



Sistema circulatorio

Función: transportar nutrientes, hormonas y O_2 a las células, y recoger CO_2 y productos de deshecho.

Los animales poseen un **fluido interno**, que ocupa los espacios libres entre las células y tejidos (**fluido intercelular**). En Diblastea y acelomados es muy escaso.

En los **pseudocelomados** existe un pronunciado aumento, formando un **esqueleto hidrostático**.

Invertebrados con sistema circulatorio abierto: **hemolinfa**. (en gral con celoma)

Cuando el movimiento de la hemolinfa es por **tubos o vasos**, hablamos de **sangre** y vasos sanguíneos. Existen **principalmente en los animales provistos de celoma**.



Compartimentos líquidos del cuerpo

- Intracelular
- Extracelular
 - intersticial
 - plasma

Principales electrolitos:

extracelular: Cl, Na y HCO₃

Intracelular: K, SO₄, Mg, Proteínas



Componentes de la sangre (mamíferos)

□ Plasma (55%)

agua

sólidos disueltos

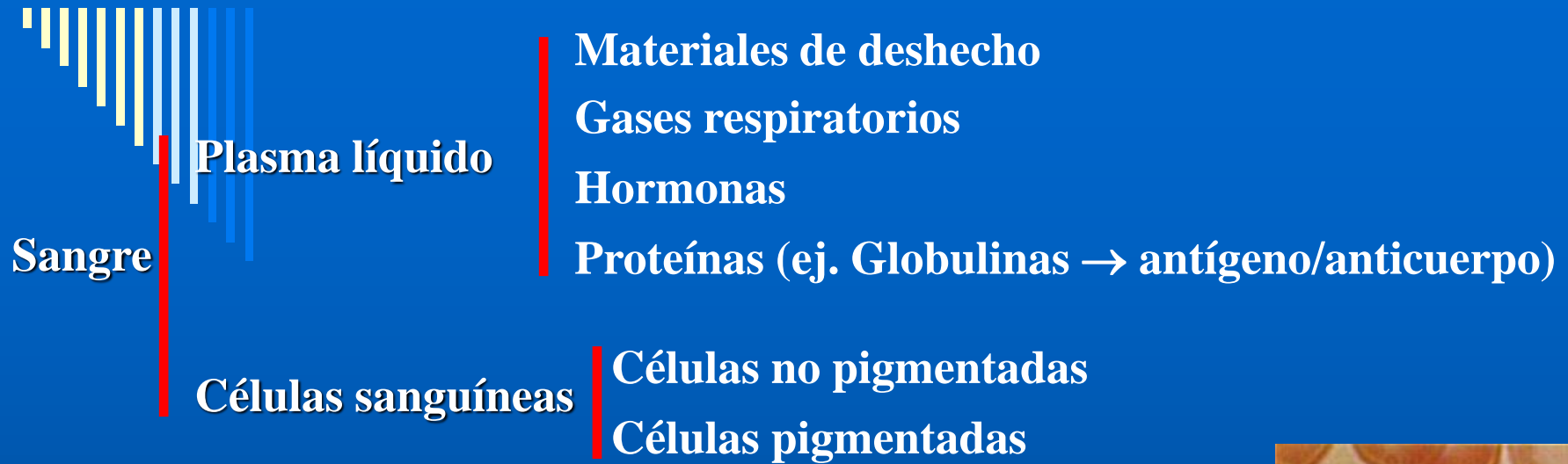
gases disueltos

Elementos figurados (45%)

glóbulos rojos

glóbulos blancos

fragmentos celulares



Células no pigmentadas: en gral., se llaman amebocitos. En el hombre: **leucocitos (originados en hígado y bazo en embriones, y médula roja en adultos) y linfocitos (ganglios linfáticos)**. Otras: plaquetas sanguíneas (Vertebrados) → coagulación (fracciones celulares s/núcleo).

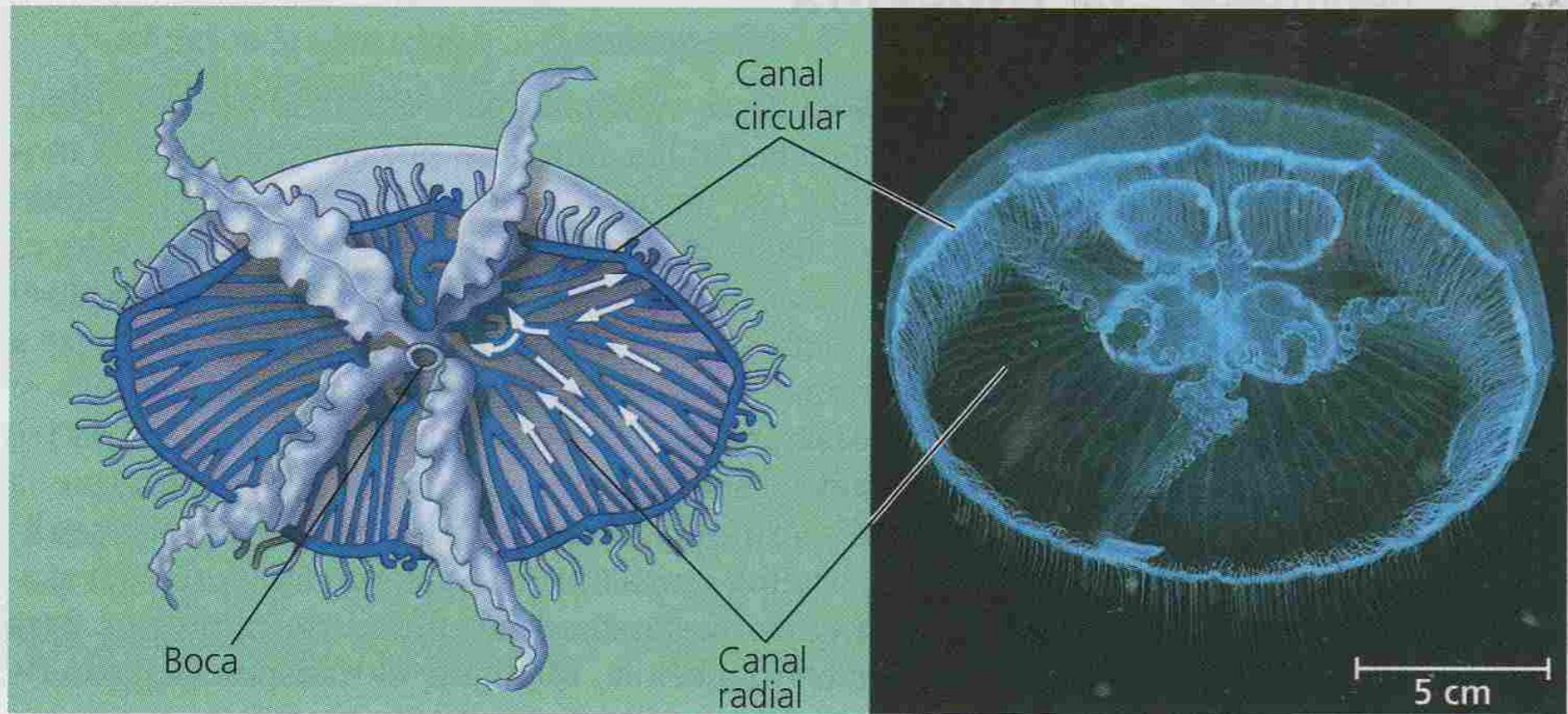


Células pigmentadas: glóbulos rojos. Siempre nucleados (- Mamíferos) Origen **Médula roja (aves y mamíferos; resto vertebrados: bazo-riñones)**.

Portan los pigmentos respiratorios



Sistemas circulatorios: el caso de la cavidad gastrovascular de Cnidarios



▲ **Fig. 42-2. Transporte interno del cnidario *Aurelia*.** El animal se observa aquí desde su superficie inferior (superficie oral). La boca conduce a una cavidad gastrovascular compleja con ramificaciones que se irradian hacia y desde el canal circular. Las células ciliadas que revisten los canales hacen circular el líquido en las direcciones que indican las flechas.

Sistemas circulatorios

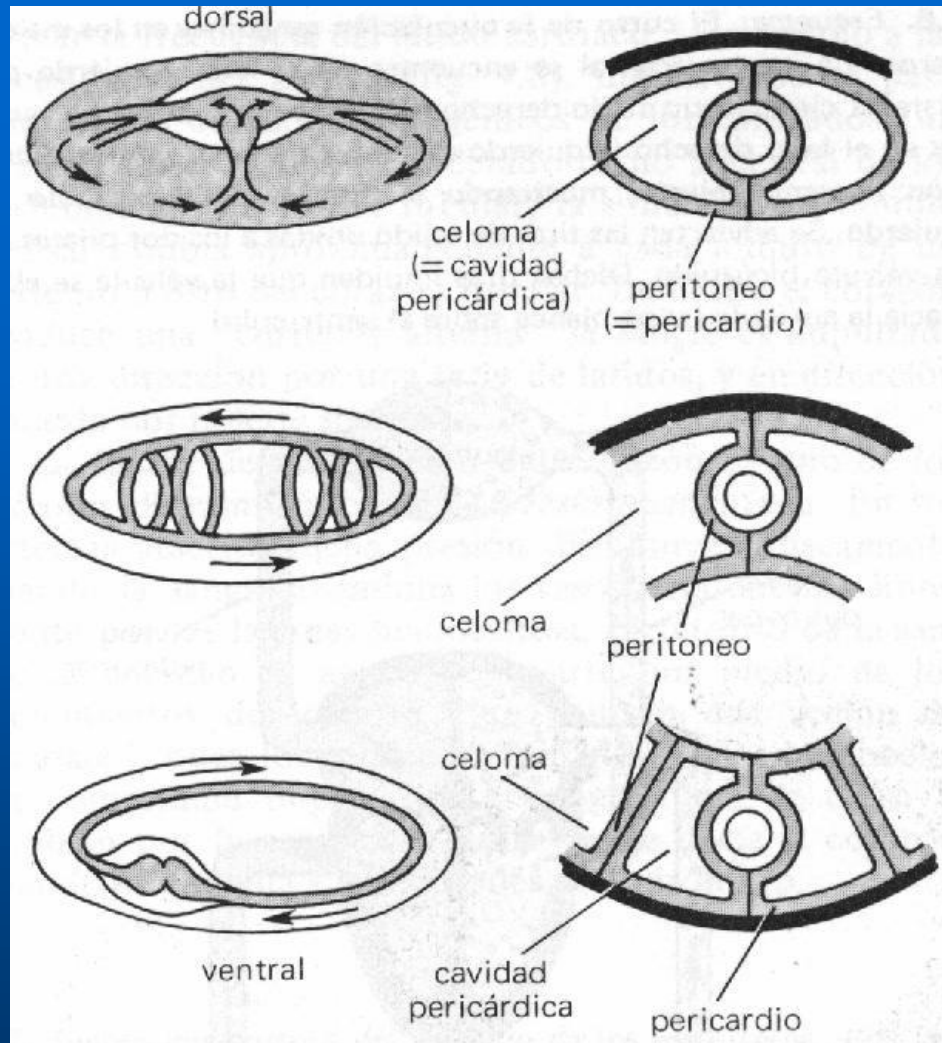
Abierto: vasos sanguíneos → lagunas sanguíneas.

Mollusca (salvo Siphonopoda=Cephalopoda), Arthropoda.

Cerrado: sólo por vasos. Nemertea, Annelida,

Cephalopoda, Vertebrados.

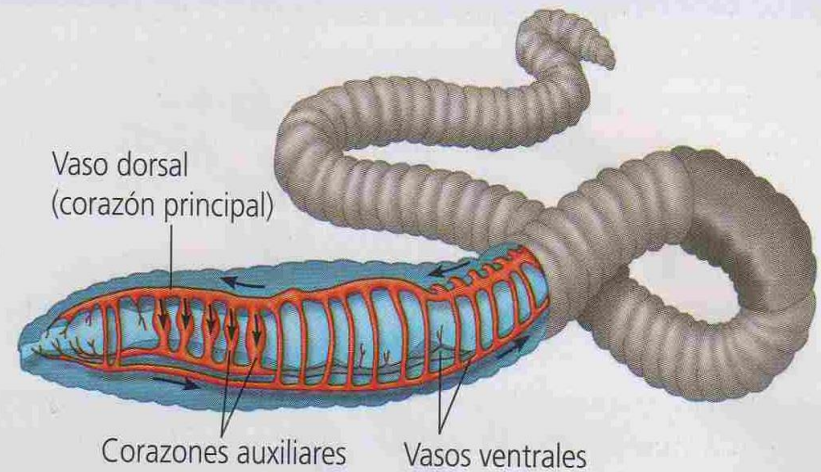
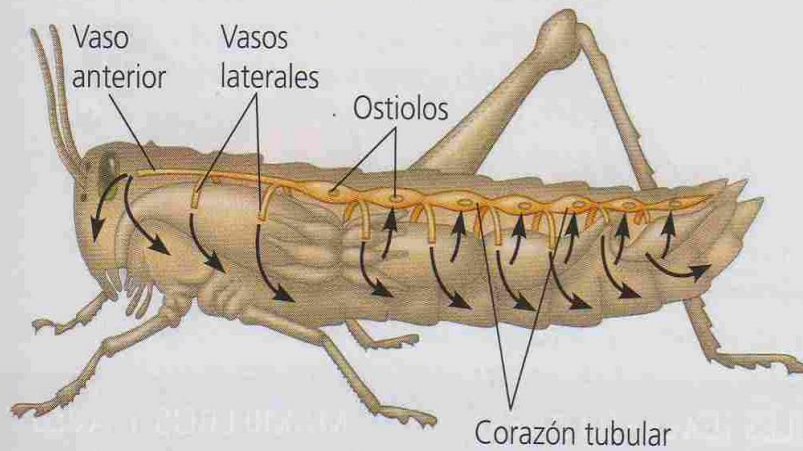
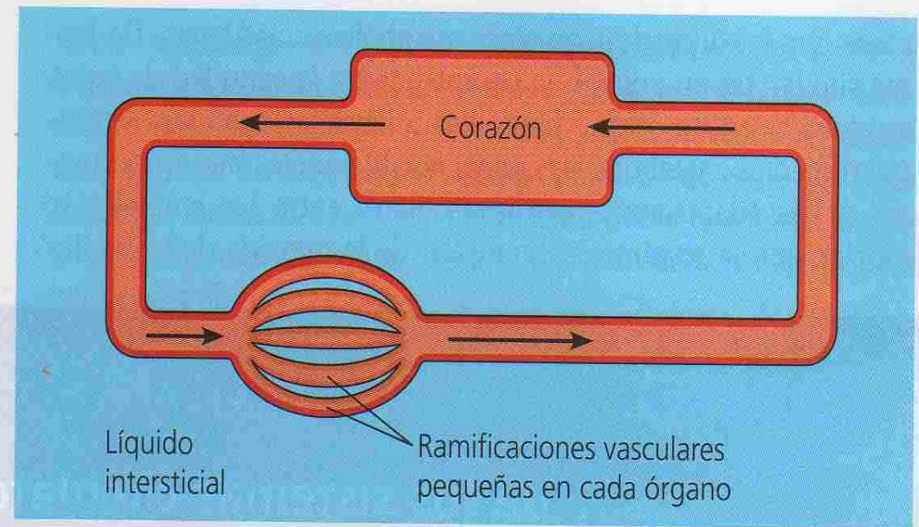
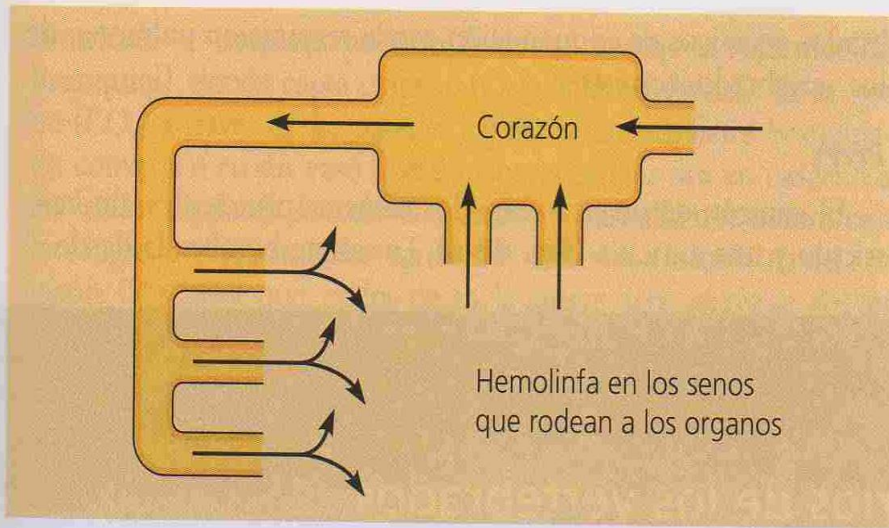




Abierto (ej: molusco Bivalvo)

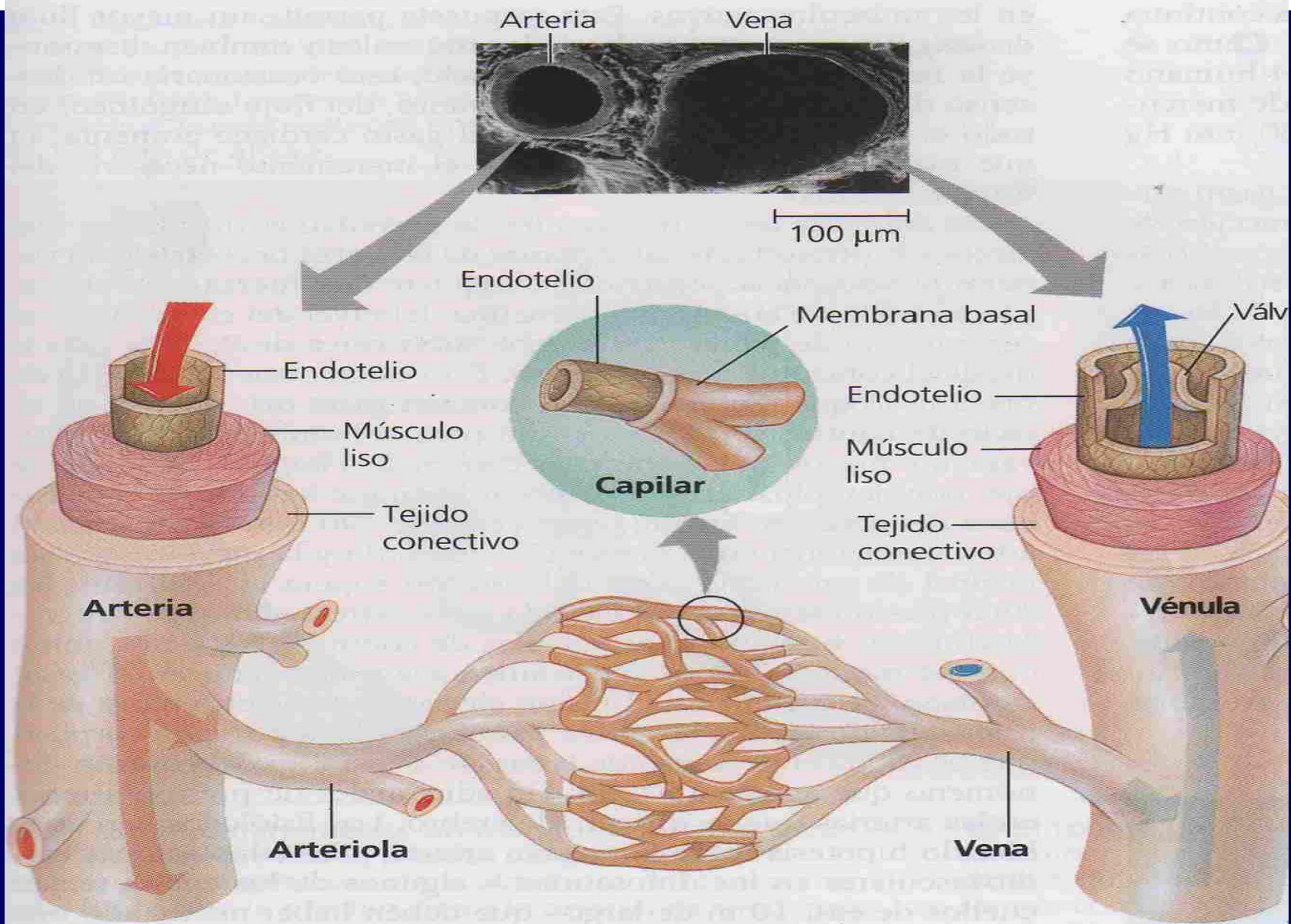
Cerrado. Ej: anélidos

Cerrado. Vertebrado (ej: pez).



(a) Un sistema circulatorio abierto En un sistema circulatorio abierto, como el del saltamortres, la sangre y el líquido intersticial son lo mismo y este líquido se denomina hemolinfa. El corazón bombea hemolinfa mediante vasos hacia los senos, donde se produce el intercambio de materiales entre la hemolinfa y las células. La hemolinfa vuelve al corazón a través de los ostiolos, que están equipados con válvulas que se cierran con la contracción cardíaca.

(b) Un sistema circulatorio cerrado. En los sistemas circulatorios cerrados, la sangre circula dentro de vasos, separada del líquido intersticial. El intercambio de sustancias químicas se produce entre la sangre y el líquido intersticial y entre este último y las células del organismo. En la lombriz, tres vasos principales se ramifican en vasos más pequeños que irrigan los diversos órganos. El vaso dorsal funciona como el corazón principal, que bombea la sangre mediante el peristaltismo. Cerca del extremo anterior de la lombriz, cinco pares de vasos rodean el aparato digestivo y actúan como corazones auxiliares que bombean la sangre ventralmente.



▲ **Fig. 42-9. La estructura de los vasos sanguíneos.** Esta microfotografía (MEB) muestra una arteria junto a una vena con paredes delgadas.

CORAZONES

Corazón: alojado en una cavidad pericárdica (divertículo celómico) con linfa, rodeada de pericardio (peritoneo). Puede ser tubular (Annelida, Arthropoda) o poseer aurículas y ventrículos

1 aurícula y 1 ventrículo → Peces* y algunos Moluscos



2 aur. y 1 ventr. → otros Moluscos, Anfibios y Reptiles (excepto cocodrilos)



2 aur. y 2 ventr. → Reptilia (cocodrilos), Aves y Mammalia



Siphonopoda = Cefalópodos: corazones branquiales accesorios

Algunos Insectos: corazones accesorios en las patas

***en peces cartilagosos se agregan 1 seno venoso y 1 cono arterial;
y en los óseos (actinopterigios) 1 seno venoso**

Sistema circulatorio de pez, anfibio y mamífero

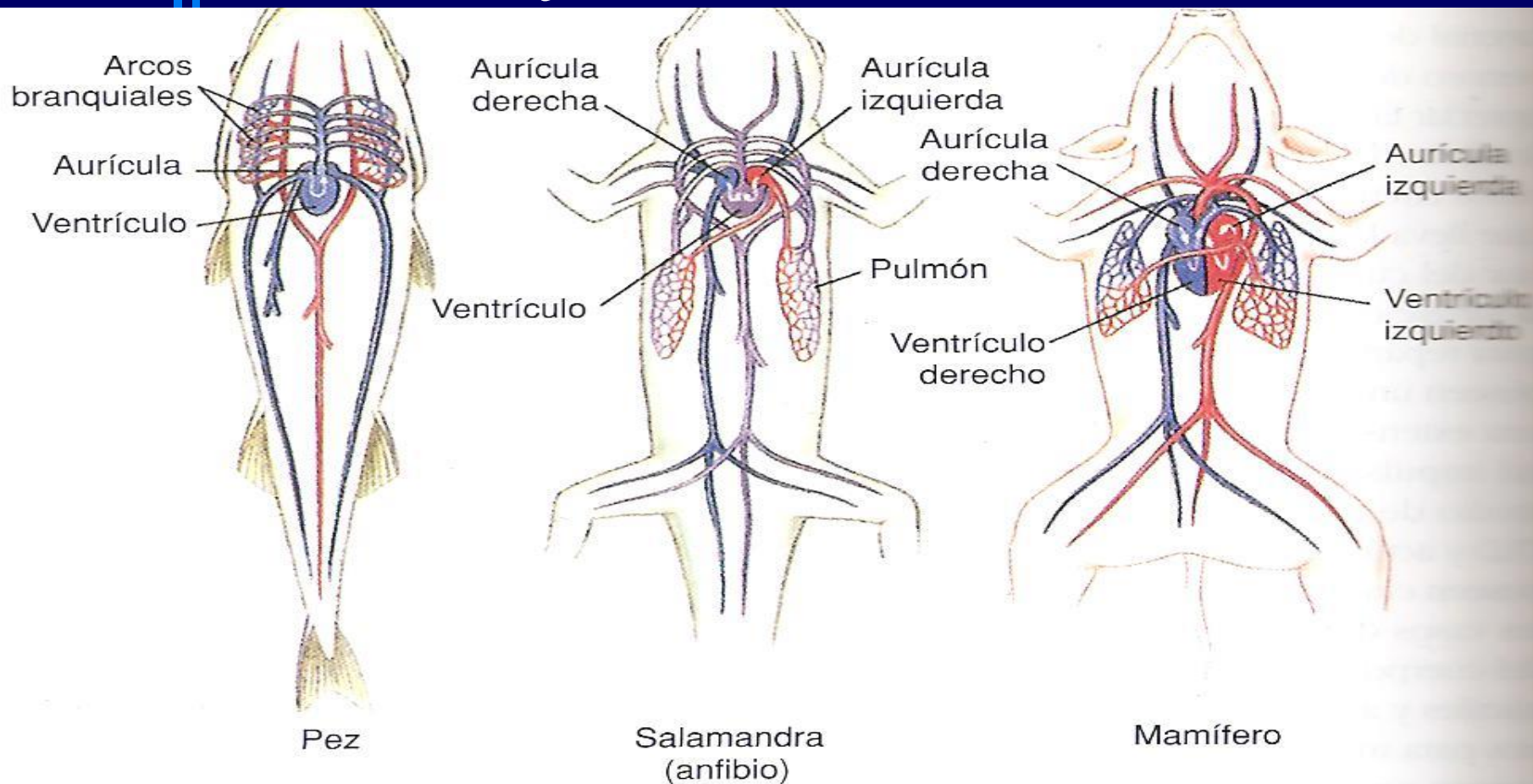


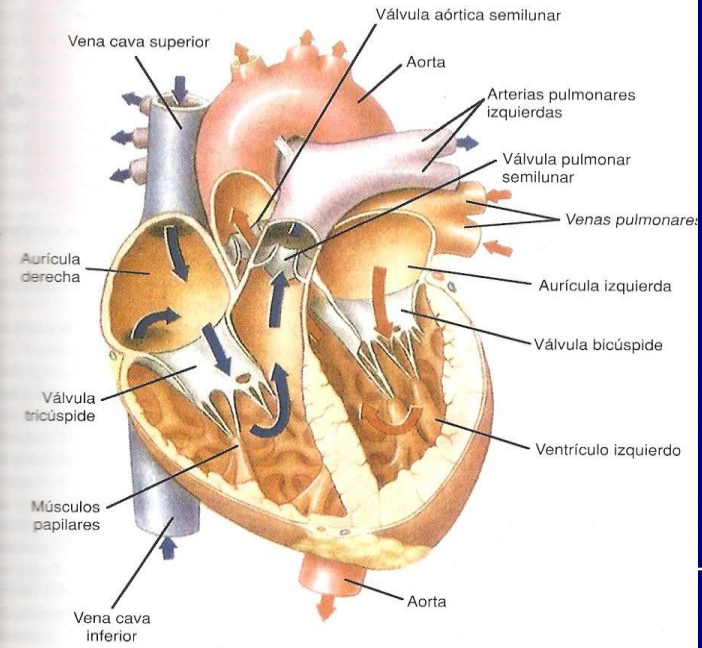
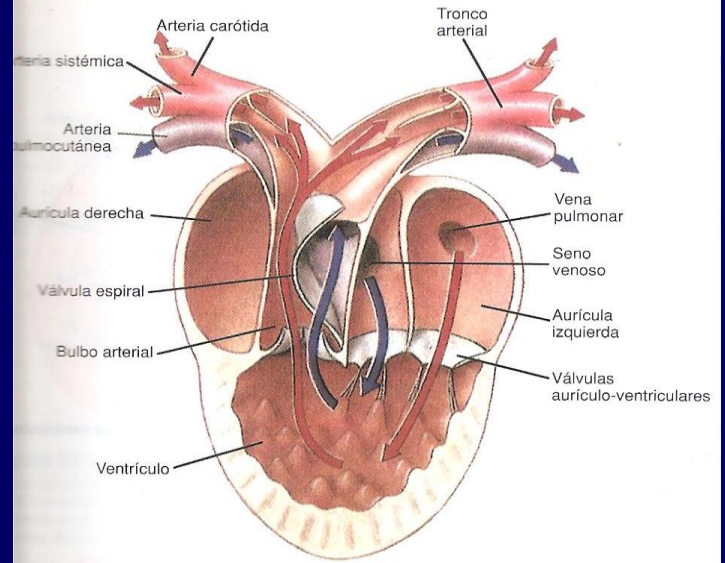
Figura 33-10

Sistemas circulatorios de un pez, un anfibio y un mamífero, mostrando, en los que poseen pulmones, la evolución de la separación de los circuitos sistémico y pulmonar.

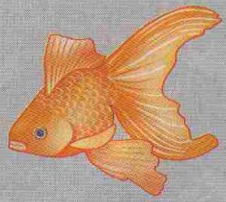
Corazón de vertebrados

Anfibio (3 cavidades)

Aves-Mamíferos (4 cavidades)



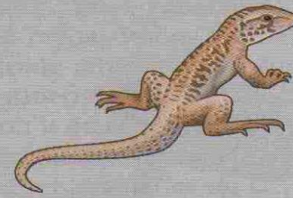
Exploración de los sistemas circulatorios de los vertebrados.



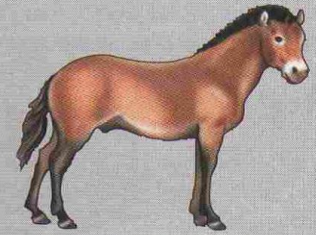
PECES



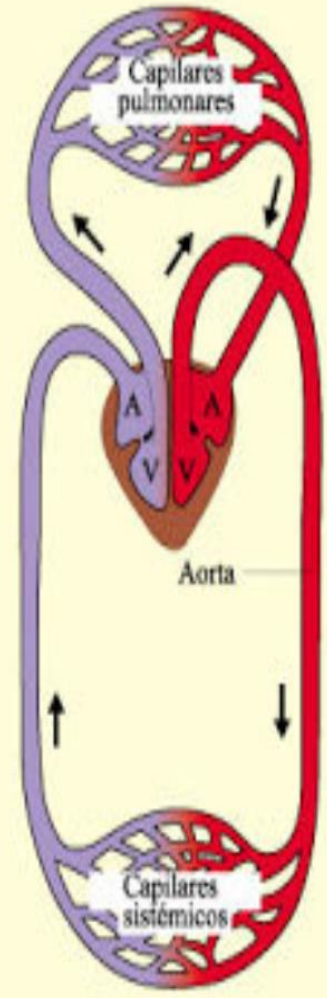
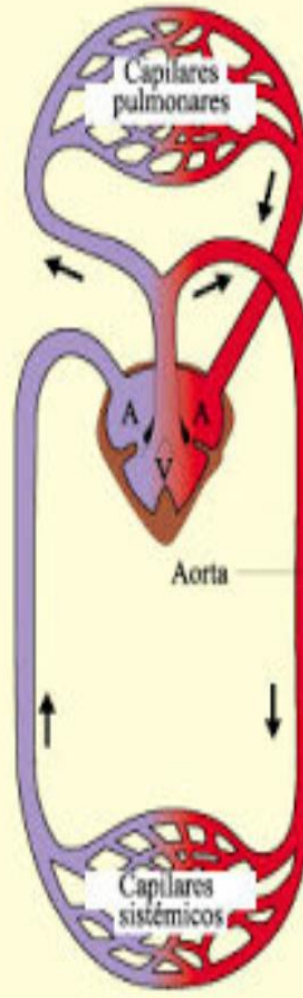
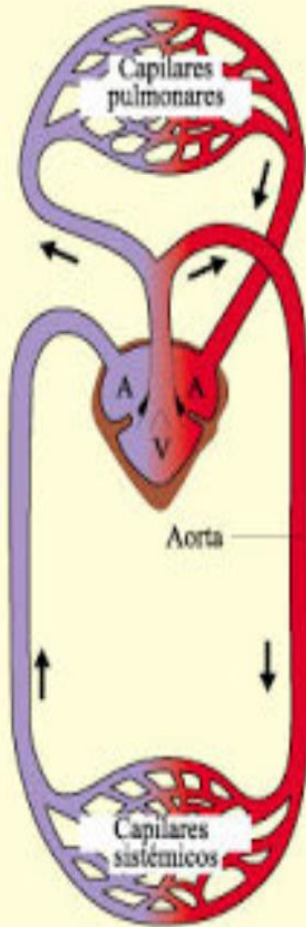
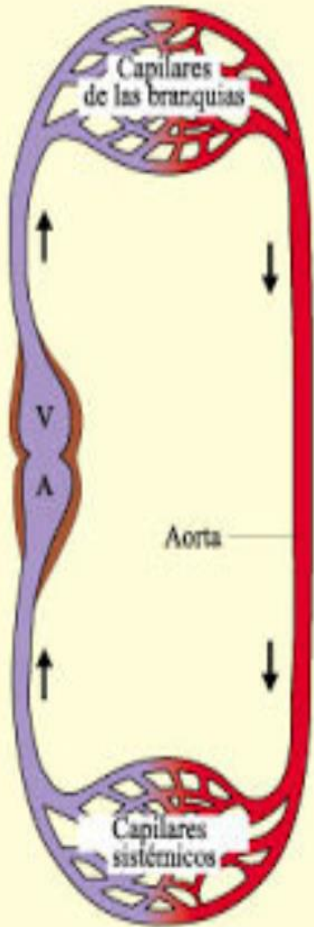
ANFIBIOS



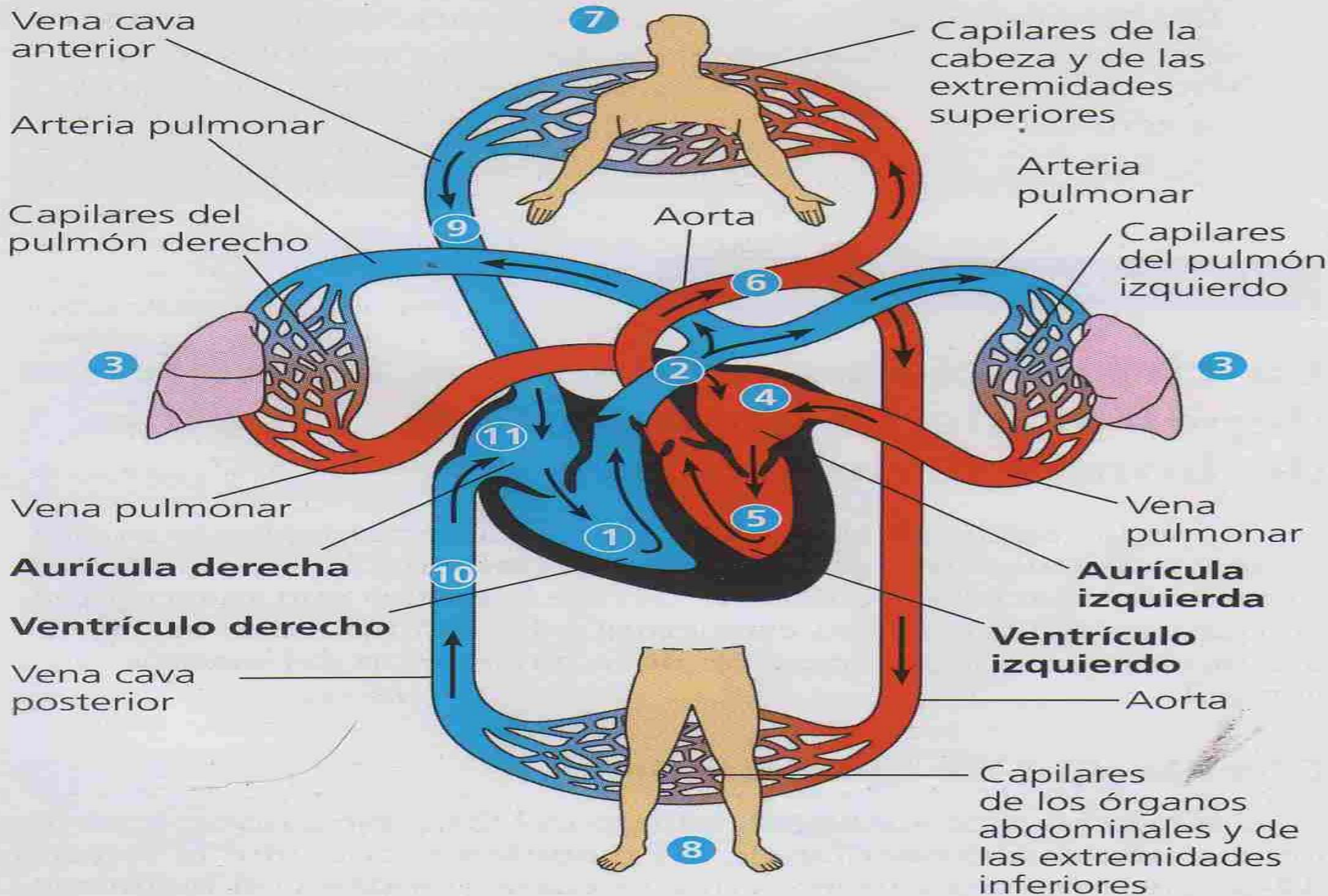
REPTILES (EXCEPTO AVES)



MAMÍFEROS Y AVES

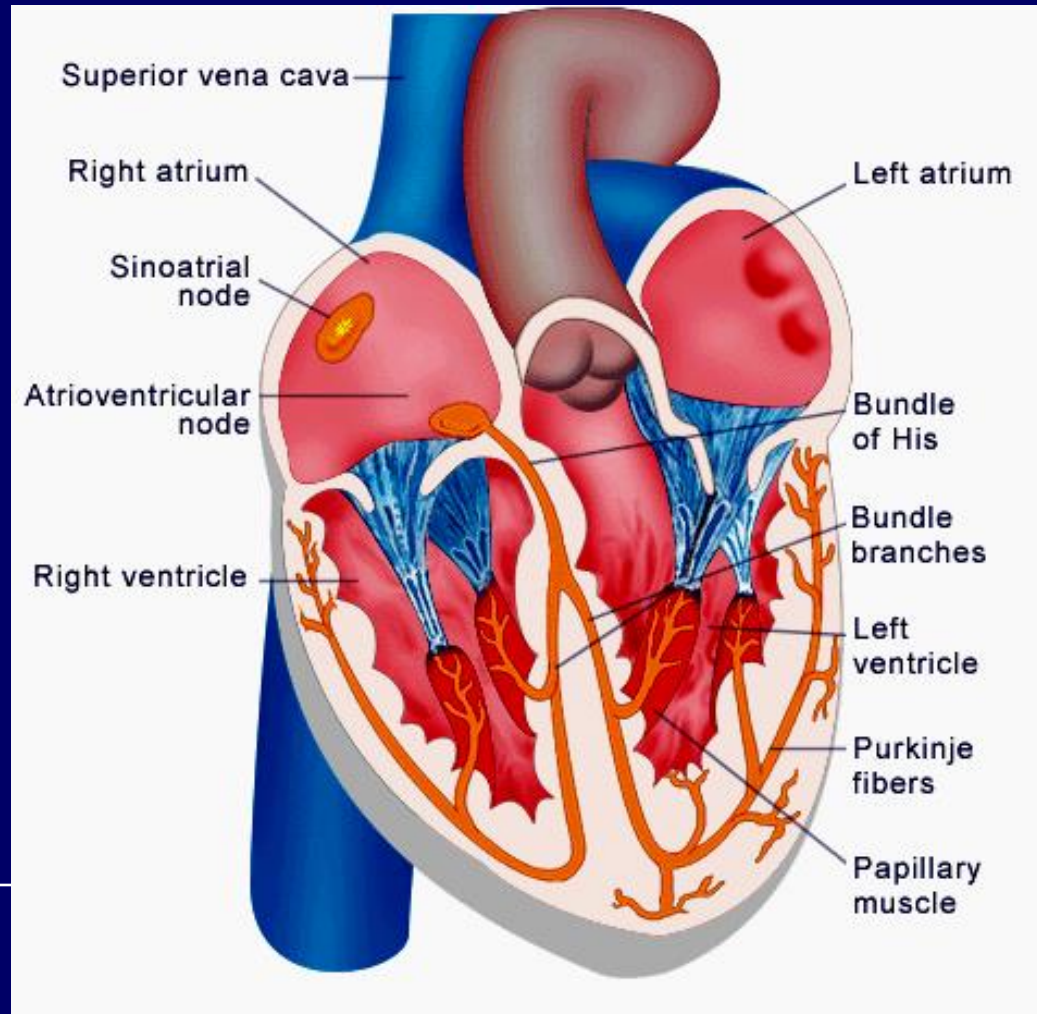


Ao
sist
der



▲ **Fig. 42-5. Sistema cardiovascular del mamífero: panorama general.** Obsérvese que los circuitos dobles operan simultáneamente, no de la forma seriada que sugiere la numeración del diagrama. Los dos ventrículos bombean casi al unísono; mientras que parte de la sangre se desplaza en el circuito pulmonar, el resto fluye en el circuito sistémico.

El marcapasos (excitación y control del corazón) vertebrados



Pigmentos respiratorios

- < Hemoglobina (Fe). Vertebrados y muchos invertebrados (no hay en Diblastea)
- < Clorocruorina (Fe). (Algunos poliquetos)
- < Hemeritrina (Fe) (algunos poliquetos, Sipuncúlidos, Priapúlidos, Braquiópodos)
- Hemocianina (Cu) (Moluscos y crustáceos elevados, quelicerados)**

Tunicados (Urochordata: Chordata): óxido de Vanadio. Libera O_2 en medio ácido.(transporte de O_2 ?).



Concepto a explorar: HEMOSTASIS

Medio respiratorio
(aire o agua)

O₂

CO₂

Superficie
respiratoria

A nivel
del organismo

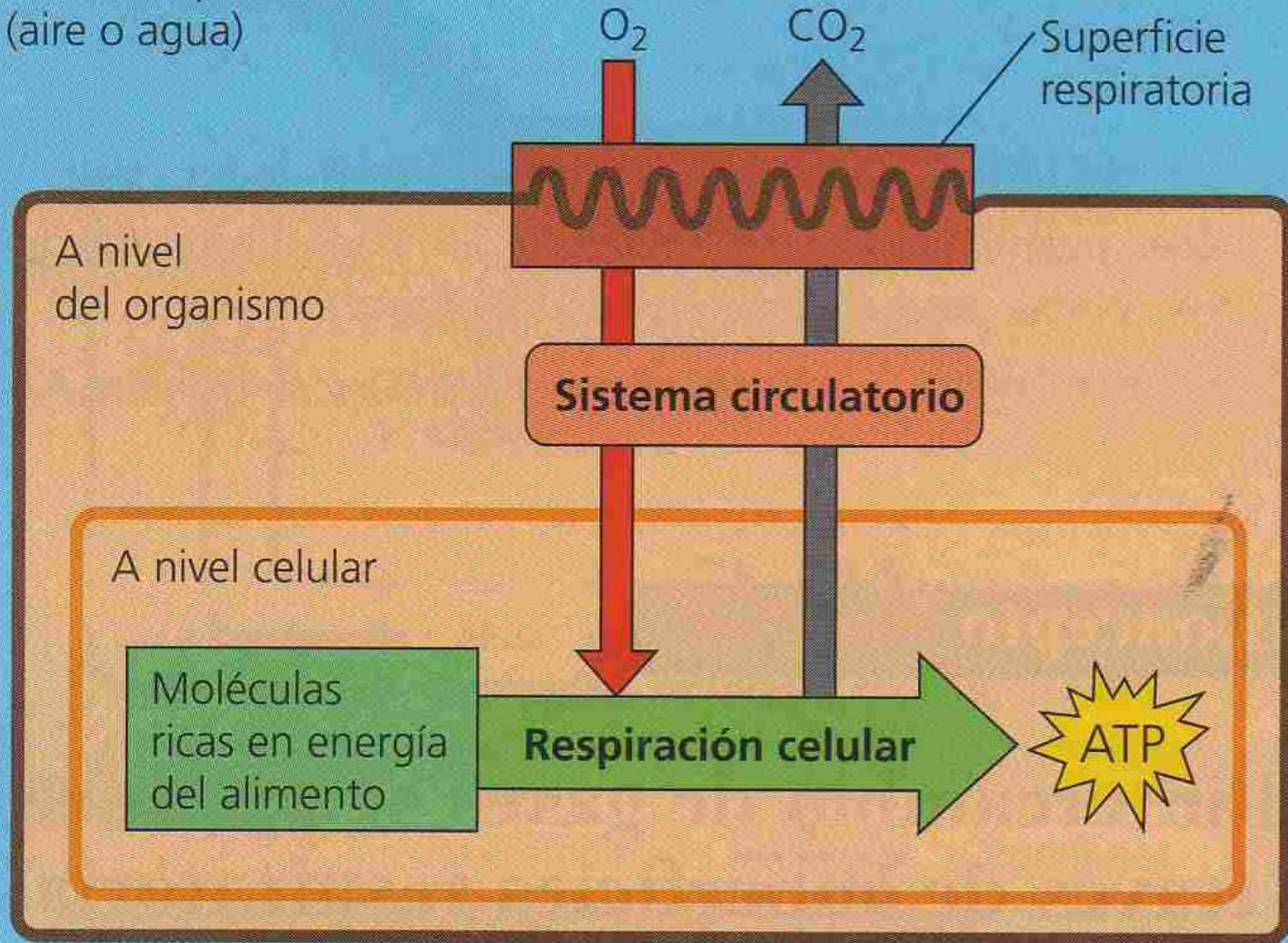
Sistema circulatorio

A nivel celular

Moléculas
ricas en energía
del alimento

Respiración celular

ATP



Sistemas respiratorios

Unidad fundamental: superficie respiratoria: región expuesta al medio externo.

Difusión en medio líquido de O_2 y CO_2 .

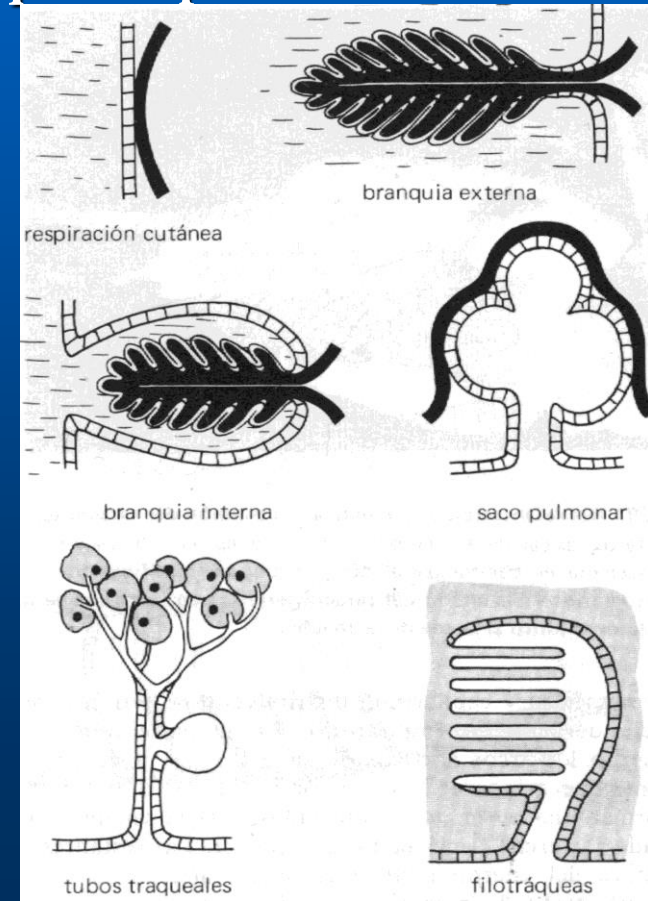
Sólo en algunos celomados se forma un SR. En los demás, respiración cutánea.

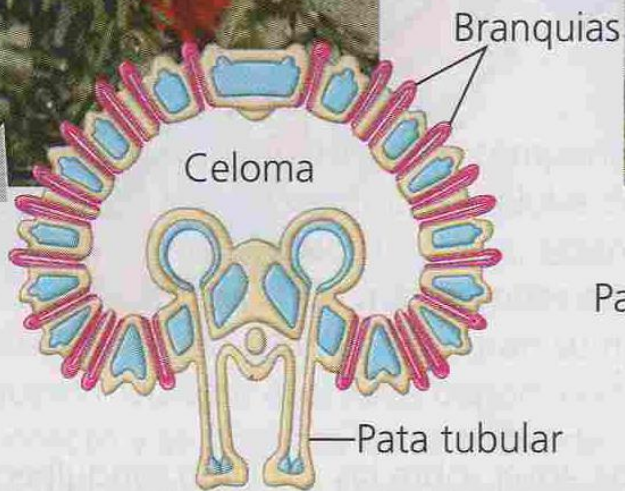
Sistemas (siempre en relación al sistema circulatorio)

En medio acuático: branquias

En medio aéreo: traqueas o pulmones

Arañas y escorpiones: filotráqueas;
Insectos y miriápodos: tráqueas

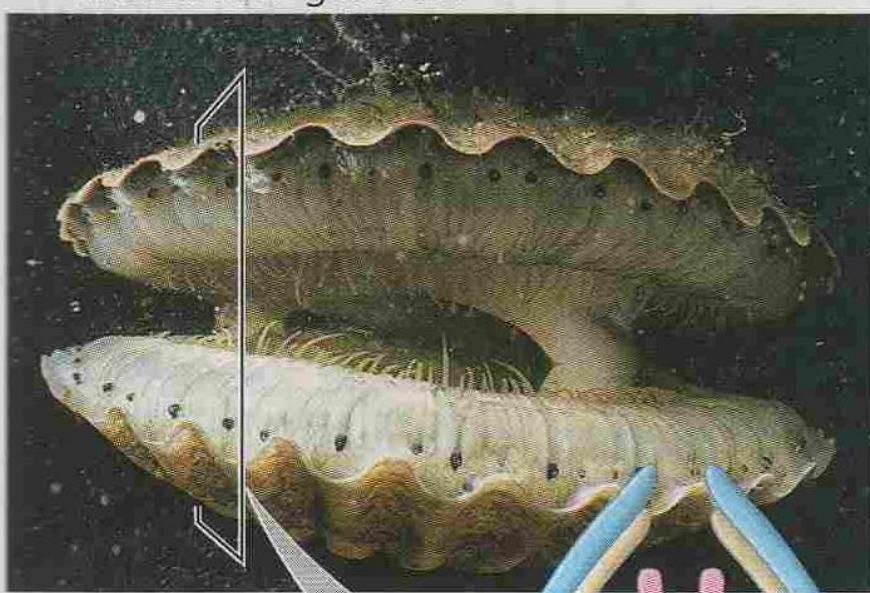




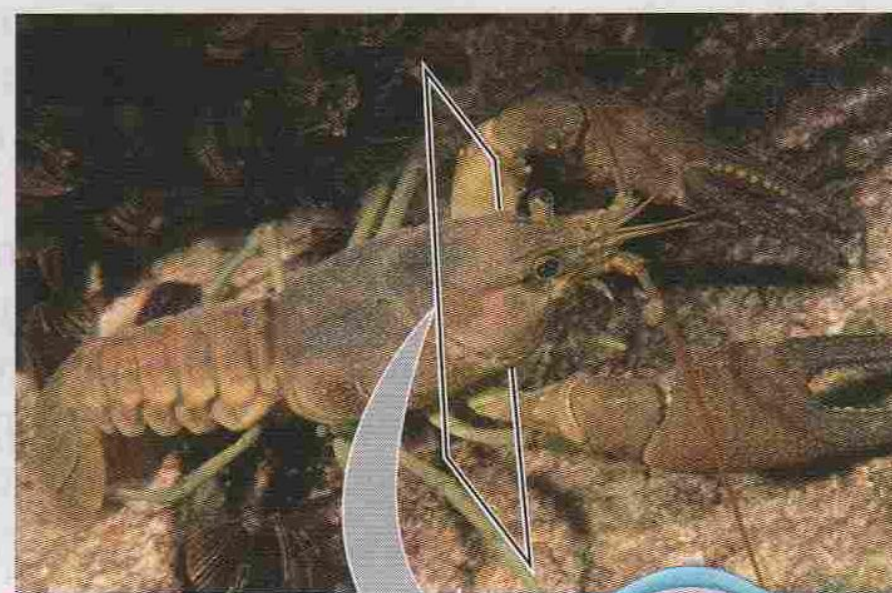
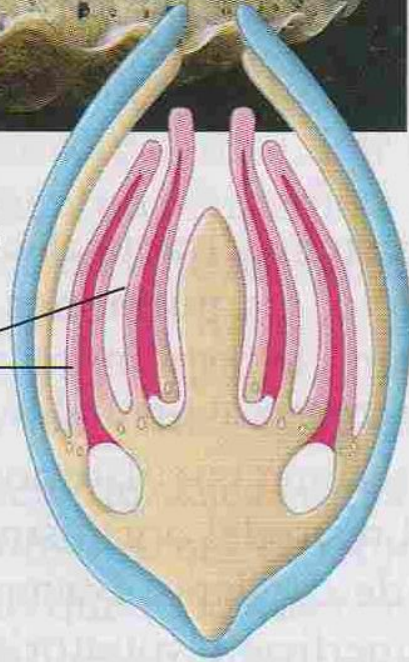
(a) Estrella de mar. Las branquias de la estrella de mar son proyecciones tubulares simples de la piel. El centro hueco de cada branquia es una extensión del celoma (cavidad corporal). El intercambio gaseoso se produce mediante difusión a través de las superficies branquiales y el líquido en el celoma circula hacia el interior y el exterior de las branquias, lo que facilita el transporte



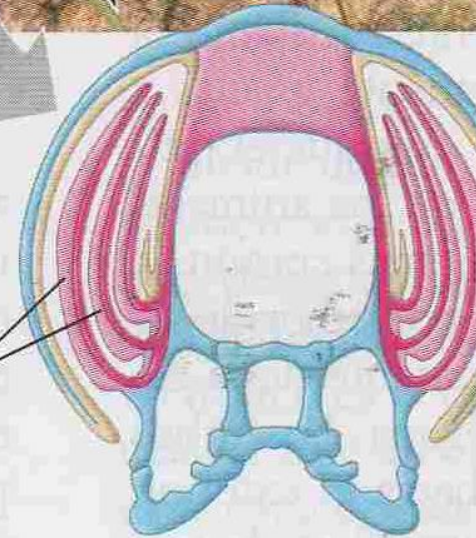
(b) Gusano marino. Muchos poliquetos (gusanos marinos del filo Annelida) poseen un par de apéndices aplanados denominados parápodos o parapodios en cada segmento corporal. Los parapodios sirven como branquias y también actúan en el arrastre y la natación.



Branquias

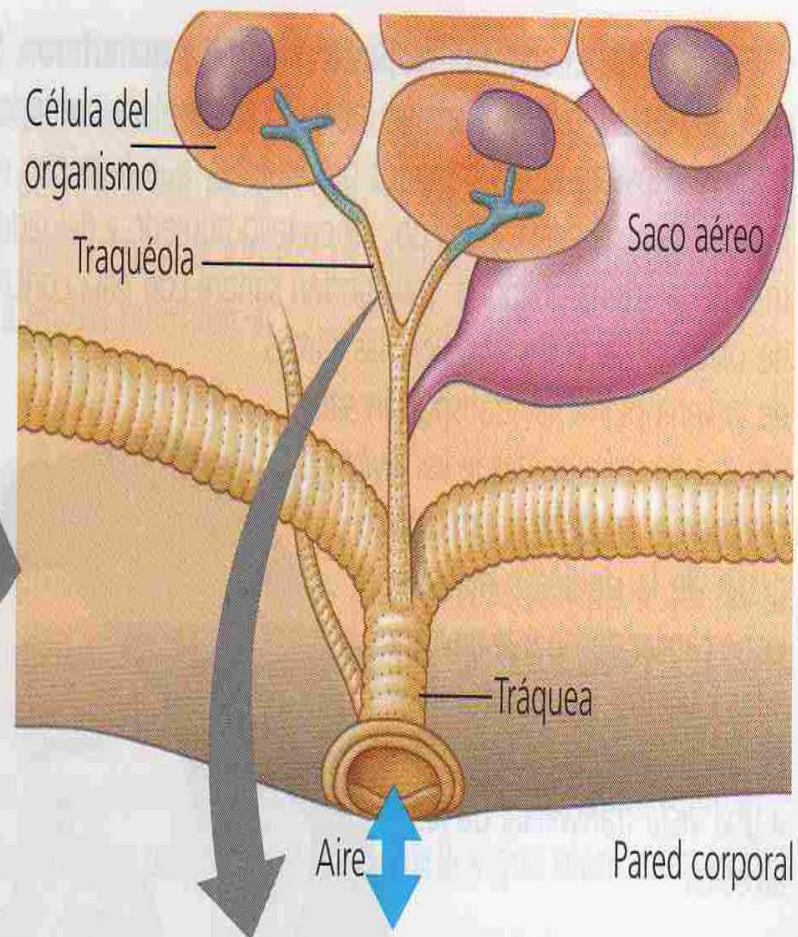
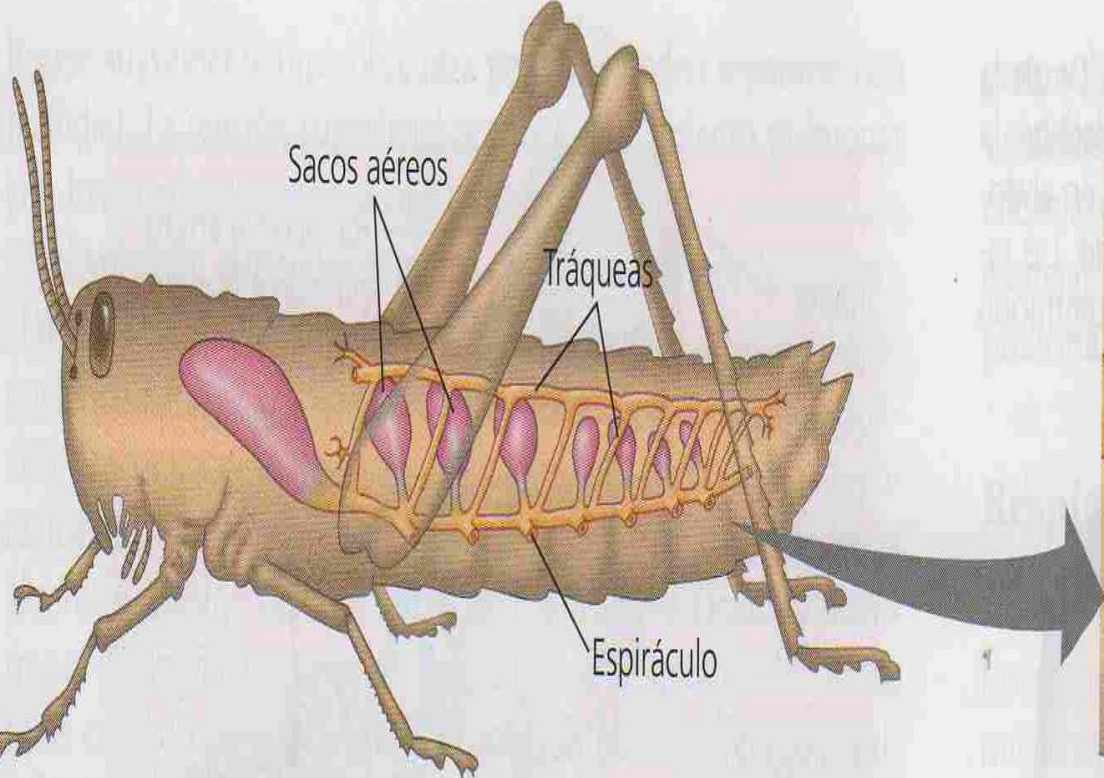


Branquias

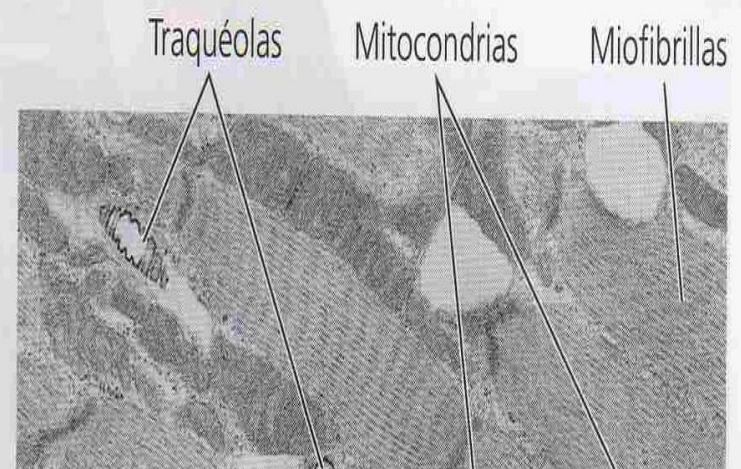


(c) Vieira. Las branquias de la vieira son placas aplanadas y largas que se proyectan desde la masa corporal principal dentro del caparazón duro. Los cilios de las branquias hacen circular agua alrededor de las

(d) Langosta de agua dulce. Este animal y otros crustáceos presentan branquias plumosas y largas cubiertas por el exoesqueleto. Los apéndices corporales especializados deslizan el agua sobre las superficies branquiales.



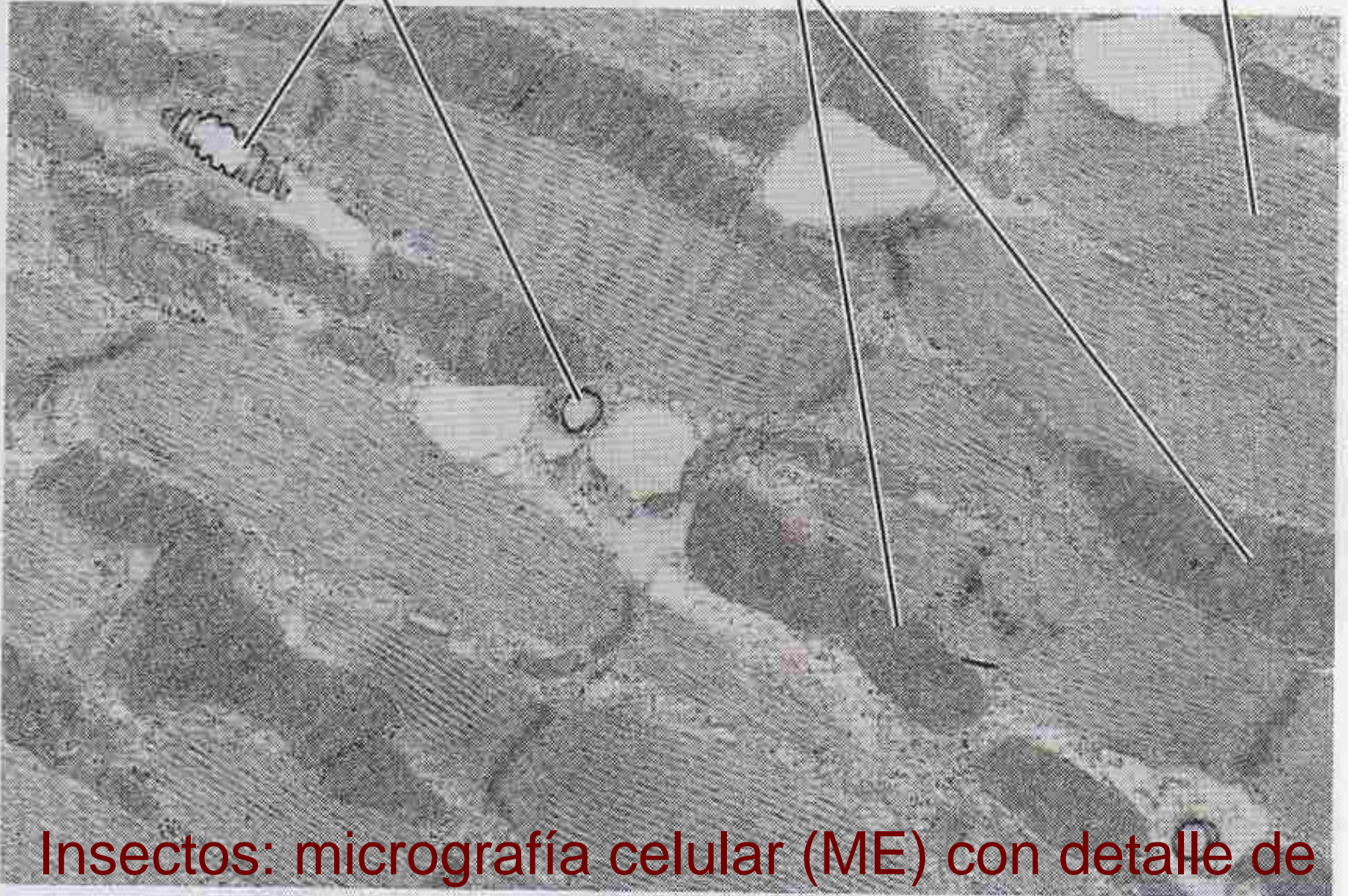
a) El sistema respiratorio de un insecto se compone de tubos internos ramificados que suministran aire directamente a las células del organismo. Los tubos de mayor tamaño, denominados tráqueas, están reforzados por anillos de quitina que evitan su colapso. Las áreas más grandes de las tráqueas forman sacos aéreos cerca de los órganos que requieren un gran suministro de oxígeno. El aire entra en con las tráqueas mediante aberturas denominadas espiráculos, en la superficie del cuerpo del insecto y se desplaza hacia tubos de menor tamaño denominados traquéolas. Estas últimas están cerradas y contienen líquido (azul-gris). Cuando el animal está activo y utiliza más O_2 , la mayor parte del líquido se retrae hacia adentro del organismo. Esto aumenta la superficie celular en contacto con el aire



Traquéolas

Mitocondrias

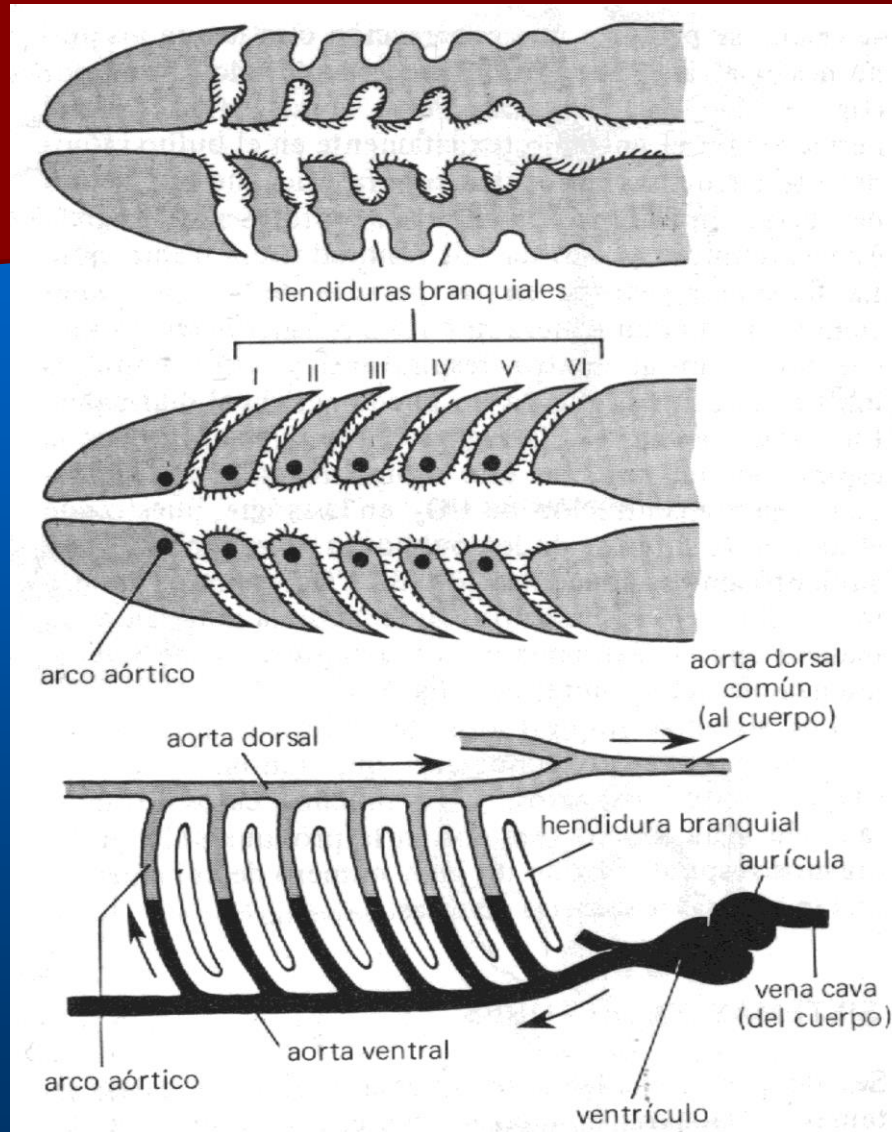
Miofibrillas

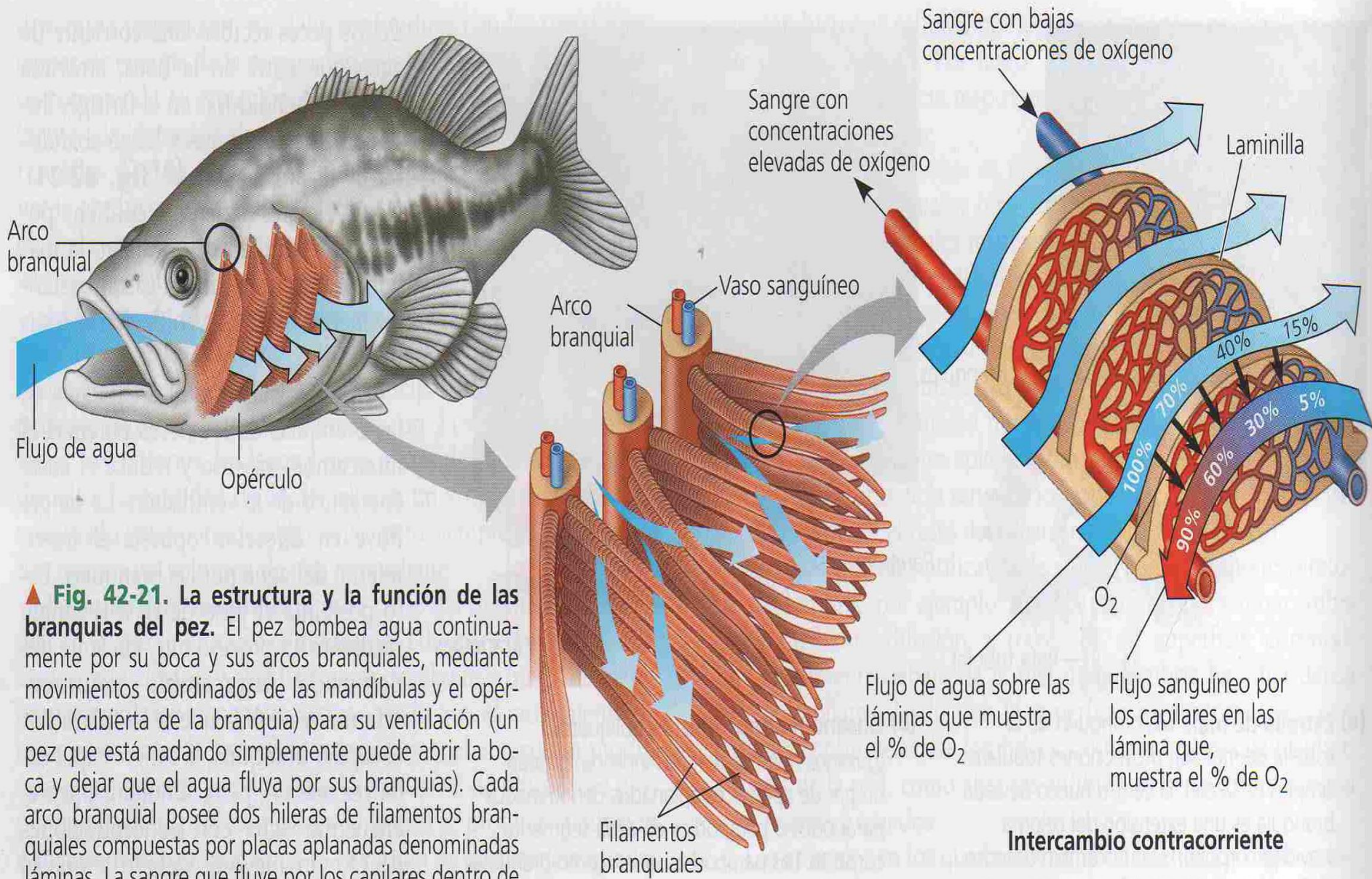


Insectos: micrografía celular (ME) con detalle de las traqueolas

Sistemas respiratorios

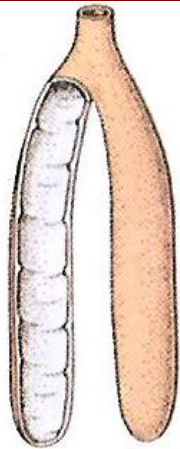
En vertebrados ...



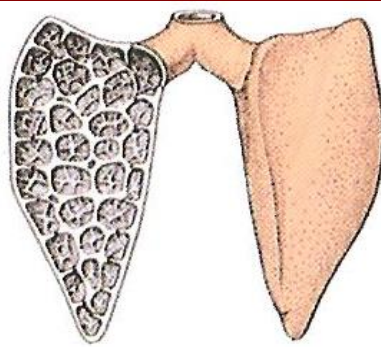


▲ Fig. 42-21. La estructura y la función de las branquias del pez. El pez bombea agua continuamente por su boca y sus arcos branquiales, mediante movimientos coordinados de las mandíbulas y el opérculo (cubierta de la branquia) para su ventilación (un pez que está nadando simplemente puede abrir la boca y dejar que el agua fluya por sus branquias). Cada arco branquial posee dos hileras de filamentos branquiales compuestas por placas aplanadas denominadas láminas. La sangre que fluye por los capilares dentro de las láminas capta el oxígeno del agua. Obsérvese que el flujo contracorriente del agua y la sangre mantiene un gradiente de concentración por el que se difunde el O₂ desde el agua hacia la sangre en toda la extensión del capilar.

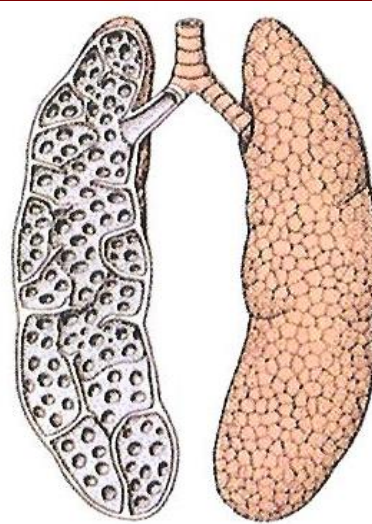
Intercambio contracorriente



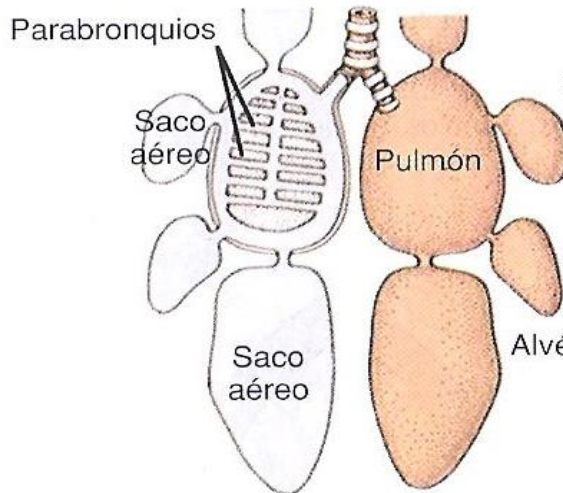
Salamandra



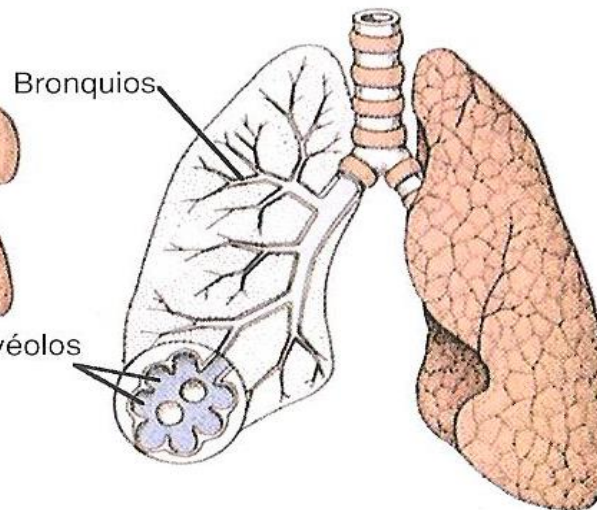
Rana



Lagarto



Ave



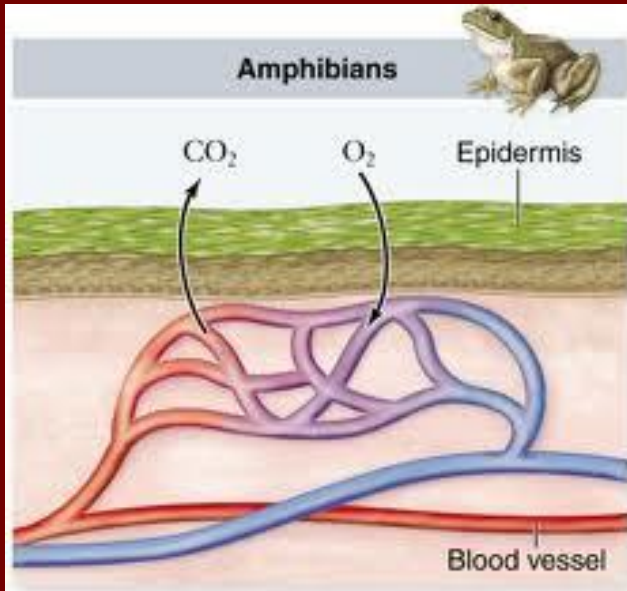
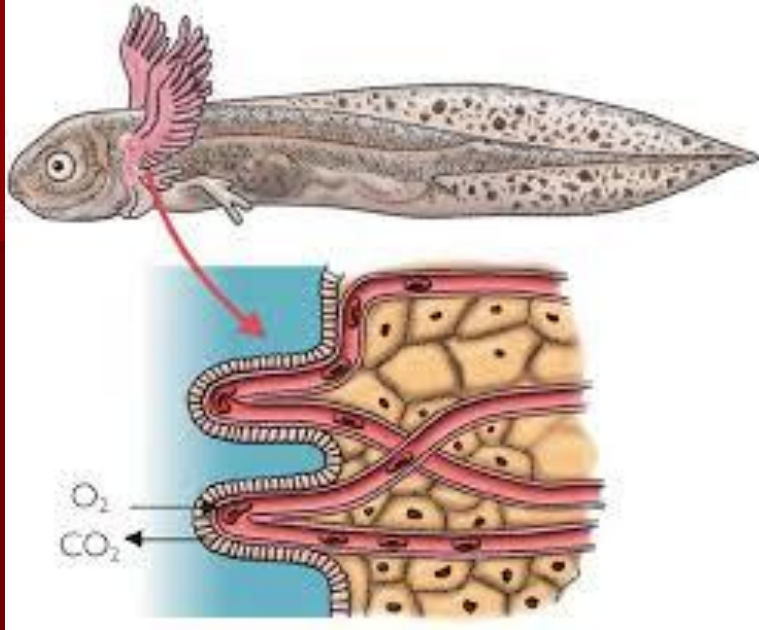
Mamífero

Sistemas
respiratorios
Pulmones:
Anfibios, Reptiles,
Aves y Mamíferos

Figura 33-21

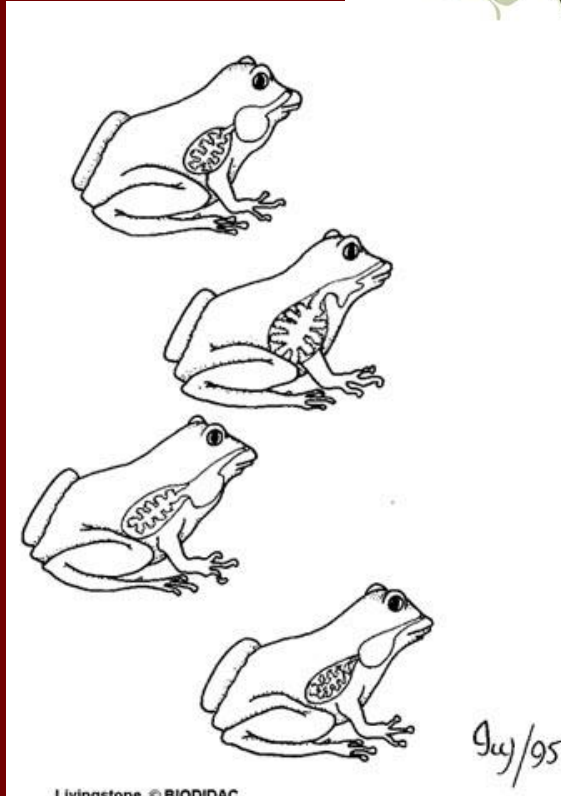
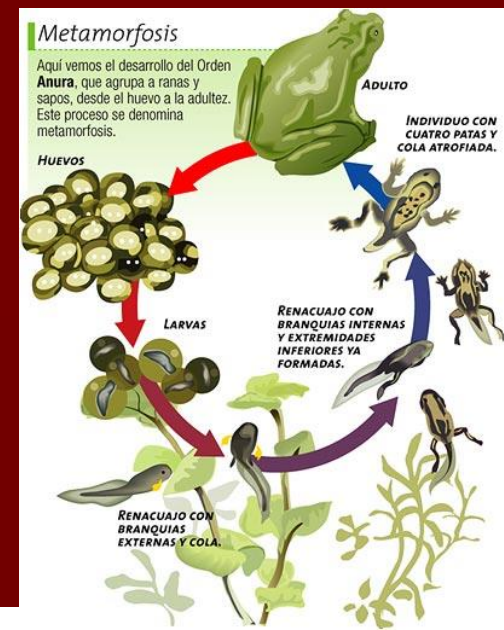
Estructura interna de los pulmones en los distintos grupos de vertebrados. En general, la tendencia evolutiva ha sido la de pasar de simples sacos, con superficies de intercambio entre la sangre y los espacios aéreos reducidas, a estructuras complejas y lobuladas, con numerosos compartimentos y unas superficies de intercambio amplias.

ANFIBIOS



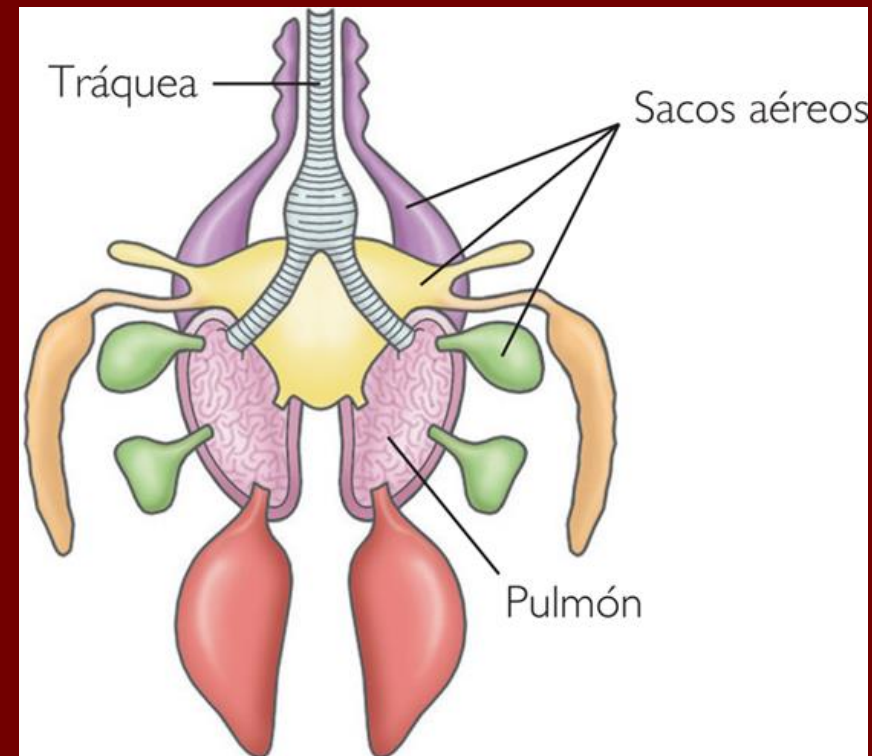
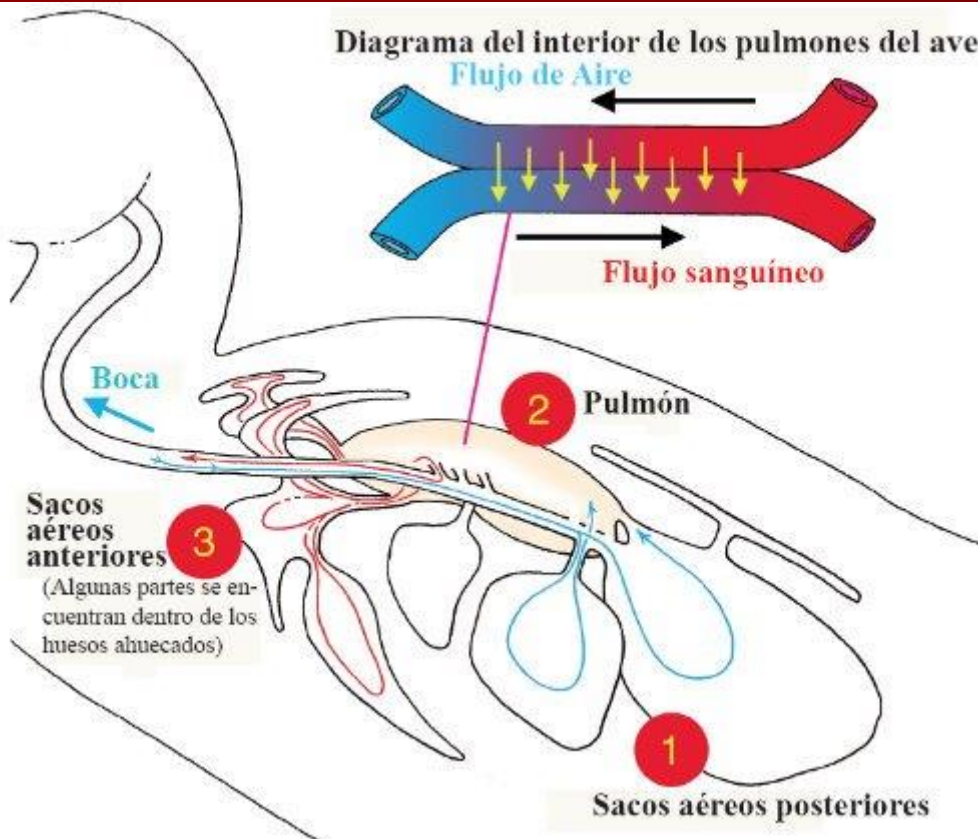
Metamorfosis

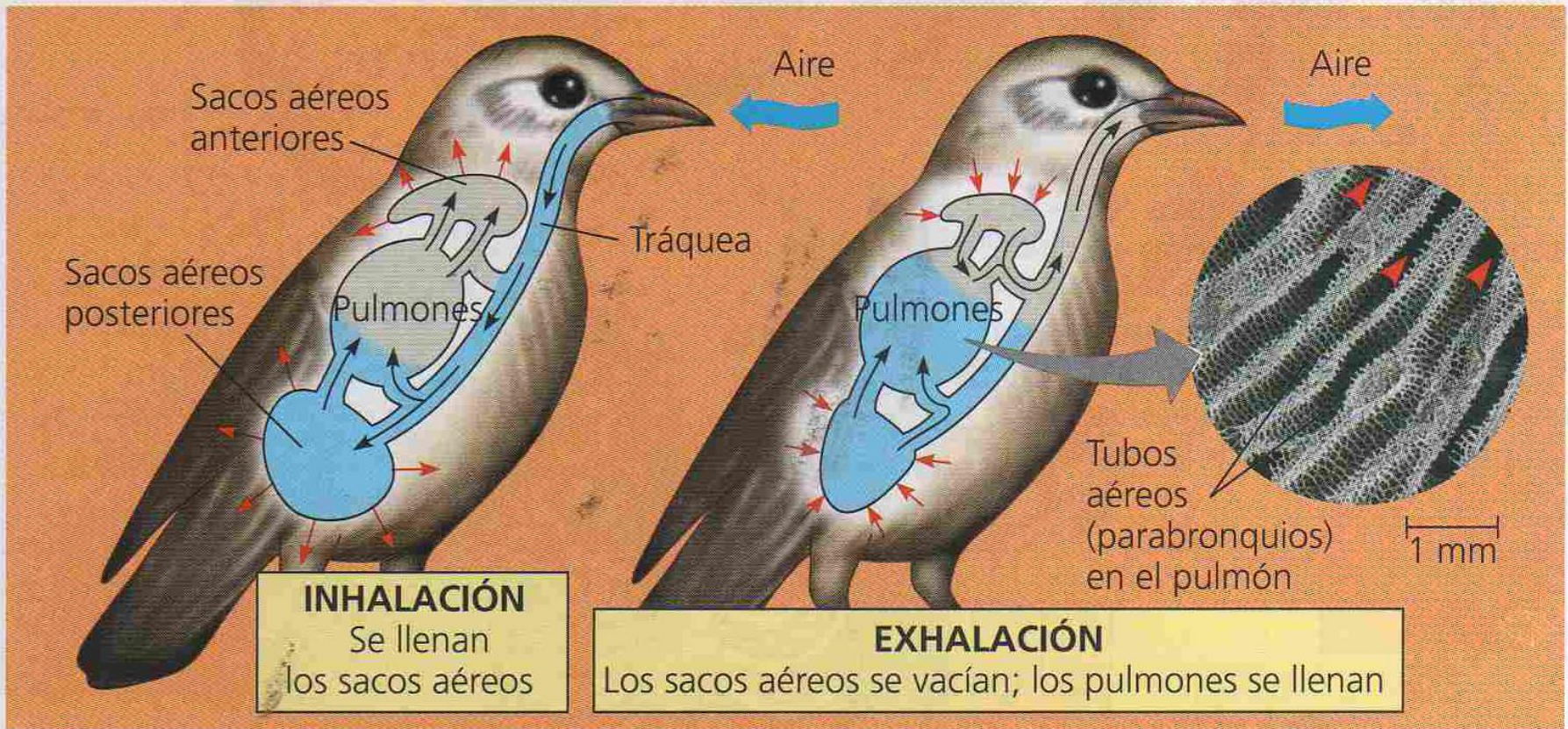
Aquí vemos el desarrollo del Orden **Anura**, que agrupa a ranas y sapos, desde el huevo a la adultez. Este proceso se denomina metamorfosis.



Sistemas respiratorios

- Aves: sacos aéreos. Parabronquios





▲ **Fig. 42-25. El sistema respiratorio de las aves.** La contracción y la relajación de los sacos aéreos ventilan los pulmones porque fuerzan el aire en una sola dirección por tubos pulmonares paralelos diminutos denominados parabronquios (véase MEB). El intercambio gaseoso se produce a través de las paredes de los parabronquios. Durante la inhalación, ambos grupos de sacos aéreos se expanden. Los sacos posteriores se encuentran llenos de aire puro (azul) del exterior mientras que los ~~sacos~~ anteriores están llenos de aire viciado (gris) de los pulmones. Durante la exhalación, los dos grupos de sacos aéreos se vacían, el aire de los sacos posteriores es forzado hacia los pulmones y el aire de los sacos anteriores sale del sistema a través de la tráquea. Se requieren dos ciclos de inhalación y exhalación para que el aire se desplace por todo el sistema y fuera del ave.

Mamíferos

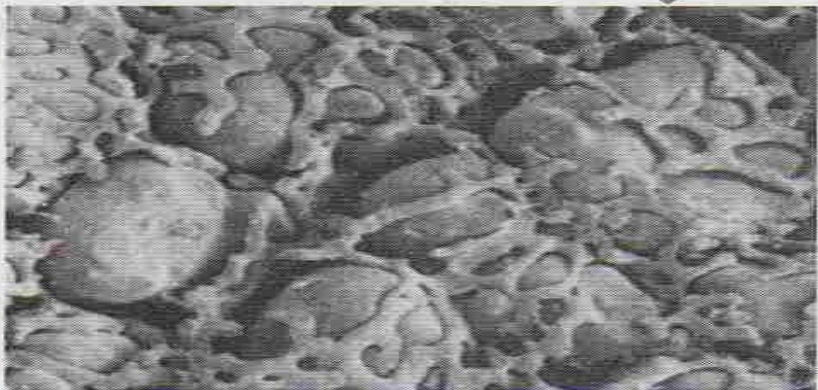
Rama de la vena pulmonar (sangre rica en oxígeno)

Rama de la arteria pulmonar (sangre con baja concentración de oxígeno)

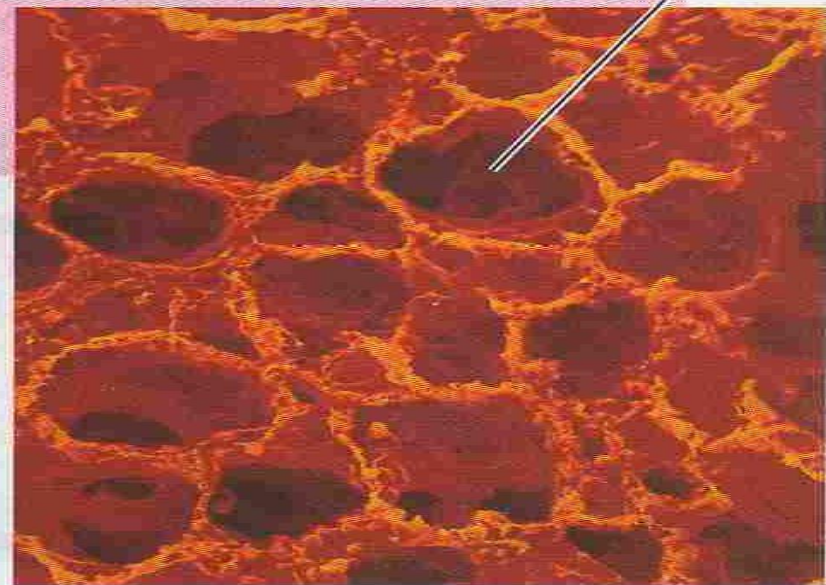
Bronquiolo terminal

Alvéolos

50 μm



MEB



MEB