

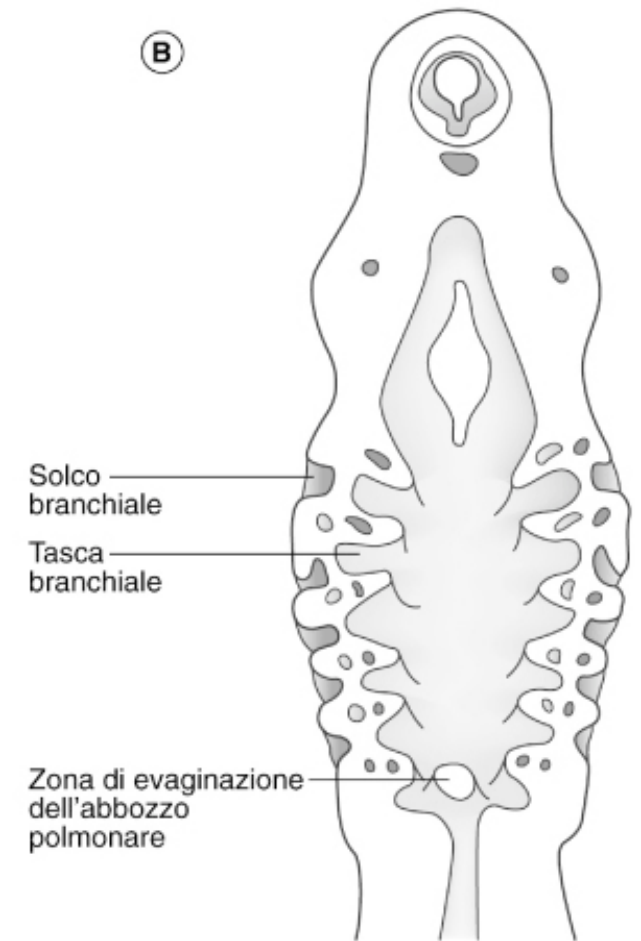
Il sistema respiratorio

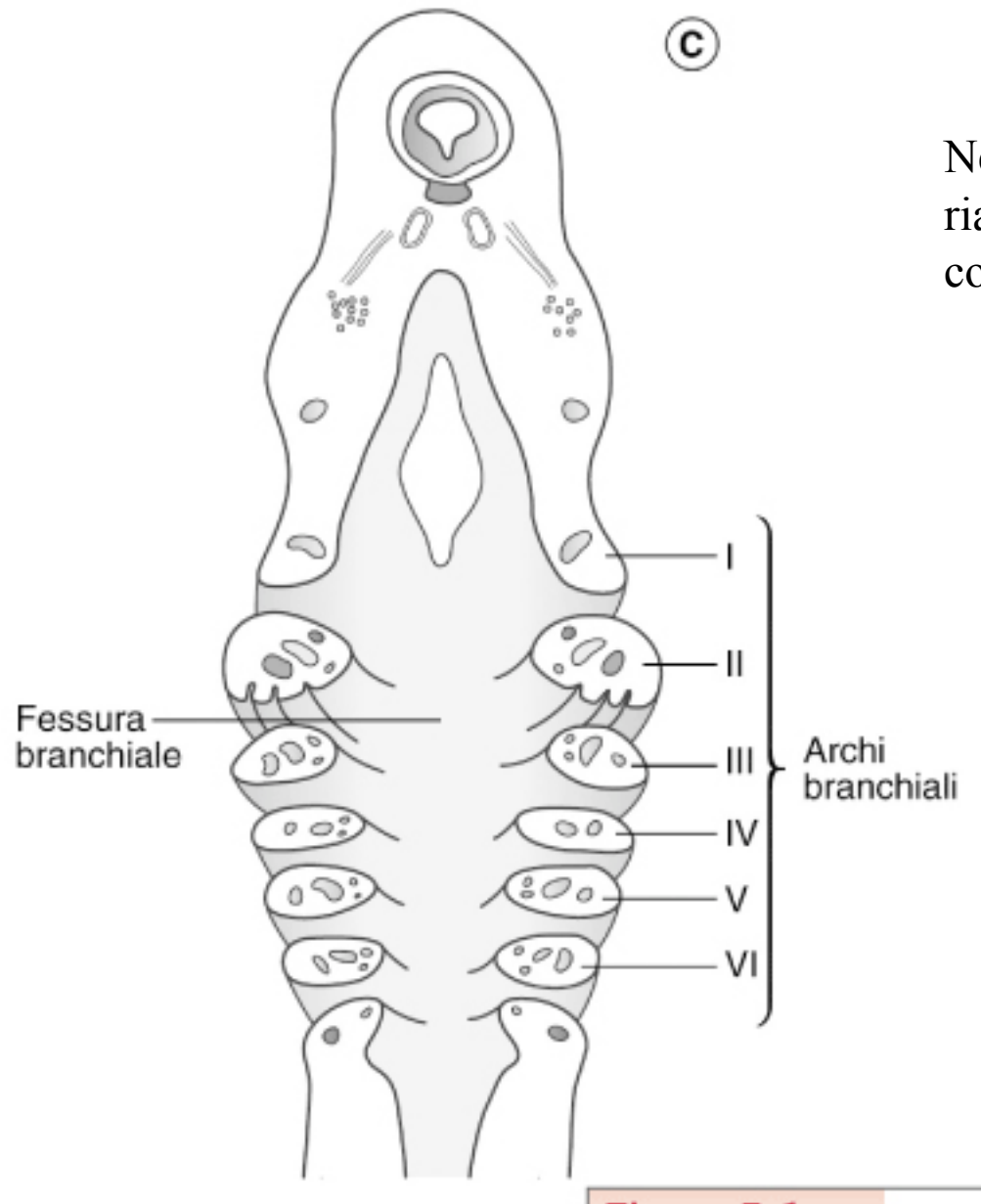
- Il sistema respiratorio, che si origina dall'endoderma, a seguito dell'aumento delle dimensioni e dell'attività dei vertebrati, si presenta particolarmente efficiente in modo da garantire l'assunzione di O_2 ed il rilascio di CO_2 .
- Una tale funzione è garantita dalle branchie o dai polmoni, strutture che si formano nella regione anteriore dell'endoderma, la faringe. Ciascuna fessura branchiale è separata dalla successiva da un pilastro di tessuto, **l'arco branchiale o faringeo o viscerale**, in cui sono presenti elementi scheletrici, vasi sanguigni, nervi, muscoli e naturalmente il tessuto respiratorio. Il primo arco viene detto **arco orale o mandibolare** e sostiene lo squarcio buccale; il secondo arco branchiale è detto **arco ioideo** ed è situato dopo la prima fessura branchiale
- La faringe inizialmente costituiva una struttura per filtrare il cibo; successivamente si è affermata la funzione respiratoria
- In alcuni organismi, es anfibi, la respirazione è assicurata anche dalla pelle

- Le strutture respiratorie si originano nella regione del faringe branchiale
TUTTI i vertebrati a livello embrionale formano archi branchiali:
il faringe di embrione di vertebrato allo stato filotipico organizza a
branchiali.

Le branchie

Sono strutture pari che si formano grazie all'espansione laterale della parete del tubo digerente, che facendosi strada nel mesoderma laterale, si giustappone all'epitelio ectodermico superficiale e si ripiega verso l'interno. Le porzioni di estroflessione dell'endoderma si chiamano tasche branchiali, le porzioni di introflessione dell'ectoderma si chiamano solchi branchiali.





Negli ittiopsidi la membrana di separazione tra tasche e solchi si riassorbe e si formano così le fessure branchiali che mettono in comunicazione il canale digerente faringeo con l'esterno.

Apparato Respiratorio

- **Anfiosso:** diverse decine di fessure branchiali
- **Ciclostomi**
 - **Mixinoidei** → 14 fessure branchiali
 - **Petromizonti** → 7 fessure branchiali
- **Condroitti (Selaci)** → 5 fessure branchiali
- **Osteitti:** → 5 fessure branchiali
- **Tetrapodi:** → si abbozzano 5 tasche branchiali
- **Uccelli:** → 4 tasche branchiali

AGNATI:

Tutti gli archi branchiali formano le branchie

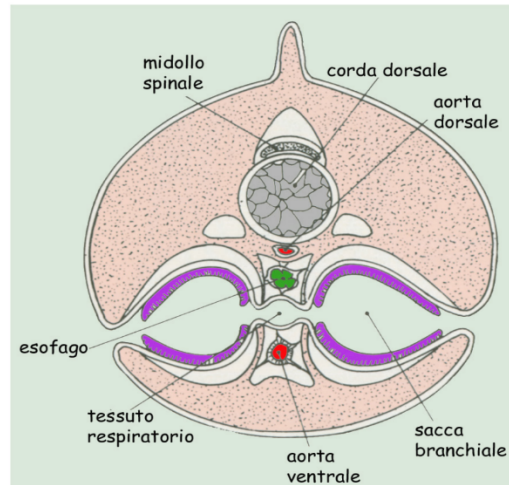
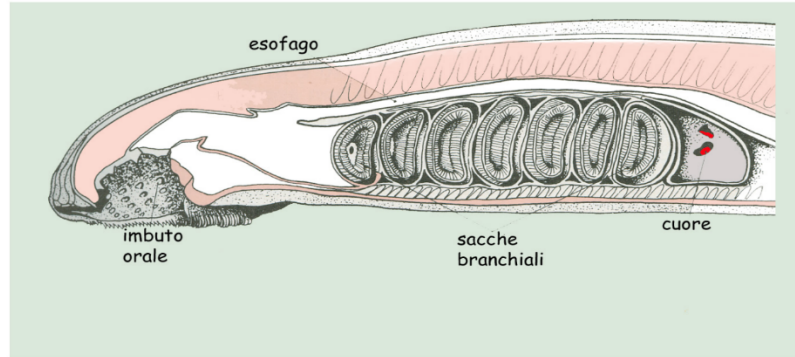
CONDROITTI:

Il primo arco branchiale (arco orale), NON origina branchie, il secondo arco, (arcoioideo), origina branchie SOLO nella superficie rivolta caudalmente(emibranchia), mentre gli archi branchiali 3-6 originano lamelle branchiali su entrambe le superfici.

OSTEITTI:

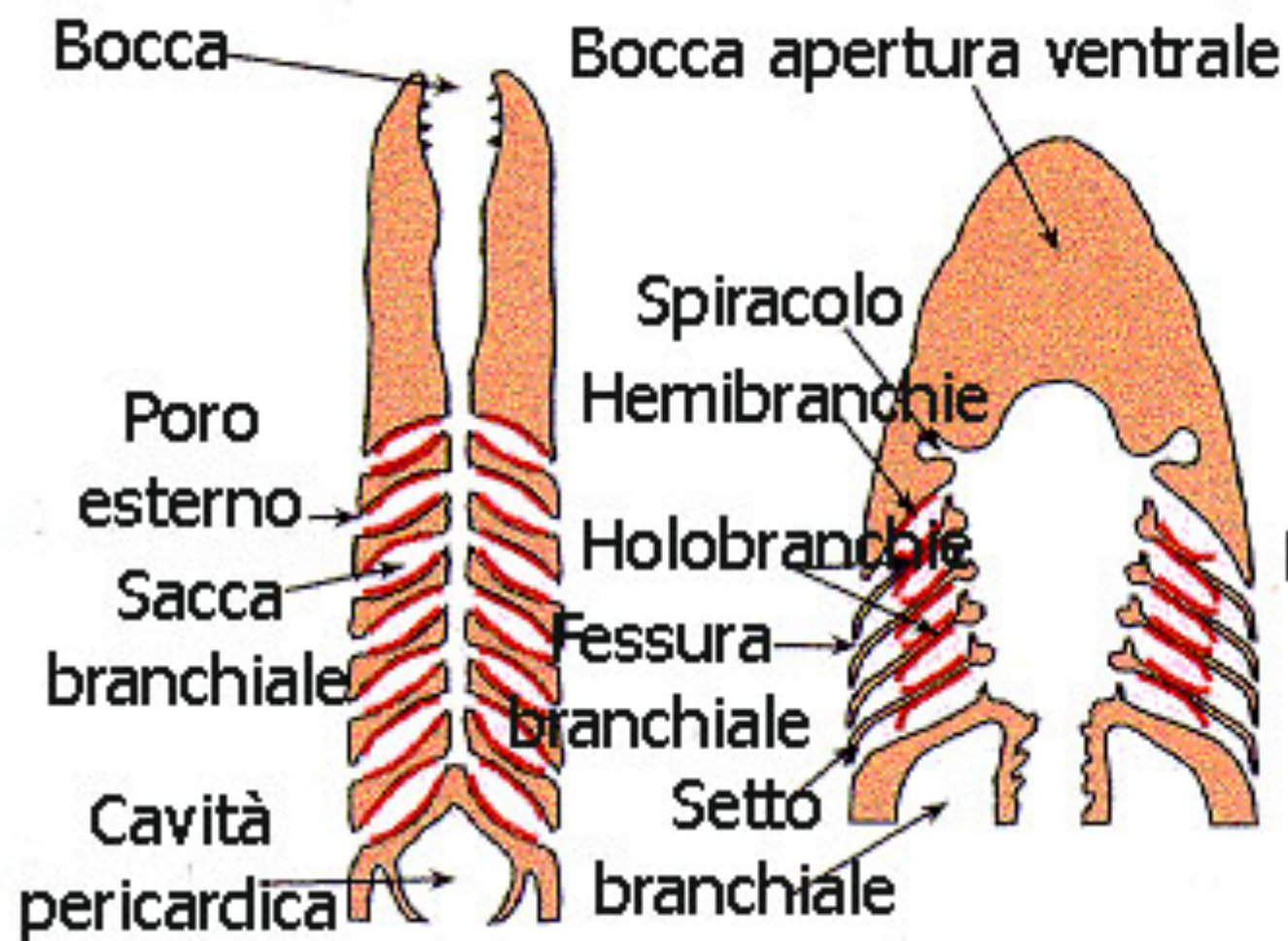
Arco orale e arco ioideo NON originano branchie, mentre gli archi branchiali 3-6 originano olobranchie

AGNATI



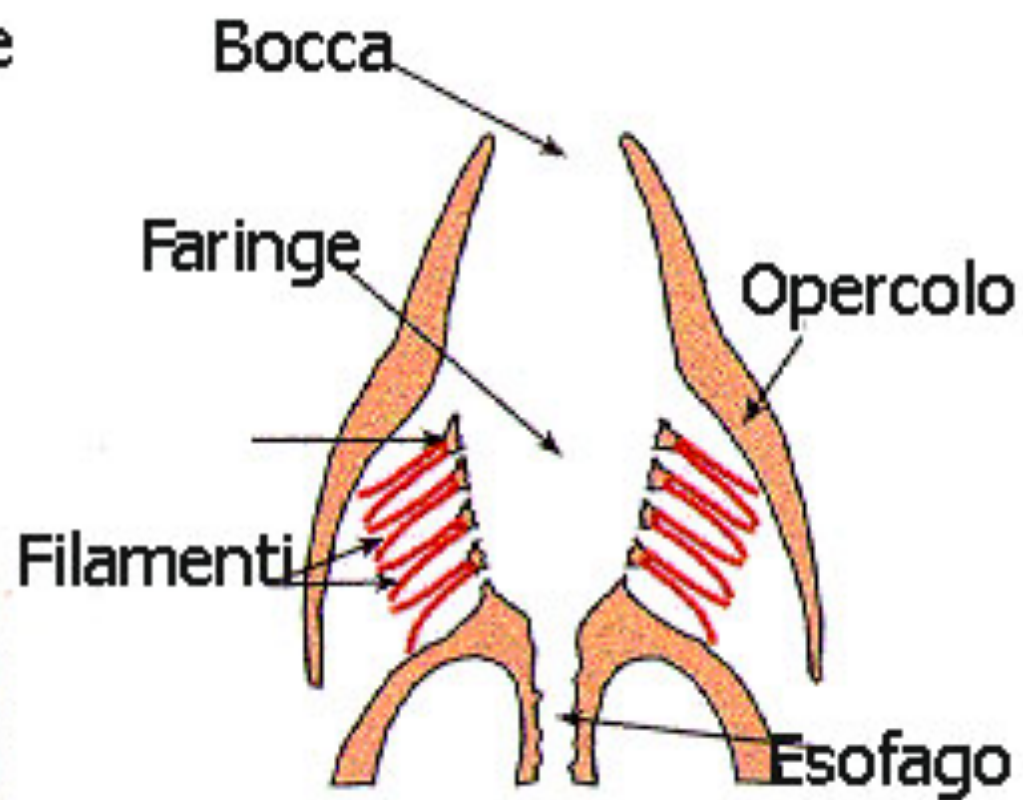
Schema dell' anatomia della regione branchiale della lampreda in sezione longitudinale e trasversale. Si tratta di un esemplare adulto nel quale l' intestino è regredito.





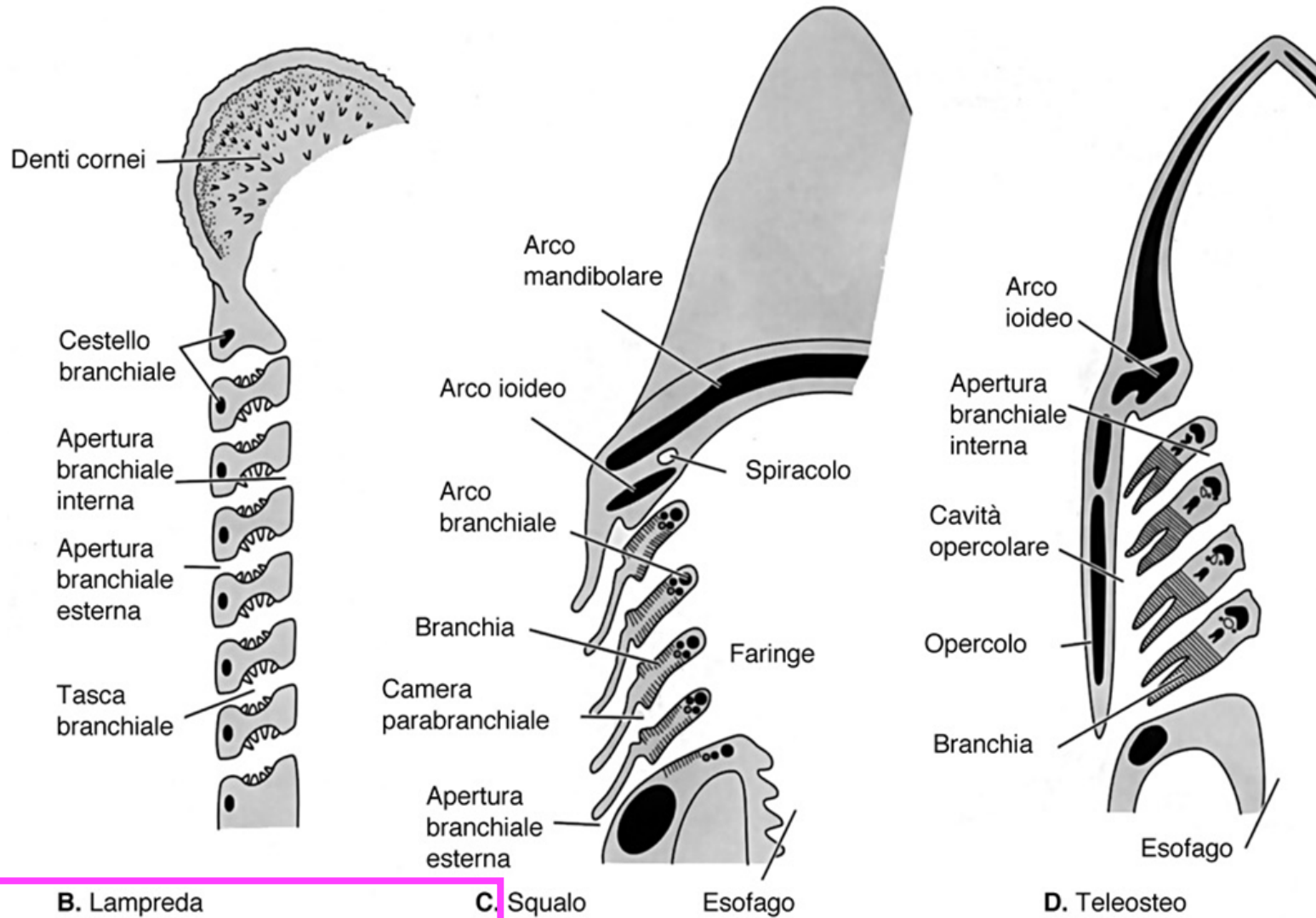
SACCHE BRANCHIALI
(Lamprede)

SETTI BRANCHIALI
(Squali)



OPERCOLI BRANCHIALI
(Teleostoi)

Sistema respiratorio: le branchie



B. Lampreda

C. Squalo

Esofago

D. Teleosteo

Branchie saccolari

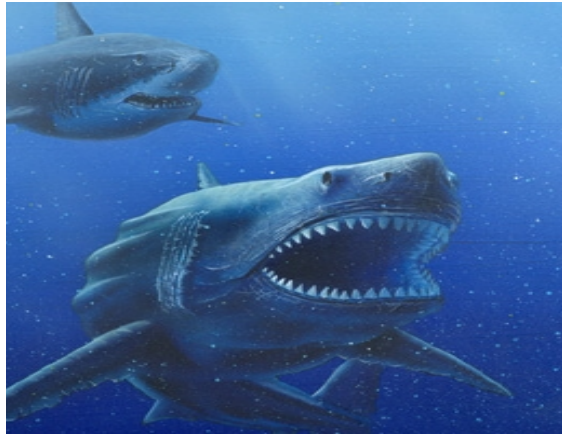
Settate

Pettinate

Il sistema respiratorio nei condroitti

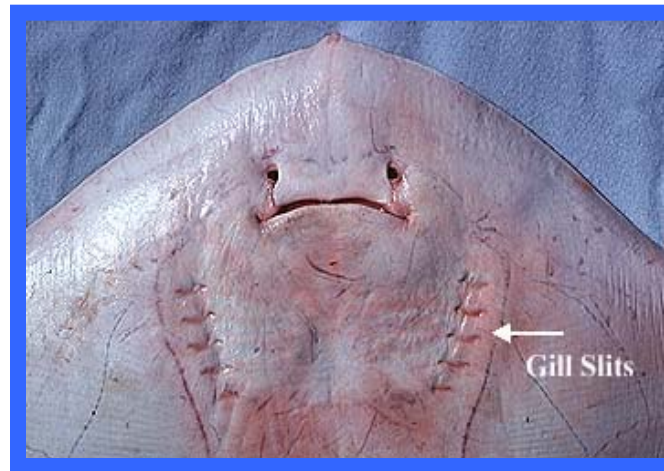
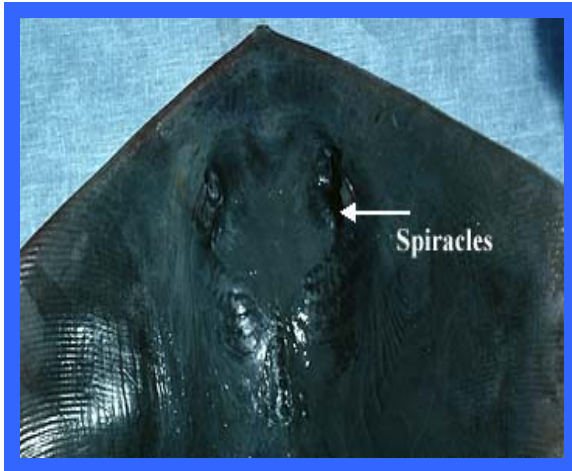
- Le fessure branchiali negli elasmobranchi si aprono direttamente sul corpo dell'animale, dove si riconosce per ciascuna fessura la presenza di una valvola branchiale.
- La branchia dei condroitti è di tipo tabulata in quanto le lamelle respiratorie sono ancorata a un lungo setto che si porta all'esterno per terminare con la valvola branchiale
- Negli olocefali, dall'arco ioideo si origina una plica cutanea non sostenuta da pezzi scheletrici, l'opercolo, che costituisce con il corpo dell'animale una camera branchiale, che si apre all'esterno mediante un'unica apertura

Pleurotremata



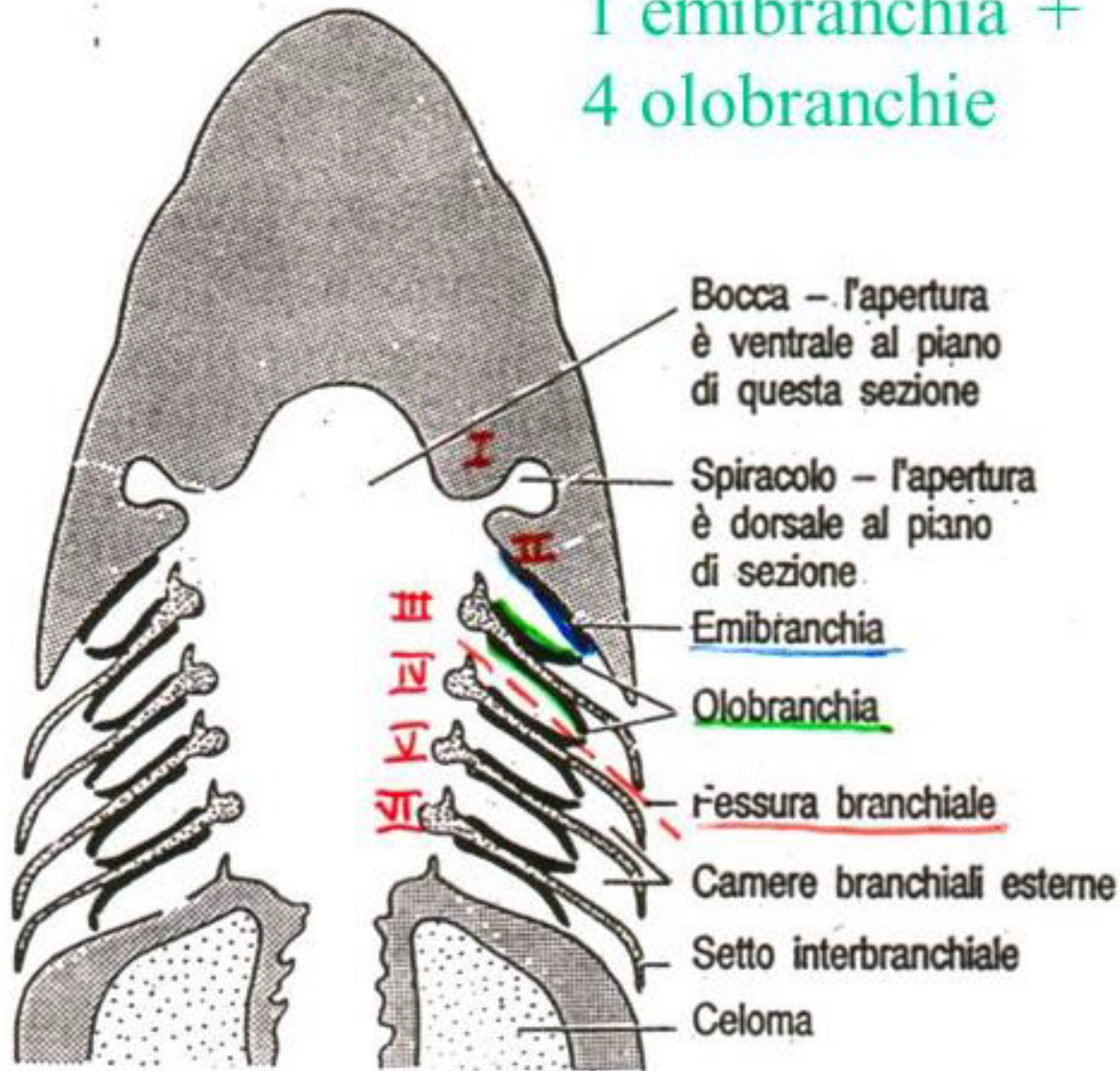


Hypotremata

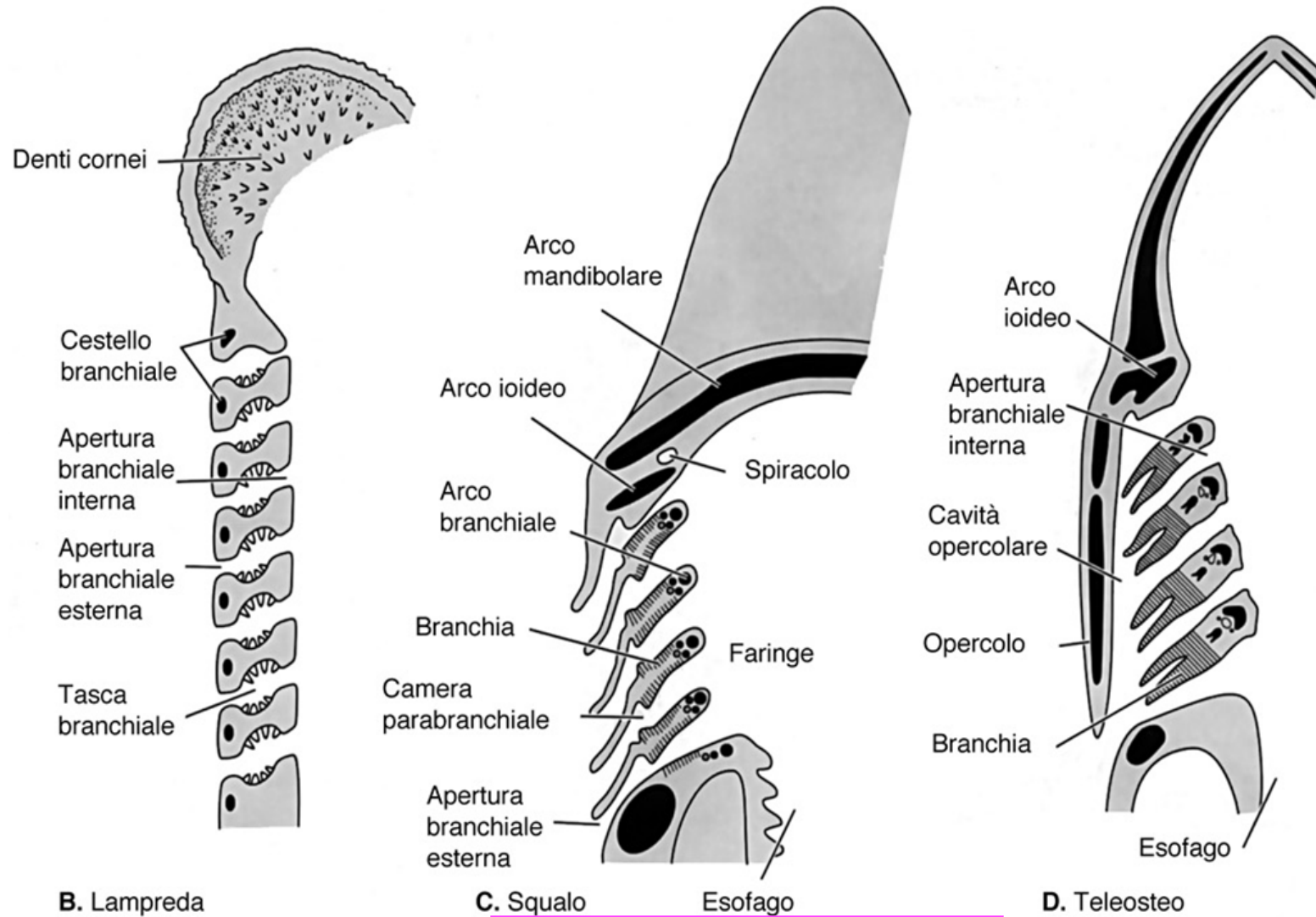


Le razze e le torpedini sono adattate a vivere sui fondali sabbiosi, respirano inalando l'acqua attraverso i due spiracoli che sono spostati dorsalmente indietro agli occhi.

1 emibranchia +
4 olobranchie



Sistema respiratorio: le branchie



B. Lampreda

C. Squalo

Esofago

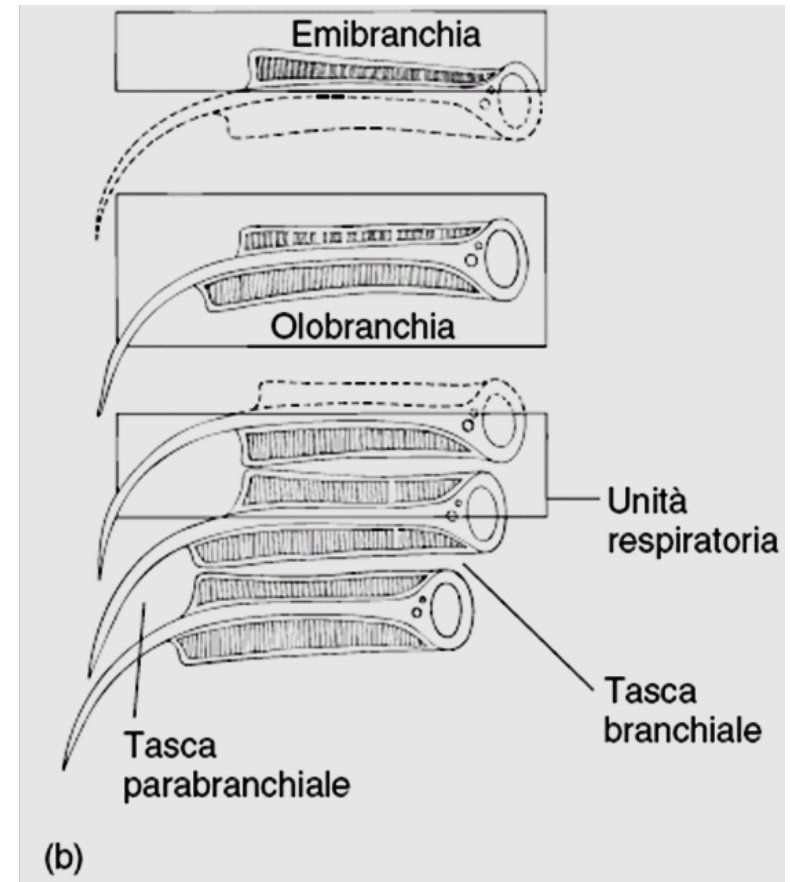
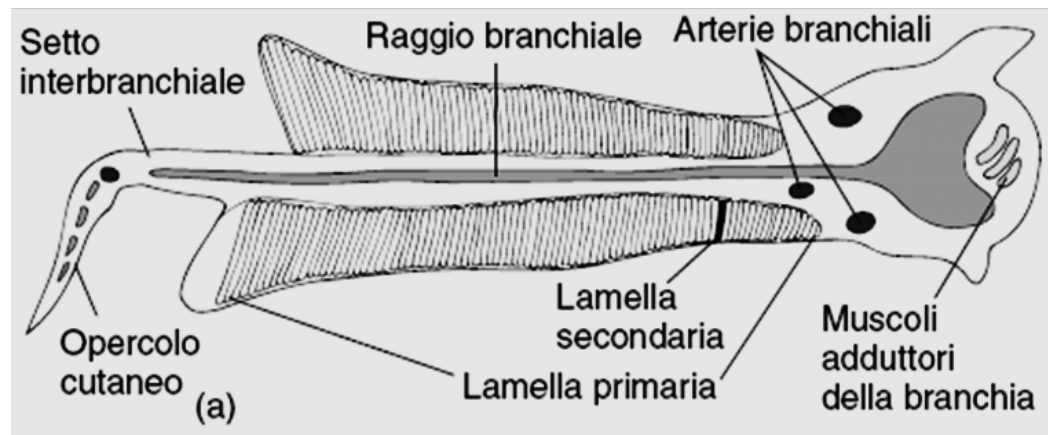
D. Teleosteo

Branchie sacculari

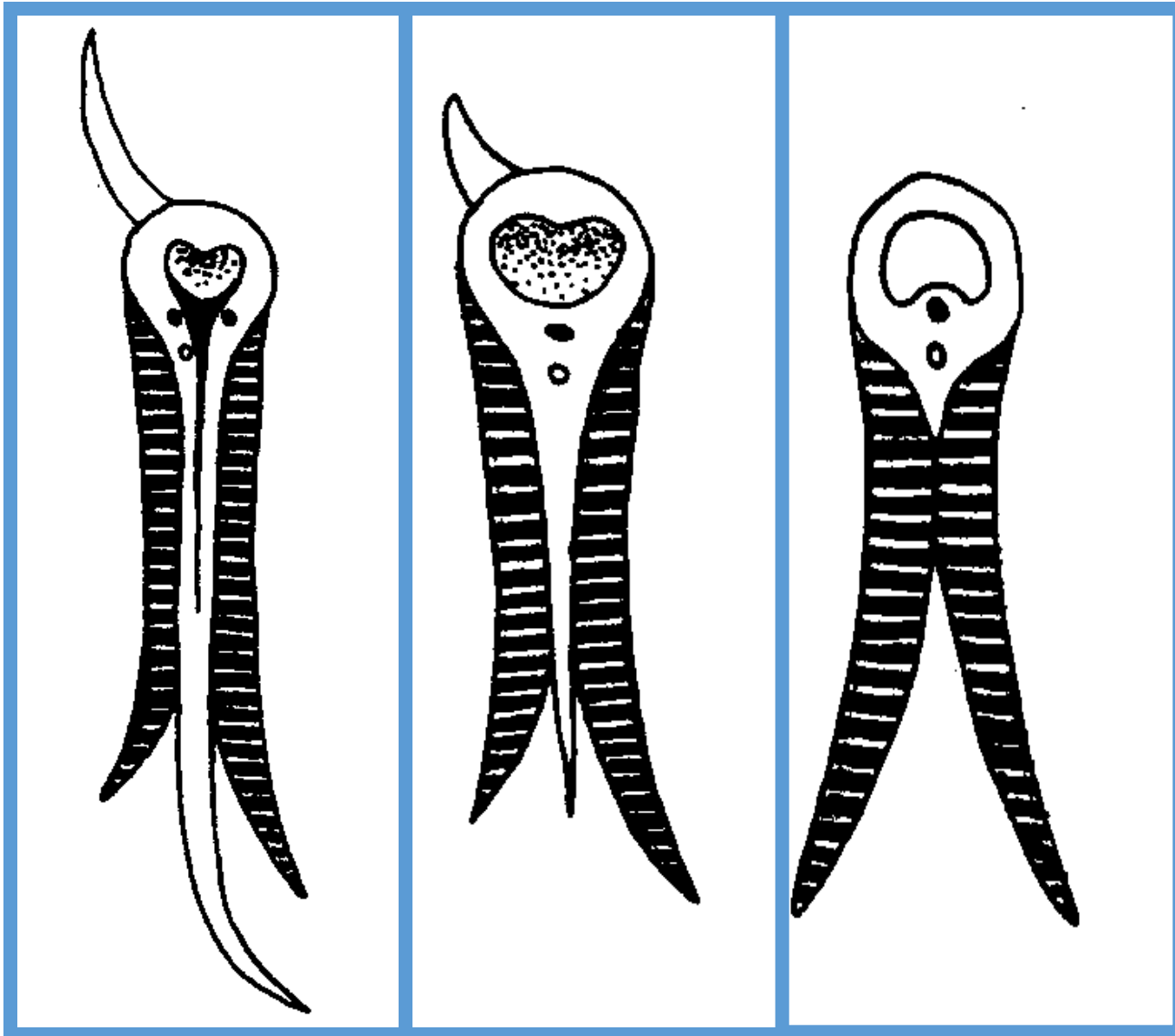
Settate

Pettinate

Schema delle branchie



Branchie tabulate e pettinate



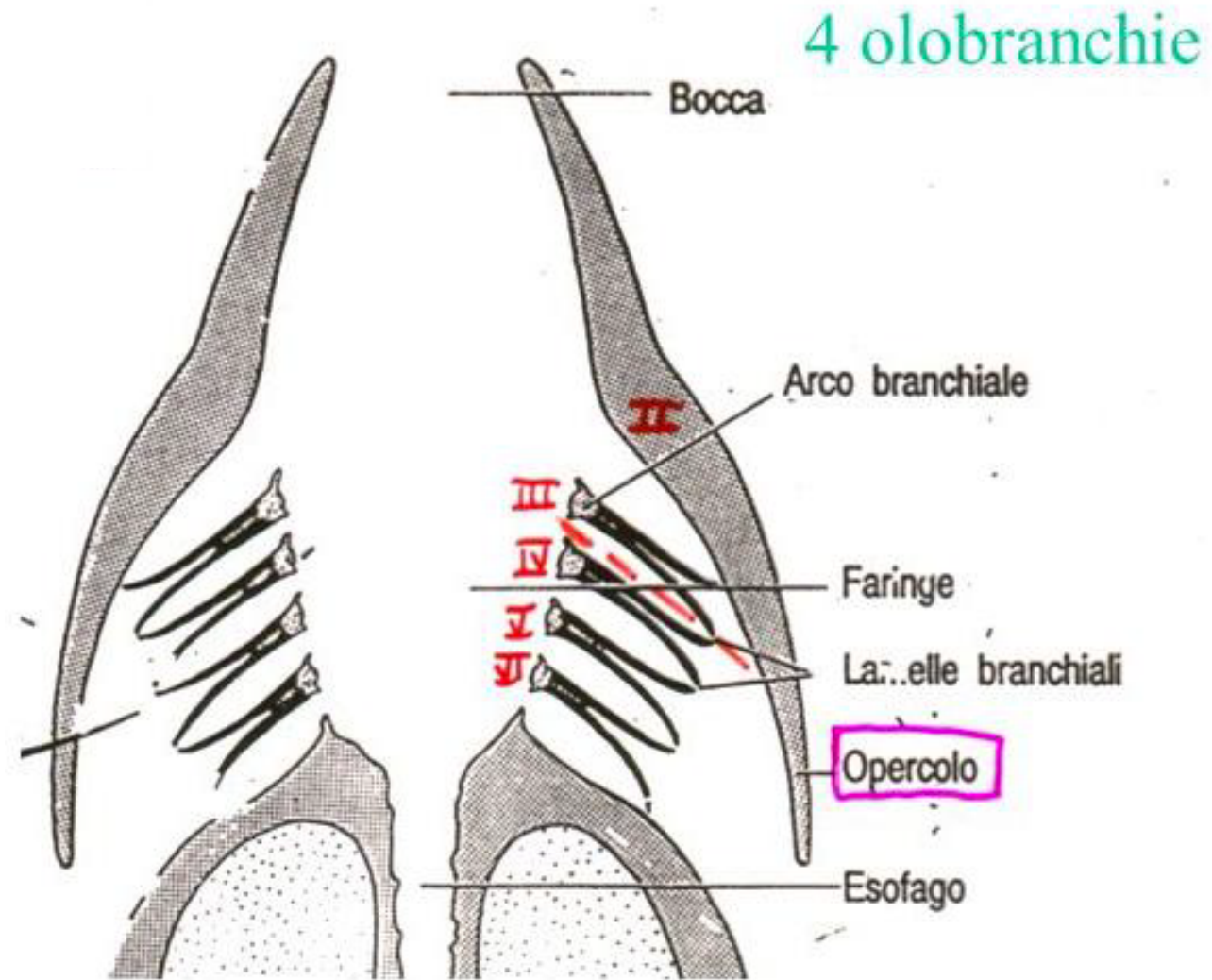
Negli osteitti si parla di branchie pettinate dove le lamelle primarie sono libere in una camera branchiale protetta dall'opercolo.

Dagli archi branchiali si dipartono direttamente le lamelle primarie sulle quali si organizzano ortogonalmente le lamelle secondarie a funzione respiratoria. Sia l'arco branchiale che la lamella primaria sono sostenuti da elementi scheletrici.

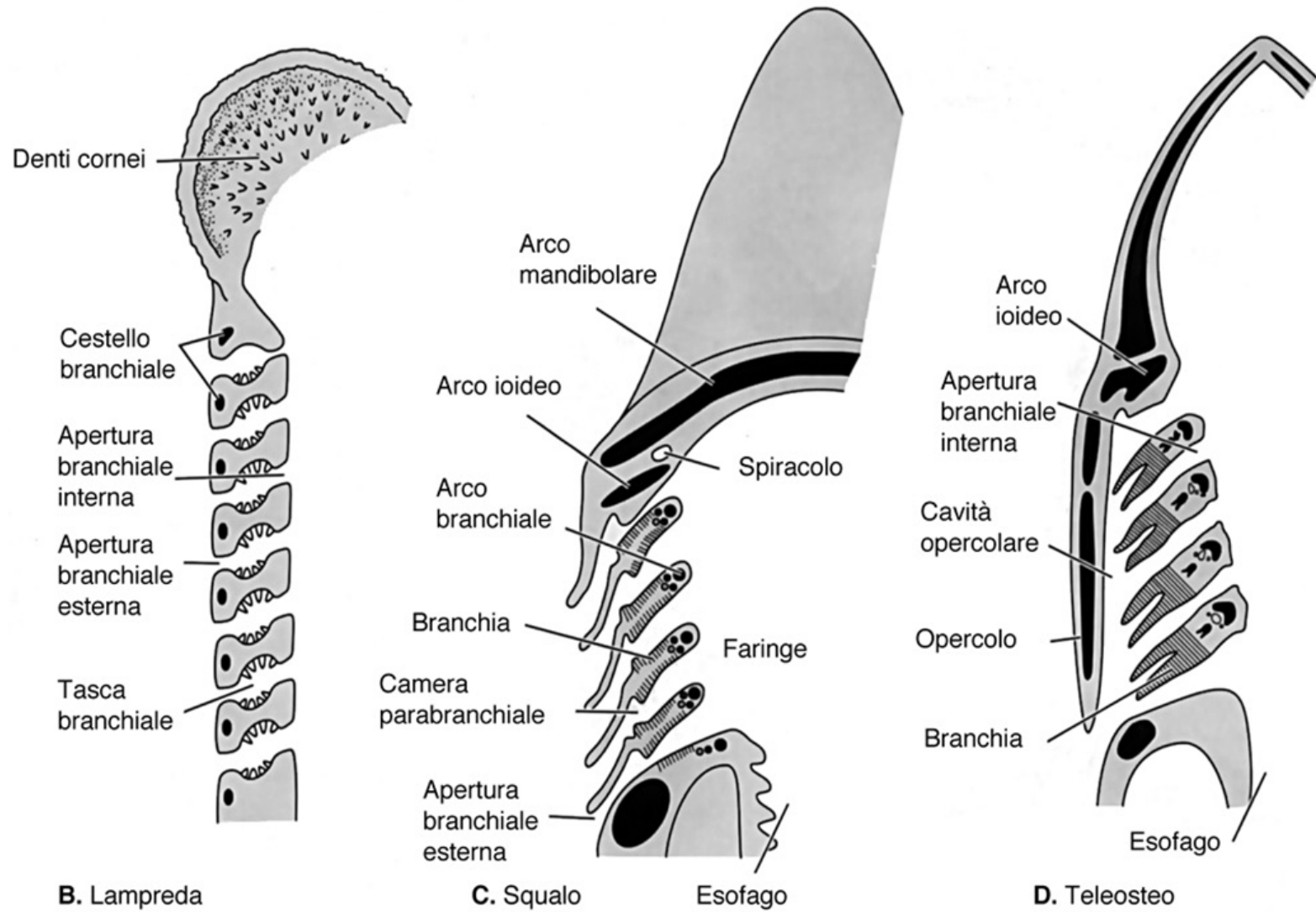
Ciascun setto interbranchiale comprende:

- la struttura di sostegno, l'**arco branchiale scheletrico**, costituito da pezzi di cartilagine e/o osso appartenenti allo scheletro viscerale. Nei pesci gnatostomi, questi componenti scheletrici occupano, nel setto, la zona prossima alla faringe; da essi, poi, (ad eccezione della maggioranza dei Neopterigi) si staccano dei raggi paralleli, ad orientamento trasversale, che percorrono il setto e si portano sin verso la sua estremità esterna, in modo da rinforzarlo.
- i vasi sanguigni che irrorano il tessuto respiratorio (archi branchiali aortici, loro diramazioni, capillari e vene).
- i muscoli branchiomerici chiamati a regolare, con la loro contrazione, il lume delle fessure durante la ventilazione
- branche dei nervi del sistema nervoso periferico.

Gli archi branchiali: osteitti



Sistema respiratorio: le branchie

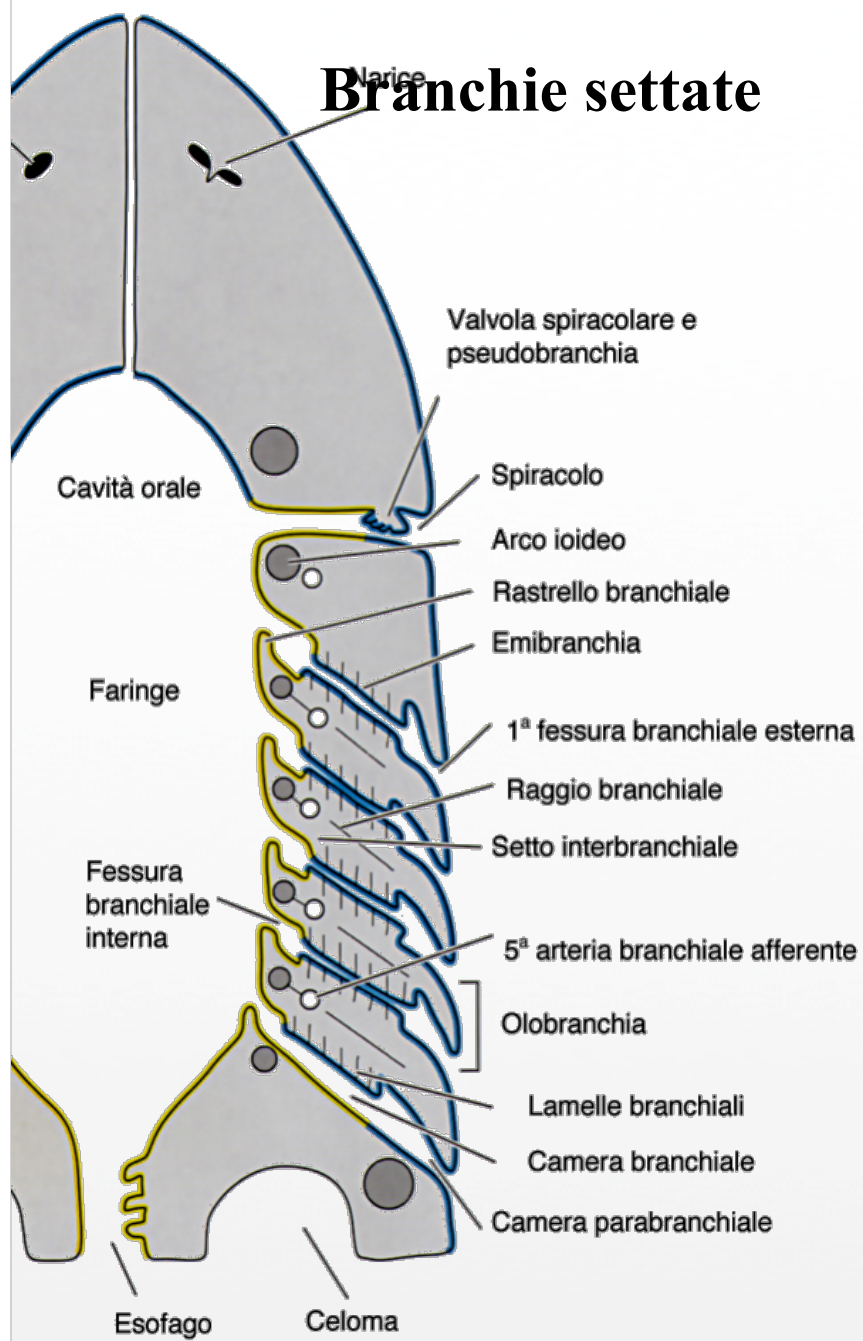


Branchie sacculari

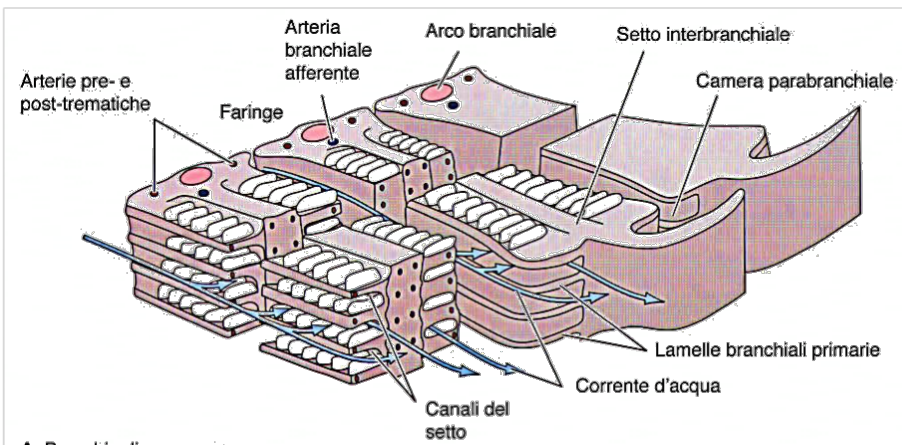
Settate

Pettinate

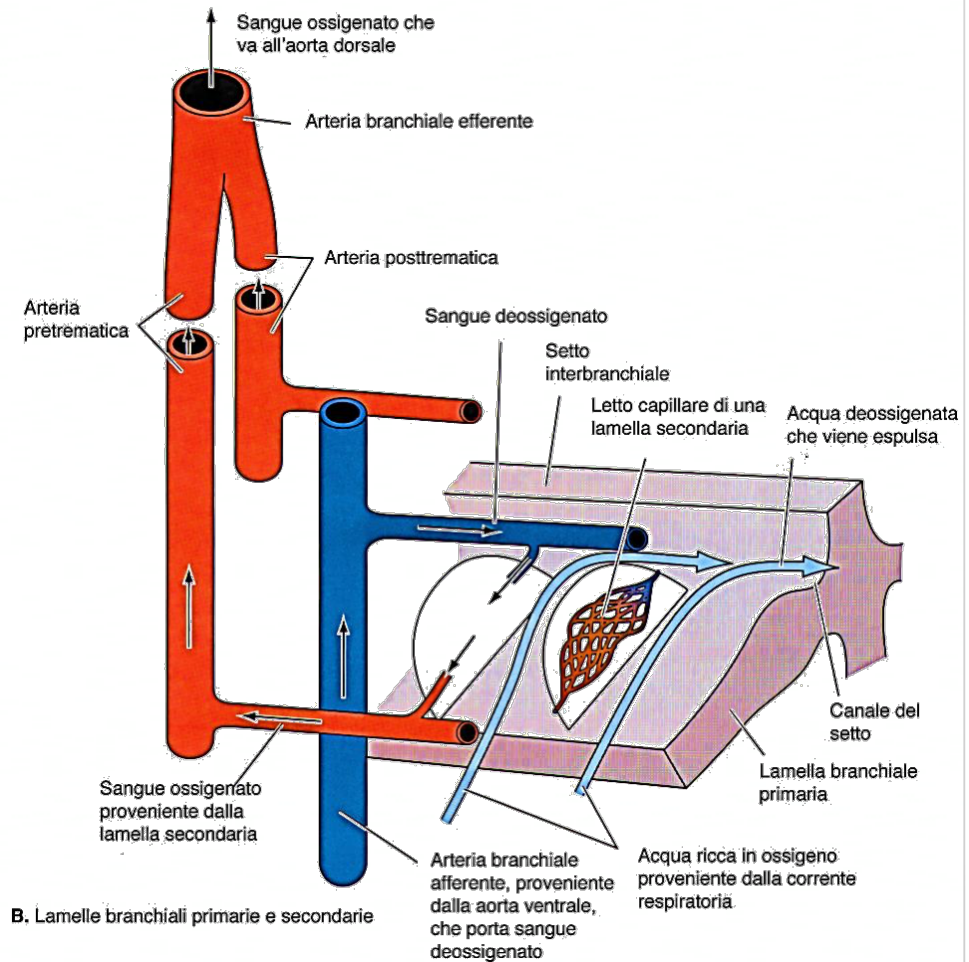
Branchie settate



B. Stadio più avanzato



A. Branchie di un pescecane



B. Lamelle branchiali primarie e secondarie

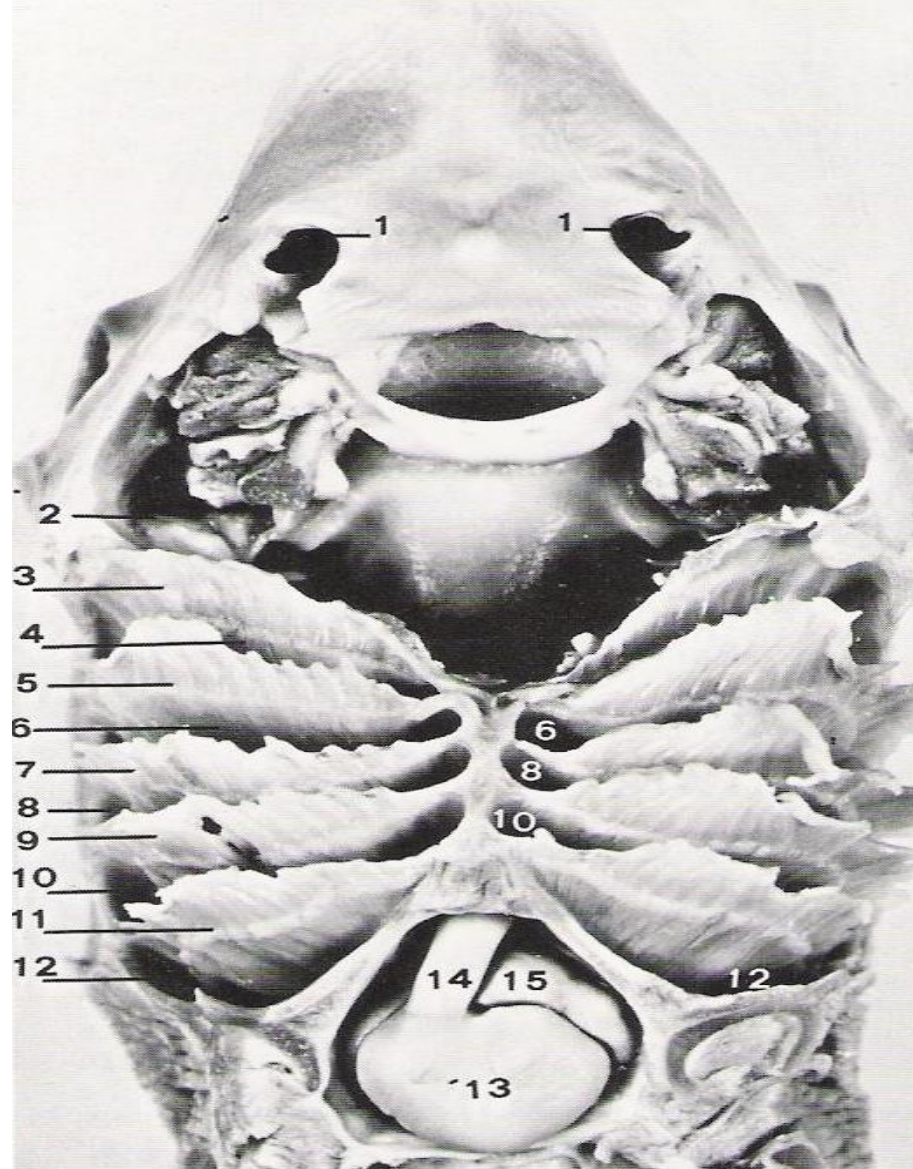
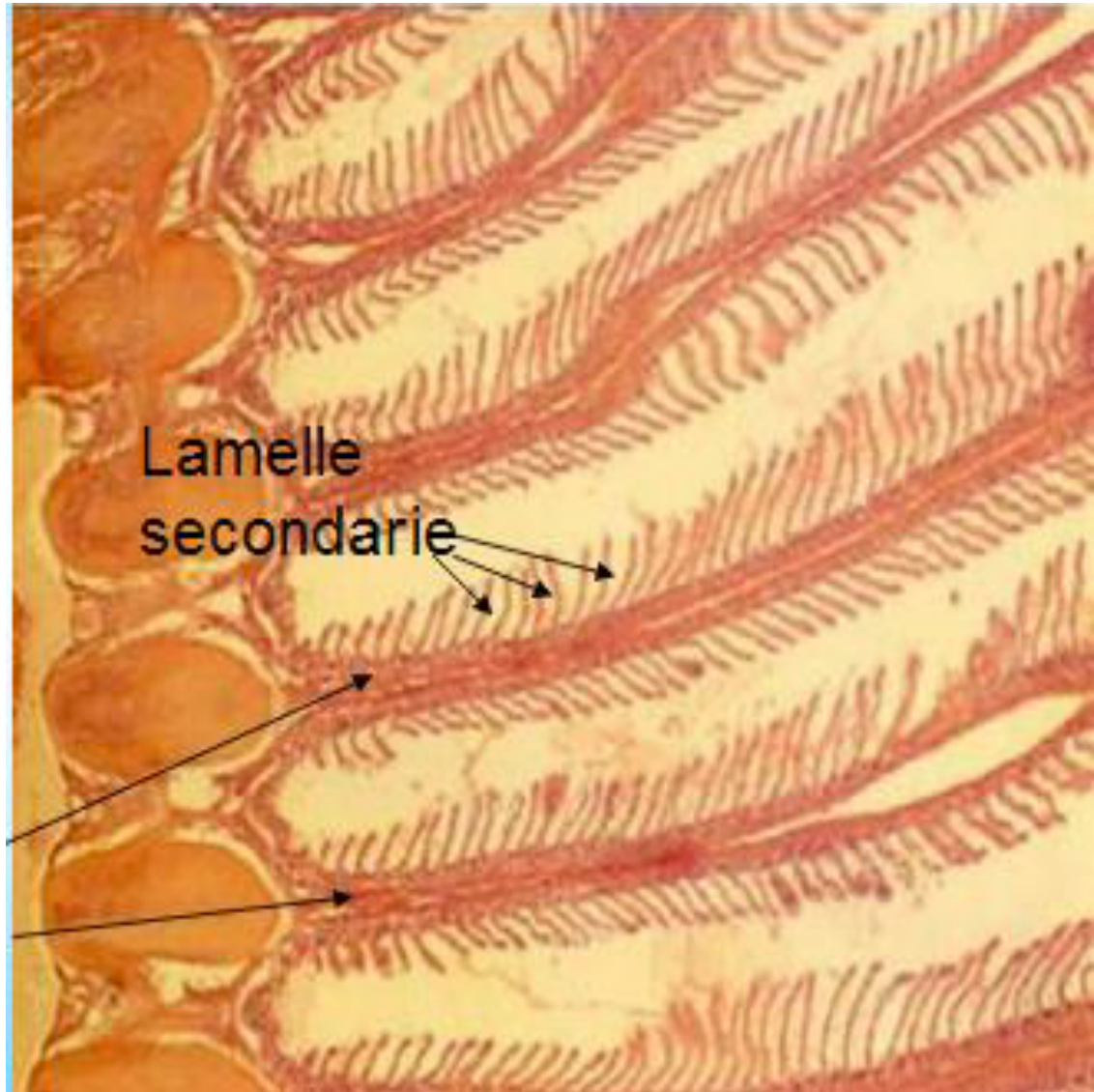


Fig. 316. Preparato di Selaco aperto ventralmente per porre in rilievo le branchie. 1: fossette olfattorie; 2: camera spiracolare; 3: prima mezza branchia; 4: I camera branchiale; 5: I branchia completa; 6: II camera branchiale; 7: II branchia completa; 8: III camera branchiale; 9: III branchia completa; 10: IV camera branchiale; 11: IV branchia completa; 12: V camera branchiale; 13: ventricolo; 14: cono arterioso; 15: atrio.



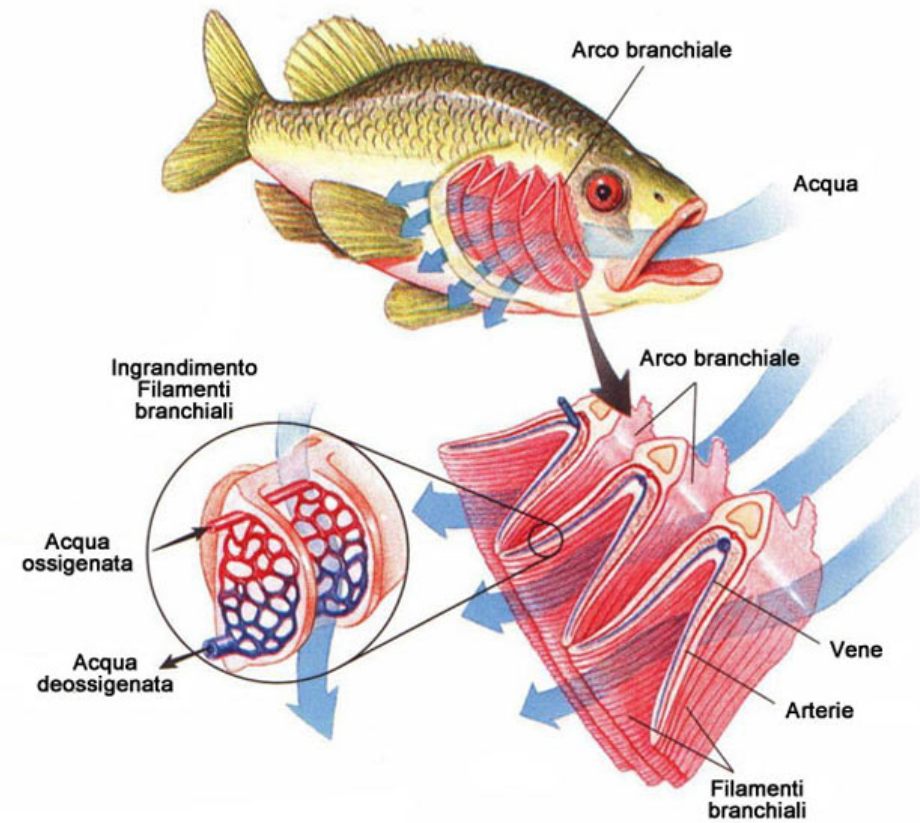
Fig. 322. Teleosteo aperto ventralmente per mettere in evidenza la camera branchiale e le quattro branchie complete. 1: opercolo; 2: camera branchiale; 3: apertura della camera branchiale nel faringe; 4: I branchia; 5: II branchia; 6: III branchia; 7: IV branchia.

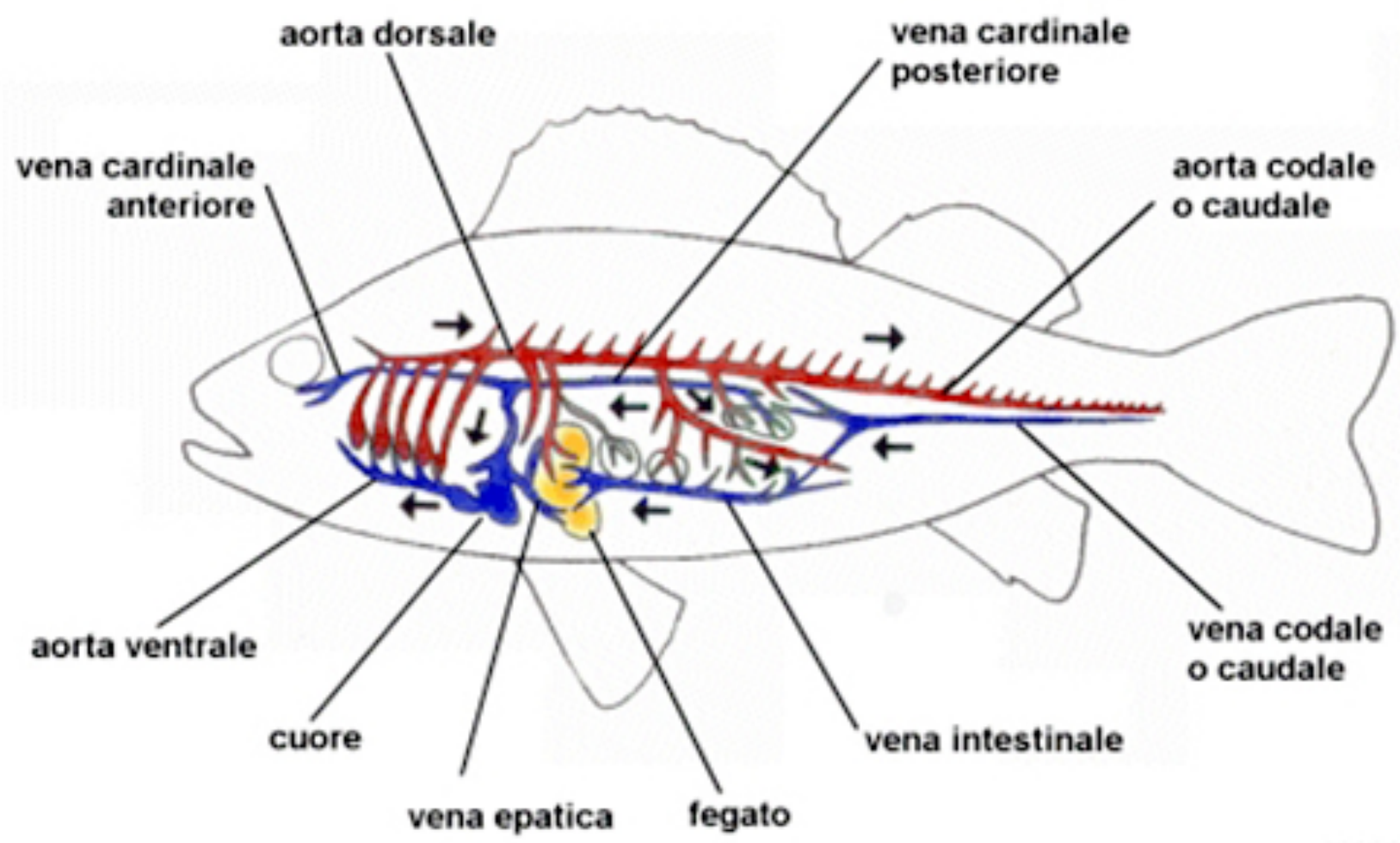




Lamelle
secondarie

La respirazione : le branchie





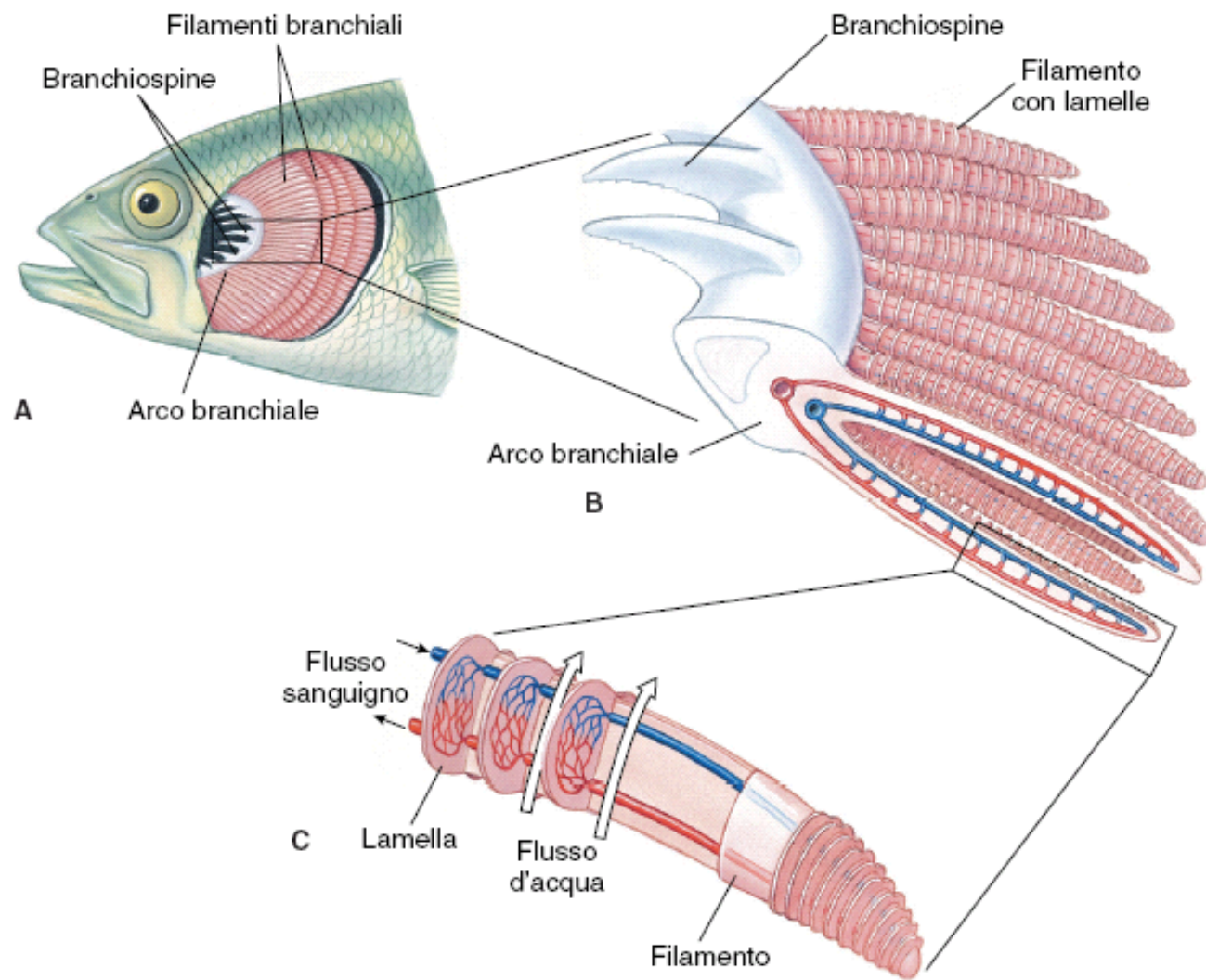


figura 16.24

Branchie di un pesce osseo. L'opercolo, falda ossea protettiva che ricopre le branchie, è stato rimosso, **A**, per scoprire la camera branchiale che alloggia le branchie. Vi sono quattro archi branchiali su ogni lato, ciascuno connesso a numerosi filamenti. **B**, una porzione di arco branchiale, mostra le branchiospine che si proiettano in avanti per trattenere cibo e detrito e i filamenti branchiali che si proiettano indietro. **C**, un singolo filamento branchiale dissezionato per mostrare i capillari sanguigni all'interno delle lamelle appiattite. La direzione del flusso d'acqua (*frecche grandi*) è opposta a quella del flusso sanguigno.

Funzione originaria: la ventilazione delle branchie

Gli gnatostomi, più attivi e con maggiori richieste metaboliche, sviluppano una **muscolatura faringea** che permette di pompare l'acqua verso le branchie. Il I arco inizialmente aveva solo funzione respiratoria e solo successivamente una funzione legata all'alimentazione. Coadiuvando all'apertura della bocca contribuisce all'espansione del faringe, agevolando il flusso dell'acqua al suo interno

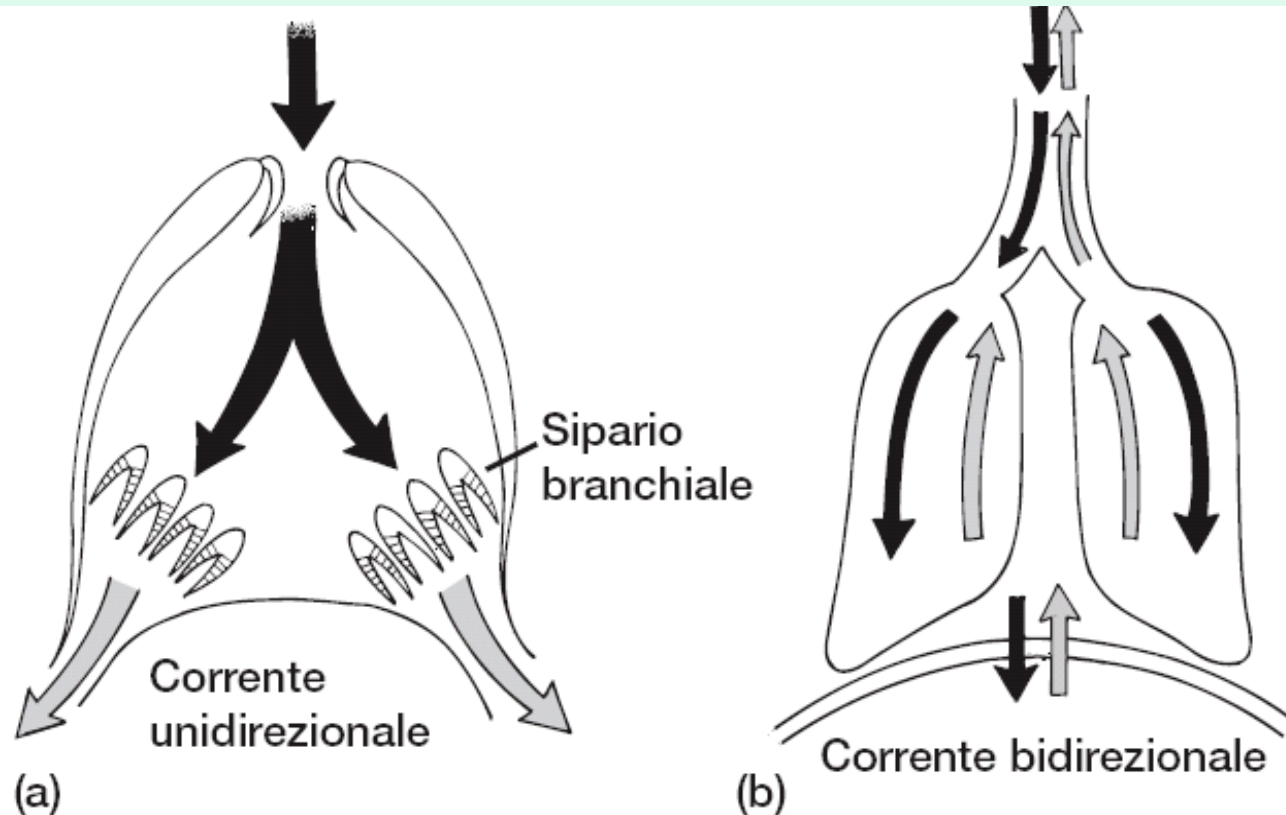
Le **protomascelle** consentono di **chiudere rapidamente la bocca**, prevenendo la fuoriuscita di acqua dalla bocca, durante l'espirazione attraverso le branchie, e di **riapirla rapidamente** favorendo il richiamo di altra acqua

Solo successivamente, gli gnatostomi diventano in grado di risucchiare la preda durante l'inalazione, e di afferrarla con le mascelle quando la bocca si chiude, durante l'esalazione.

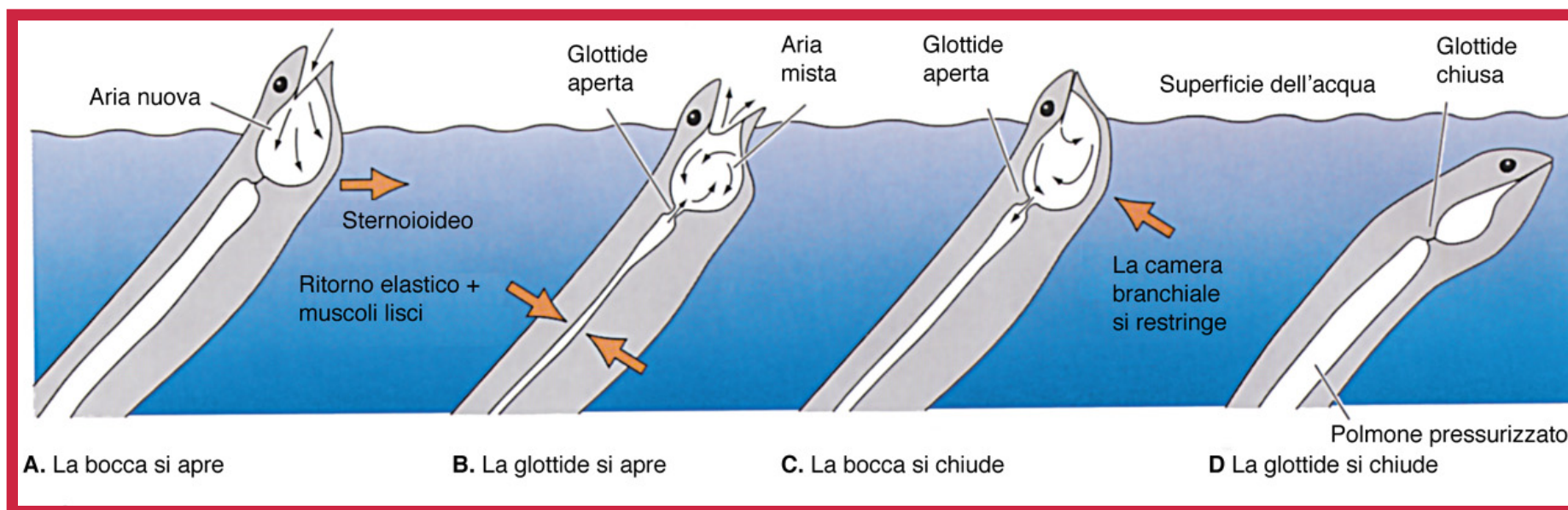
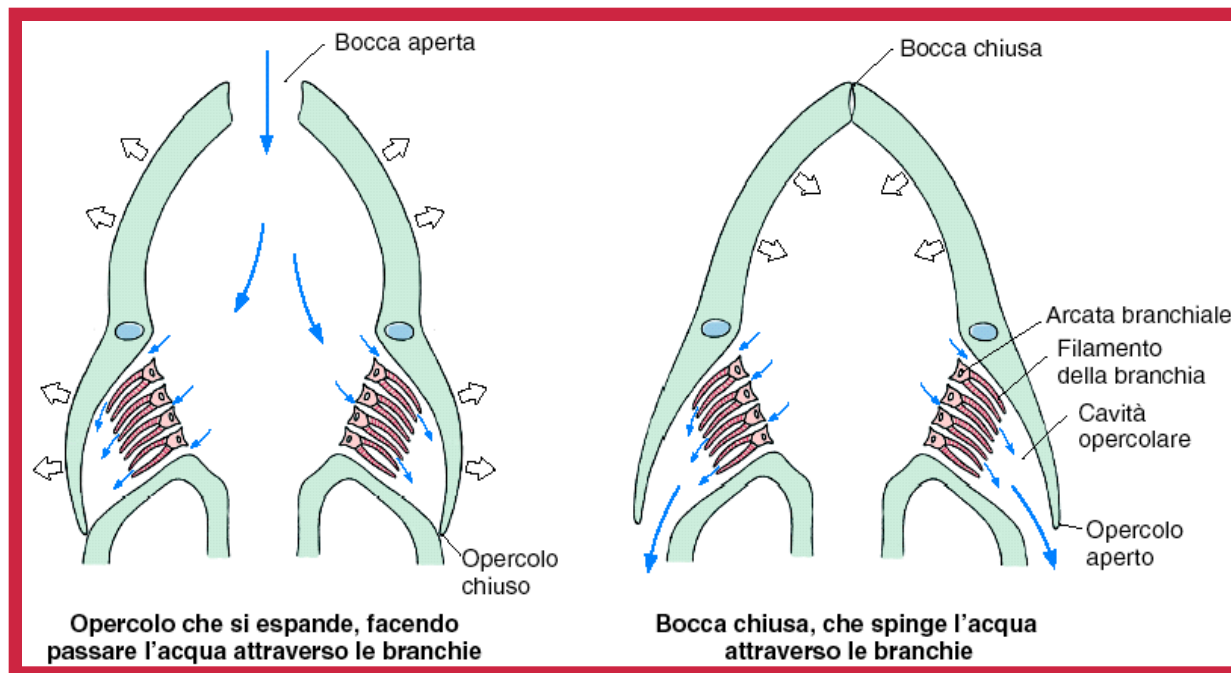
Corrente unidirezionale e bidirezionale.

(a) Nei pesci e in molti anfibi acquatici il movimento dell'acqua è unidirezionale, poiché l'acqua scorre entrando dalla bocca, attraversa il sipario branchiale ed esce dalla camera branchiale laterale.

(b) In molti vertebrati a respirazione aerea l'aria affluisce nell'organo respiratorio e poi inverte il suo verso per uscire lungo la stessa via, creando una corrente bidirezionale. Nelle branchie la corrente è unidirezionale, ad eccezione della lampreda.



La respirazione degli Osteitti



La respirazione branchiale degli Anfibi



Gli Anfibi possono respirare mediante polmoni, alquanto rudimentali e sacciformi, attraverso la pelle o per branchie interne (topograficamente simili a quelle degli Osteitti) o per branchie esterne.

Nei girini la respirazione è di tipo branchiale, negli adulti la respirazione è polmonare, suffragata dalla respirazione cutanea. Alcuni Urodeli sono perennibranchiati. L'Axolotl respira principalmente per branchie, ma ha anche una respirazione cutanea ed una polmonare mediante un polmone alquanto rudimentale. Il Siren infine respira per branchie e per polmoni.

Polmoni. I polmoni sono gli organi respiratori propri dei Tetrapodi nei quali presentano diversa complessità, connessa alle esigenze di ossigeno proprie di ciascun gruppo. Come i sacchi aerei, dai quali certamente derivano, i polmoni sono accolti nella cavità del tronco e presentano una porzione impari, più o meno ben individuata, chiamata **trachea**. Di solito, questa, dopo un breve tragitto, si divide in due bronchi, ciascuno dei quali è connesso al rispettivo polmone.

Polmoni

L'evoluzione dei polmoni dagli Anfibi ai

Mammiferi è caratterizzata da tre elementi essenziali:

- Passaggio da strutture sacciformi (Anfibi) a strutture parenchimatose (alcuni Rettili, Uccelli e Mammiferi), pliche sempre più numerose e i bronchi penetrano all'interno della cavità
- Il polmone degli Uccelli presenta una struttura molto particolare che può essere meglio definita di tipotubulare
- Costituzione di un sistema conduttore dell'aria dapprima extra-polmonare (trachea e bronchi) e poi intra-polmonare (bronchi, bronchioli).

TIPI DI POLMONE:

bronco-alveolare



C. Mammifero

multi-camerato



B. Rettile

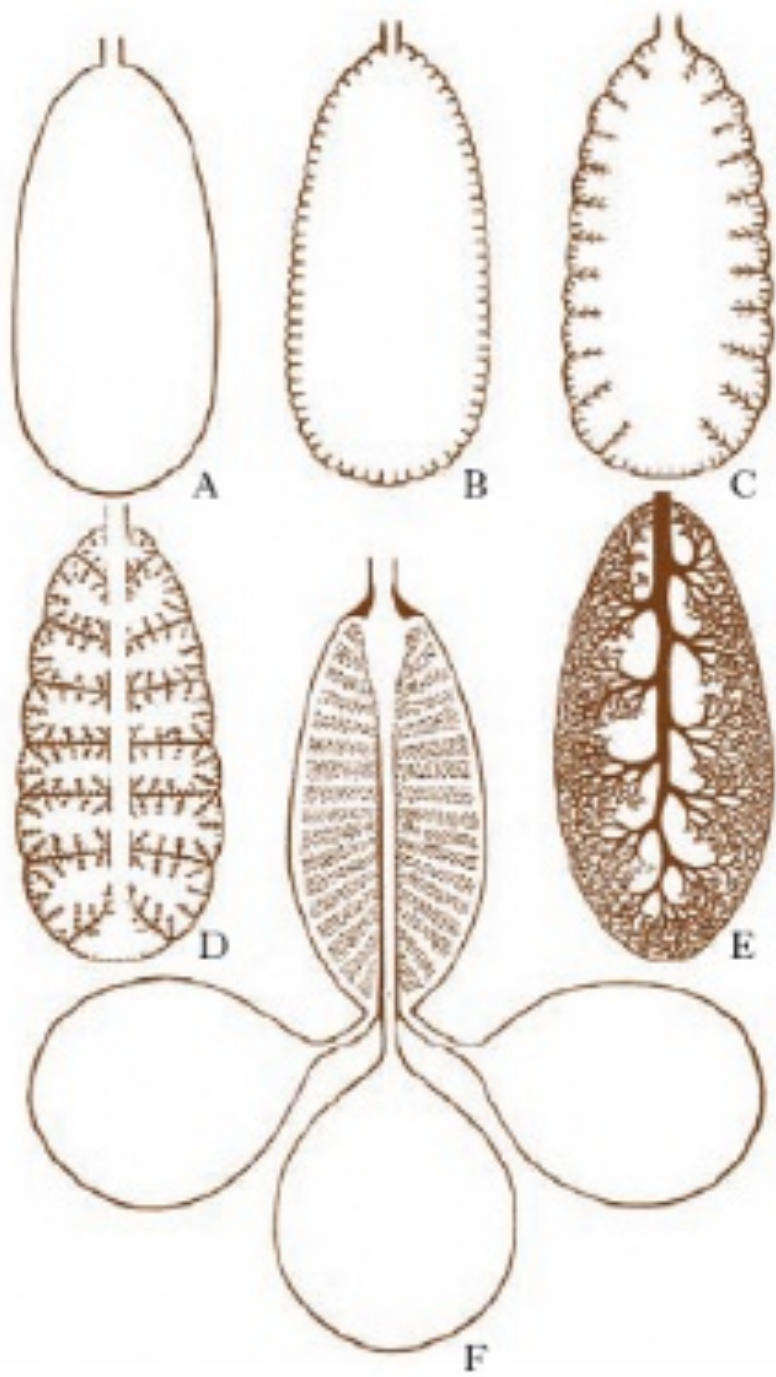
uni-camerato



A. Anfibio

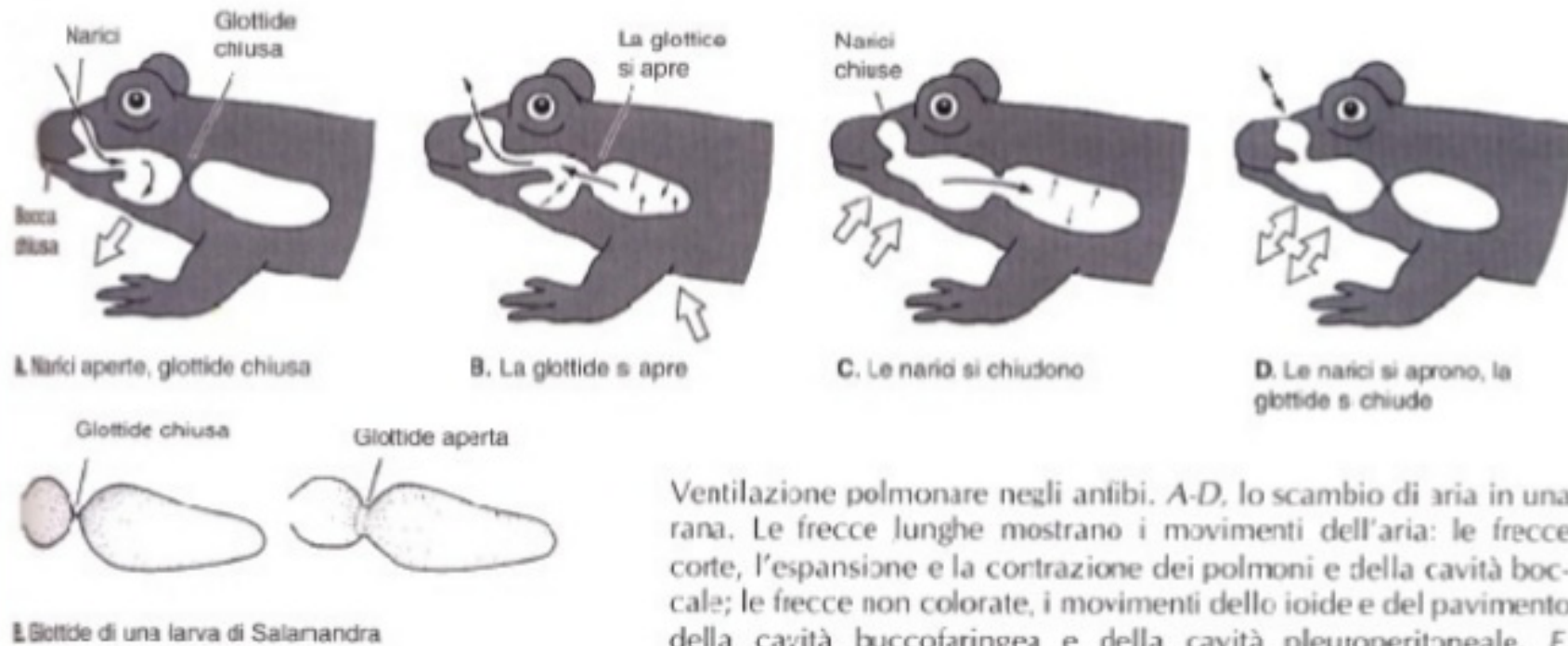
A-C, Il grado di compartimentazione dei polmoni di differenti tetrapodi: A, un anfibio; B, un rettile; C, un mammifero.





Negli Anfibi moderni adulti, nei quali la respirazione cutanea e quella buccale sono abbastanza efficienti, tanto che in talune specie può essere la sola presente, i polmoni hanno struttura piuttosto semplice e sono, perciò, detti **polmoni sacciformi**. Nell'adulto della maggioranza delle specie, si presentano come sacchetti dalle pareti sottili con area respiratoria meglio sviluppata nella parte anteriore. In questa zona, la loro superficie interna si solleva in una serie di piccole pliche che delimitano dei minuscoli compartimenti a forma di coppa, le **faveole**, al cui livello avvengono gli scambi respiratori.

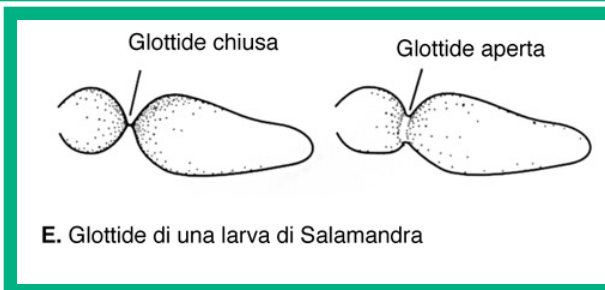
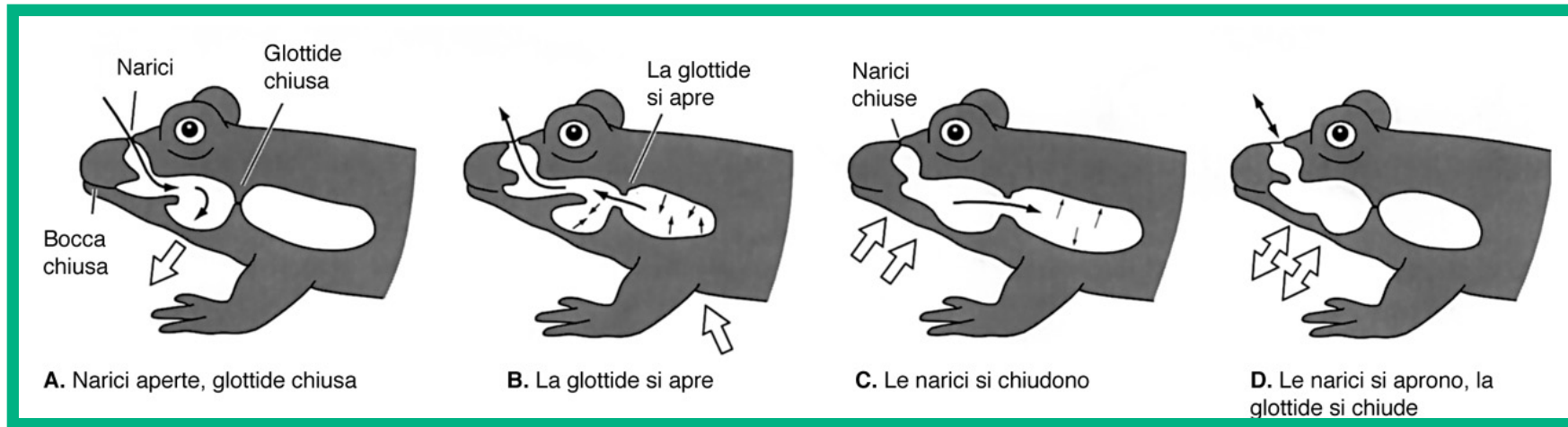
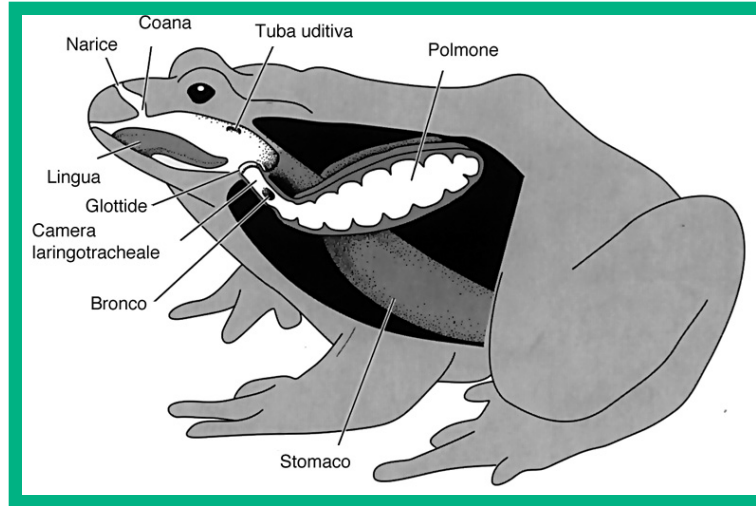
Anfibi

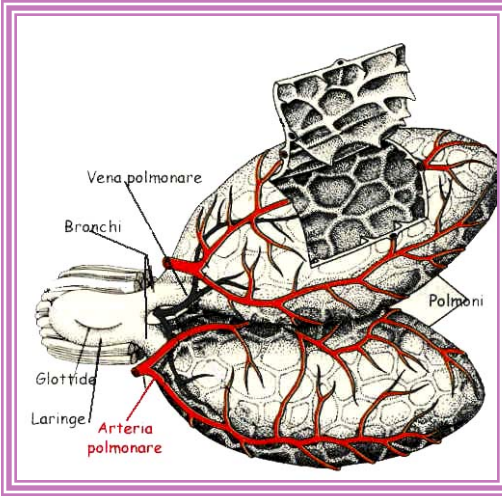
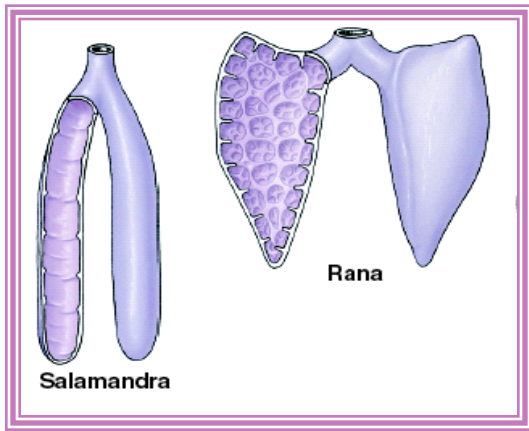


Ventilazione polmonare negli anfibi. A-D. lo scambio di aria in una rana. Le frecce lunghe mostrano i movimenti dell'aria: le frecce corte, l'espansione e la contrazione dei polmoni e della cavità boccale; le frecce non colorate, i movimenti dello ioide e del pavimento della cavità buccofaringea e della cavità pleuroperitoneale. E, Disegni da videografica di una larva di salamandra che mostrano la chiusura e l'apertura della glottide. (A-D, da *Dejongh*; E, da *Brainerd*)

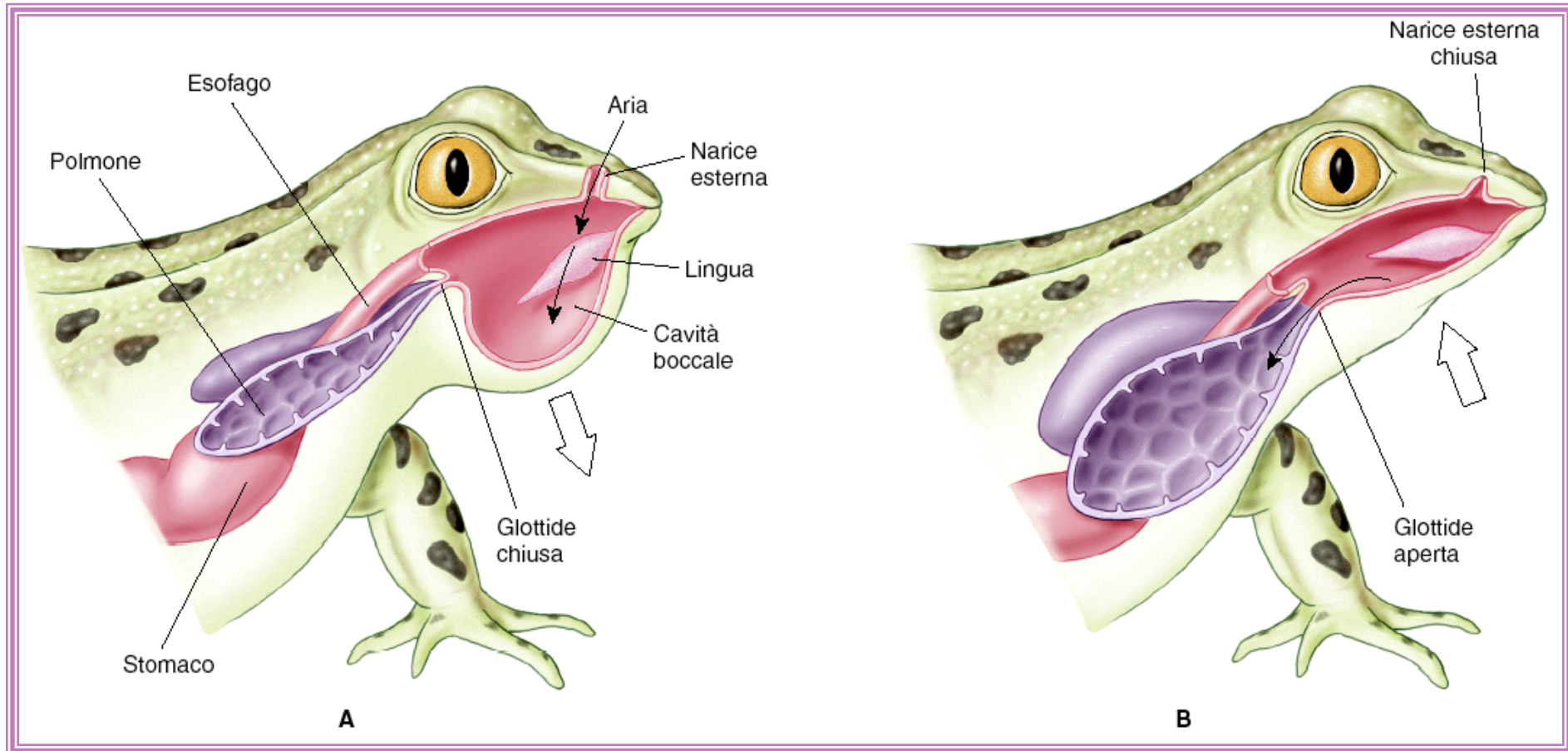
Poiché manca una gabbia toracica, la ventilazione polmonare negli Anfibi avviene grazie a **variazioni dell'ampiezza del cavo orale e faringeo** per azione dei muscoli bucco-faringei: l'aria entra attraverso le narici (a bocca chiusa) e quindi dalla bocca viene forzata nei polmoni attraverso ripetuti **atti di deglutizione**.







Il polmone sacciforme degli Anfi

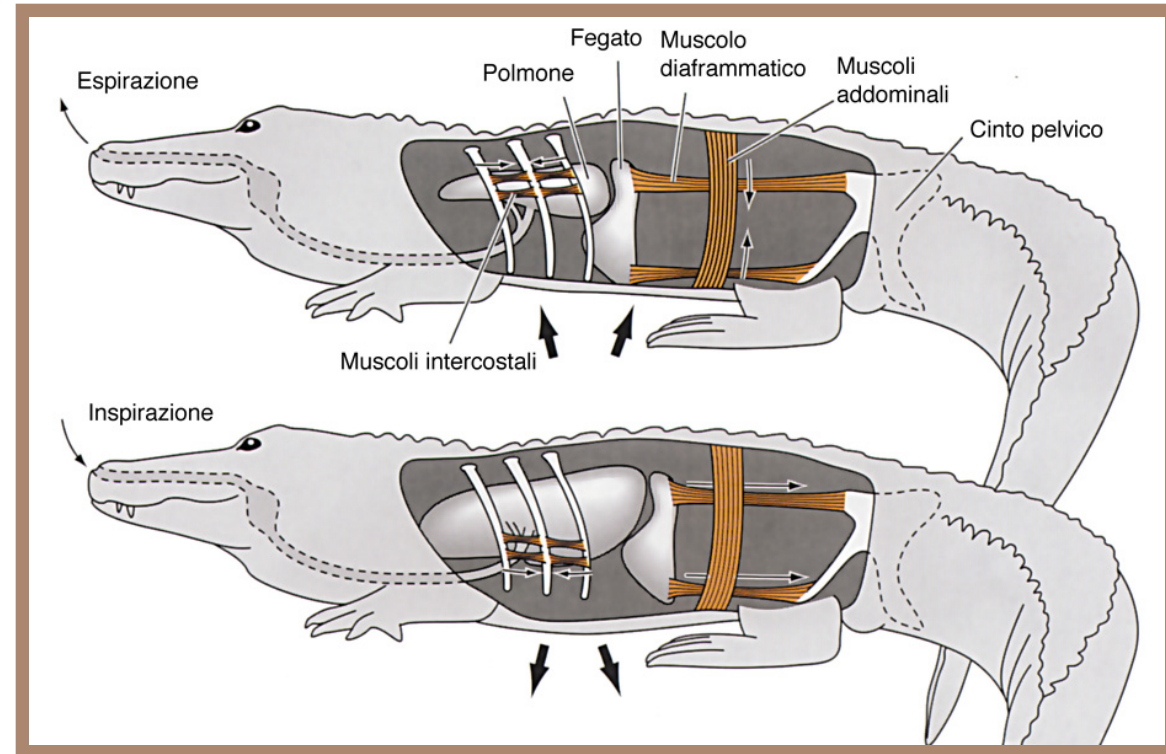
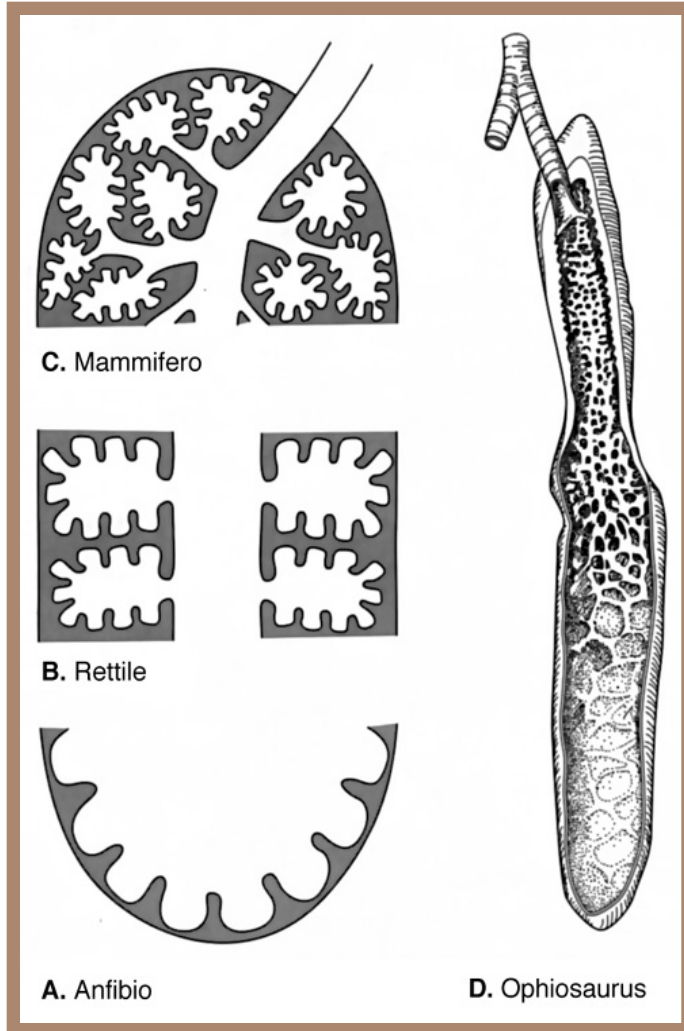


Il polmone dei Rettili

In alcuni gruppi di Rettili, come i serpenti e la maggioranza dei sauri, i polmoni sono, come negli Anfibi, di tipo sacciforme anche se le faveole si estendono su una significativa parte della loro superficie interna. Le faveole posseggono, lungo il bordo libero, delle fibrocellule muscolari lisce che ne possono regolare l'apertura nel lume centrale, e, inoltre, al loro interno sono suddivise da minute pliche in aree più piccole che ne incrementano la superficie. L'area respiratoria è meglio sviluppata nella parte anteriore dell'organo.

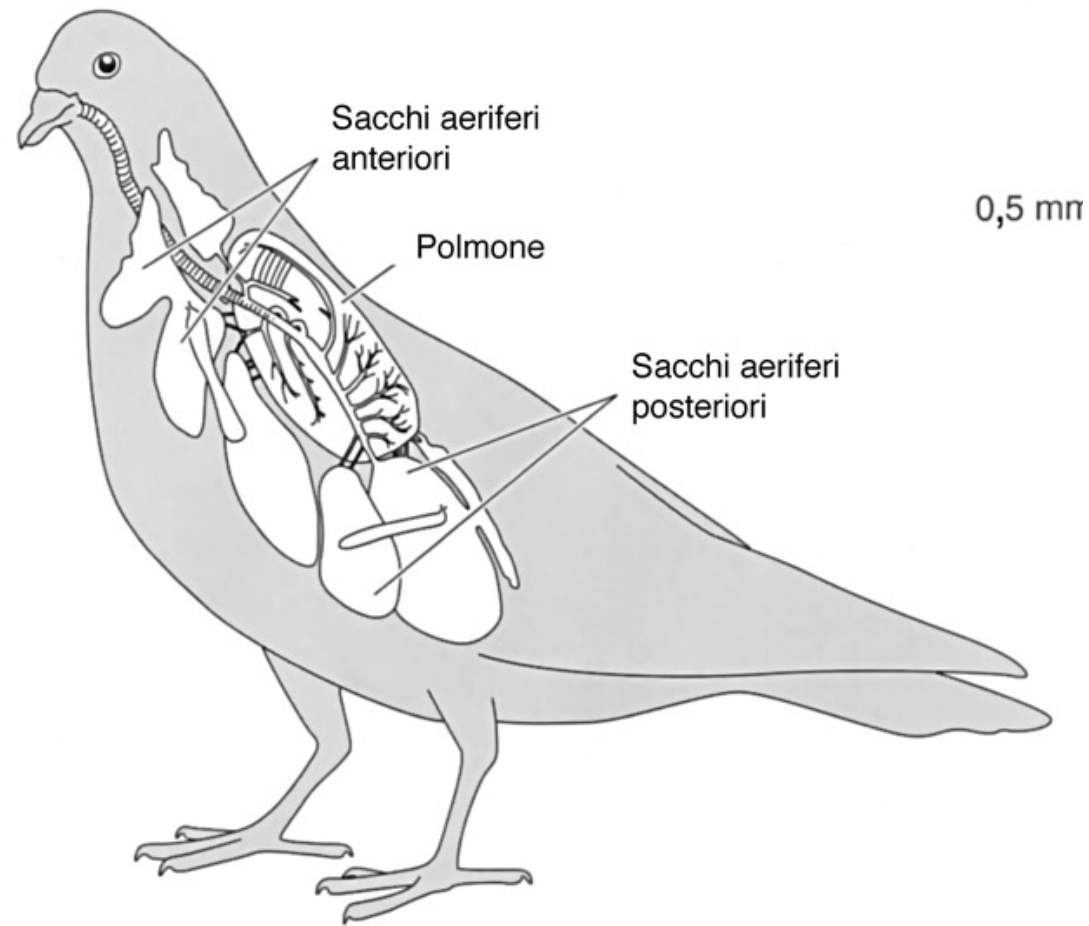
Nei Cheloni e, soprattutto, nei Coccodrilli, dalla parete interna dei polmoni si sollevano dei setti che ne suddividono il lume in camere, al cui interno setti secondari e terziari, portano ad un significativo incremento dell'area occupata dalle faveole. Conseguentemente, il lume centrale di ciascun polmone si riduce e tutto l'organo assume una struttura più compatta che ne giustifica il nome di **polmone semi-parenchimoso**.

Il polmone dei Rettili



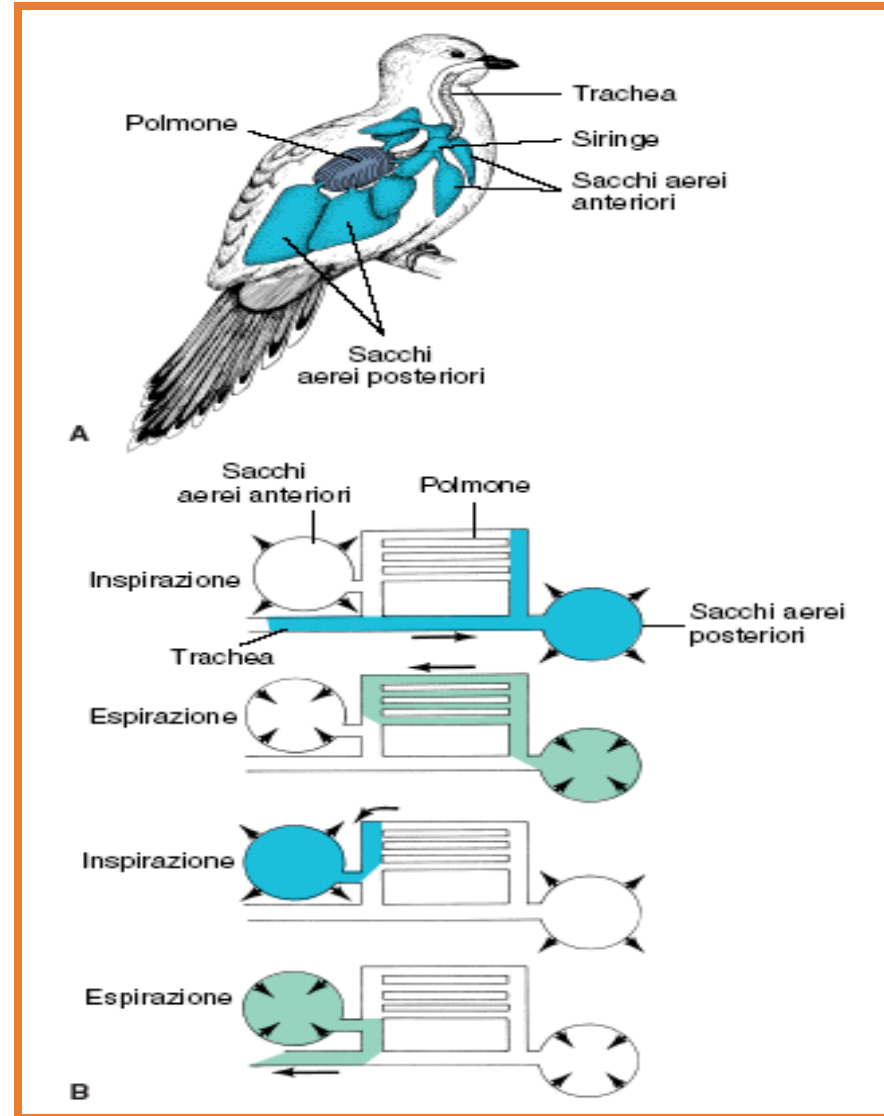
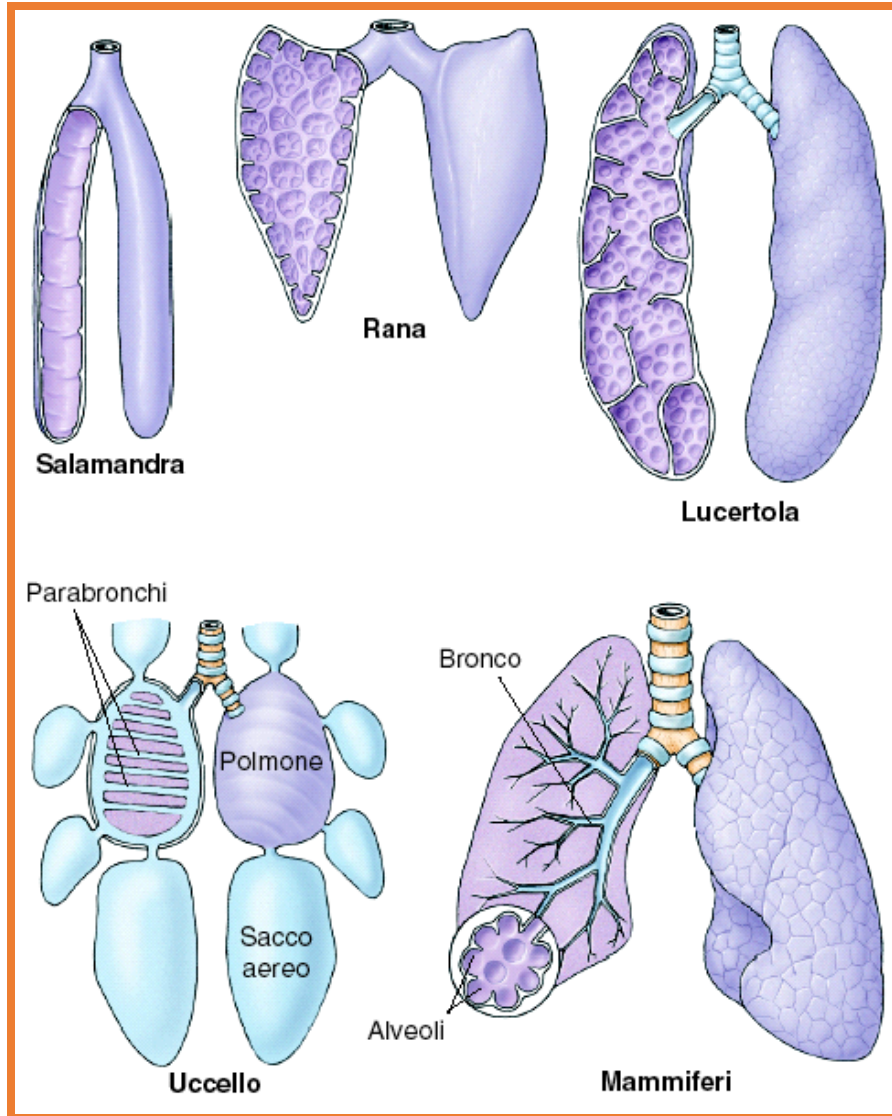
Polmone e ventilazione negli uccelli

- I polmoni sono piccoli, poco elastici e in comunicazione con dei sacchi aerei dotati di parete sottile non respiratoria, distribuiti tra i visceri e all'interno delle ossa cave. Sono presenti inoltre due bronchi principali, uno per ciascun polmone, che dopo aver attraversato il rispettivo polmone sboccano nei sacchi aerei. Sono presenti inoltre dei parabronchi, connessi a una serie di piccole cavità che costituiscono la vera superficie di scambio gassoso



A. Polmoni e sacchi aeriferi

La respirazione negli Uccelli

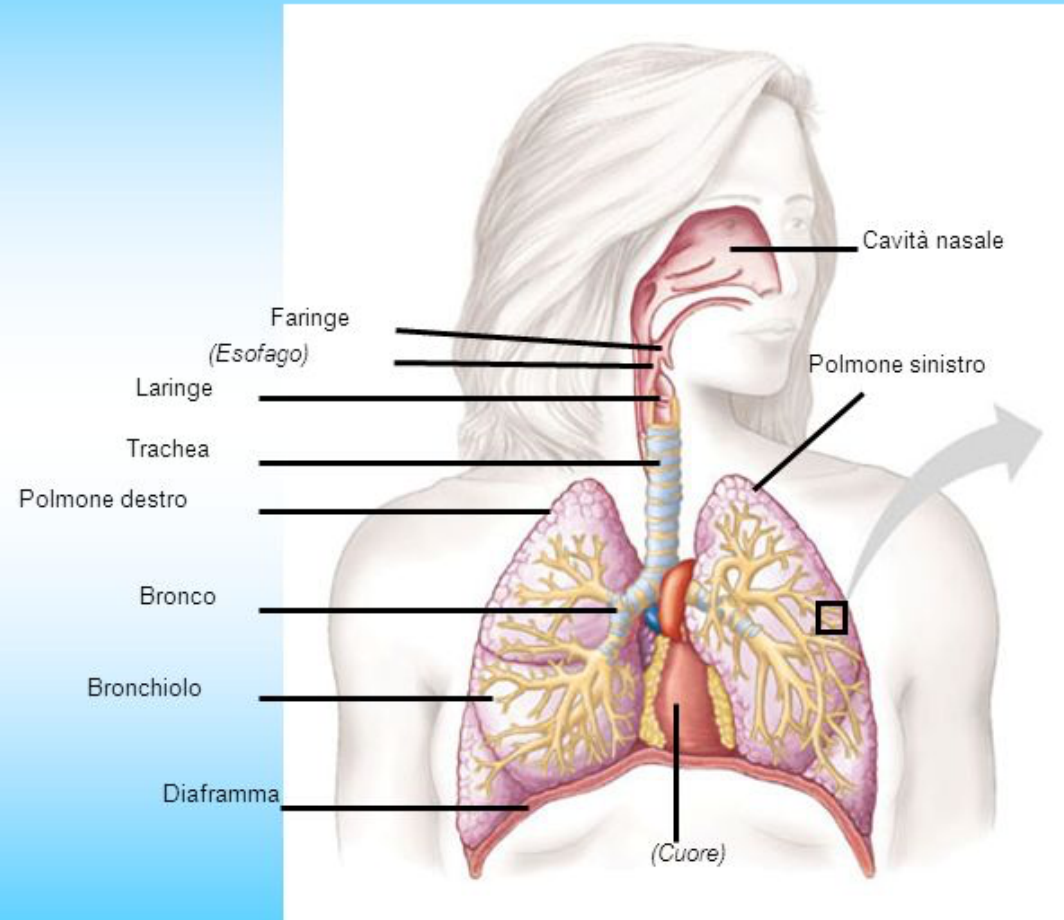


Il polmone dei Mammiferi

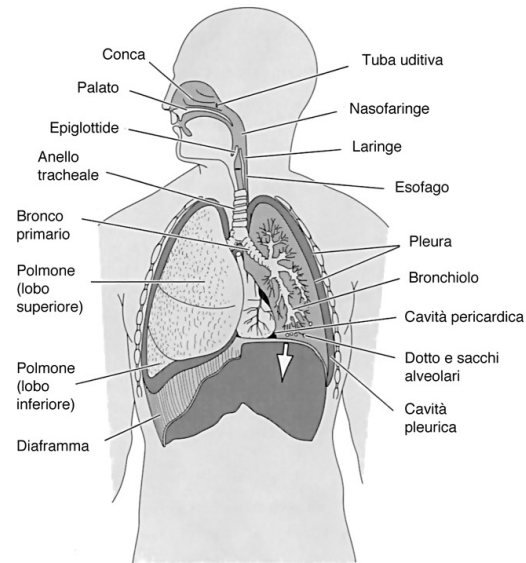
Nei Mammiferi, i polmoni si presentano più compatti e sono, perciò, detti **polmoni parenchimatosi**. Nella loro organizzazione strutturale, il bronco principale, derivato dalla trachea, dà origine, per successive divisioni, ad una serie di bronchi e questi a bronchioli, di diametro progressivamente minori (albero bronchiale). Alle ultime diramazioni di questo ampio albero bronchiale sono connessi dei delicati *sacchetti respiratori* tappezzati di minuscoli **alveoli**, le aree ove avvengono gli scambi respiratori. La parete degli alveoli è molto sottile, essendo essi rivestiti essenzialmente da un epitelio pavimentoso semplice che assottiglia di molto lo spazio tra il loro lume e il sottostante fitto intreccio di capillari.

Nella trachea e nell'albero bronchiale, lo strato più interno, la mucosa, è rivestito di un epitelio pseudostratificato vibratile ed è ricco di ghiandole mucose. Le ciglia delle cellule epiteliali sono molto attive dovendo trasferire nella faringe il muco secreto dalle ghiandole che intrappola tutte le particelle estranee le quali, penetrate durante l'inspirazione nell'albero bronchiale, potrebbero danneggiare gli alveoli.

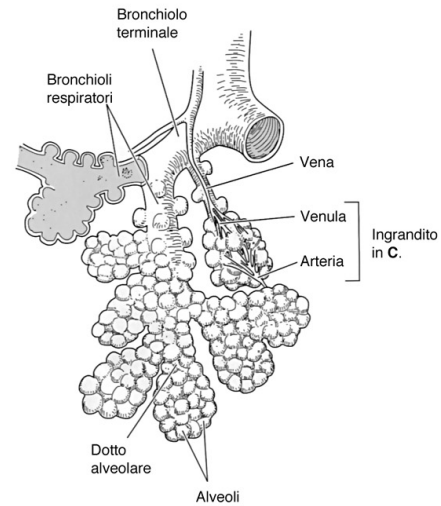
APPARATO RESPIRATORIO NELL'UOMO



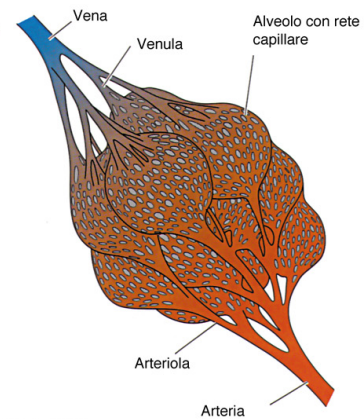
Il polmone dei Mammiferi



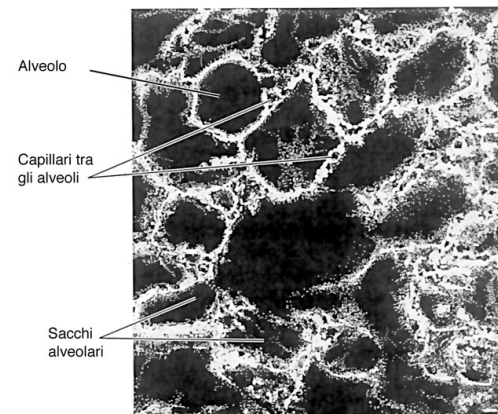
A. Vie aeree e polmoni



B. Alveoli

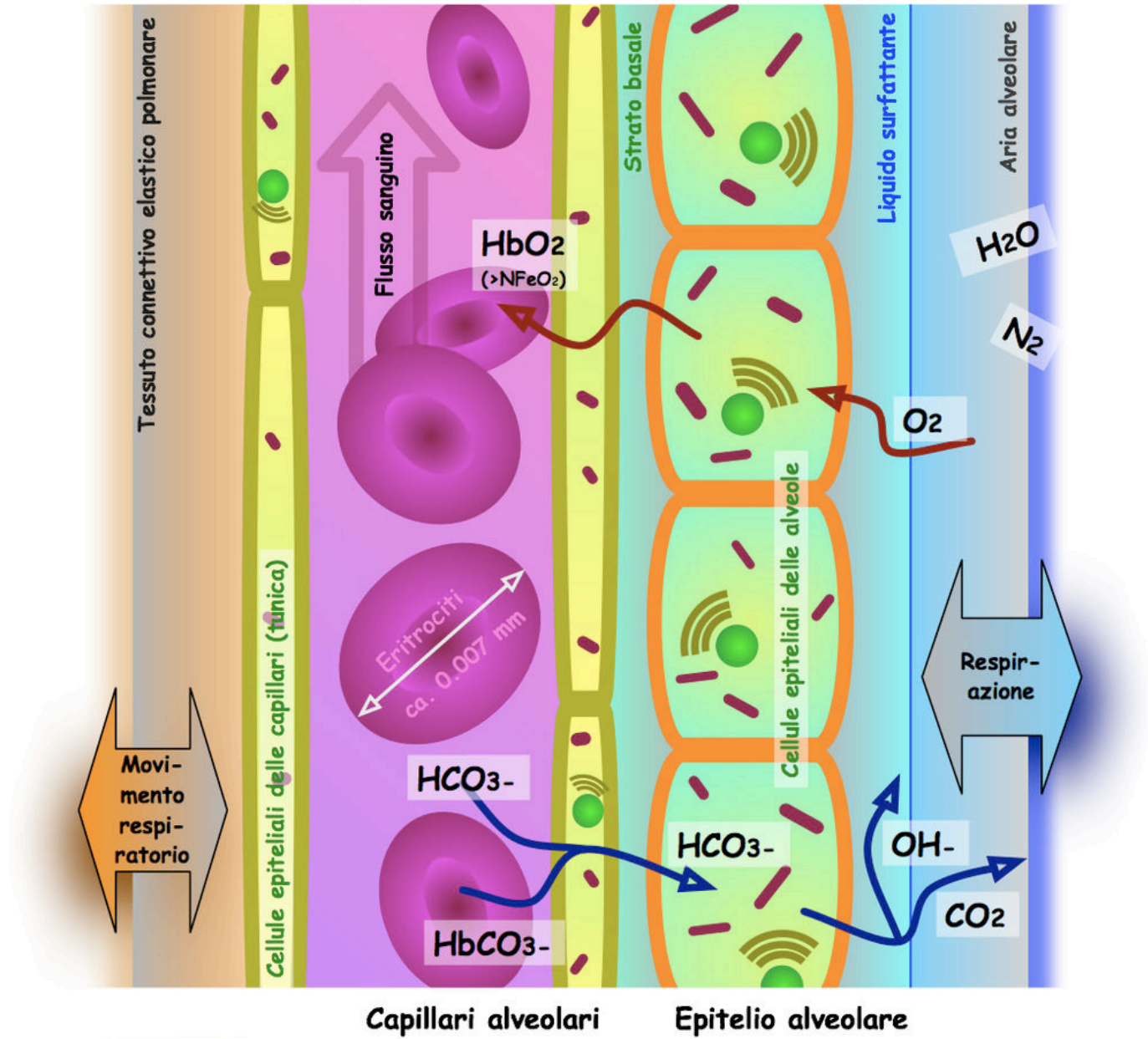


C. Letto capillare



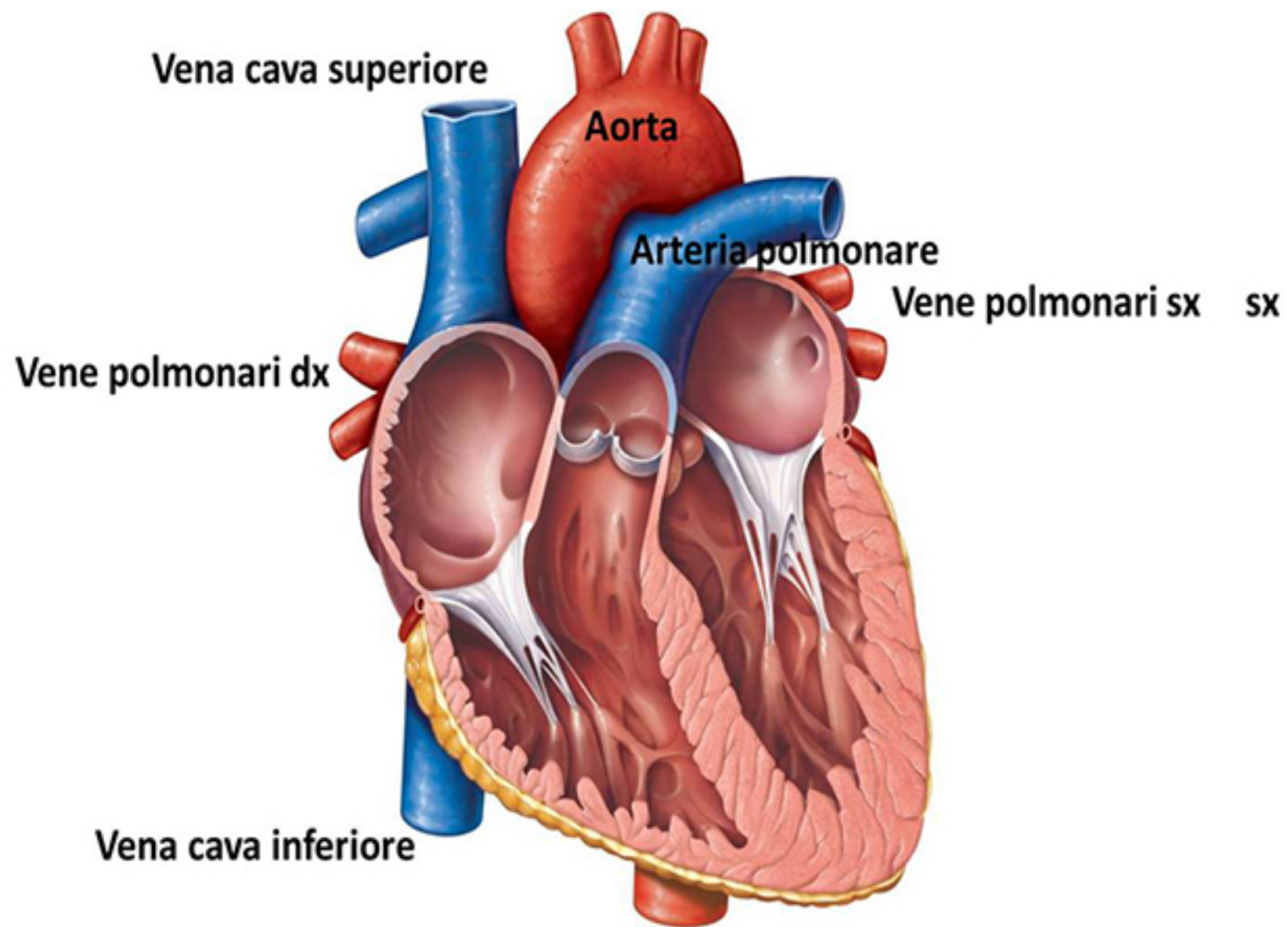
D. Porzione di polmone umano

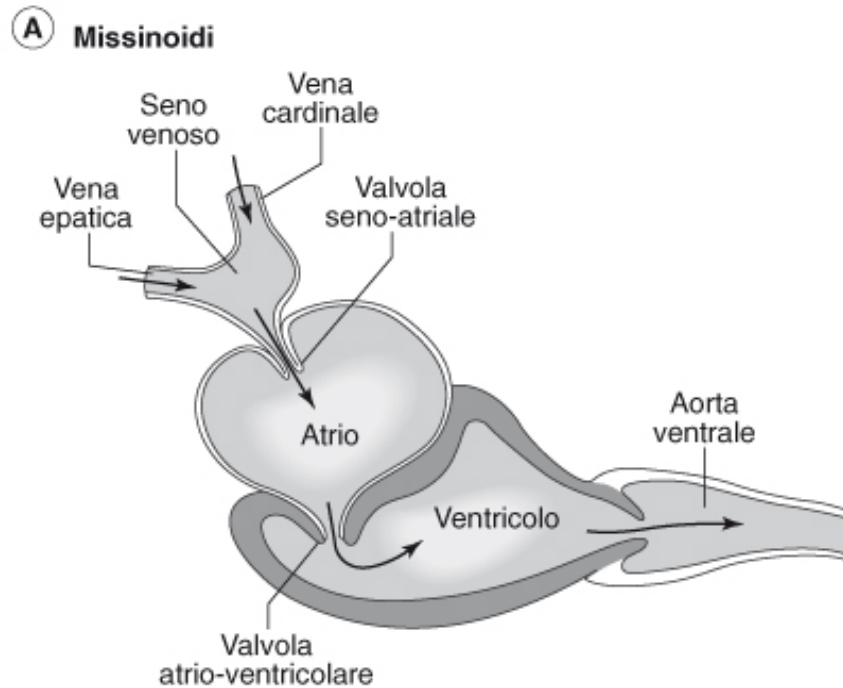
Scambio di gas polmonare



Sistema circolatorio

- **Il cuore**, che è costituito da quattro camere (seno venoso, atrio, ventricolo, cono arterioso), si forma dalla splancnopleura in posizione ventrale rispetto al faringe dell'embrione. Tale posizione resta immutata nei pesci, mentre nei tetrapodi tende a cambiare, per cui il cuore risulta posizionato più caudalmente
- Il cuore pompa il sangue verso la regione cefalica tramite l'aorta ventrale; una volta ossigenato a livello delle branchie, tramite gli archi aortici, il sangue arriva nell'aorta dorsale e da questa trasferito nei diversi distretti corporei muovendosi dalla regione anteriore verso la parte posteriore
- La circolazione sanguigna può essere semplice (pesci), doppia incompleta (anfibi, rettili), completa (uccelli e mammiferi) è costituita da un sistema di vasi chiusi.
- Il trasporto dell'ossigeno avviene grazie all'**emoglobina** presente all'interno dei globuli rossi

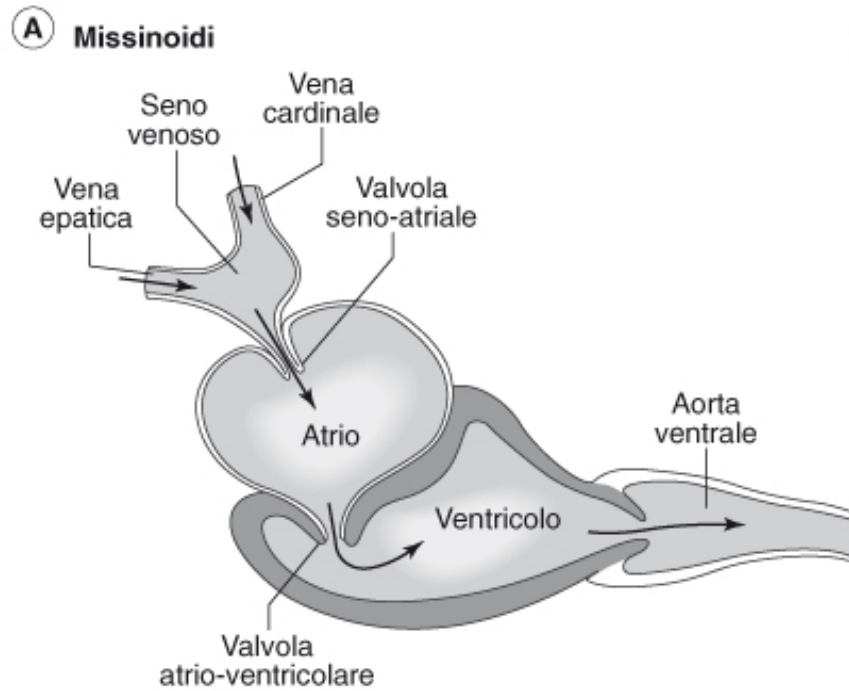




Il sangue portato al seno venoso dalla vena cardinale e dalla vena epatica, si dirige all'atrio ed al ventricolo dal quale si immette direttamente nell'aorta ventrale

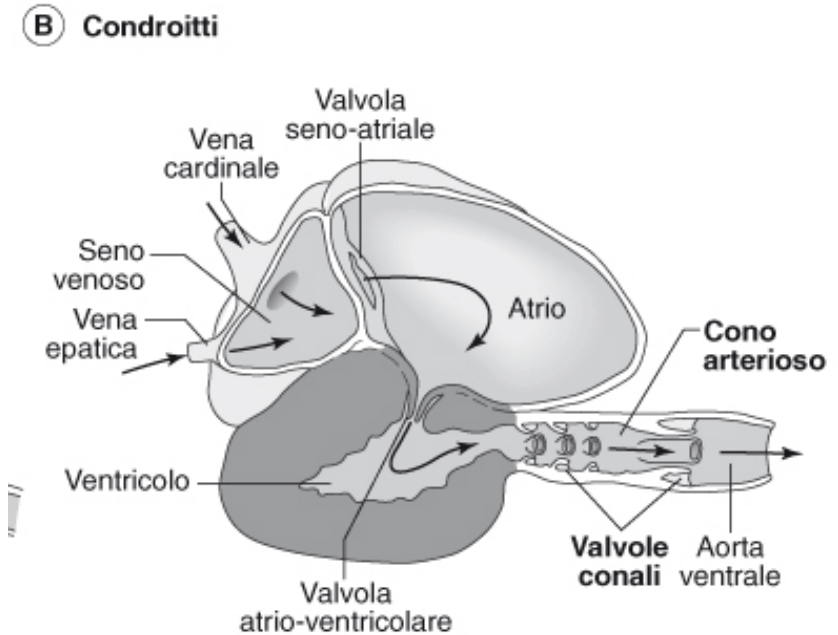
Il cuore degli ittiopsidi risponde alle esigenze della circolazione semplice. È un tubo contrattile grazie al quale il sangue refluo dal corpoviene spinto a livello delle branchieove viene ossigenatoe quindi indirizzato ai diversi distretti corporei.

AGNATI MISSINOIDEI

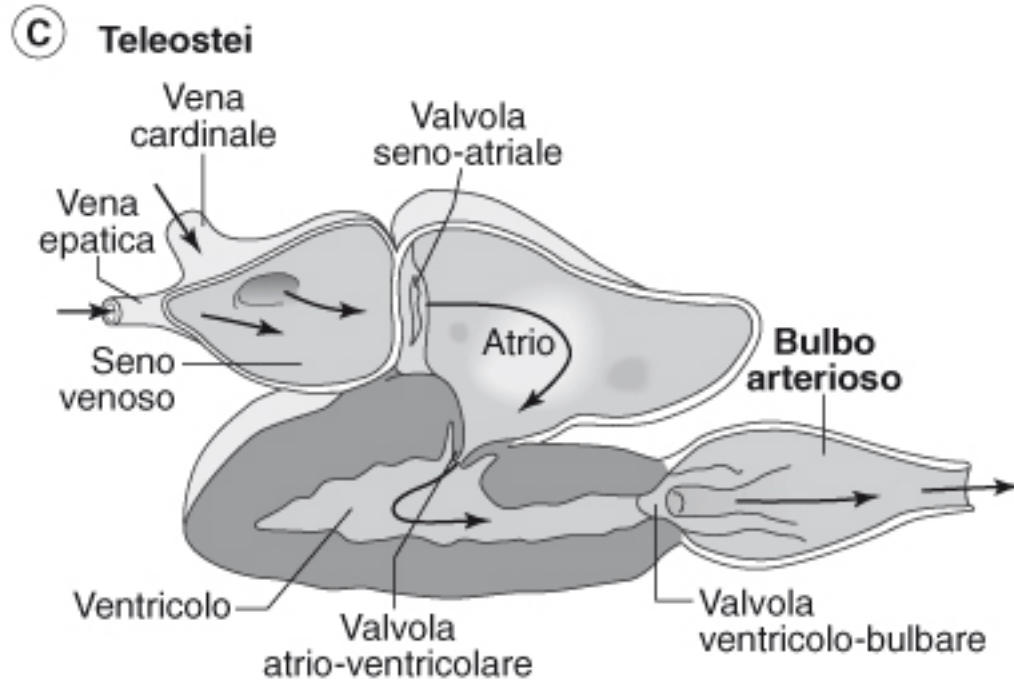


Il sangue portato al seno venoso dalla vena cardinale e dalla vena epatica, si dirige all'atrio ed al ventricolo dal quale si immette direttamente nell'aorta ventrale

AGNATI PETROMIZZONTI–NEI CONDROITTI E OSTEITTI OLOSTEI

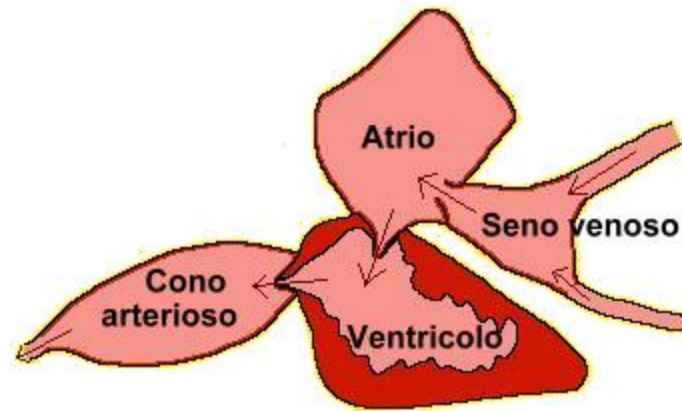
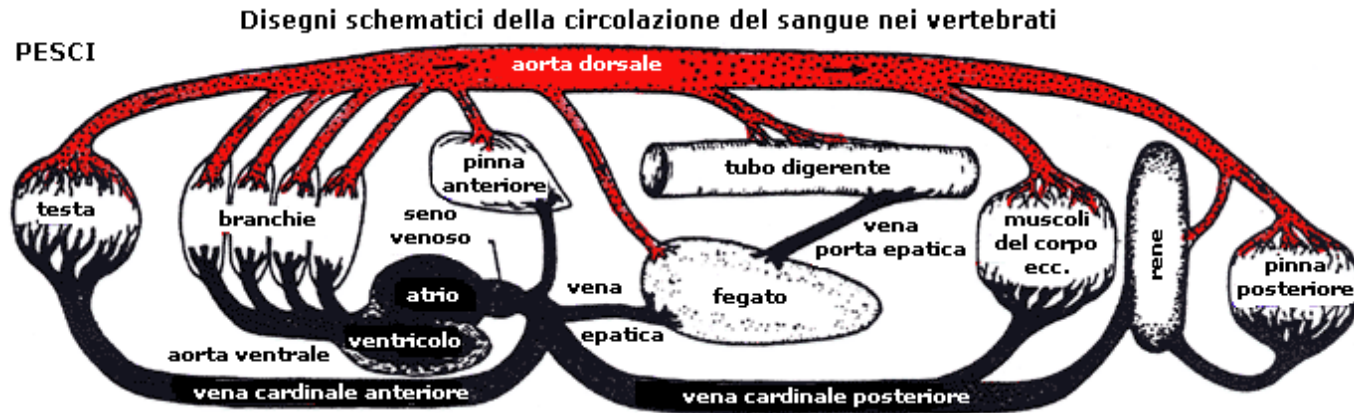


Compare un cono arterioso una camera contrattile constitute da muscolatura striata cardiaca. Numerose valvole conali caratterizzano questa porzione del cuore che si continua con l'aorta ventrale



Il cuore dei teleostei differisce nella concamerazione anteriore: il bulbo cardiaco embrionale origina il BULBOARTERIOSO, caratterizzato da struttura elastica. Il bulbo manca di valvole

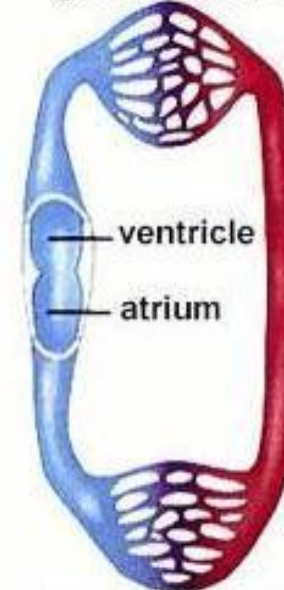
Circolazione sanguigna in un Osteitto



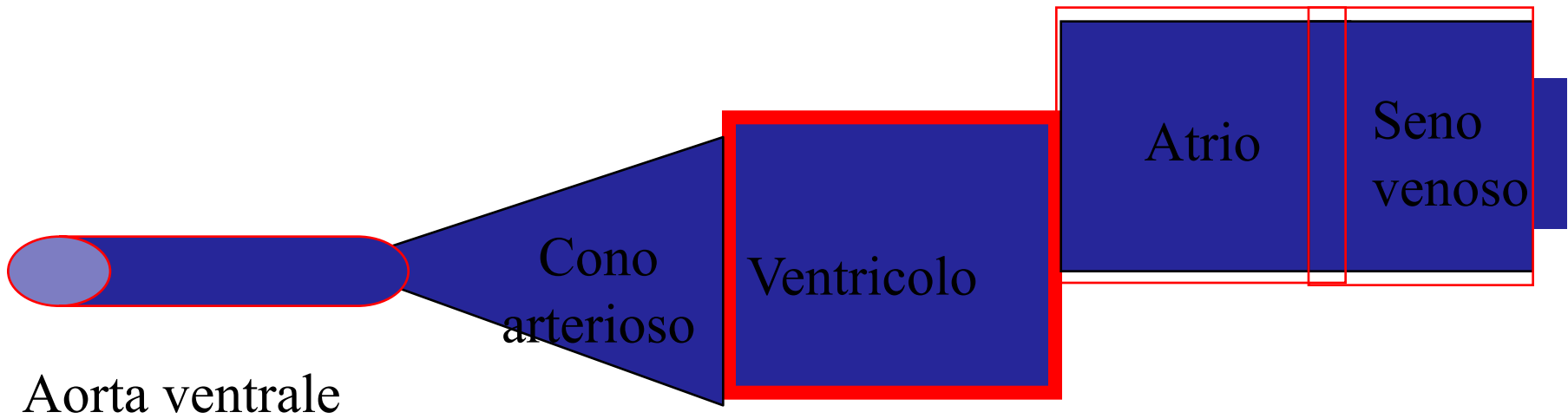
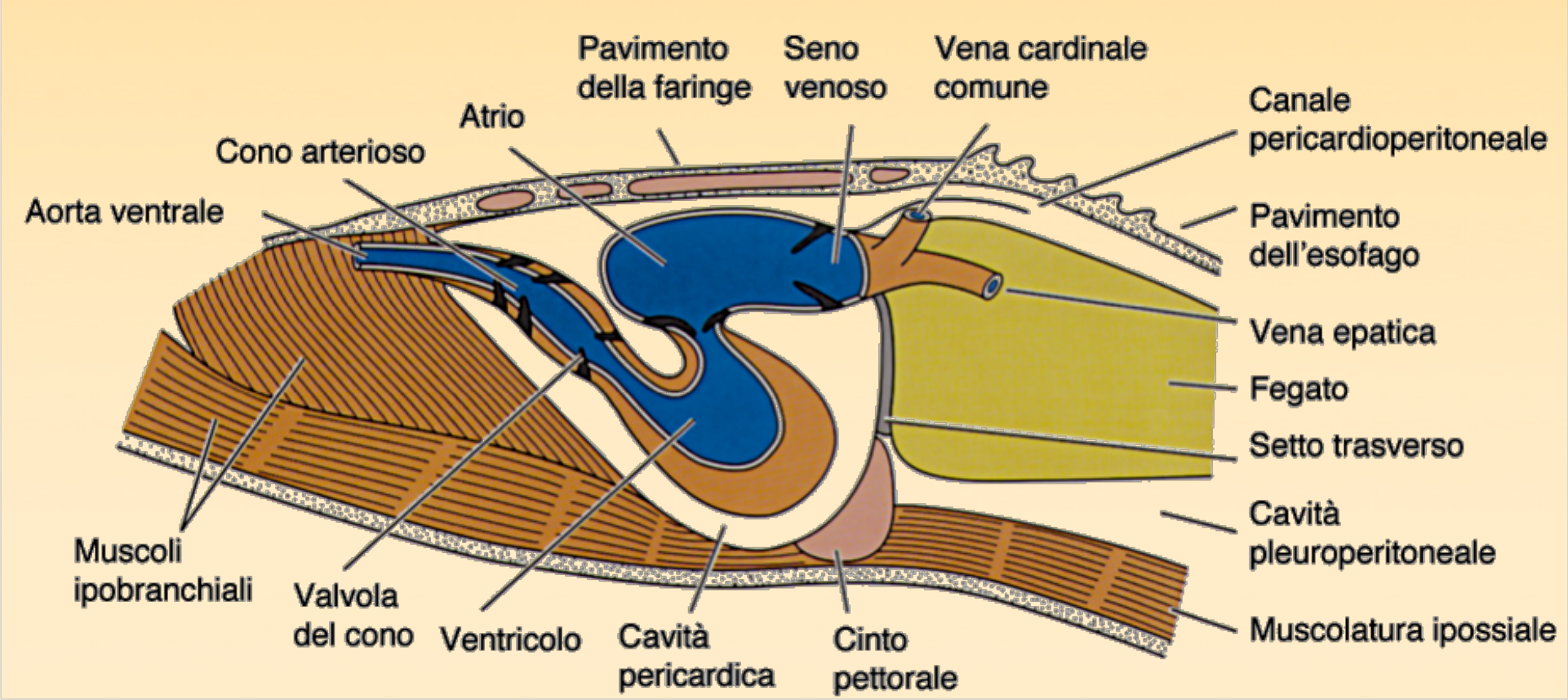
a)

Fish Heart:
One Atrium,
One Ventricle,
"Single Circulation"

gill capillaries



body capillaries
**2 CHAMBERED
HEART**



I Pesci polmonati assumono O₂ dall'aria nei polmoni per mezzo di una circolazione polmonare, ma non possono fare a meno di una circolazione branchiale. Le branchie sono funzionanti quando la tensione di O₂ nell'acqua è maggiore di quella del sangue. Ma quando i pesci polmonati si trovano in acqua povera di O₂, il sangue viene dirottato ai polmoni e deviato dalle branchie, dalle quali l'O₂ potrebbe essere perduto.

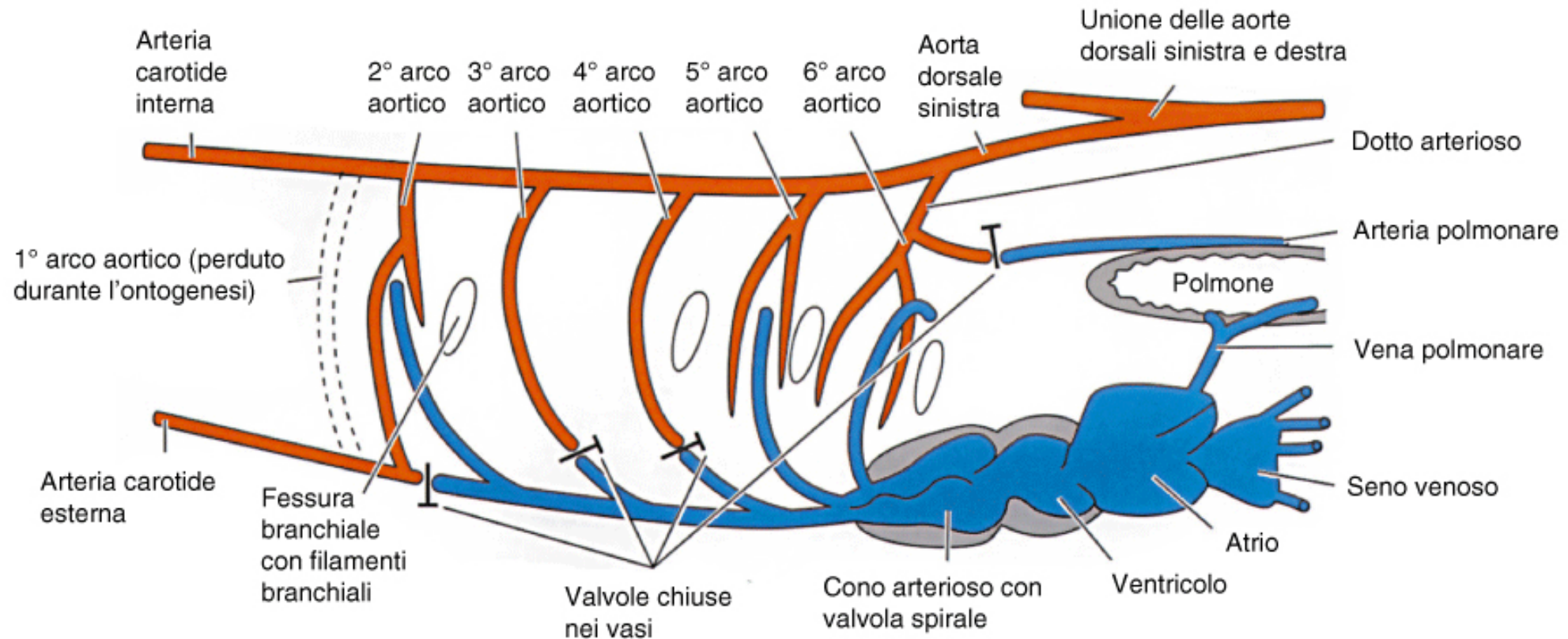
Respirazione branchiale

[O₂] nell'acqua > maggiore di quella del sangue

Respirazione polmonare

[O₂] nell'acqua scarsa

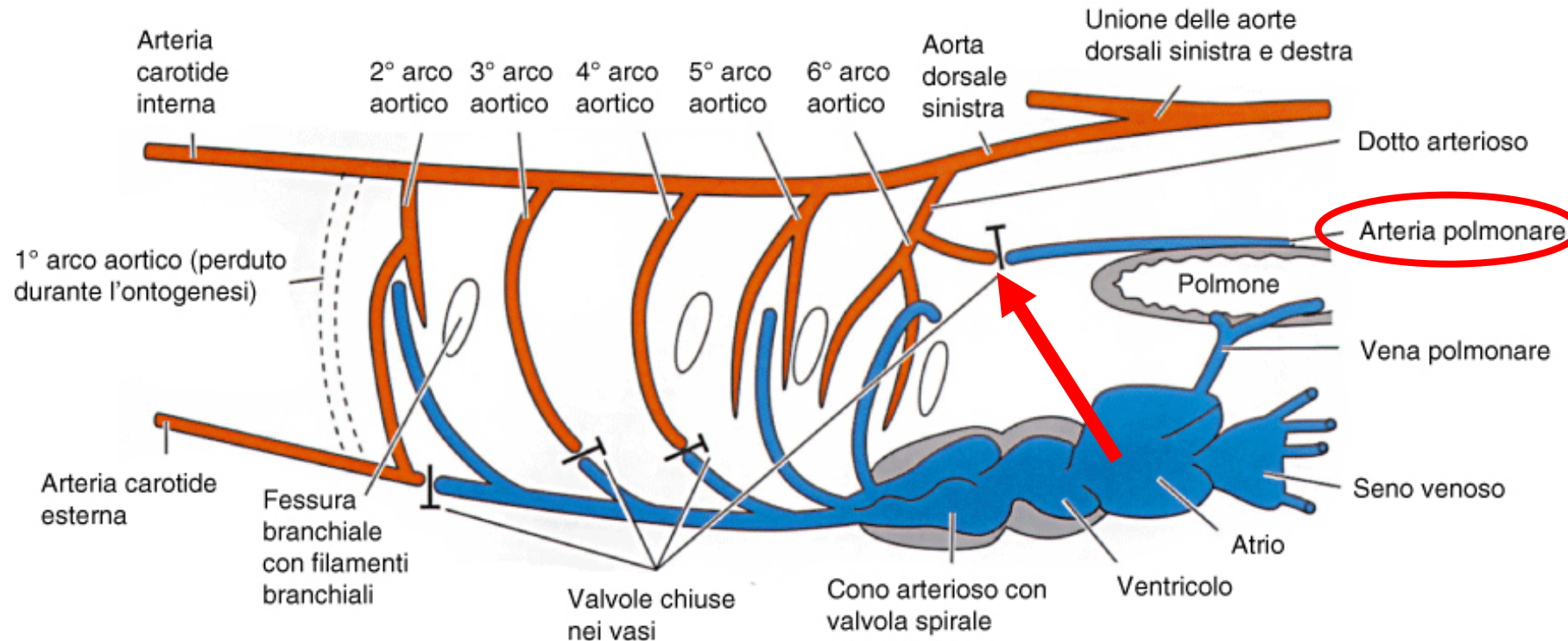
I **dipnoi** hanno evoluto un cuore che permette sia la circolazione branchiale che polmonare. Si evolve un nuovo vaso, la **vena polmonare** che porta il sangue dai polmoni ad un atrio parzialmente diviso.



Gli archi aortici: i pesci polmonati

Durante la respirazione acquatica

- il sangue povero di O₂, proveniente dal corpo e dalla testa, viene raccolto nel seno venoso.
- Il sangue deossigenato è pompato in sequenza nell'atrio, nel ventricolo, nel cono arterioso e negli archi aortici e viene diretto alle branchie nel II, nel V e nel VI arco dove il sangue viene ossigenato.

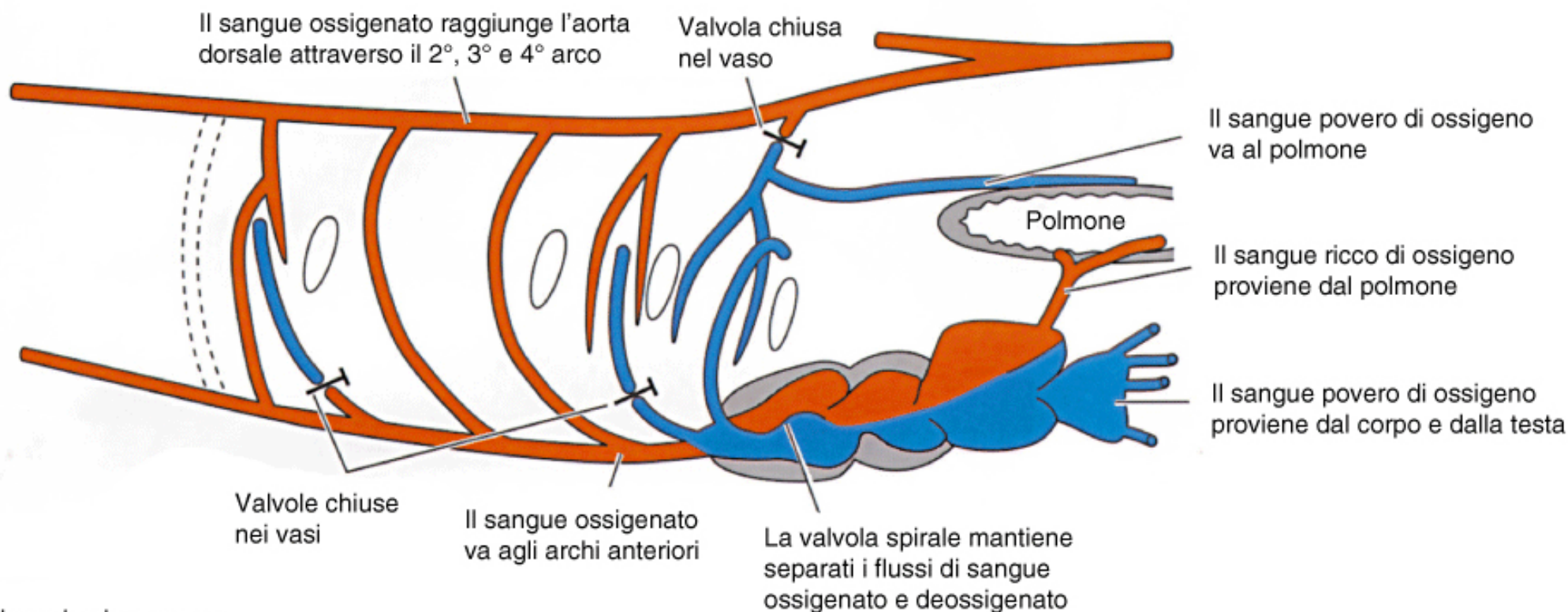


- **Quando il dipnoo respira nell'acqua, una costrizione dell'arteria polmonare impedisce che il sangue, già ossigenato nella branchia del VI arco, penetri nel polmone**
- **Il sangue ossigenato attraverso il dotto arterioso giunge nell'aorta dorsale**

Gli archi aortici: i pesci polmonati

Respirazione aerea

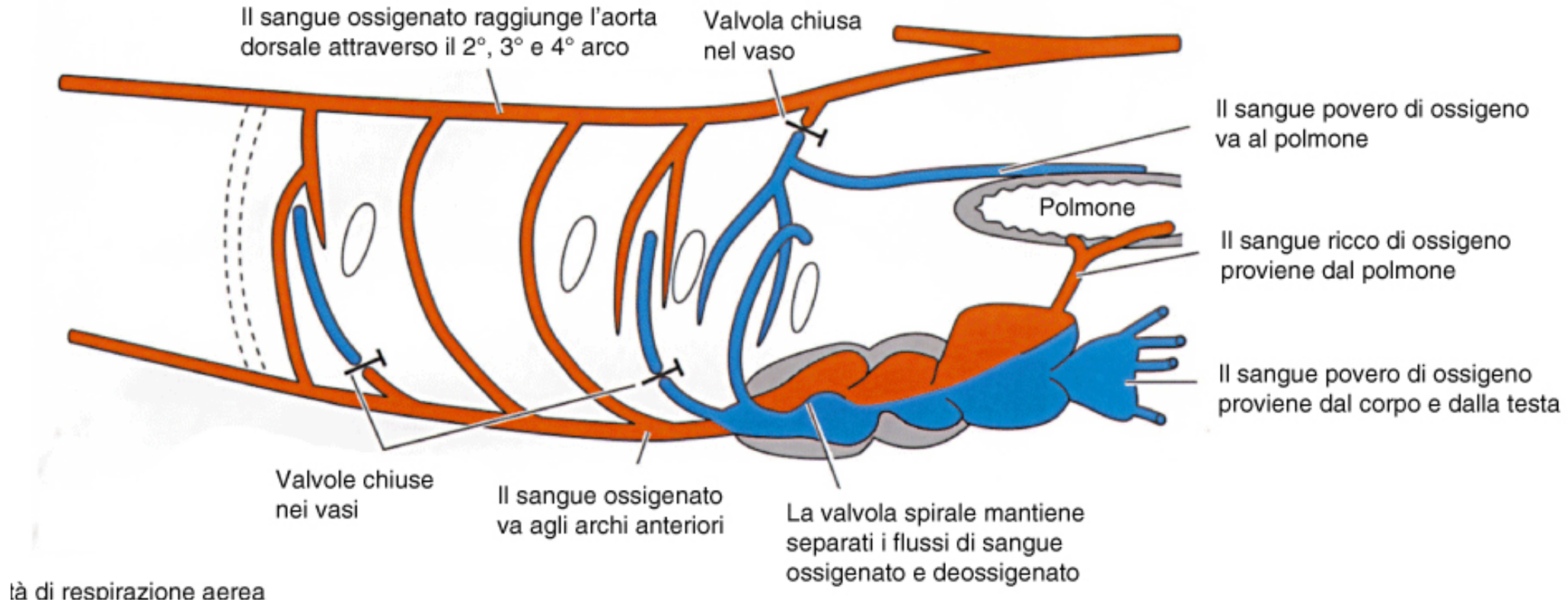
- Il sangue povero di ossigeno dal seno venoso entra nella parte sinistra dell'atrio e spinto, attraverso il ventricolo unico, nel cono arterioso che presenta una valvola spirale.
- La valvola spirale dirige nel VI arco aortico il sangue povero di O₂, che attraverso il VI arco, evita le branchie ed entra nel polmone per mezzo dell'arteria polmonare, dato che il dotto arterioso è costretto. Il sangue ossigenato dal polmone ritorna nella parte sinistra dell'atrio attraverso al vena polmonare.



Gli archi aortici: i pesci polmonati

Respirazione aerea

- Il sangue ricco di O₂ viene dirottato agli archi anteriori. Il IIIe il IV arco non portano branchie e così essi rappresentano un passaggio diretto verso l'aorta dorsale.
- Il sangue ricco di ossigeno viene distribuito alla testa e al corpo da vasi tributari dell'aorta dorsale e dell'aorta ventrale. Tale modello di respirazione aerea dei dipnoi prefigura la circolazione dei tetrapodi

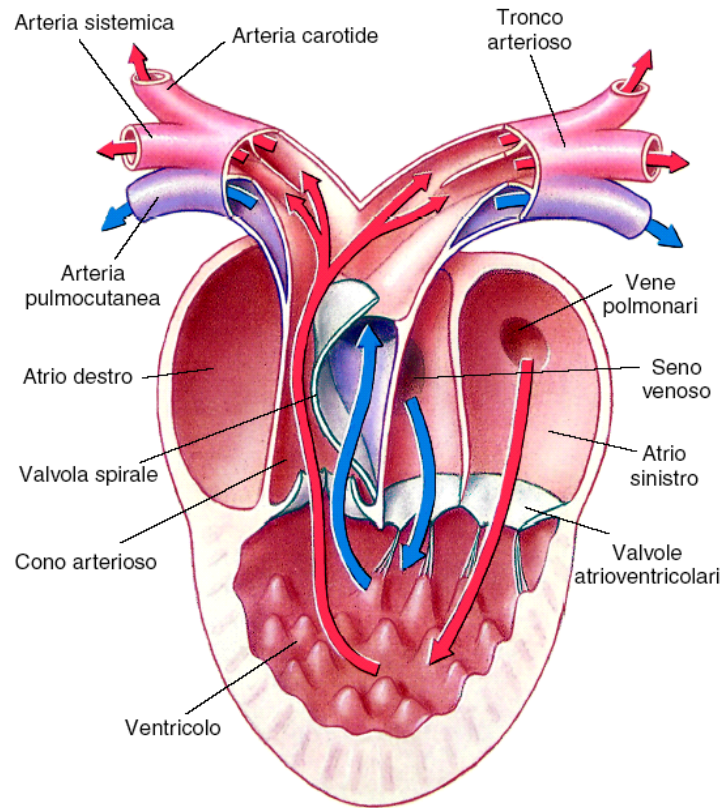


La circolazione nei tetrapodi

Nei tetrapodi adulti si afferma la respirazione polmonare e, di conseguenza, la circolazione doppia. Per far fronte a ciò si assiste a settazione completa della parte atriale del cuore, mentre il ventricolo evolve vari tipi di settazione a seconda delle esigenze.

Gli archi aortici evolvono in modo da supportare la circolazione doppia. Dal momento che il I e II arco branchiale organizzano strutture cranio facciali, in tutti i tetrapodi il I e il II arco aortico si abbozzano nell'embrione ma presto degenerano.

La circolazione negli Anfibi



QuickTime™ e un decompressore sono necessari per visualizzare quest'immagine.

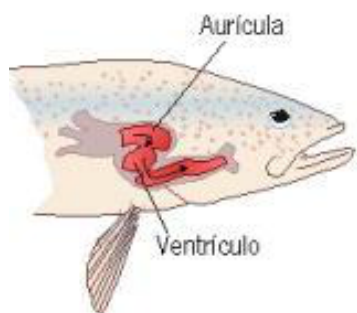
figura 11.10

Percorso del sangue attraverso il cuore di rana. Gli atri sono completamente separati, e la valvola spirale contribuisce a veicolare il sangue ai polmoni e alla circolazione sistemica.

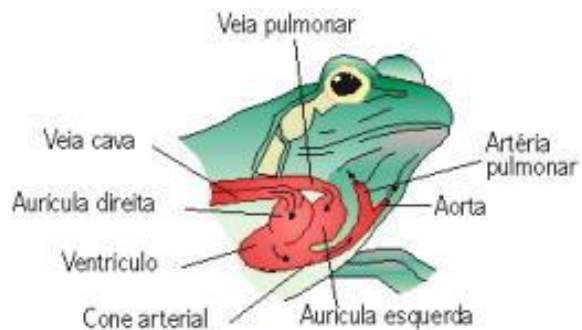
La circolazione è doppia e incompleta. Il cuore è composto di due atrii ed un ventricolo anfrattoso, di modo che il sangue proveniente dall'atrio destro e dal sinistro si mescolano ben poco.

Il cuore di mammiferi ed uccelli è composto da quattro cavità, due atri e due ventricoli, diversamente da quello degli anfibi, che presenta, oltre ai due atri, un solo ventricolo. Nei rettili, invece, la situazione è molto più complessa: i sauri (serpenti e lucertole) presentano tre cavità, i cheloni (le tartarughe) possiedono un setto interventricolare solo parzialmente sviluppato, mentre i loricati (i coccodrilli) hanno un cuore con due ventricoli completi. Questo gruppo di vertebrati è dunque il più indicato per comprendere le basi molecolari dell'evoluzione del cuore a quattro cavità, fondamentale per l'omeostasi termica tipica degli animali a sangue caldo. La divisione in due camere ventricolari consente, infatti, la completa separazione tra circolazione polmonare (piccola circolazione) e circolazione sistemica (grande circolazione), responsabile, insieme al metabolismo elevato e al rivestimento isolante del corpo, della capacità di regolazione della temperatura corporea (omeotermia) di uccelli e mammiferi.

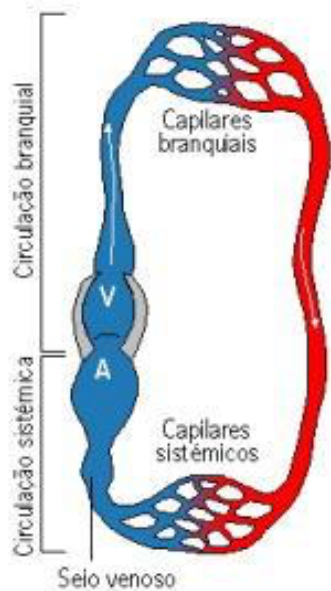
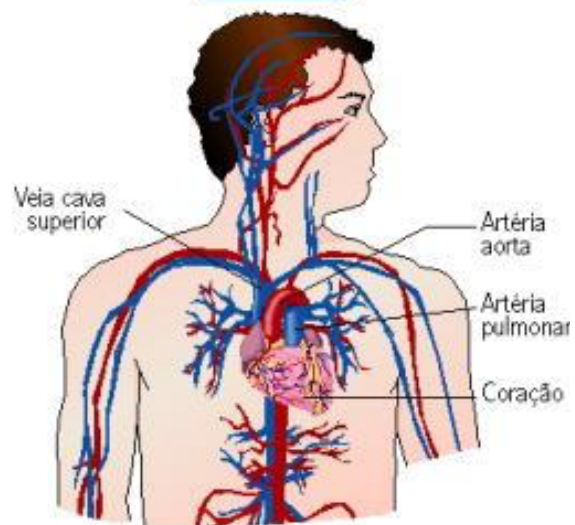
Peixe



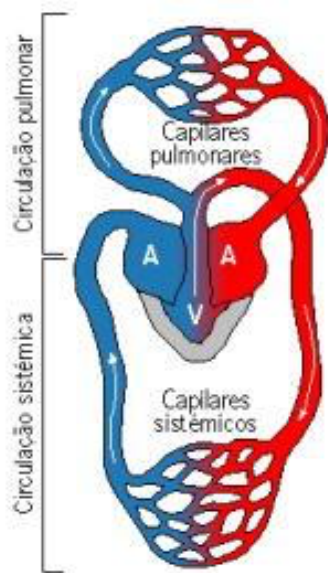
Anfíbio



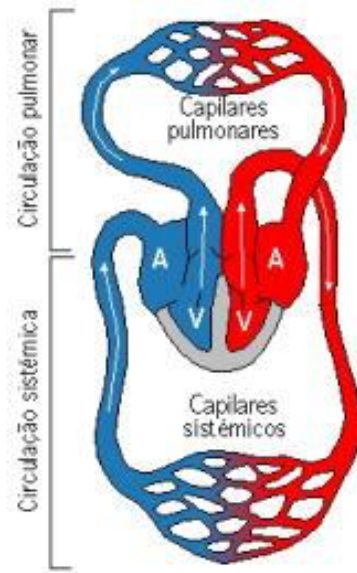
Mamífero



Circulação simples



Circulação dupla incompleta



Circulação dupla completa

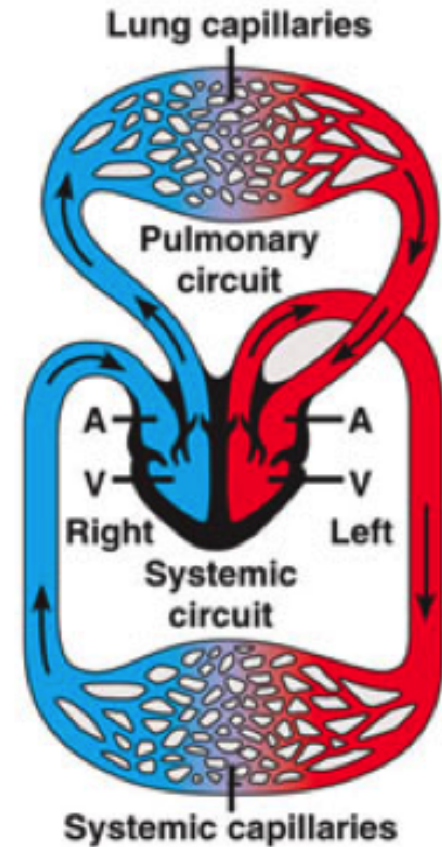
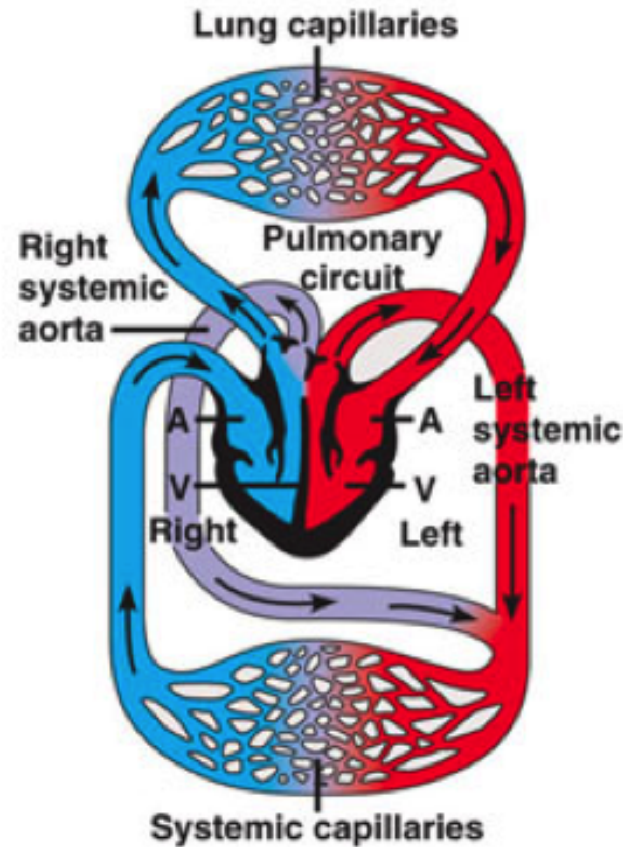
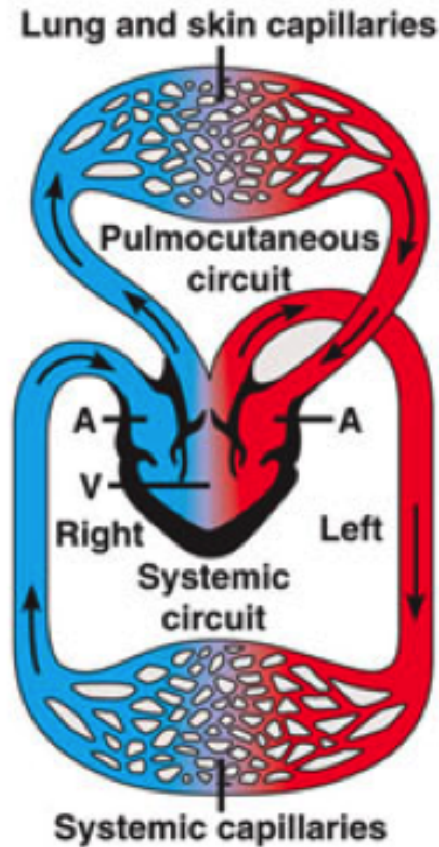
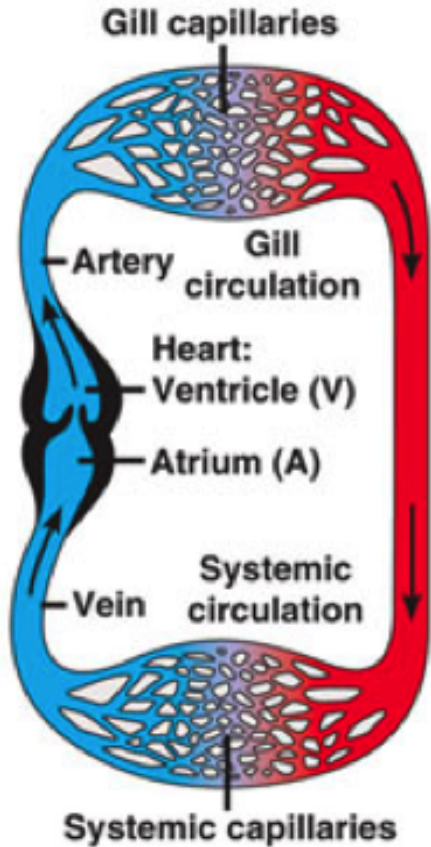


FISH

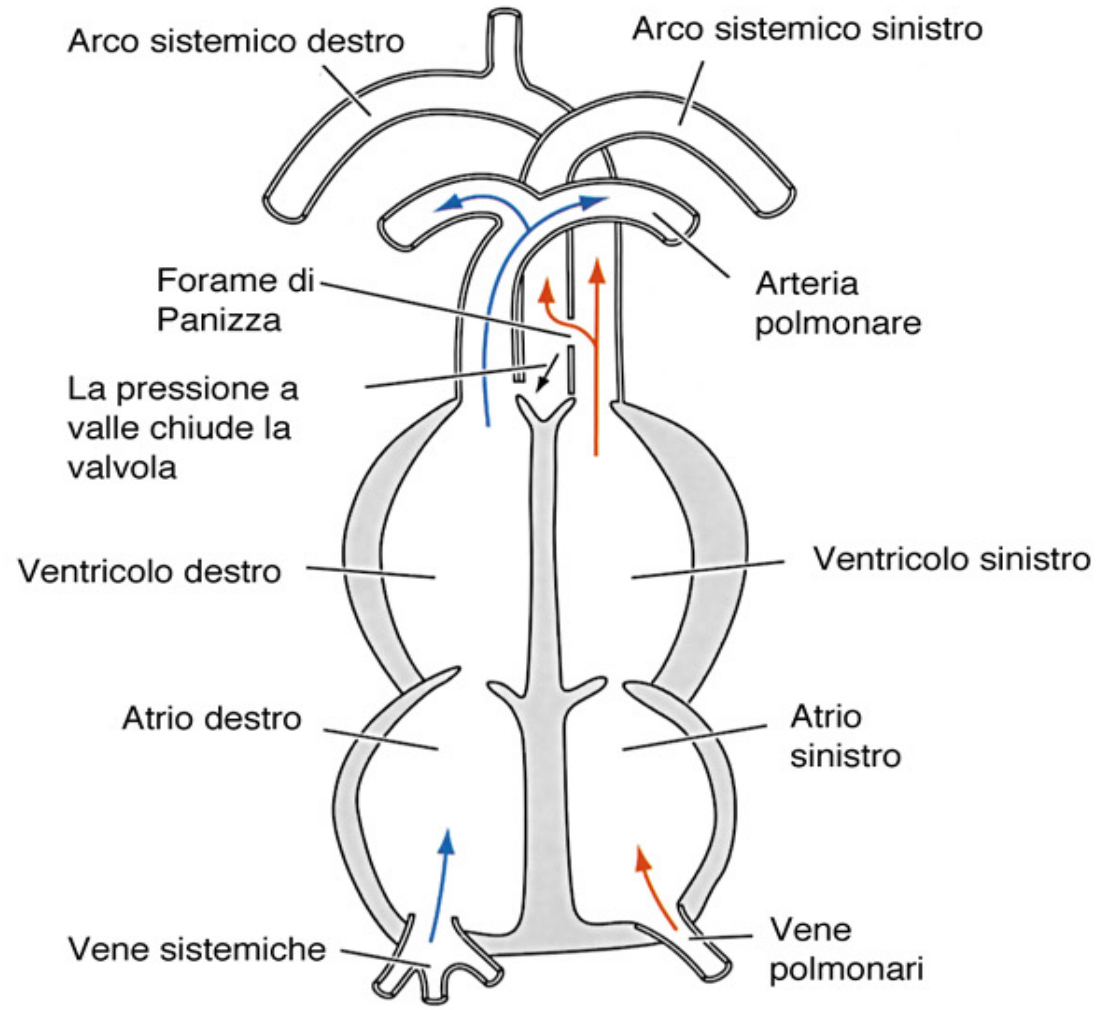
AMPHIBIAN

REPTILE

MAMMAL OR BIRD



A. Cuore di tartaruga



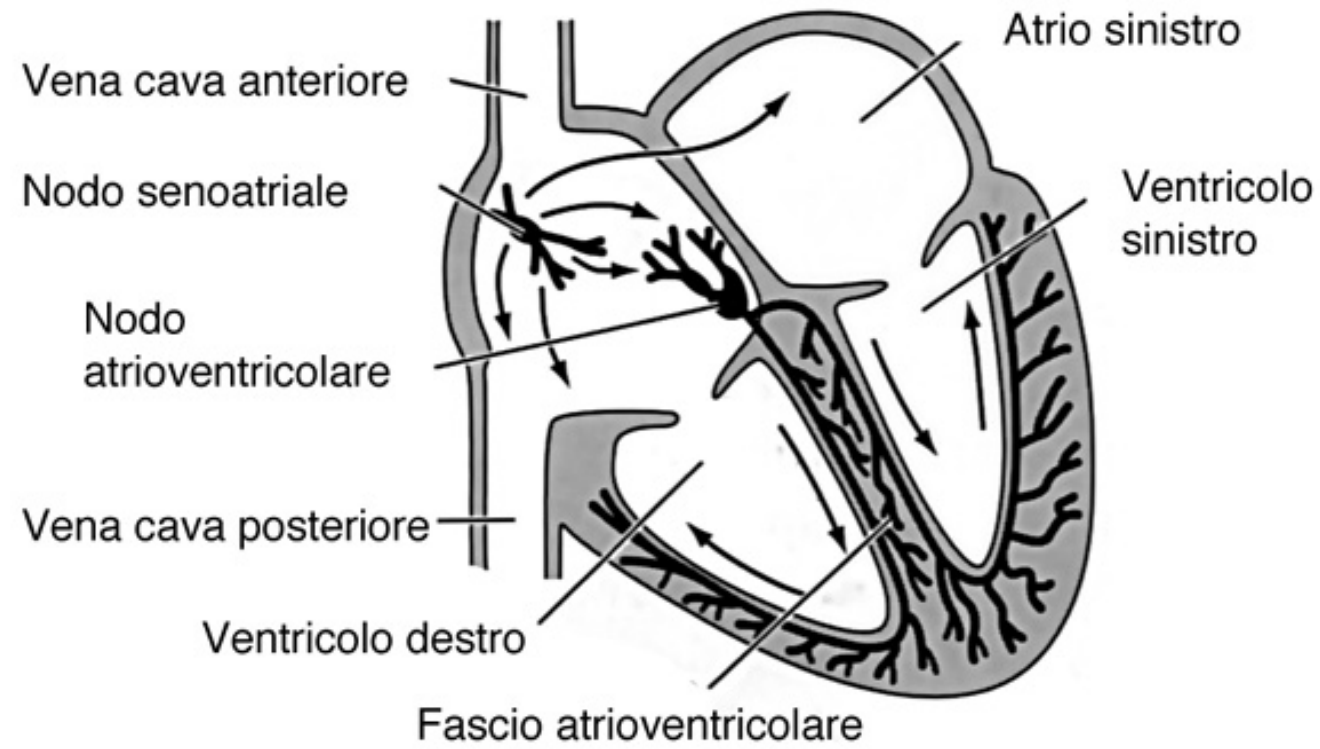


FIGURA 19-2

"... Non vogliate negar l'esperienza
di retro al sol, del mondo senza gente.
Considerate la vostra semenza
fatti non foste a viver come bruti
ma per seguir virtute e canoscenza"

*(Dante Alighieri, Divina Commedia, Inferno
canto XXVI, 116-120)*