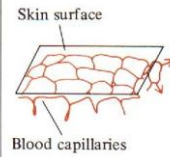


Modelos generalizados de troca gasosa:

- Animais usando superfície do corpo
- animais peq./muitos anfíbios
- reservatório infinito de ar/água

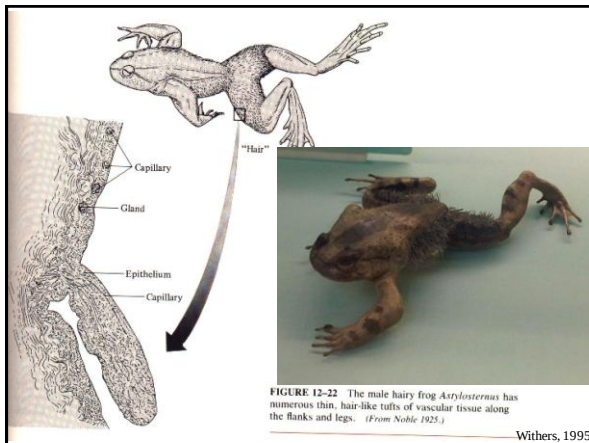


Withers 1995



Figura 9.5 Rã do Lago Titicaca (*Telmatobius culeus*). Estas rãs, que vivem em um lago em alta altitude no Peru, usam a pele para trocas gasosas. A superfície da pele extremamente enrugada aumenta a área de superfície respiratória.

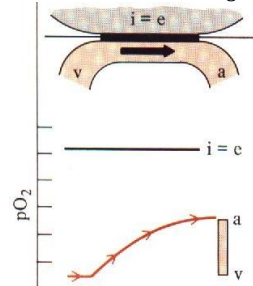
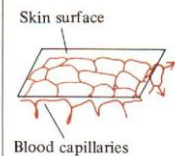
Moyes, Schultz, 2010



Withers, 1995

Modelos generalizados de troca gasosa:

- Animais usando superfície do corpo
- animais peq./muitos anfíbios
- reservatório infinito de ar/água



Withers 1995

TABLE 13-3

Partitioning of pulmonary, branchial, and cutaneous gas exchange in a salamander (*Necturus*; mean body mass = 150 g) at an ambient temperature of 25° C. (Data from Guimond and Hutchison 1972.)

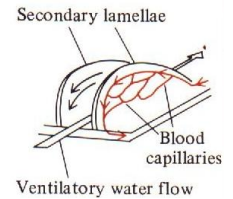
	VO ₂	VCO ₂
Pulmonary	10%	12%
Branchial	60%	61%
Cutaneous	30%	27%
Total ¹	26.1	23.7

¹ Units are $\mu\text{l O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$.

Withers, 1995

Modelos generalizados de troca gasosa:

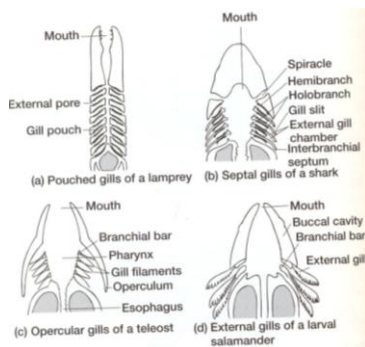
- Brânquias
- fluxo contra-corrente



Withers 1995

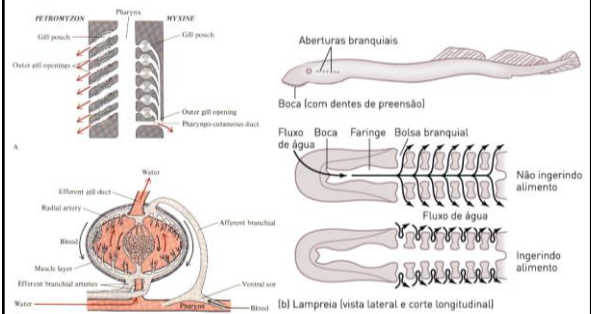
Brânquias:

- Bolsas branquiais
- Brânquias septadas
- Brânquias operculares
- Brânquias externas



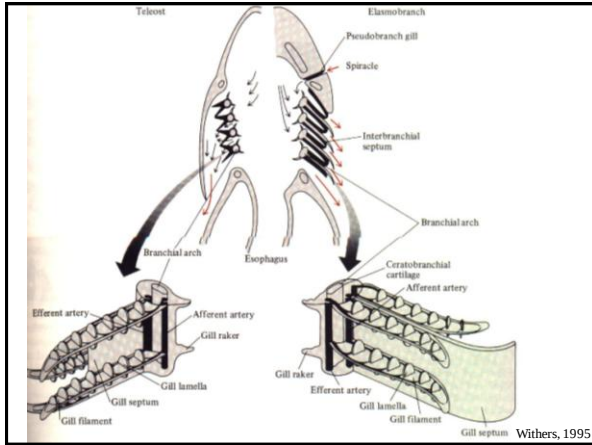
Kardong, 2003

Agnatha (ciclostomados): bolsas branquiais



Withers, 1995

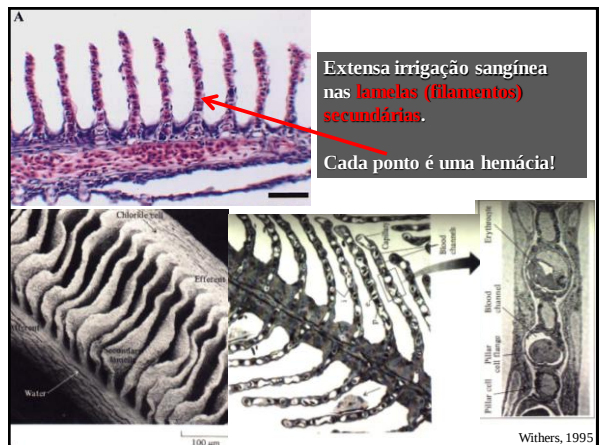
Moyes, Schultz, 2010



Brânquias são o local principal para troca gasosa na maioria dos peixes



As **brânquias** consistem de arcos ósseos ou cartilaginosos que carregam pares de filamentos primários.



Como um peixe consegue remover 80 - 90% do O_2 da água?

- 1) Distância curta de difusão nas lamelas.
- 2) Grande área superficial nas lamelas.
- 3) Fluxo contracorrente nas lamelas.
- 4) Ventilação de grande quantidade de água.

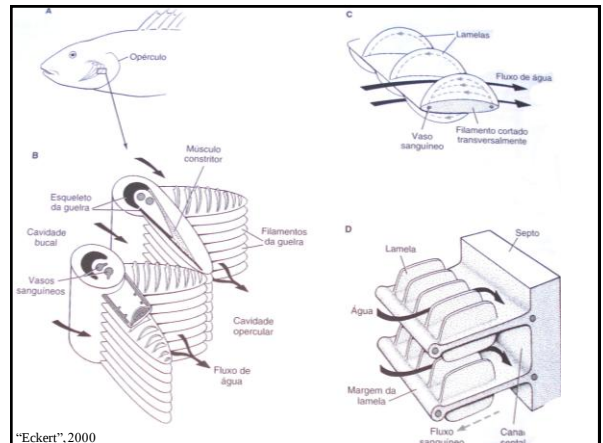
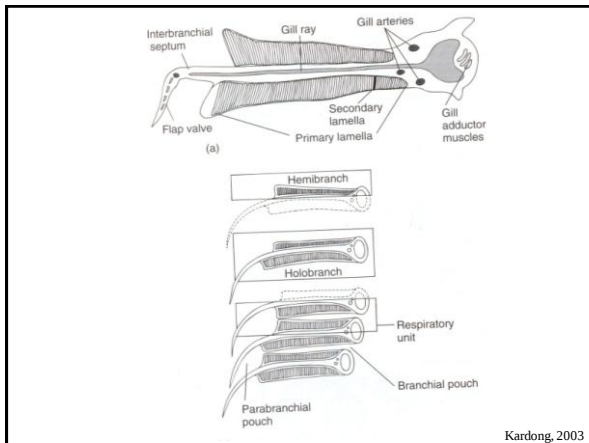


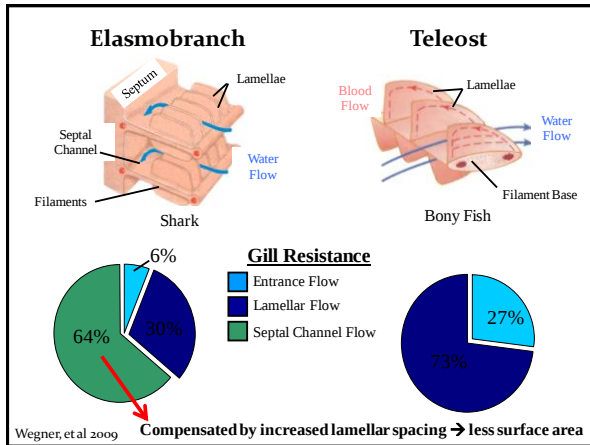
Vamos calcular:

- 4 arcos brânquias em cada lado do corpo.
- 2 fileiras de filamentos primários em cada arco (hemibrânquia).
- 100's de filamentos per hemibrânquia
- 1000's de lamelas secundárias em cada filamento.

→ Área branquial é 10 até 60x maior do que área superficial do corpo, dependendo da espécie!

→ potencial ENORME para extração de O_2 da água!

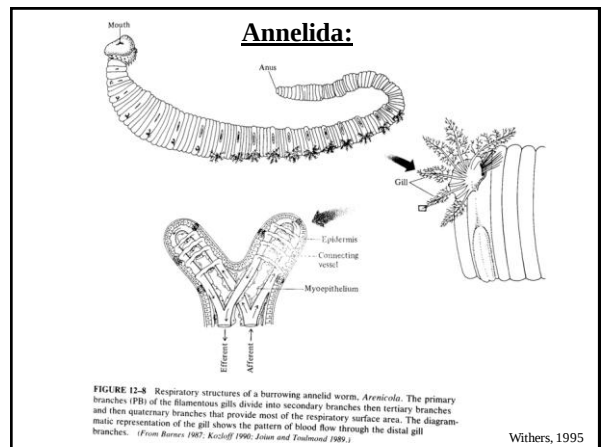
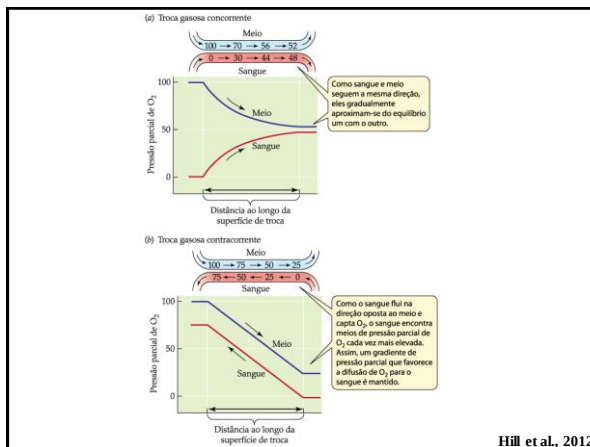
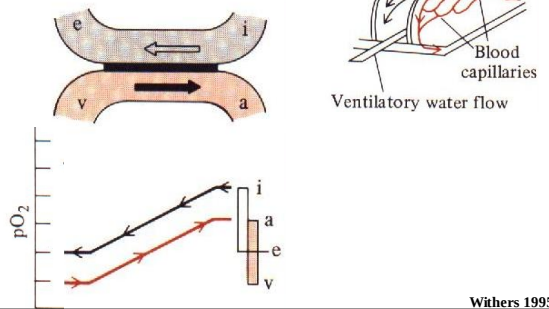




Modelos generalizados de troca gasosa:

• Brânquias

• fluxo contra-corrente





Mollusca:

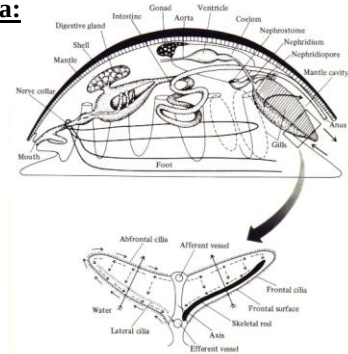
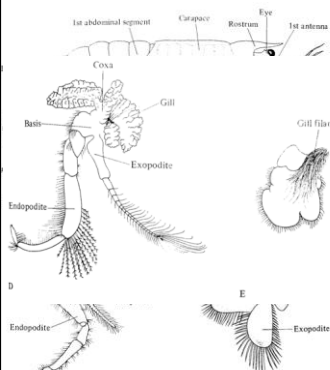


FIGURE 12-9 Generalized body plan of a primitive mollusk showing the location of the posterior gills. The expanded view of a single bicuspidate gill filament shows the cilia and pattern of water movement and position of the afferent and efferent blood vessels. (From Barnes 1987.)

Withers, 1995

Crustacea:



- brânquias são projeções da parede do corpo (epipódito), protegidos em uma **câmara branquial**
- forma das brânquias variável (ramificada, filamentos, achatada)
- Distância de difusão: 10-12 μm (mas metade é de quitina)

Withers, 1995

Decapoda: três formas básicas de brânquias:

- “trichobranchiate” (filamentos)
- “dendrobranchiate”
- “phyllobranchiate”

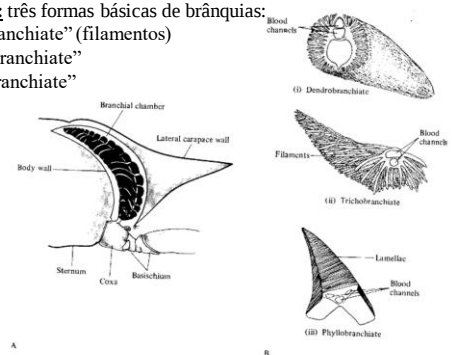
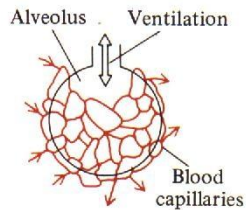


FIGURE 12-13 (A) Cross-section through the gill chamber of a decapod crustacean (a crab) to show the gill extending from the cova of the limb appendage. (B) Types of gill filaments in decapod crustaceans: (i) dendrobranchiate gills (branched filaments); (ii) trichobranchiate gills (unbranched filaments); (iii) phyllobranchiate gills (plate-like filaments). (From Barnes 1987 and Mill 1972.)

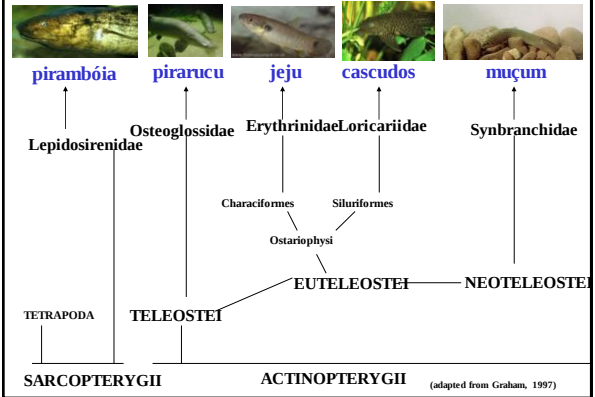
Withers, 1995

Modelos generalizados de troca gasosa:

- Reservatório circulado
- pulmão com fluxo bidirecional



Withers 1995

Evolução independente da respiração aérea**Evolução da respiração aérea em peixes**

Possíveis fatores que podem ter contribuído para a evolução de pulmões::

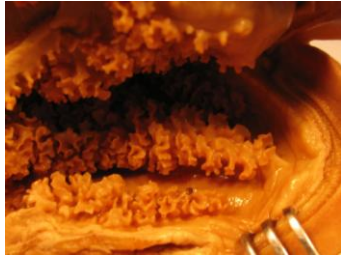
- Hipóxia sazonal
- Temperaturas elevadas; água parada
 - Depleção de O_2
 - Acúmulo de CO_2
- Período sazonal ou persistente de seca

Respiração aquática superficial
Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Evolução da respiração aérea em peixes

Respiração bucal

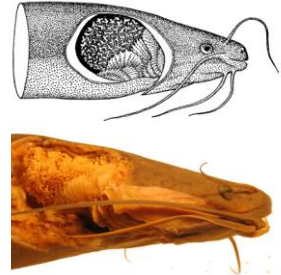
Enguia elétrica (*Electrophorus electricus*)



Evolução da respiração aérea em peixes

Respiração em câmara branquial

Bagre africano (*Clarius sp.*)



Evolução da respiração aérea em peixes

Respiração em câmara branquial

Bagre africano (*Clarius sp.*)



Evolução da respiração aérea em peixes

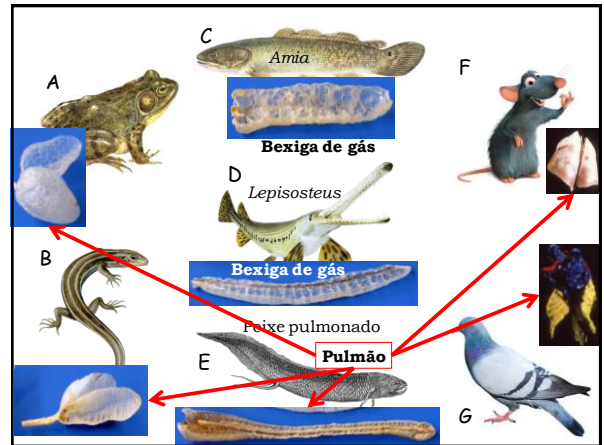
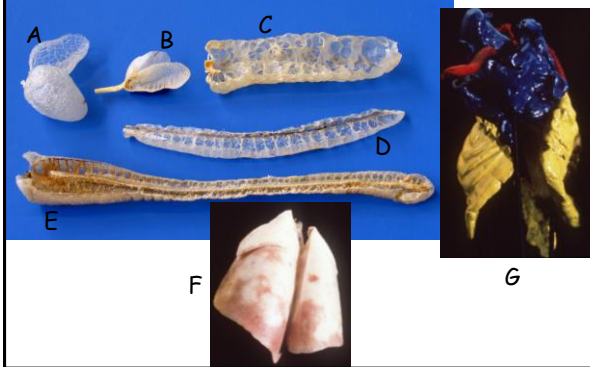
Estômago

Cascudo (*Liposarcus anisitsi*)



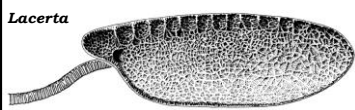
André Luiz da Cruz

Órgãos de respiração aérea

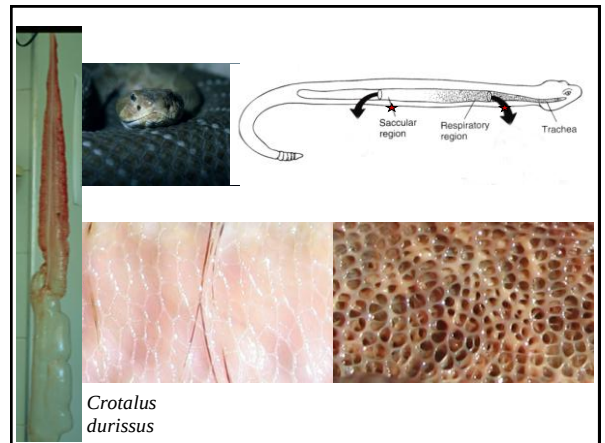


Unicameral (single-chambered) lung

Lacerta

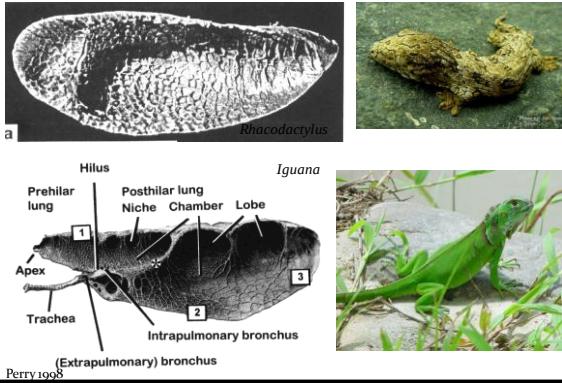


Tupinambis merianae

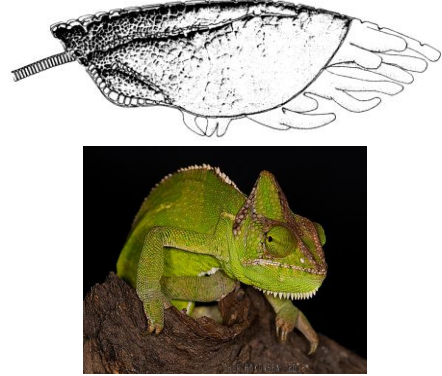


Crotalus durissus

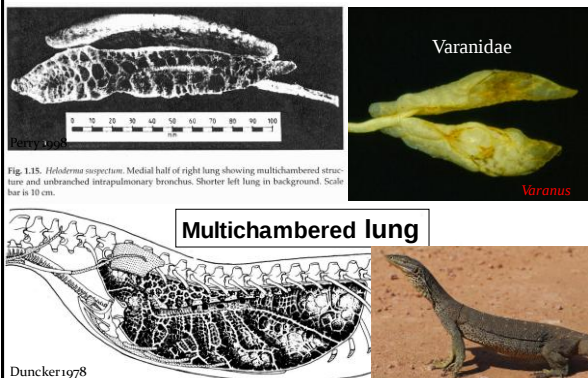
Transitional (paucicameral) lung



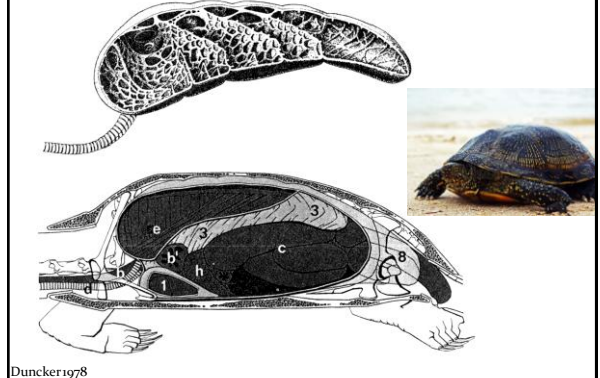
Chamaeleo

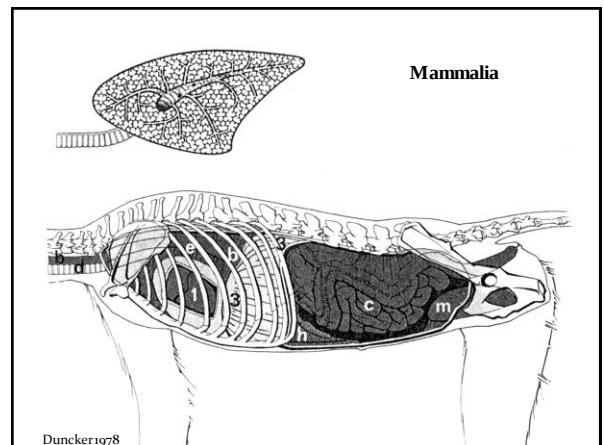
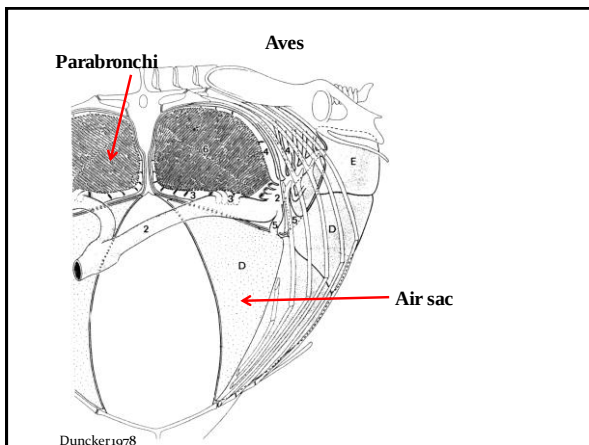
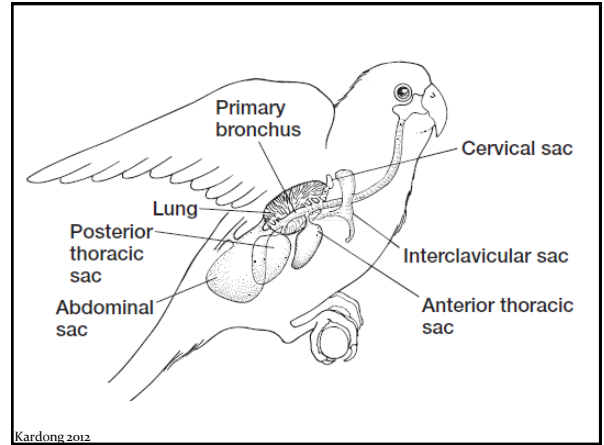
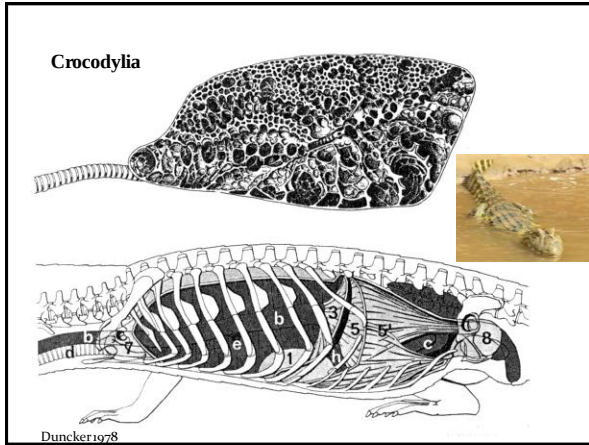


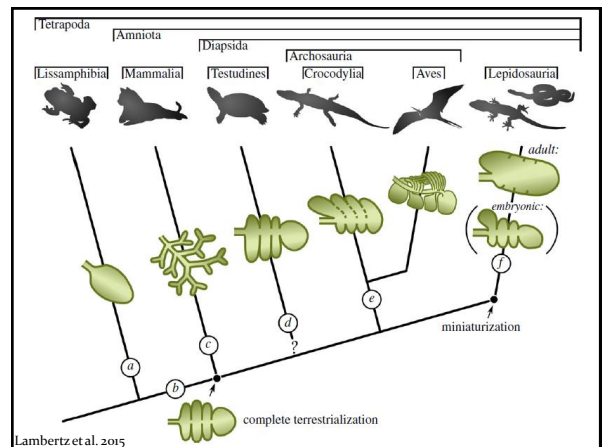
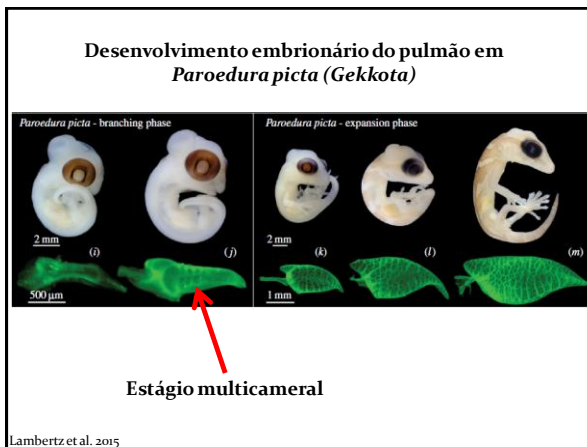
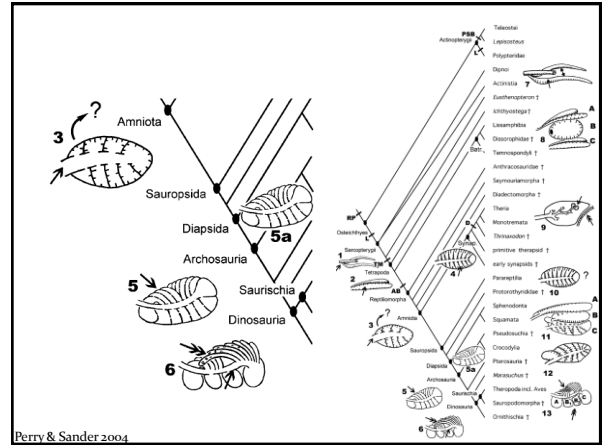
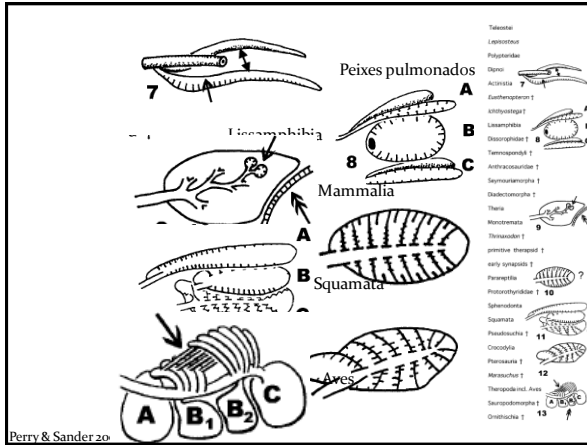
Varanoidea



Testudines



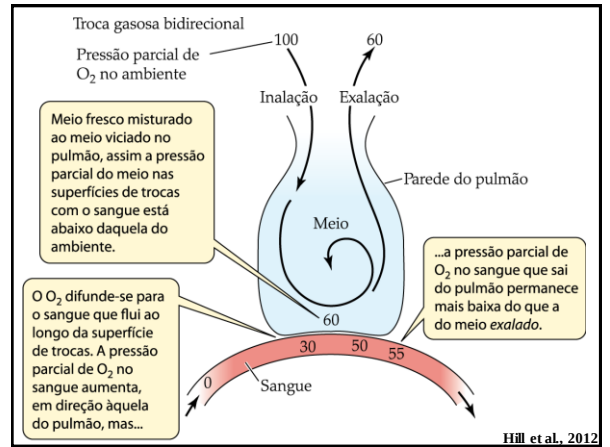
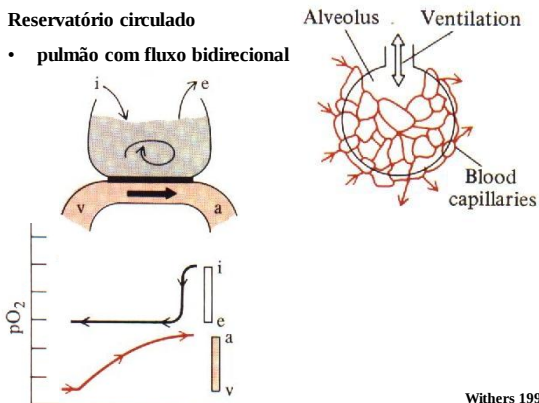




Modelos generalizados de troca gasosa:

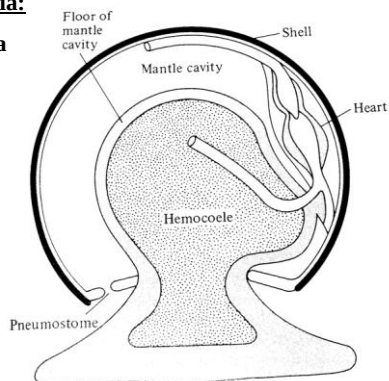
• Reservatório circulado

• pulmão com fluxo bidirecional



Gastropoda:

Pulmonata



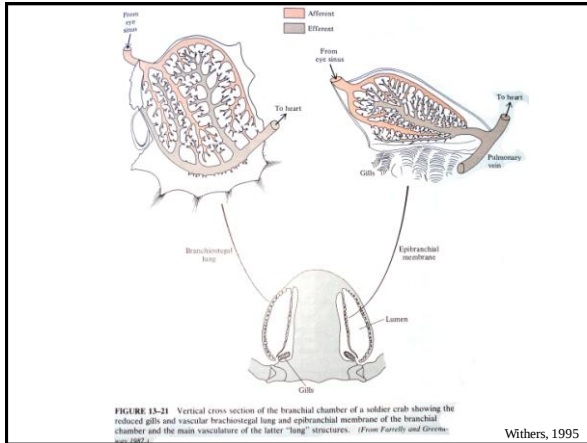
Crustacea – Respiração aérea

• três grupos que invadiram a terra firme:

- Amphipoda
- Decapoda
- Isopoda

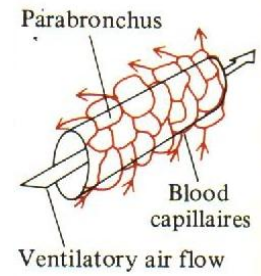
•Decapoda:

- muitos decápodes afogam quando submersos
- lamela das brânquias colapsa quando sai d'água
→ reforçado e/ou reduzido
- parede da câmara branquial para troca gasosa (pulmão)
- escafognatito para ventilação



Modelos generalizados de troca gasosa:

- Pulmão dos Aves
- fluxo cruzado
- fluxo unidirecional



Withers 1995

Modelos generalizados de troca gasosa:

- Pulmão dos Aves
- fluxo cruzado sangue/ar
- fluxo unidirecional de ar nos parabônquios

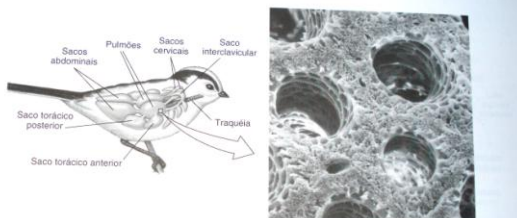
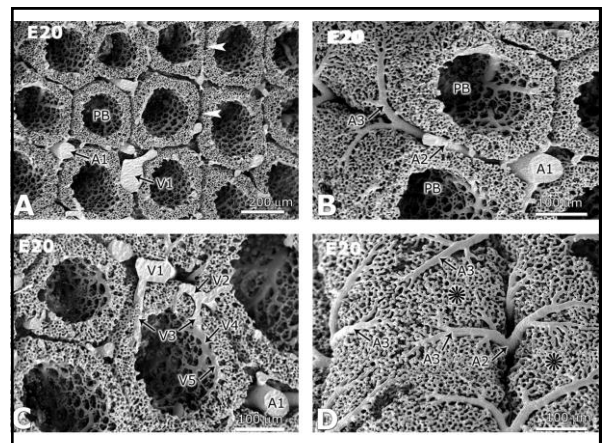
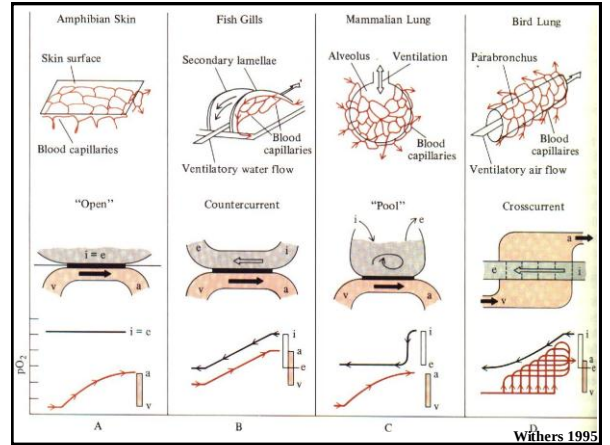
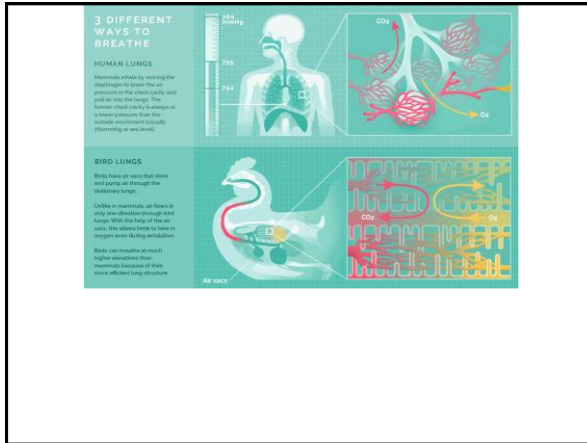


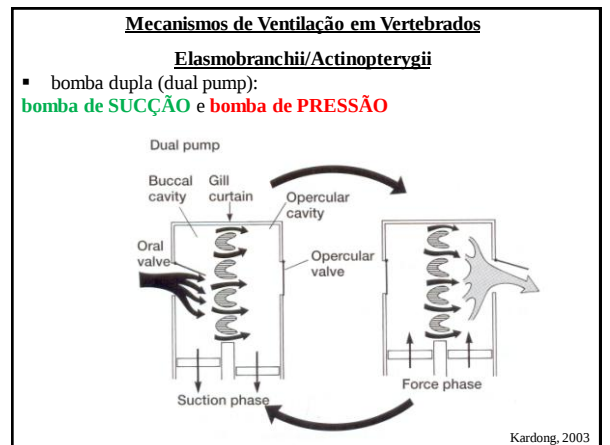
Fig. 13.32 Em pulmões de pássaros, os fluxos gasosos ocorrem nos capilares alveolares que se estendem dos parabônquios, estruturas semelhantes a tubos que são o equivalente funcional dos alvéolos em mamíferos. Os parabônquios (alveolos) e os tubos conectados formam o pulmão. Durante a respiração, ocorrem alterações no volume nos sacos aéreos associados, e não na caixa torácica e nos pulmões. (fotografia cortesia de H. R. Duncan.)

"Eckert" 2000





Fim parte 1

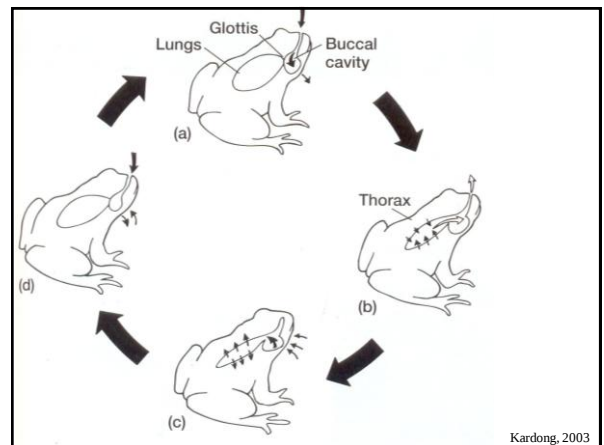
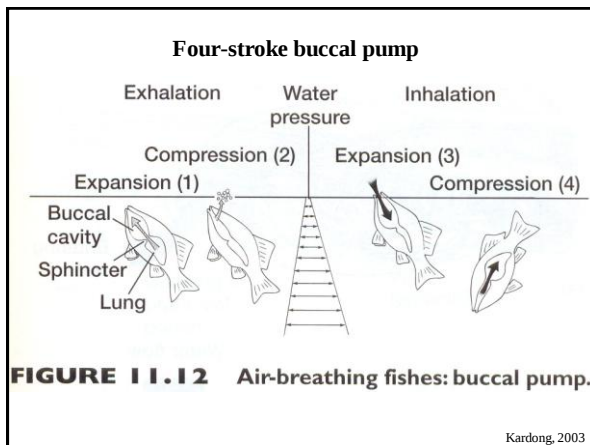
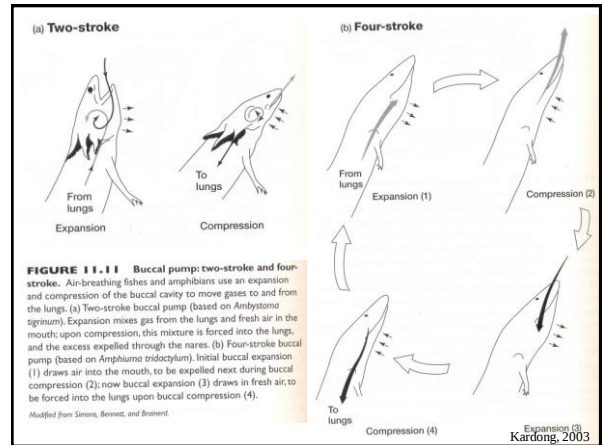


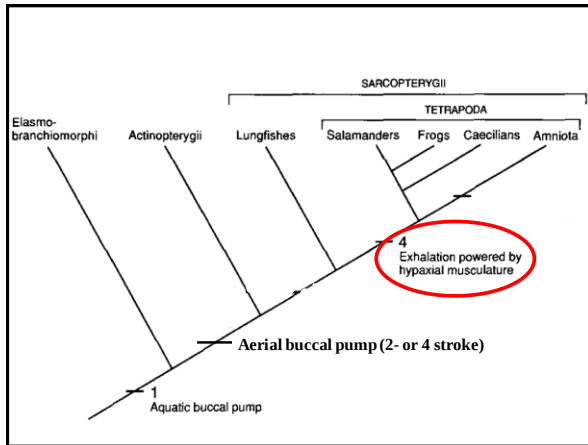
Mecanismos de Ventilação em Vertebrados

➤ Inspiração através de bomba bucal

Bomba bucal/bomba pulsátil

- bomba de duas fases:
 - um ciclo de expansão – compressão
 - grande maioria dos anfíbios
- bomba de quatro fases
 - dois ciclos de expansão – compressão
 - peixes de resp. aérea, alguns anfíbios aquáticos





➤Expiração:

- passiva ou ativa (músculos abdominais, m. transversus)

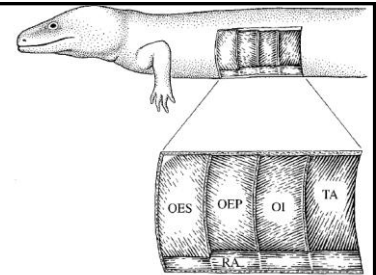
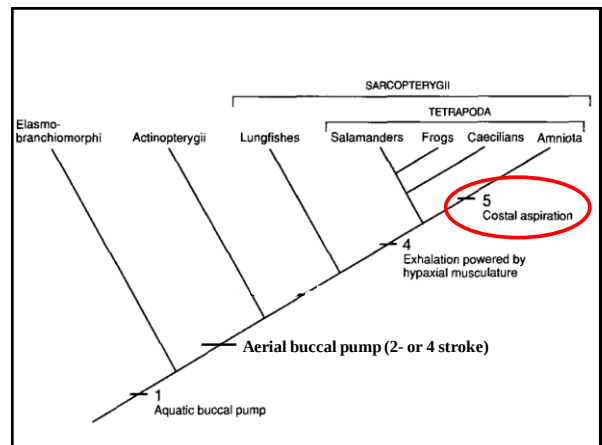
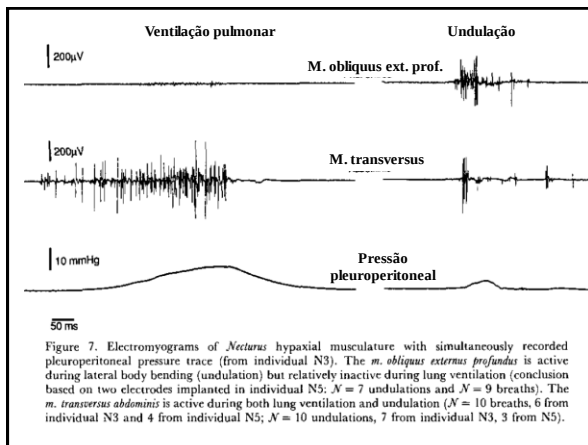
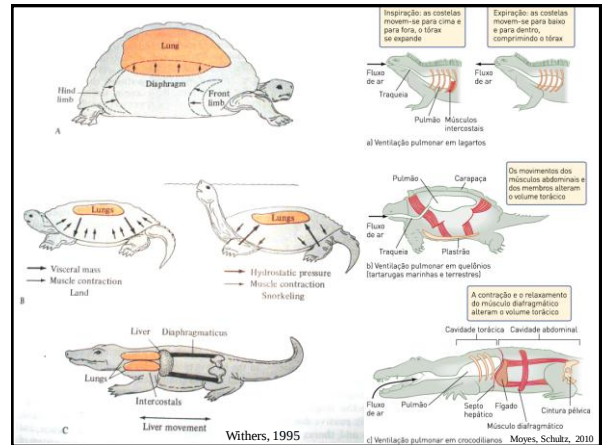


Fig. 1. Left lateral view of the hypaxial musculature of an adult *Ambystoma tigrinum*. Muscle fibers in the lateral pair (OES and OEP) slope from craniodorsal towards caudoventral, whereas muscle fibers in the medial pair (OI and TA) slope from craniocentral towards caudodorsal. OES, m. obliquus externus superficialis; OEP, m. obliquus externus profundus; OI, m. obliquus internus; TA, m. transversus abdominis; RA, m. rectus abdominis. The figure is taken from Simons and Brainerd (Simons and Brainerd, 1999) (with permission). Copyright 1999 Wiley-Liss, Inc., a subsidiary of John Wiley & Sons, Inc.



➤ **Aspiração**

- primitivo: rotação das costelas para aumentar volume da cavidade torácica/abdominal → suga o ar para dentro dos pulmões
- libera cavidade oral e faringe da respiração → adaptação para alimentação
- costelas → músculos intercostais
- especializações:
 - crocodilianos: músculo diaphragmaticus → êmbolo
 - tartarugas: músculos abdominais modificam posição das viscerais
 - mamíferos: diafragma
 - aves: separação completa entre mecanismo de ventilação (sacos aéreos) e troca gasosa (paleopulmão = parabronquios)
- corrente cruzada



- crocodilianos: músculo diaphragmaticus → êmbolo

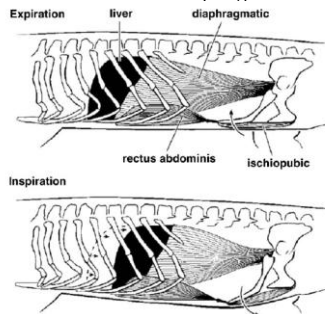


Fig. 3. Aspiration breathing by a combination of hepatic piston pumping (via the diaphragmatic muscle) and pubic bone rotation (via the ischiopubic muscle) in *Alligator mississippiensis*. From Carrier and Farmer (2000).

Sistema respiratório dos mamíferos:

- Traquéia, brônquios, ductos alveolares, alvéolos
- Pleura visceral e parietal, diafragma

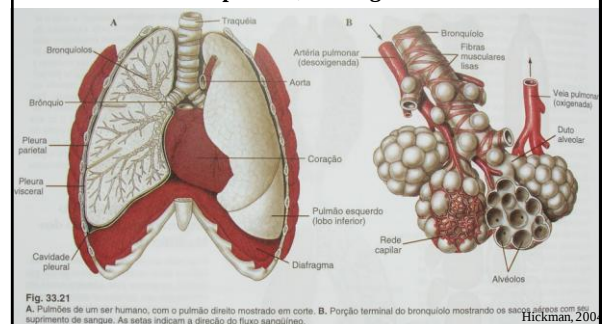
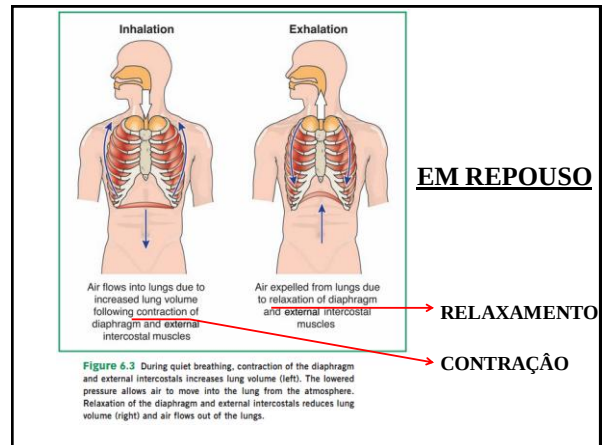
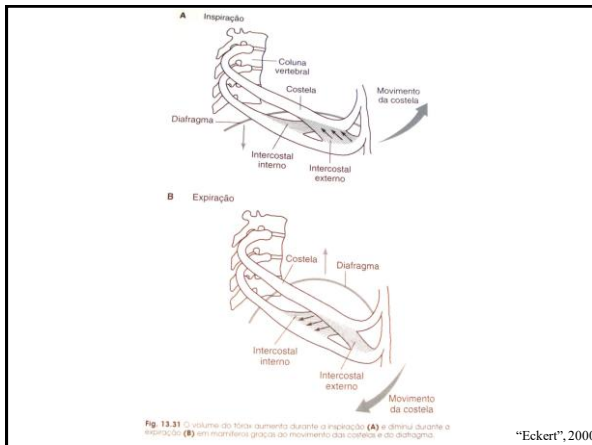
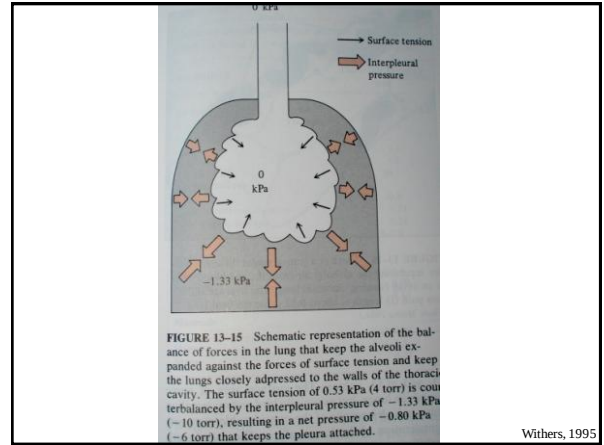
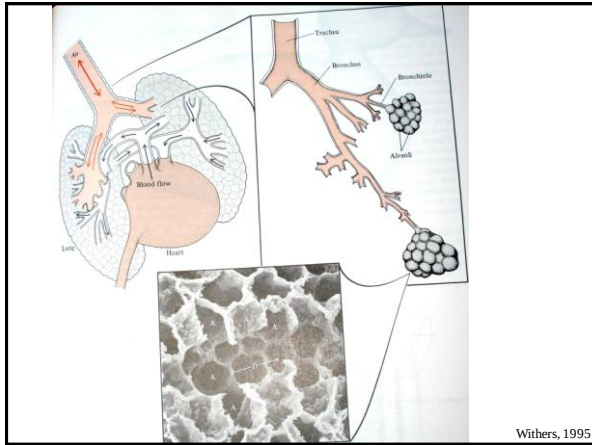


Fig. 33.21 A. Pulmões de um ser humano, com o pulmão direito mostrado em corte. B. Porção terminal do bronquíolo mostrando os sacos alveolares com seu suprimento de sangue. As setas indicam a direção do fluxo sanguíneo. Hickman, 2004



RESPIRAÇÃO NO EXERCÍCIO

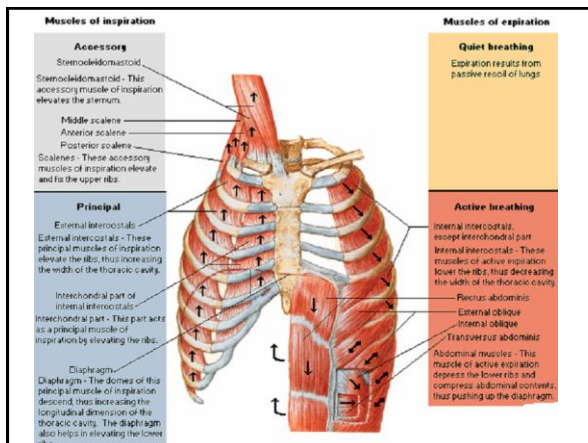
INSPIRAÇÃO ATIVA

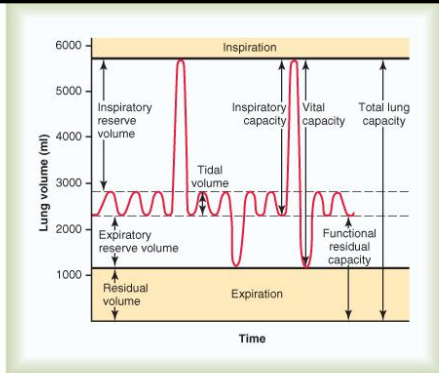
INTERCOST. EXTERNOS +
DIAFRAGMA + MUSCÚLOS
SUPLEMENTARES (ESCALENOS,
ESTERNOCLEIDOMASTÓIDEO
(PEITORAL))

RESPIRAÇÃO NO EXERCÍCIO

EXPIRAÇÃO ATIVA

INTERCOSTAIS INTERNOS +
OBLÍQUOS + TRANSVERSO +
RETO ABDOMINAL



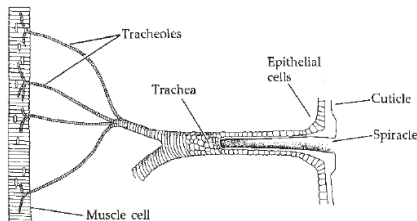


© Elsevier, Guyton & Hall: Textbook of Medical Physiology 11e - www.studentconsult.com

Diagrama mostrando as excursões respiratórias durante uma respiração normal e durante inspiração e expiração máxima

Fim parte 2

Sistemas respiratórios traqueais



Onychophora (perípatos):

- sistema traqueal parecido com o dos artrópodes
- espiráculos → abrem para um átrio → sistema traqueal
- espiráculo sempre aberto
- troca gasosa através de difusão

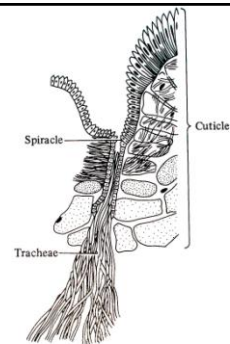
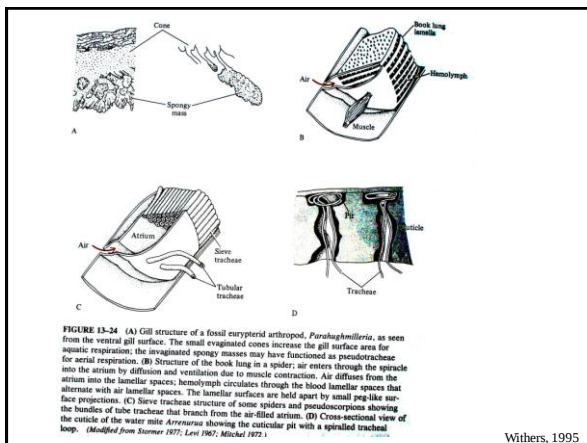
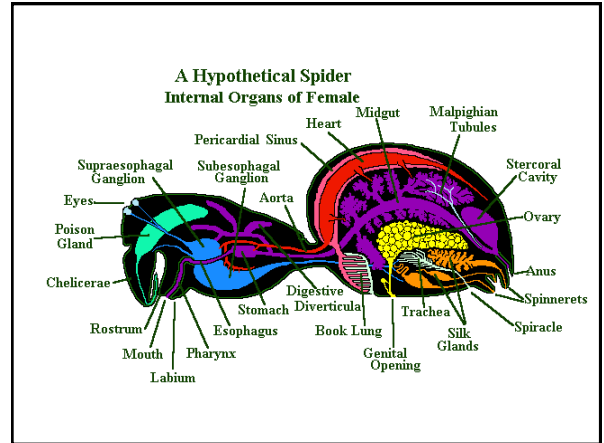


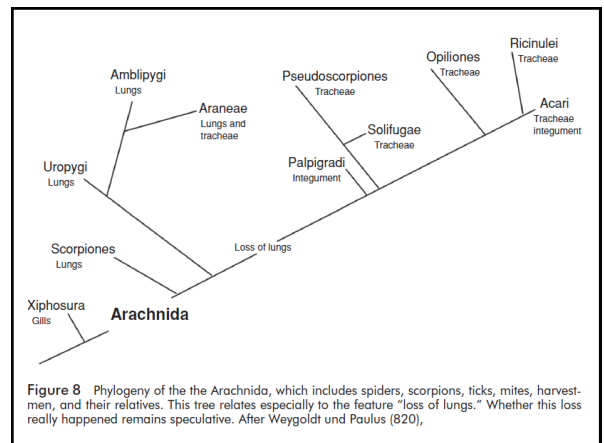
FIGURE 13-20 Tracheal system of an onychophoran, *Peripatus trinitatis*, showing one of the spiracles located in a slight cuticular depression and the bundles of tracheae extending into the tissues from the spiracle. (From Barrington 1967; after Grasse 1949.) Wither's, 1995

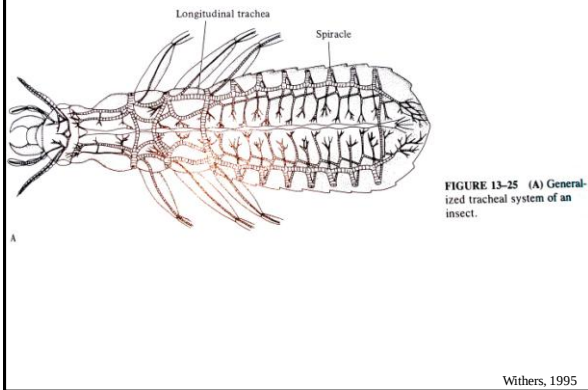
Chelicerata:

- como adultos: respiração aérea
- formas primitivas: **pulmão foliáceo** (=brânquia foliáceo)
 - sistema de lamelas invaginadas
 - com espiráculo e átrio
 - hemolinfa para transportar gases
- formas avançadas: evoluíram sistema traqueal (junto ou sem pulmão foliáceo)
- traquéia de peneira (sieve trachea)
- traquéia de tubo (tube trachea)

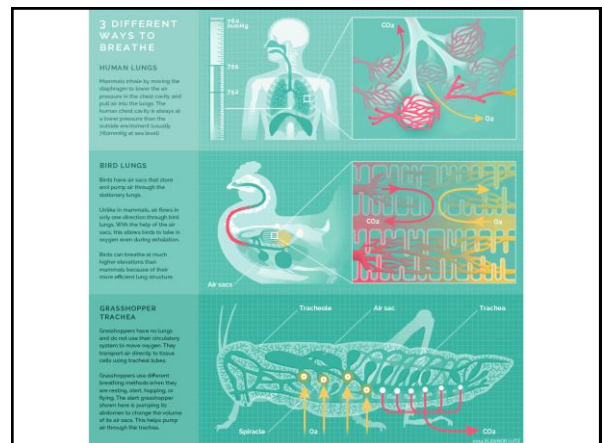
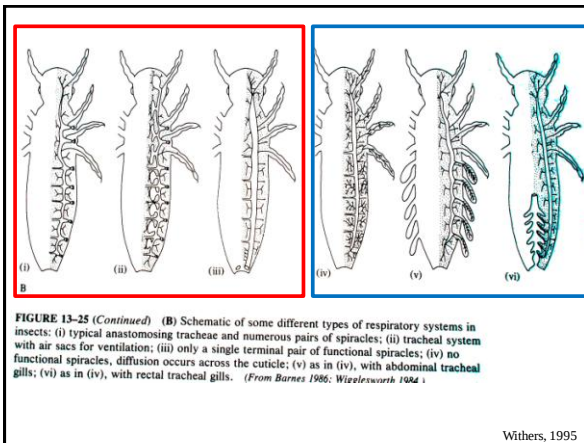


Withers, 1995



Insecta:**Insecta:**

- normalmente com sistema traqueal, mas algumas modificações para vida aquática
- brânquia traqueal
- brânquias abdominais laterais
- brânquias filamentosas
- brânquia funcional (pêlos hidrófobos (**plastrão**) → bolha de ar)
- brânquia retal (larva da libélula)
- brânquia de sangue



Insecta:

- todos com espiráculos (estigmas) e sistema traqueal
- numero variável de espiráculos
- vários tipos de sistemas traqueais
- espiráculos podem ser fechados → controle da evaporação
- troca gasosa só nas traquéolas ($<1\mu\text{m}$)
- difusão dentro dos tubos (poucos movimentos respiratórios)
- Ventilação descontinua

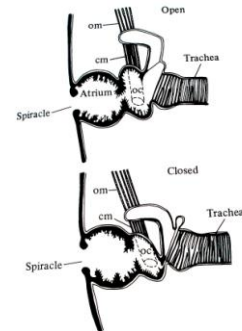


FIGURE 13-26 Abdominal spiracle of a hymenopteran insect, an ant, showing the open and closed positions. The internal occluding chamber (oc) can be constricted by the closing muscle (cm) and dilated by the opening muscle (om). (From Richards and Davies 1977.)

Withers, 1995

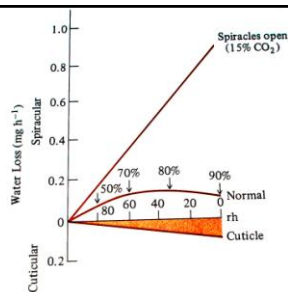


FIGURE 13-27 Relationship between ambient relative humidity and spiracular (above rh axis) and cuticular (below rh axis) evaporative water loss for a normal tsetse fly and a tsetse fly induced to keep its spiracles open by exposure to 15% CO_2 . An estimate of the percent closure of the spiracles for the normal fly is also indicated. (Modified from Bursell 1957.)

Withers, 1995



Ventilação descontinua

FIGURE 13-30 Discontinuous respiration in the silkworm pupa showing the spiracular movements (top), intratracheal pressure (second from top), pattern of pO_2 and pCO_2 change in the tracheae (second from bottom), and pattern of O_2 uptake and CO_2 output determined by external respirometry (bottom). (From Levy and Schneiderman 1966.)

Withers, 1995

