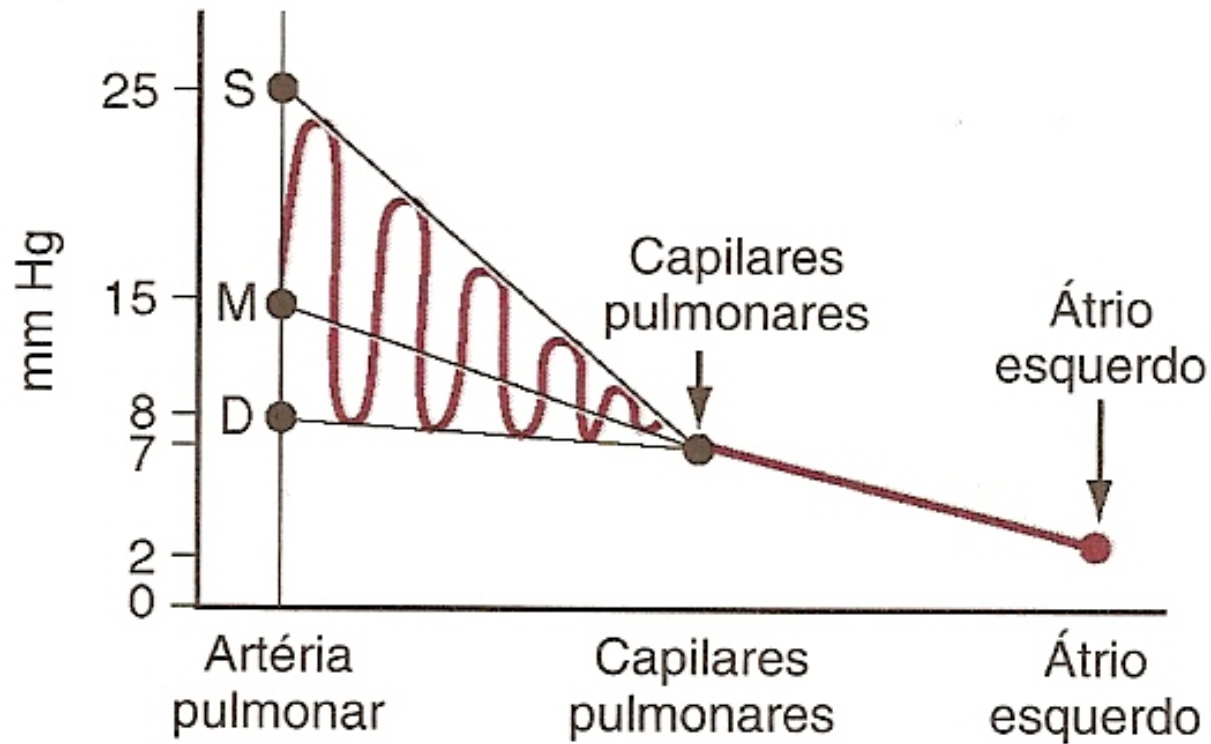
✓ Circulação Pulmonar

Ramo da artéria
Pulmonar

Ramo da artéria
Brônquica

Ramo da veia
pulmonar



**FIG. 38.2**

Pressão nos diferentes vasos dos pulmões. S, sistólica; M, média; D, diastólica. Curva vermelha, pulsações arteriais.

VASCULARIZAÇÃO

Pulmonar

Brônquica

Rede capilares 70-100m²
Volume 140 mL
↑ complacência e ↓ resistência

INERVAÇÃO

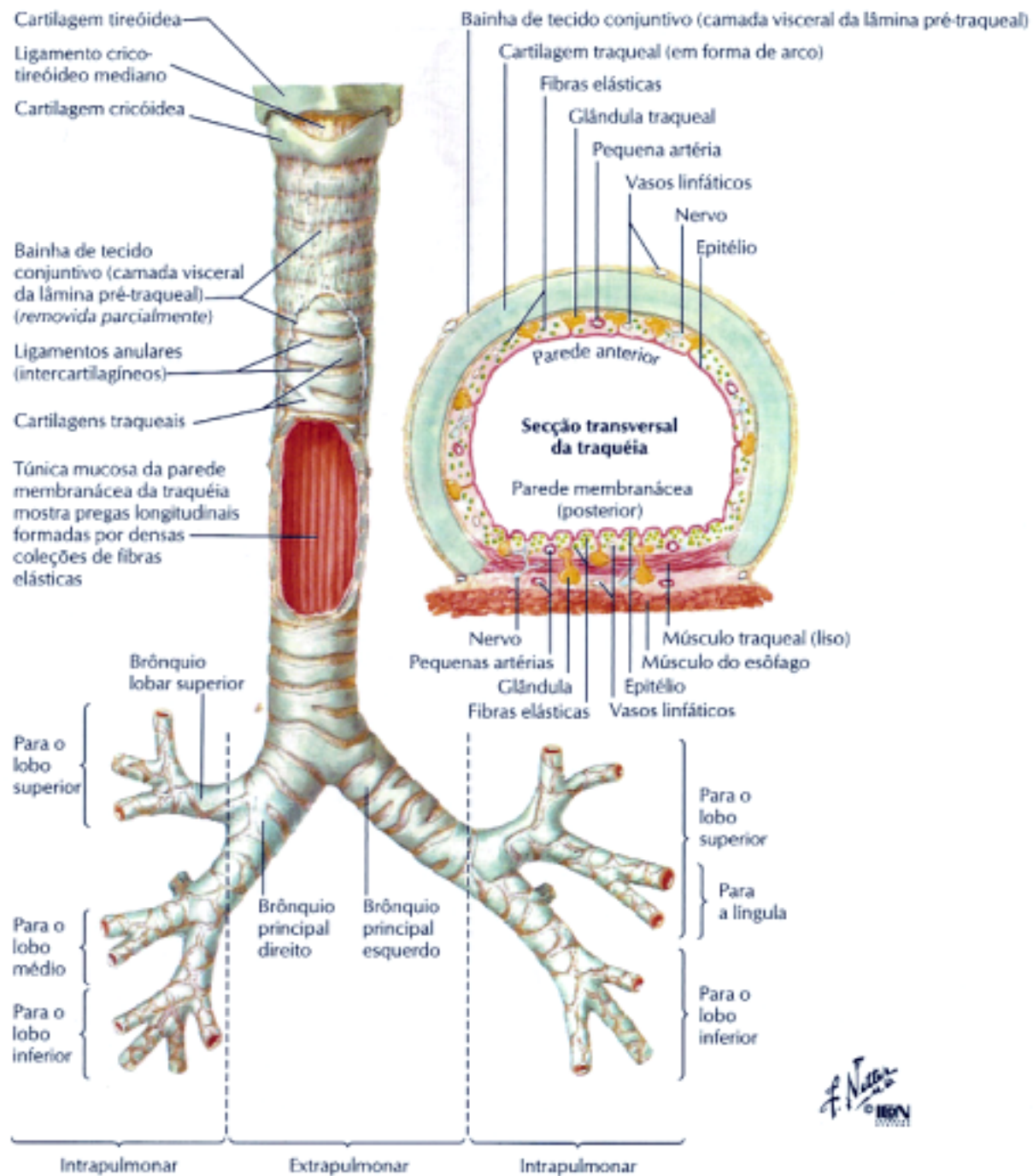
SNC e P

SNA



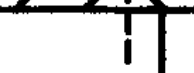









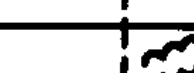


N. Vago e Simpático Torácico
Hilo pulmonar

Pausa pedagógica!

Descreva o circuito correspondente à circulação pulmonar



✓ Ramificação das vias aéreas

REGIÕES DAS VIAS AÉREAS	SEGMENTAÇÃO	ORDEM DE GERAÇÃO	ZONA
TRAQUÉIA		0	Condutora
BRÔNQUIO-FONTE		1	
BRÔNQUIO LOBAR		2	
BRÔNQUIO SEGMENTAR		3	
BRÔNQUIO SUBSEGMENTAR		4	
			
BRONQUÍOLO		10	
BRONQUÍOLO TERMINAL		16	
BRONQUÍOLOS RESPIRATÓRIOS		17	
		18	
		19	
DUTOS ALVEOLARES		20	
		21	
		22	
SACOS ALVEOLARES		23	

Respiratória
ÁCINO PULMONAR

Como você representaria graficamente a superfície transversal da árvore respiratória, ou descreveria?

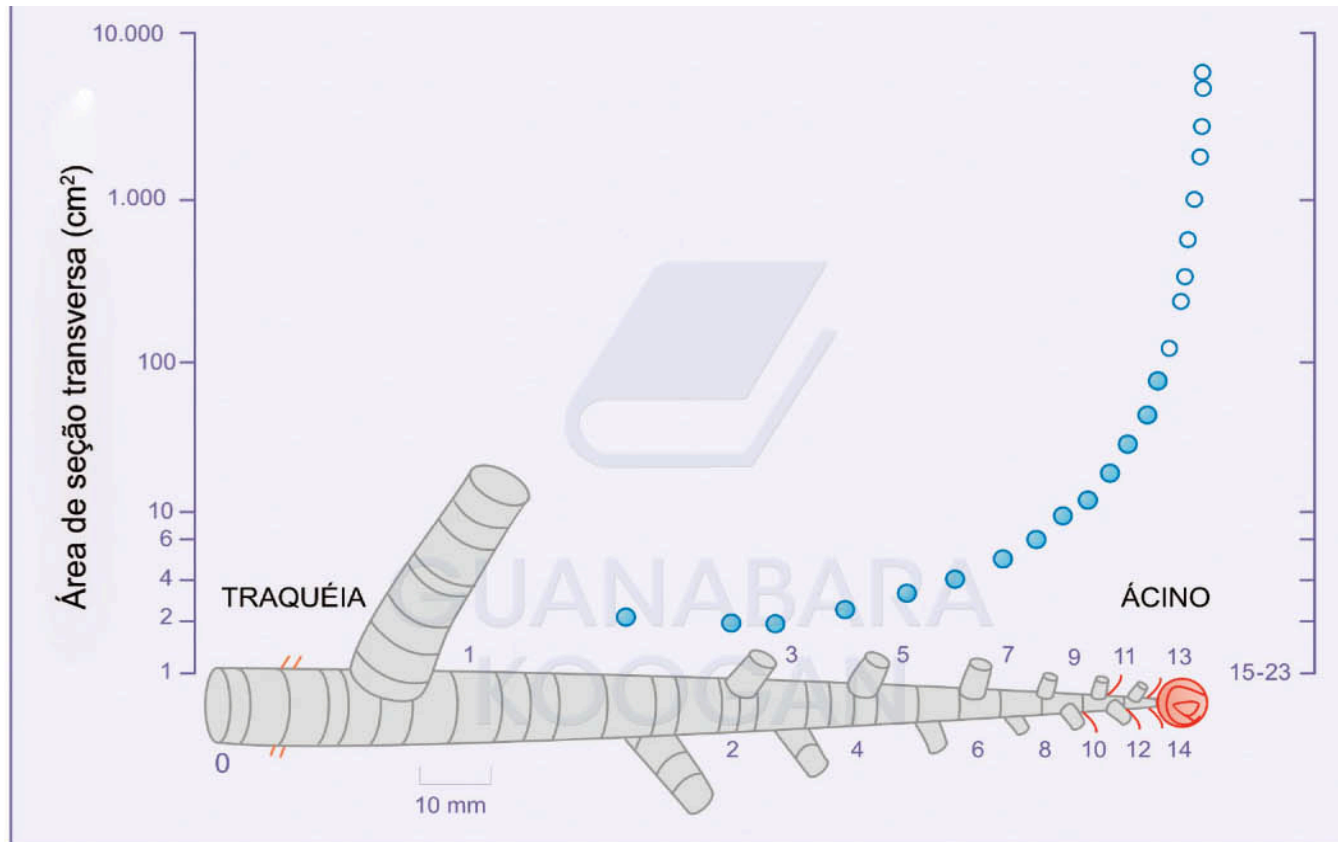
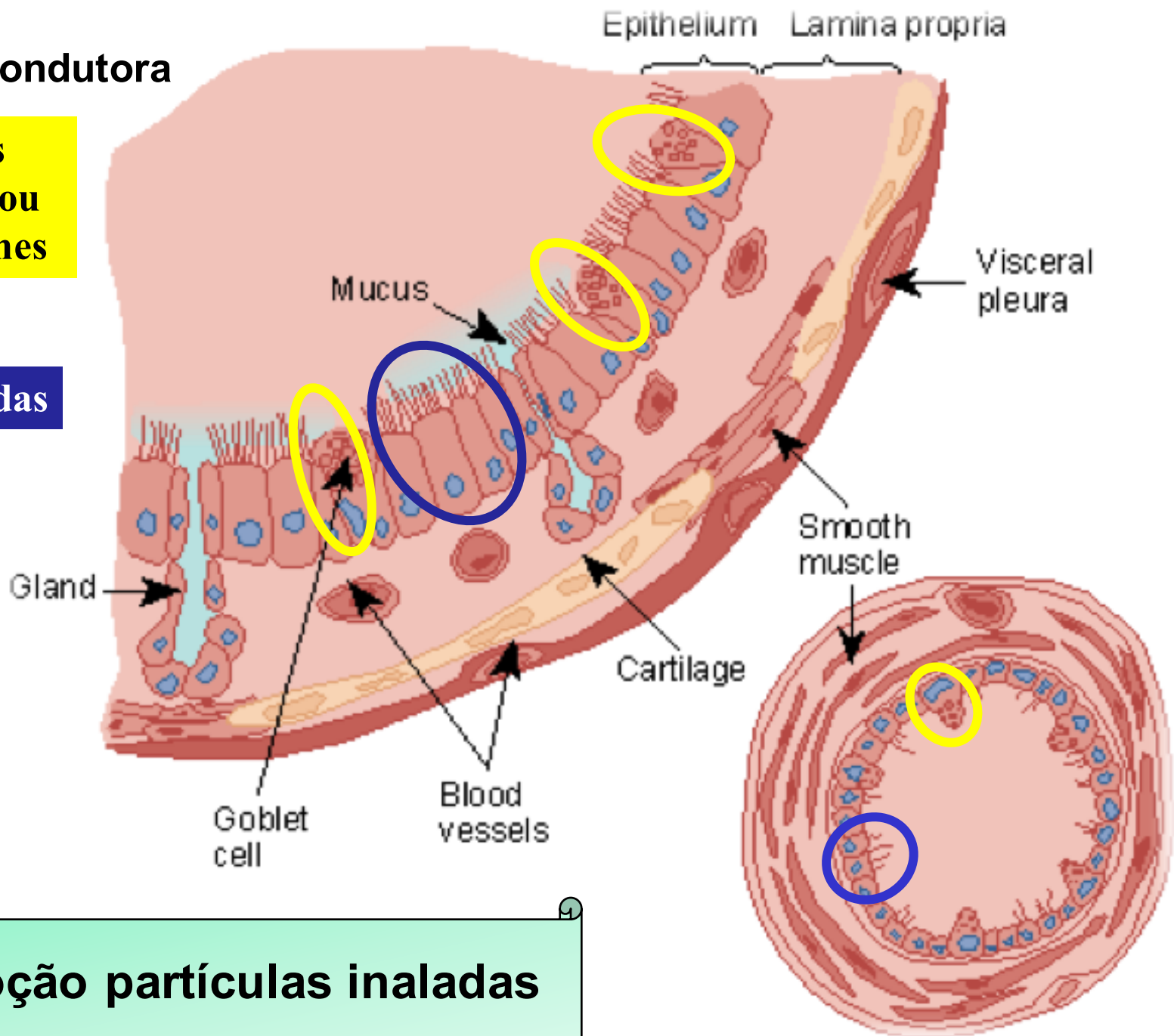


Fig. 31.3 Área de seção transversal nas diferentes gerações das vias respiratórias. Note que, apesar de o diâmetro das vias respiratórias reduzir progressivamente, a área total de seção transversal aumenta.

✓ **Zona Condutora**

Células mucosas ou caliciformes

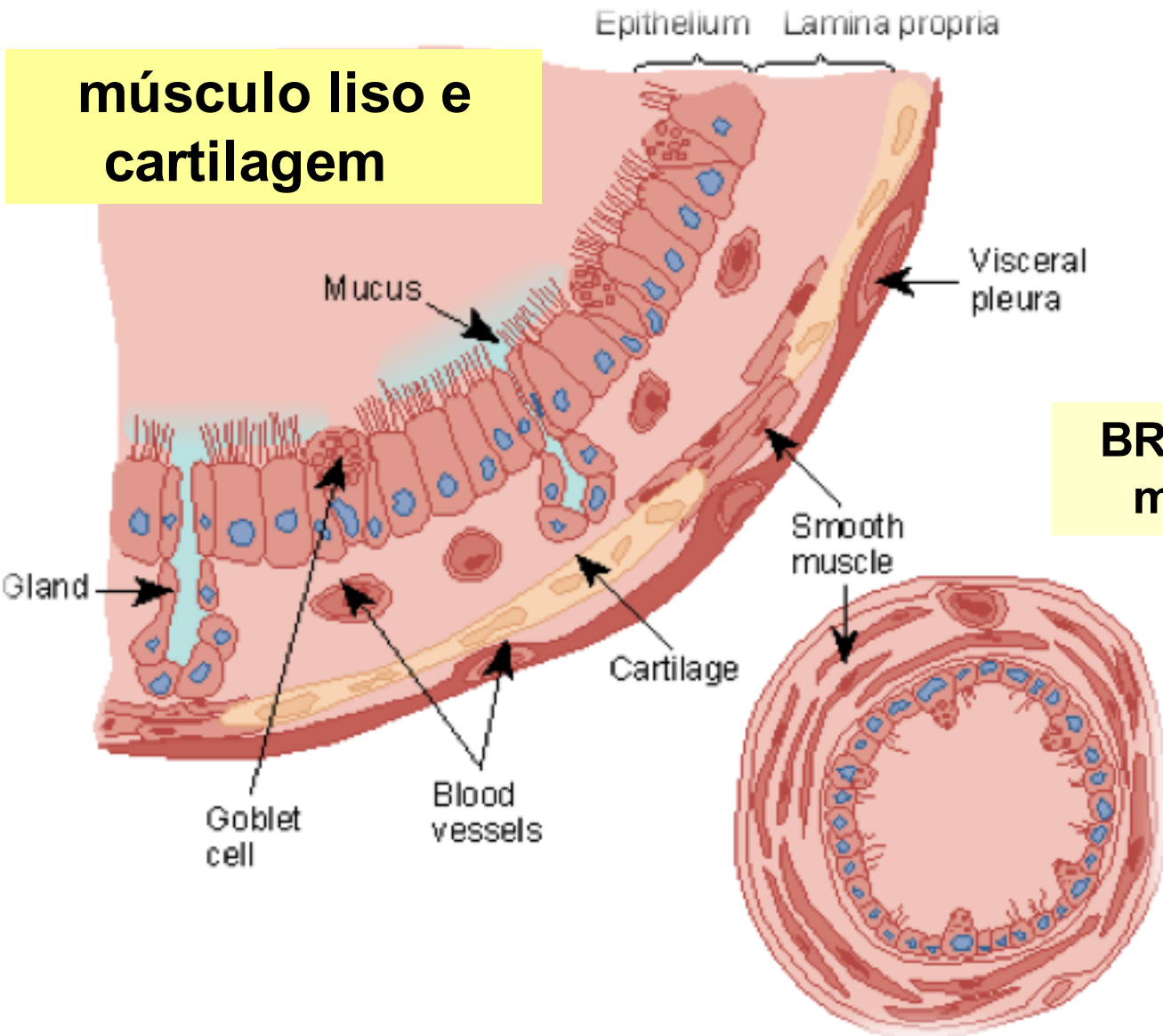
Células ciliadas



Remoção partículas inaladas

✓ Zona Condutora

músculo liso e cartilagem



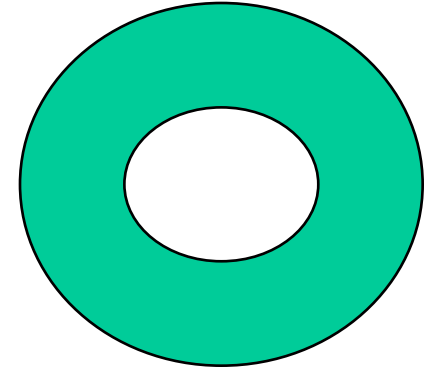
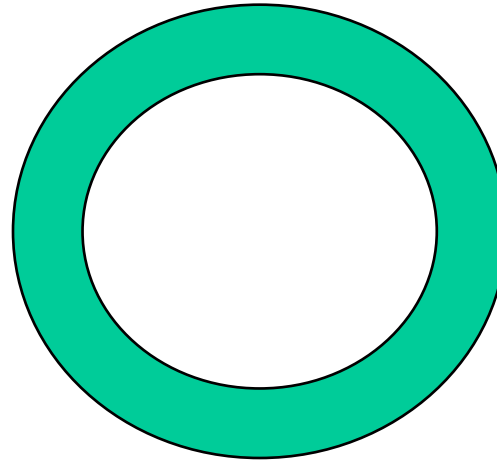
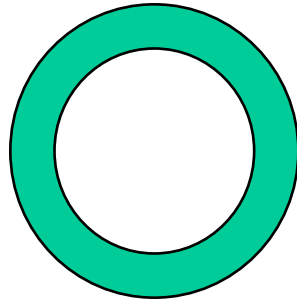
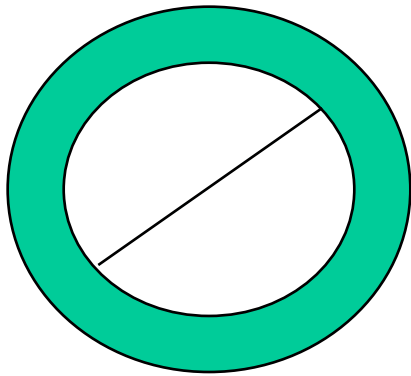
BRONQUÍOLOS
músculo liso

FLUXO DE AR

FLUXO DE AR

**Resistencia ou
condutância**

$$\Phi = \frac{\Delta P \cdot \pi \cdot r^4}{\eta \cdot L \cdot 8}$$



$r = \text{diâmetro}/2$

- 1. Adrenérgica - β_2 – DILATAÇÃO/RELAXAMENTO** α_1 – INIBE SECREÇÃO
- 2. Colinérgica - M – CONTRAÇÃO**
- 3. NANC –**
 - 1. i-NANC (NO, VIP) – RELAXAMENTO**
 - 2. e-NANC (neurocinina A, substancia P, peptídeo relacionado a calcitonina (CGRP) – CONTRAÇÃO**

FUNÇÕES DA ZONA CONDUTORA

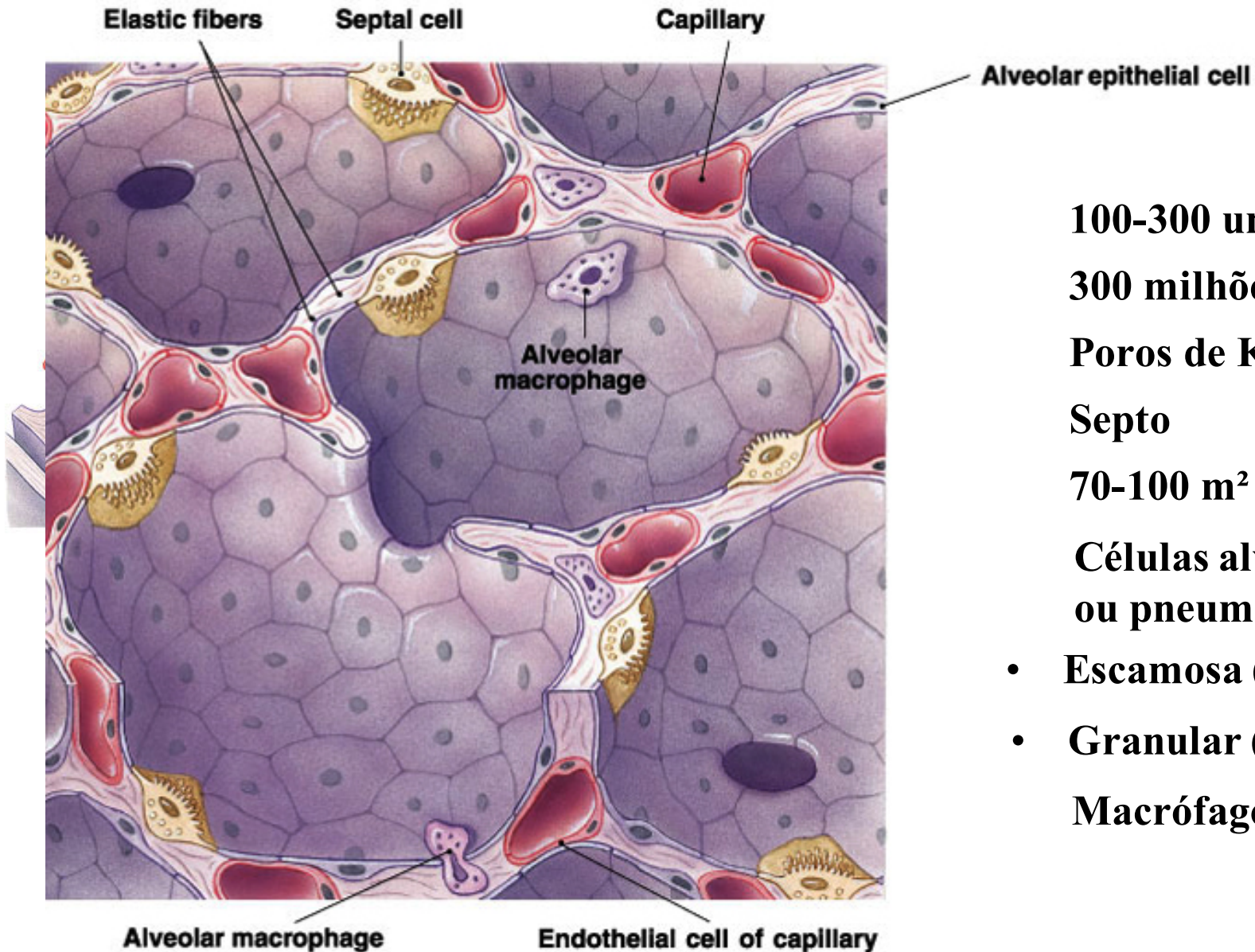
Fornece condutância ao fluxo de ar, com baixa resistência – que é regulada por alterações na contração de mm lisa e por forças físicas atuando sobre essas vias.

Defesa através do epitélio ciliar, muco e macrófagos – contra microrganismos e substâncias químicas tóxicas.

Fonação.

Aquece e umedece o ar.

✓ Zona Respiratória



100-300 um

300 milhões

Poros de Kohn

Septo

70-100 m²

Células alveolares
ou pneumócitos

- Escamosa (tipo I)
- Granular (tipo II)

Macrófagos

- Qual é mesmo a circulação alveolar, da artéria brônquica ou pulmonar?

Penúncitos tipo II

Surfactante

Tensão superficial

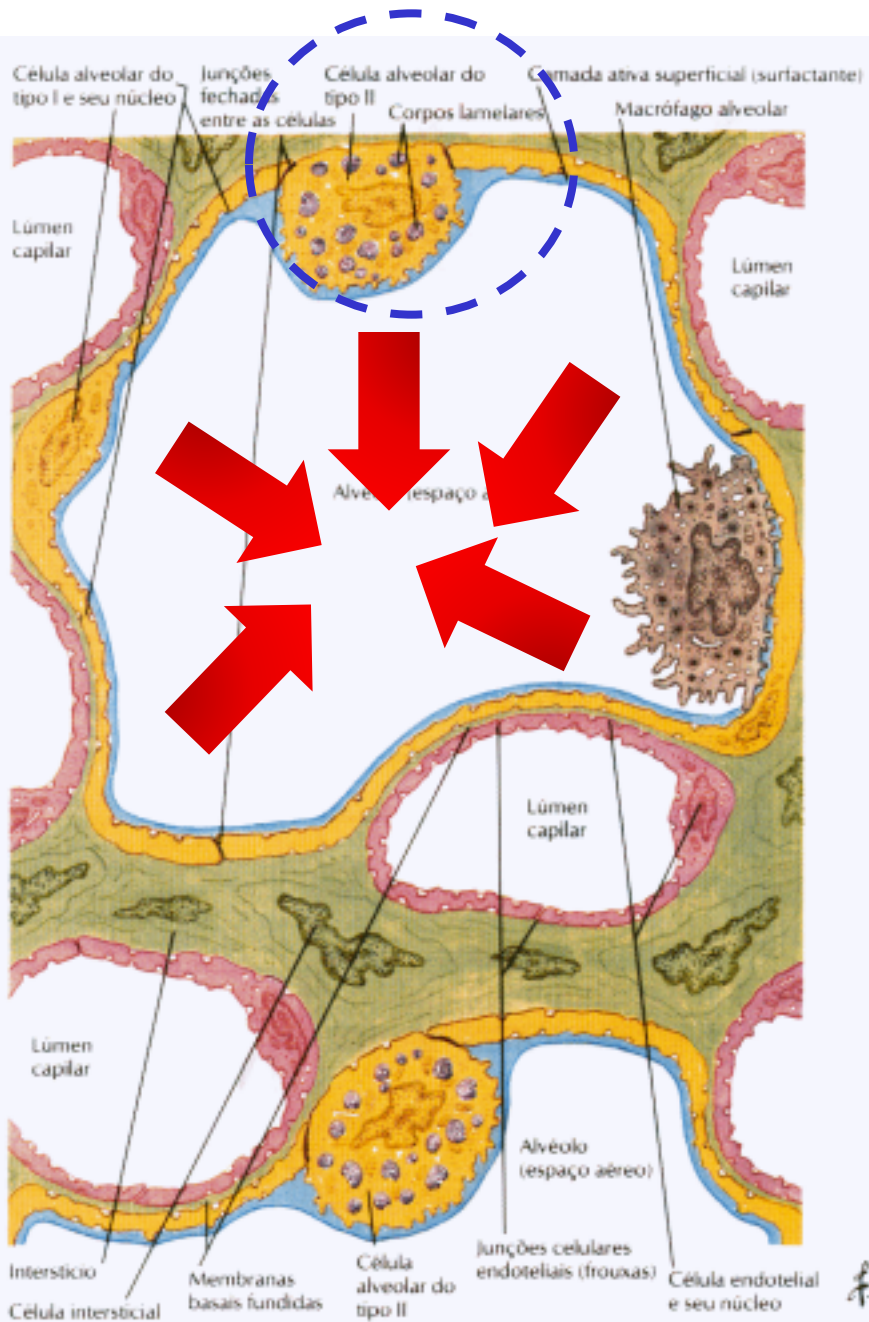
Surfactante:

Fosfolipídeos

40% dipalmitoilfosfatidilcolina

25% fosfatidilcolina

10% fosfatidilglicerol



Então, a partir dessa base de conhecimentos, o que deve acontecer quando os músculos inspiratórios são estimulados a se contraírem?

1 Quais são os músculos inspiratórios?

2 O que poderia acontecer se eu não produzir adequadamente surfactante?

Intercostais externos
Paraesternais
Diafragma

Acessórios
<i>esternocleidomastoideo</i>
<i>escalenos: anterior médio posterior</i>

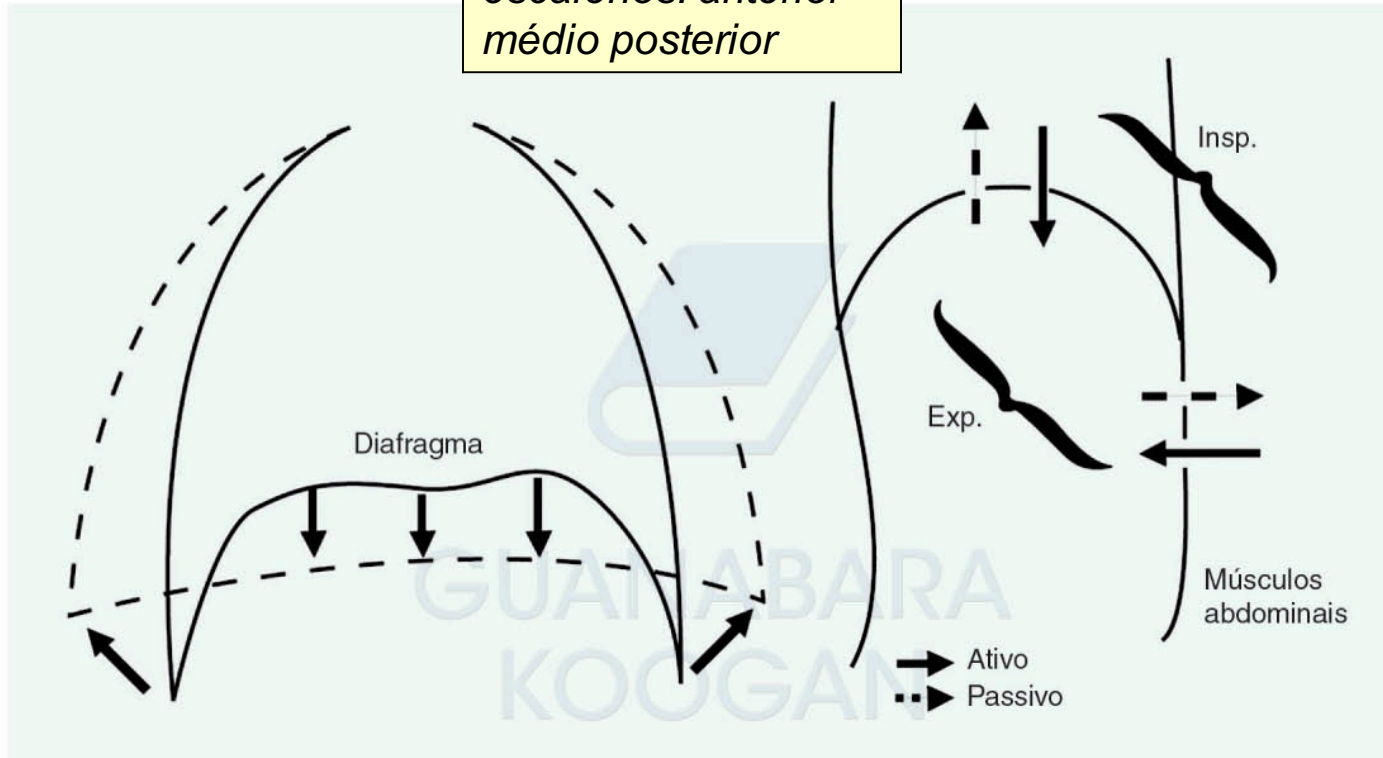
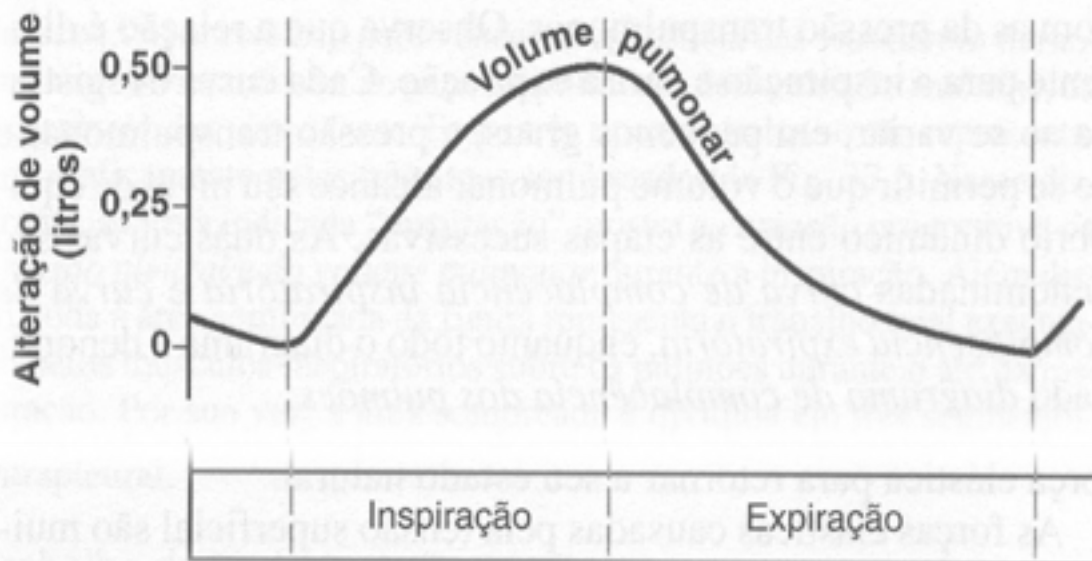


Fig. 32.5 Representação esquemática da contração do diafragma. Durante a inspiração (Insp.), o diafragma se contrai e empurra o conteúdo abdominal para baixo e para fora e o gradil costal para a frente, aumentando o volume torácico. A expiração (Exp.) ocorre de forma passiva.

✓ **Ciclo respiratório = VENTILAÇÃO**



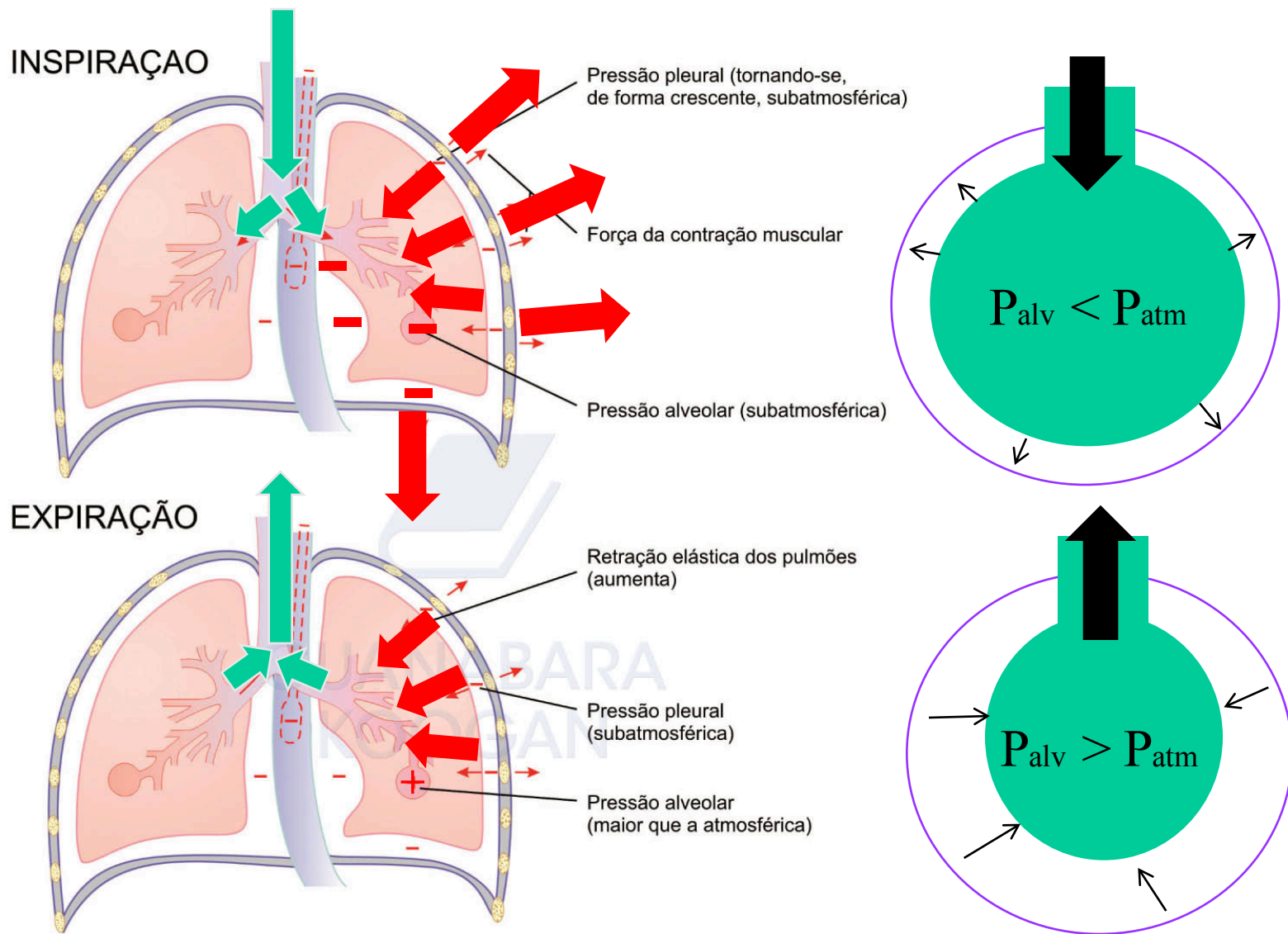
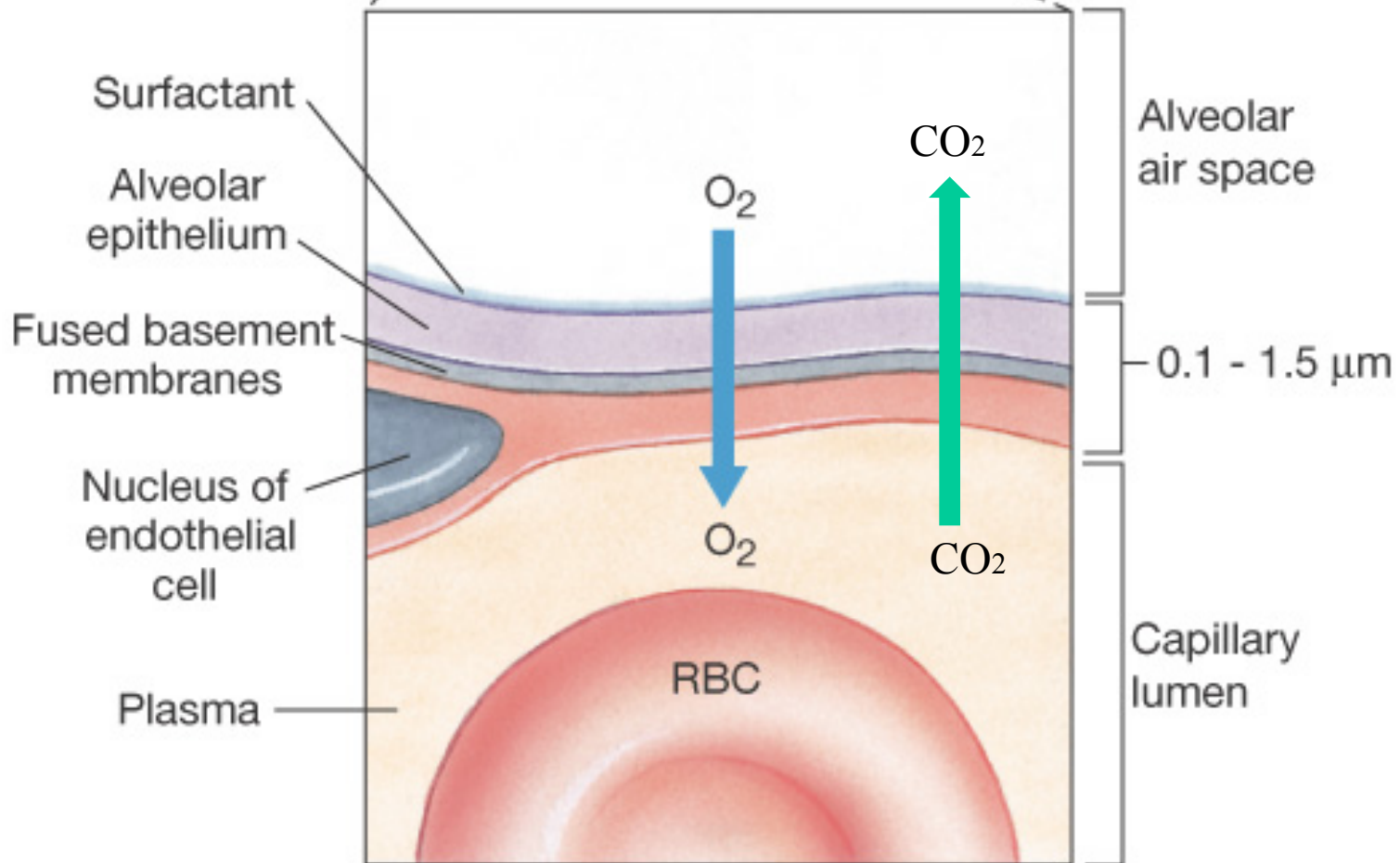
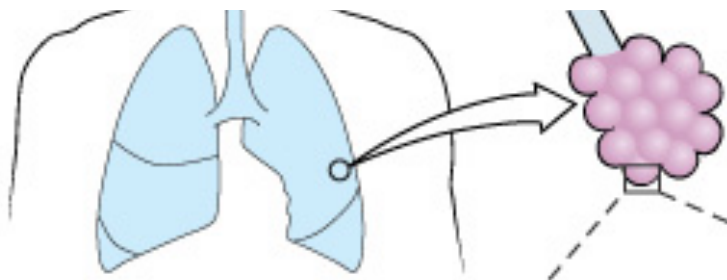
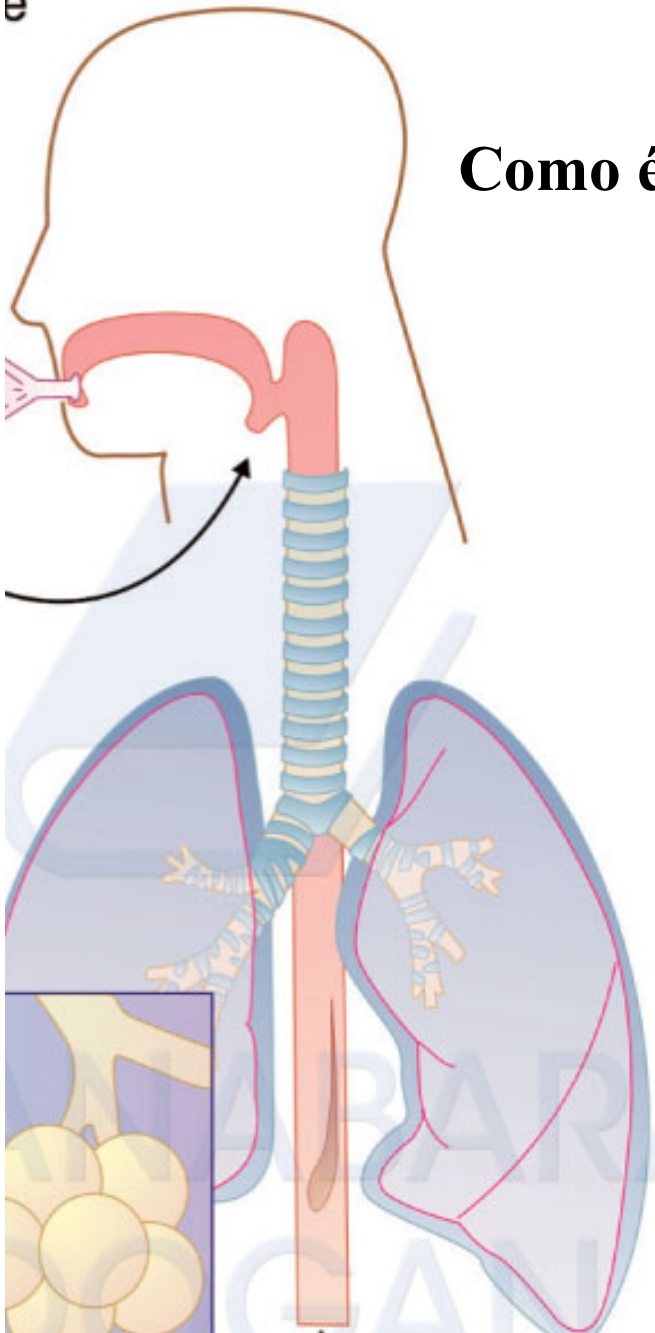


Fig. 32.1 Gradientes de pressões envolvidos na inspiração e expiração. Durante a inspiração, a contração dos músculos inspiratórios faz com que a pressão intrapleural fique mais negativa. Os alvéolos se distendem, a pressão alveolar fica abaixo da atmosférica (ou subatmosférica), fazendo com que o ar entre em direção aos alvéolos. Ao final da expiração, os músculos respiratórios estão relaxados. A pressão de retração elástica do pulmão está em equilíbrio com a pressão de expansão da parede torácica. A pressão intrapleural é negativa e a pressão alveolar é igual a zero. Como a pressão alveolar é igual à atmosférica, não há fluxo de ar.



Como é o preenchimento das vias respiratórias?



Região condutora

E região respiratória...

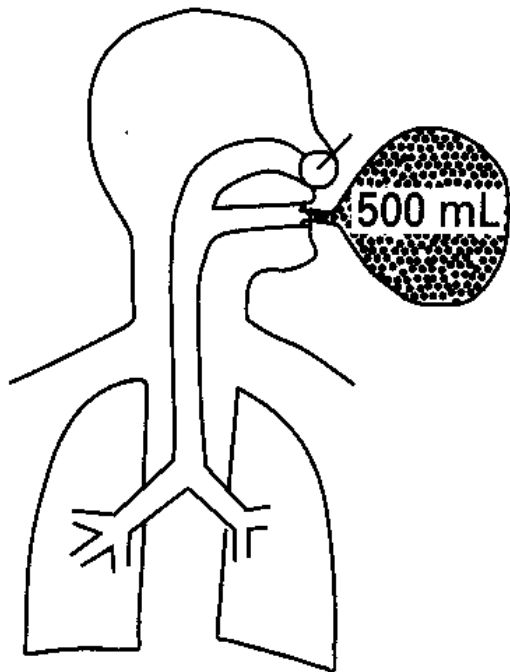
ESPAÇO MORTO

Antes do 1º evento ventilatório

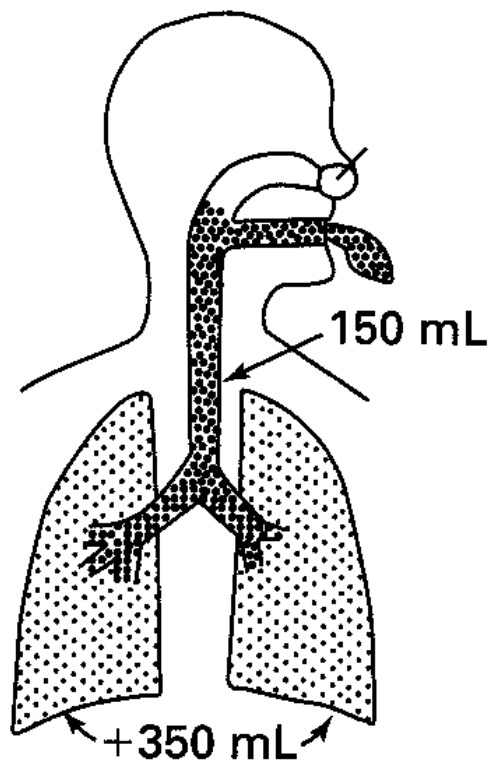
Final da inspiração

Final da expiração

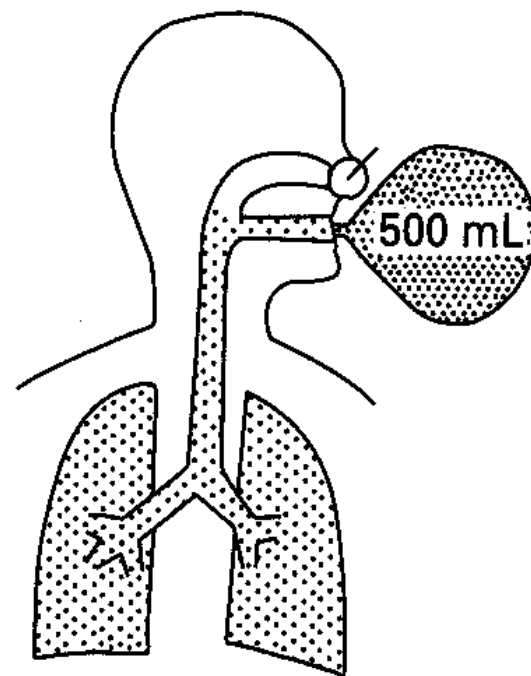
A. PREINSPIRATION



B. END INSPIRATION



C. END EXPIRATION



VOLUME RESIDUAL

VOLUMES

VC – volume corrente

VRI – volume de reserva inspiratória

VRE – volume de reserva expiratória

VR – volume residual

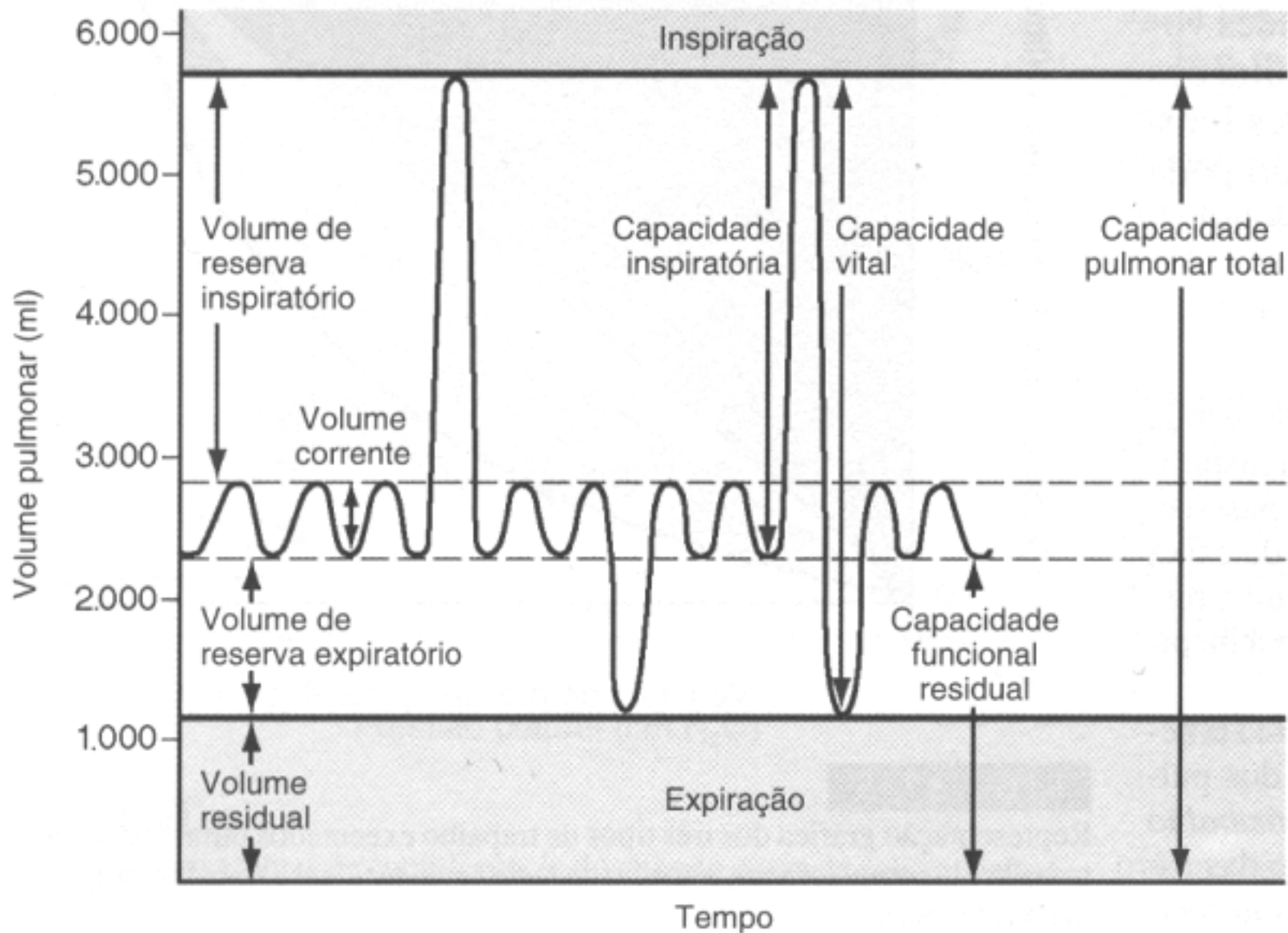
CAPACIDADES

CV – capacidade vital

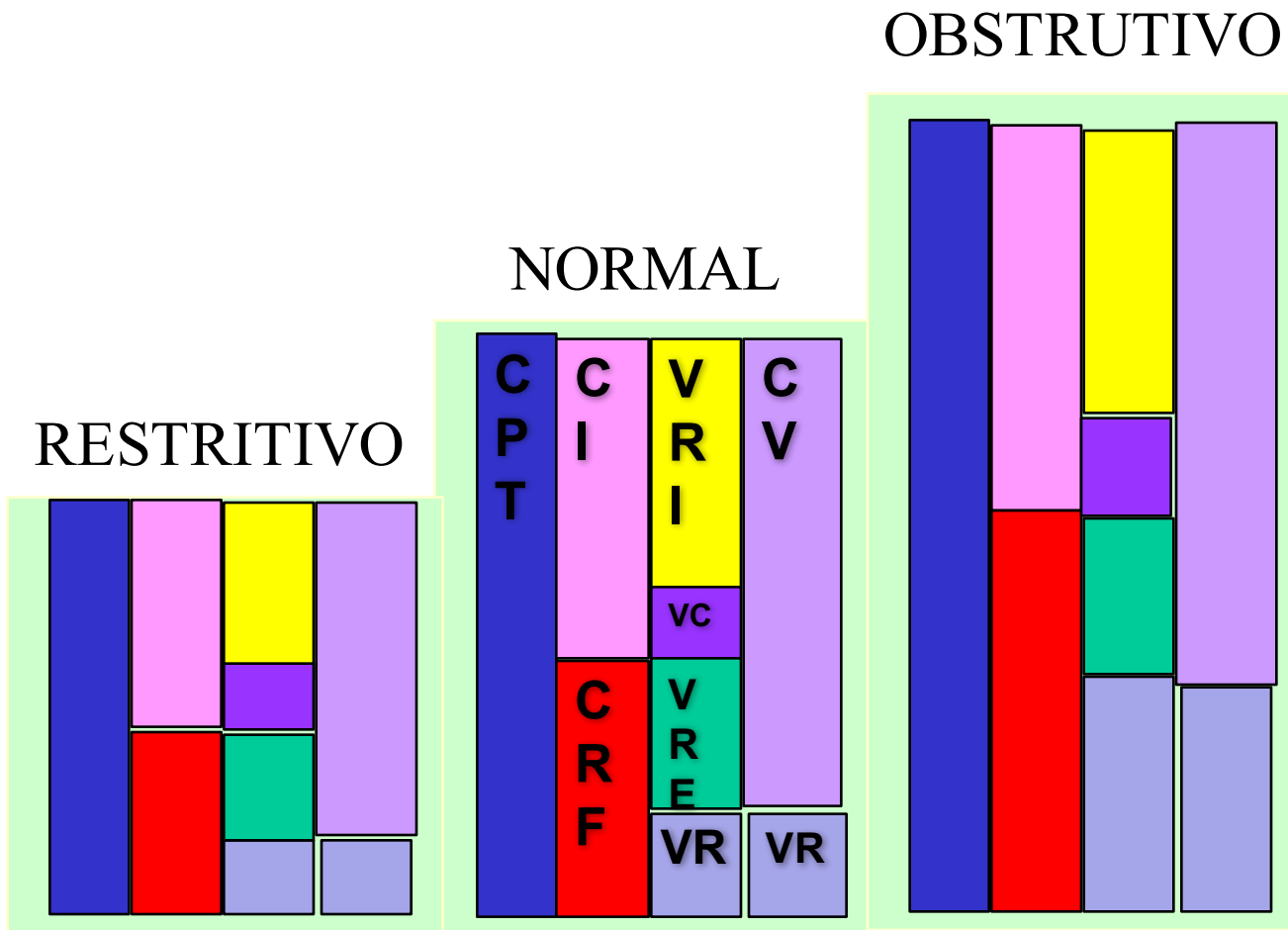
CI – capacidade inspiratória

CRF – capacidade residual funcional

CPT – capacidade pulmonar total



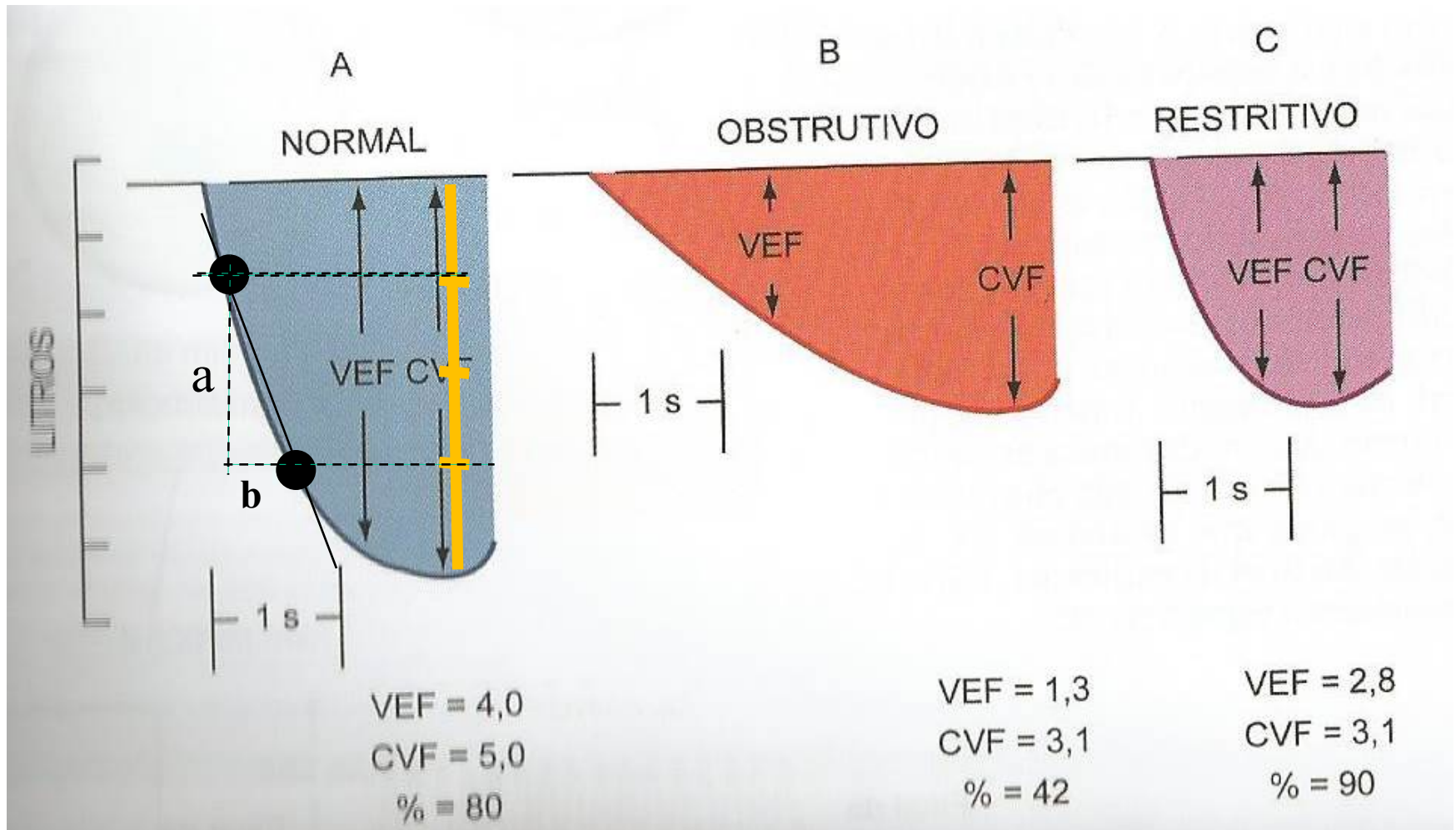
Efeito de doenças respiratórias nos volumes e capacidades pulmonares



VOLUMES	CAPACIDADES
VC – volume corrente	CV – capacidade vital
VRI – volume de reserva inspiratória	CI – capacidade inspiratória
VRE – volume de reserva expiratória	CRF – capacidade residual funcional
VR – volume residual	CPT – capacidade pulmonar total

VEF – volume expiratório forçado em 1 s

CVF – capacidade vital forçada



$$\text{FEF}(25-75\%) = 3,5 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\text{FEF}(25-75\%) = 1,4 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\text{FEF}(25-75\%) = 3,7 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\text{Fluxo expiratório forçado} = a \cdot b^{-1} \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$$

E aí, será que a ventilação pulmonar corresponde à ventilação alveolar?

Ventilação pulmonar = Volume corrente x FR

Ventilação alveolar = (Volume corrente – Volume do espaço morto) x FR

O aumento da FR pode interferir com a ventilação alveolar?

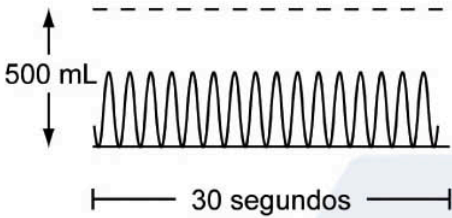
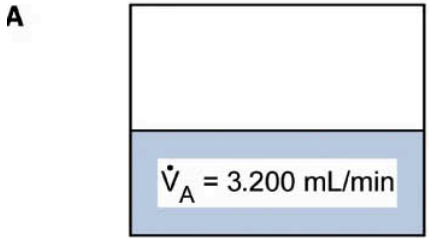
$$\text{Volume Corrente} \times \text{Frequência Respiratória} = \text{VENTILAÇÃO}$$

$$\dot{V}_{EM} = V_{EM} \times f$$

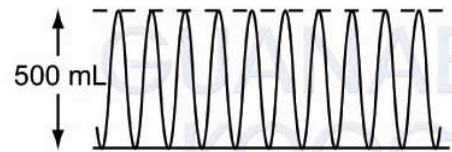
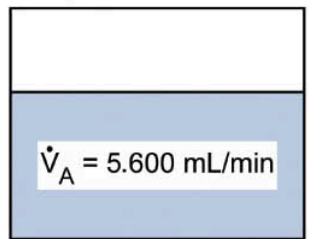
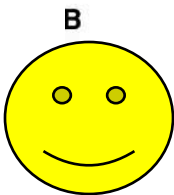
$$\dot{V}_{EM} = 150 \text{ mL}$$

$$\dot{V}_A = (VC - V_{EM}) \times f$$

$$250 \times 32 = 8.000 \text{ mL/min}$$



$$500 \times 16 = 8.000 \text{ mL/min}$$



$$1.000 \times 8 = 8.000 \text{ mL/min}$$

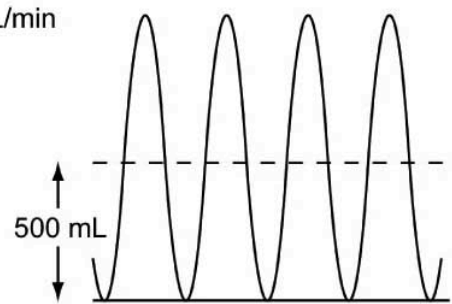
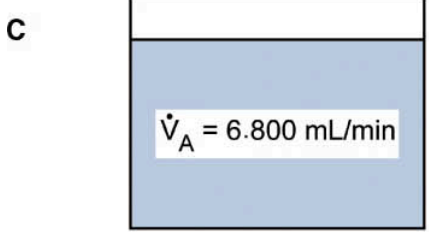


Fig. 31.14 Efeitos do volume corrente e da frequência respiratória sobre a ventilação alveolar. Nos três casos (**A**, **B** e **C**), a ventilação ou volume-minuto (volume corrente \times frequência respiratória) corresponde a 8 litros/minuto. O volume do espaço morto (V_{EM}) é considerado fixo e igual a 150 mL. Em (**A**), o volume corrente (VC) corresponde a 250 mL e a frequência (f) é de 32 ciclos/minuto (cpm). Assim, a ventilação do espaço morto (\dot{V}_{EM}) corresponde ao produto: $V_{EM} \times f = 4.800 \text{ mL/min}$, ao passo que a ventilação alveolar (\dot{V}_A) é de: $(VC - V_{EM}) \times f = 3.200 \text{ mL/min}$. Em (**B**), $VC = 500 \text{ mL}$, $f = 16 \text{ cpm}$; $\dot{V}_{EM} = 2.400 \text{ mL/min}$ e $\dot{V}_A = 5.600 \text{ mL/min}$. Em (**C**), $VC = 1.000 \text{ mL}$, $f = 8 \text{ cpm}$; $\dot{V}_{EM} = 1.200 \text{ mL/min}$ e $\dot{V}_A = 6.800 \text{ mL/min}$. Considerando-se que em (**B**) está representada a condição normal, se o padrão respiratório fosse o de (**A**) haveria uma hipoventilação alveolar, ao passo que (**C**) corresponderia a uma hiperventilação alveolar. (Modificado de Forster II RE, Dubois AB, Briscoe WA, Fisher AB. *The Lung*. 3rd ed. Year Book Medical Publishers, Inc., 1986.)

Referências:

1- Reis, EE; Menezes, LD; Justo, CCL. 2012.. Braz. J Cardiovascular Surgery
(Revisão sobre microembolia gasosa)

<http://dx.doi.org/10.5935/1678-9741.20120073>

2- Fisiologia Básica, Rui Curi e Joaquim Procopio, 2009

3- Medical Physiology, W F Boron e E L Boulpaep, 2005

PROCUREM A DEFINIÇÃO DE COMPLACENCIA PULMONAR!