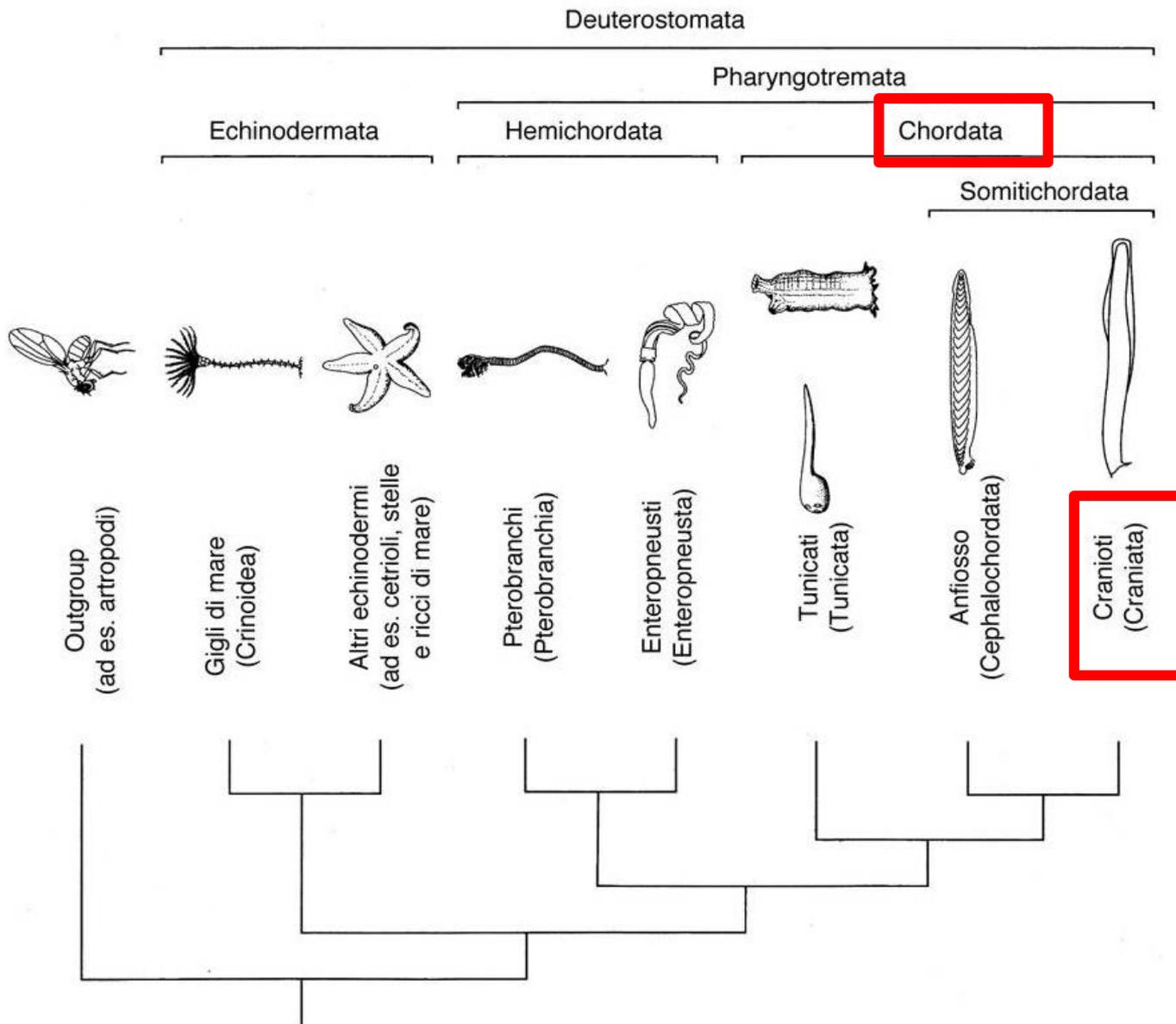


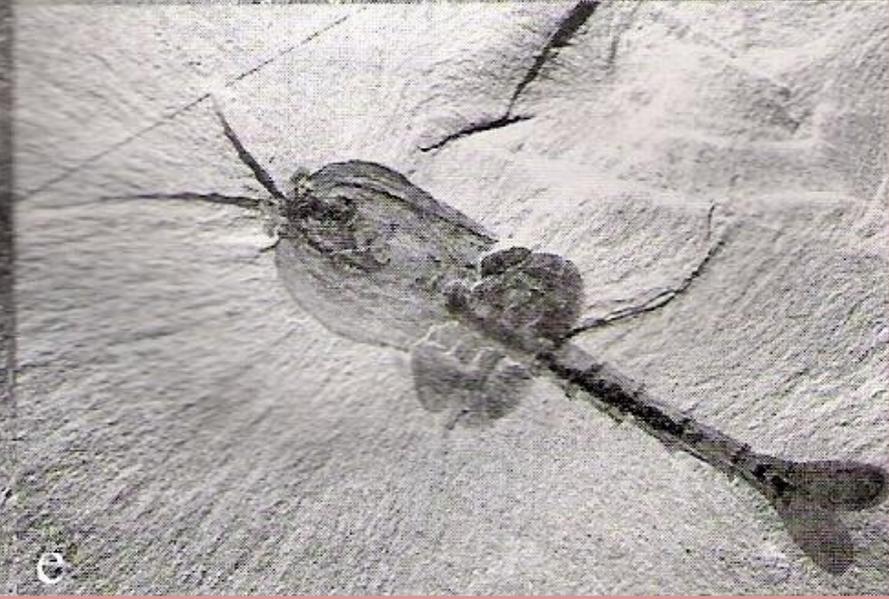
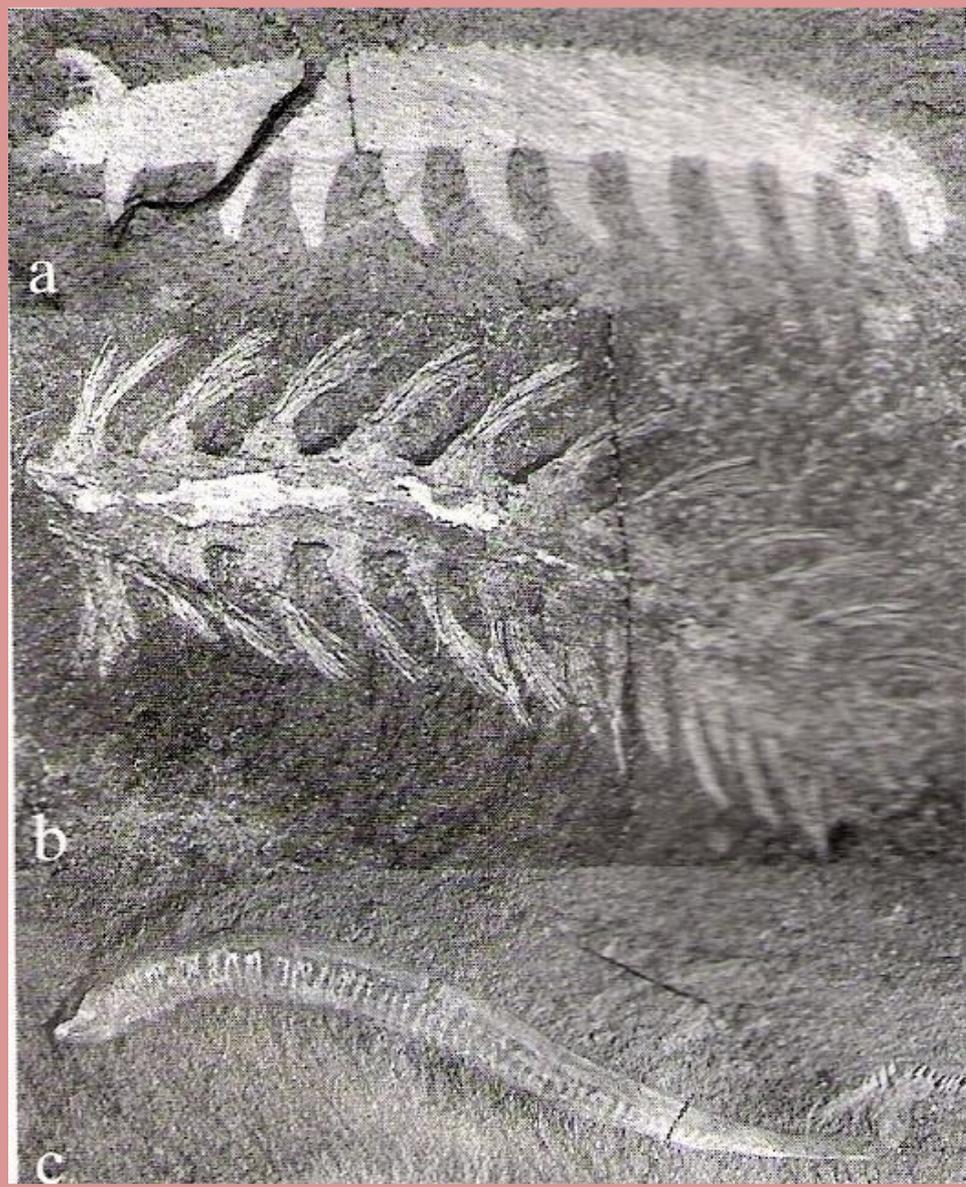
I craniata o vertebrati



Il terzo subphylum dei cordati è il più grande e comprende i vertebrati. **Questo taxon monofiletico** condivide con gli altri due subphyla le caratteristiche di base dei cordati, ma presenta una serie di **nuove omologie assenti negli altri due gruppi**. Il nome **Craniata** e meglio descrive le caratteristiche del gruppo

Origine dei vertebrati

I primi vertebrati erano, verosimilmente, animali **marini**. Attualmente solo pochi scienziati insistono nel sostenere una probabile origine in ambienti di **acqua dolce**. Questa ipotesi era sostenuta dal fatto che molti **fossili** dei primi vertebrati sono stati ritrovati in ambienti di acqua dolce e la struttura del **rene** era quella tipica di un animale che viveva in acqua dolce. Recentemente molti reperti del primo Paleozoico sono stati ritrovati in ambienti marini.



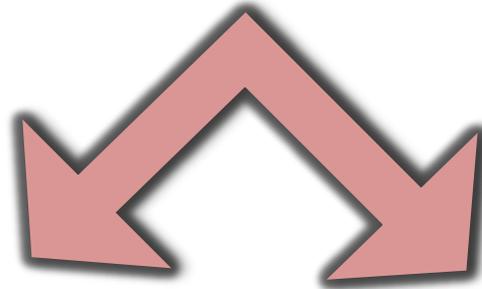
I vertebrati

- ➔ Dimensioni corporee: da 0,1 g a 150.000 Kg
- ➔ Tutti gli habitat terrestri e acquatici
- ➔ Evoluzione di 500 milioni di anni

I vertebrati sono cordati

Come i tunicati e i cefalocordati, **ANCHE I VERTEBRATI SONO CORDATI** e possiedono, almeno in una certa fase del loro ciclo vitale, tutti e **quattro i caratteri** che definiscono il phylum: **notocorda, fessure faringee, cordone nervoso tubolare dorsale e coda post natale**. La grande diversità presente fra i vertebrati deriva dal fatto che si sono probabilmente originati in un periodo in cui esistevano **pochi grandi predatori** e il loro successo è anche dovuto ad alcune innovazioni: la **colonna vertebrale e il cranio**

Le innovazioni



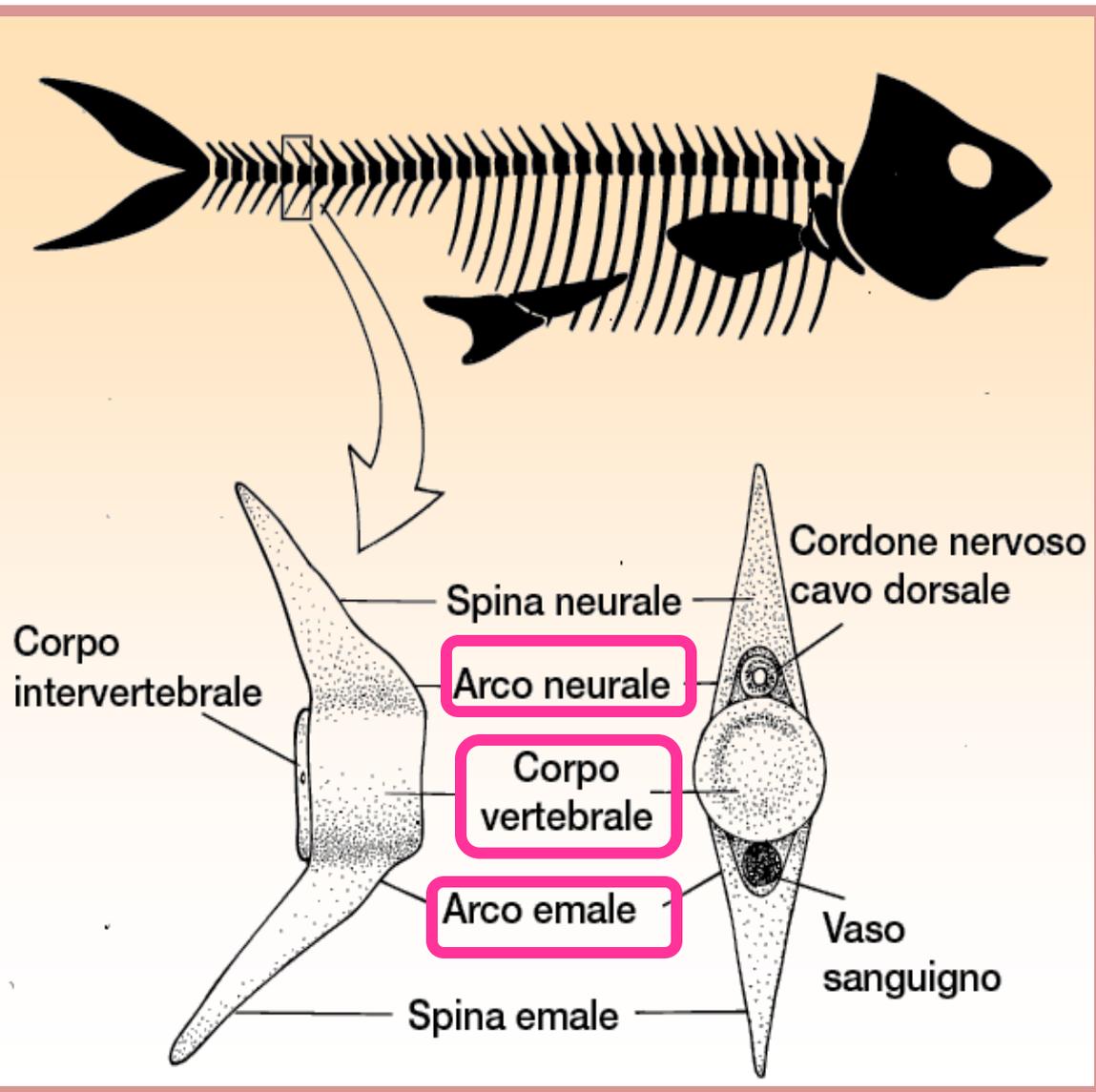
**La colonna
vertebrale**

La testa

Le innovazioni: la colonna vertebrale

È composta da vertebre, elementi ossei o cartilaginei posti in serie e saldamente articolati in una struttura scheletrica che definisce l'asse principale del corpo. Tra le vertebre sono interposti i **dischi** o **corpi intervertebrali**.

Le innovazioni: la colonna vertebrale



Il corpo della vertebra: racchiude spesso la notocorda

L'arco neurale dorsale protegge il midollo spinale

L'arco emale ventrale protegge i vasi sanguigni

La spina neurale e la spina emale costituiscono le proiezioni dorsali e ventrali degli archi.

Le innovazioni: la colonna vertebrale



Le innovazioni: la colonna vertebrale

Contrariamente al loro nome, i primi vertebrati, i **pesci agnati**, erano **privi di vertebre**, e utilizzavano una **notocorda** ben sviluppata per soddisfare le esigenze meccaniche del sostegno e della locomozione. Quando sono comparse in pesci più evoluti, **le vertebre si appoggiavano o circondavano la notocorda** che continuava a costituire il principale elemento strutturale di sostegno del corpo dell'animale. La notocorda embrionale **scompare** negli adulti della maggior parte dei vertebrati avanzati, anche se nei **mammiferi** persiste sottoforma di un **piccolo nucleo gelatinoso**, il **nucleo polposo**, all'interno di ciascun disco intervertebrale.

Le innovazioni: il cranio

Il **cranio** è l'altra grande novità presente nei vertebrati. Gli occhi, gli orecchi, il naso e gli altri organi di senso della testa diventano sempre più importanti rispetto a quelli dei protocordati.

La porzione di tubo neurale cui sono associati gli organi di senso si **ingrandisce** per formare un **encefalo anteriore** distinto e il cranio costituisce quella struttura composta di ossa e cartilagine che **sostiene** questi organi di senso e **protegge** completamente o parzialmente l'encefalo.

I craniata - generalità

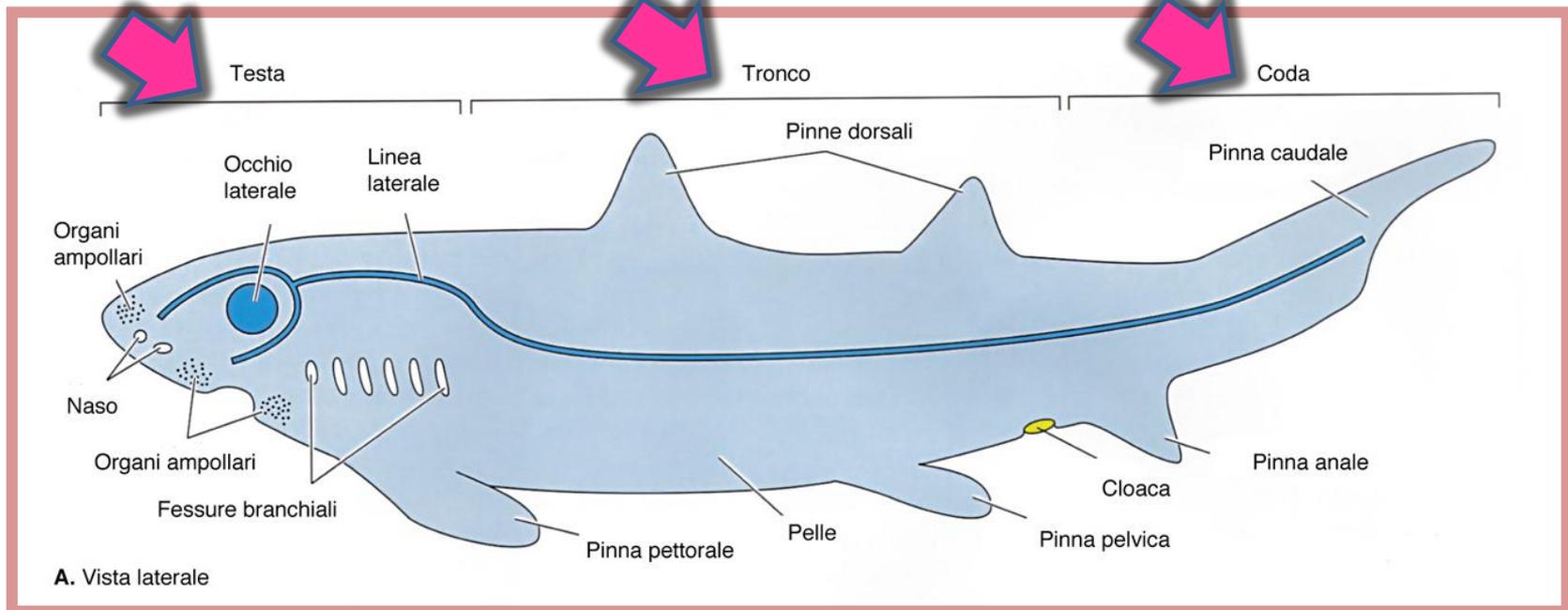
I cranioti sono animali **attivi** con testa ben sviluppata.

Mostrano tutte e **5 le sinapomorfie dei cordati**:

1. Da embrioni tutti i cranioti hanno **tasche branchiali** che, nei pesci e negli anfibi larvali, perforano la parete del corpo, per formare le **fessure branchiali**;
2. Da adulti tutti i cranioti hanno una **ghiandola tiroide** che si sviluppa nelle lamprede da una ghiandola sottofaringea simile ad un endostilo;
3. Tutti gli **embrioni** dei cranioti hanno una **notocorda** e alcuni la mantengono da adulti;
4. Un **solo cordone nervoso** tubolare si sviluppa negli embrioni e persiste negli adulti
5. Più di metà delle specie sono **animali acquatici** che hanno larve con **code che si estendono oltre l'ano**, mentre le specie restanti hanno embrioni con **code post-anali**; la maggior parte dei **cranioti adulti** presenta una coda che si estende oltre l'ano.

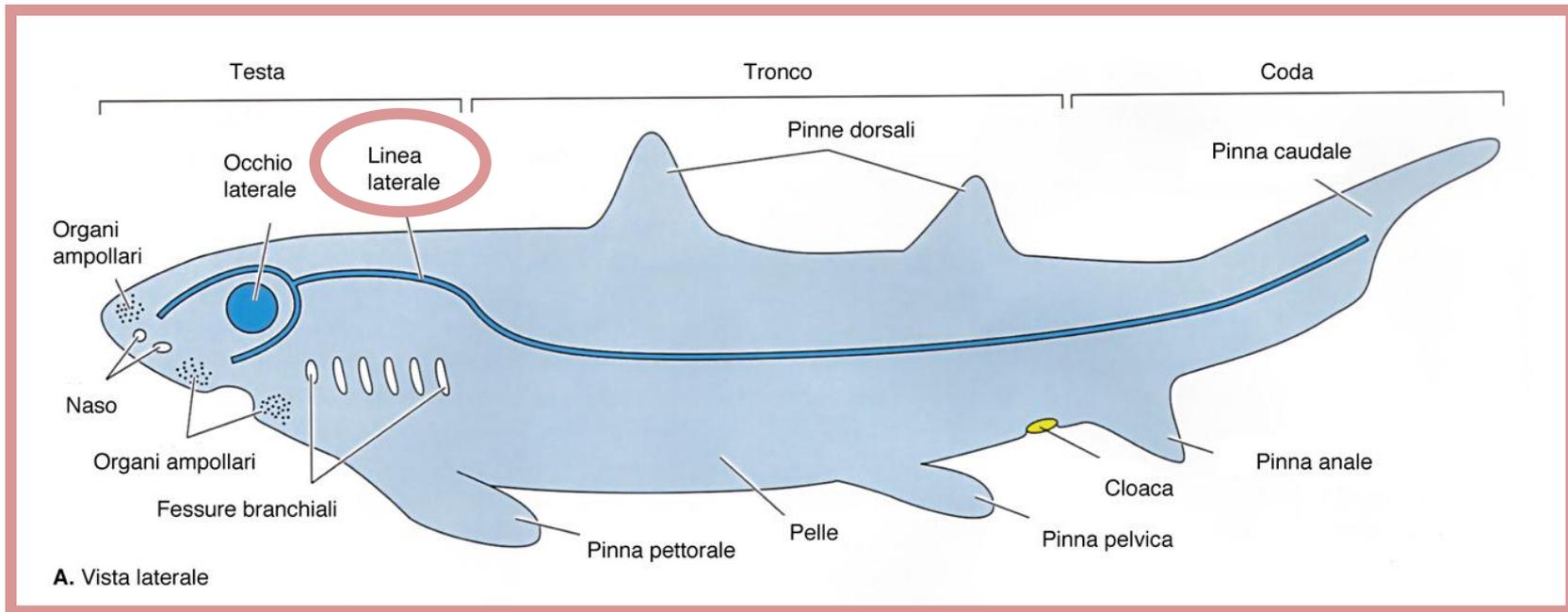
I craniata - generalità

Il corpo dei cranioti è formato da una testa, un tronco e una coda. Nei cranioti si assiste ad un processo di **CEFALIZZAZIONE** in quanto la loro testa, che ospita bocca e fessure branchiali, è **ben distinta** dal tronco, soprattutto se confrontata con quella dell'anfiosso. Infatti un **animale attivo ha bisogno di concentrare gli organi di senso alla sua estremità anteriore**, dato che questa è la parte del corpo che, per prima, viene a contatto con nuovi ambienti. La testa infatti **contiene anche organi di senso ben sviluppati** quali naso, occhi e orecchi



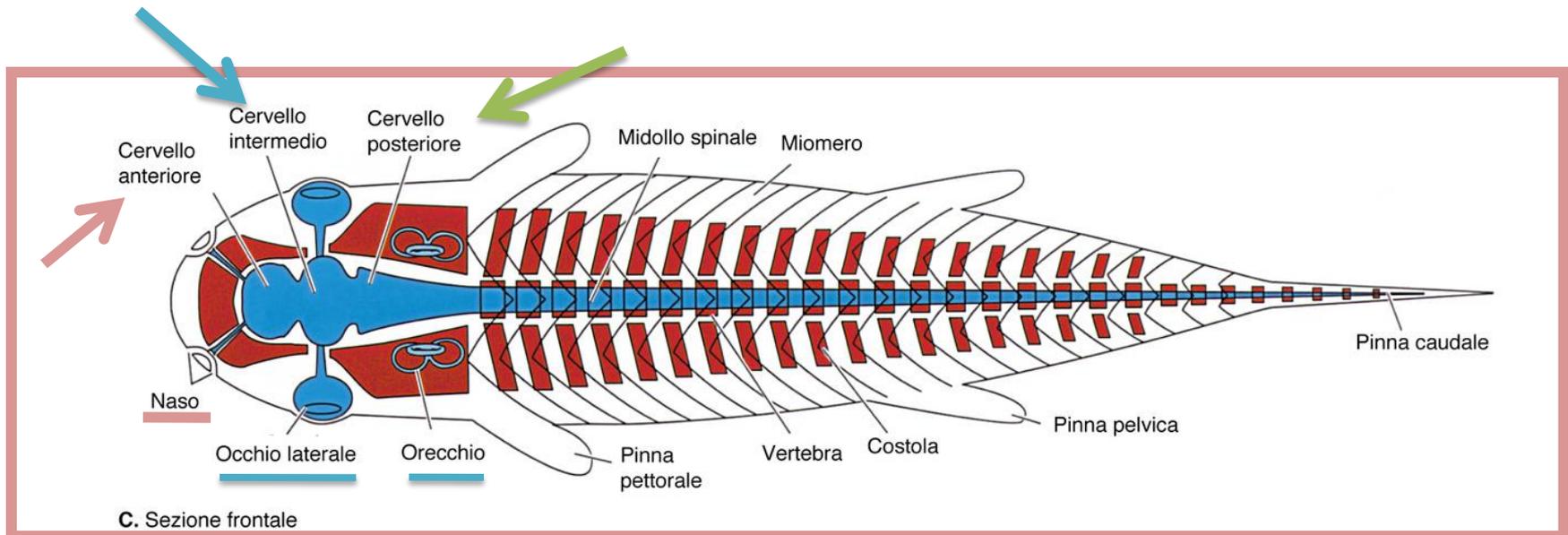
I craniata - generalità

Dai placodi neurali (piastra ispessita di ectoderma embrionale destinata a svilupparsi come una struttura sensoriale o nervosa) si formano la **linea laterale** e il sistema degli **elettrorecettori** che si ramifica sulla testa e si estende caudalmente lungo i lati del tronco e della coda. Questi sistemi forniscono ai pesci e agli anfibi larvali le informazioni sui **movimenti dell'acqua** e sui **campi elettrici** in cui si trova immerso il corpo. I placodi neurali associati con la regione faringea inducono la formazione del **sistema gustativo**.



I craniata - generalità

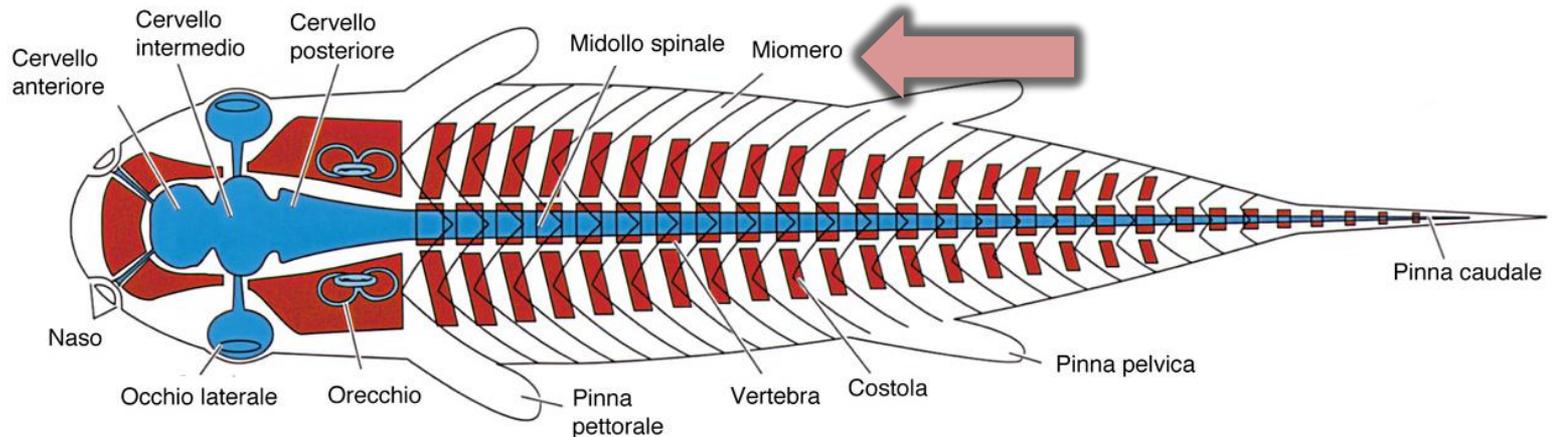
Nei cranioti l'estremità anteriore del tubo neurale è ingrossata a formare un **encefalo** ben distinto che riceve e integra **informazioni provenienti dagli organi di senso e coordina le efferenze motorie per il controllo della locomozione e dell'alimentazione**. L'encefalo è costituito da tre parti: **anteriore** che integra le informazioni olfattorie provenienti dal naso; **intermedio** elabora le informazioni provenienti dall'occhio e dall'orecchio; **posteriore** è una regione di **transizione tra l'encefalo e il midollo spinale** e che riceve anche l'afferenza di nervi sensori dal sistema gustativo e dai sistemi dell'orecchio, della linea laterale e degli elettrorecettori.



I craniata - generalità

Gli organi di senso e l'encefalo sono racchiusi e protetti da un **cranio scheletrico** o scatola cranica formato da cartilagine o da osso.

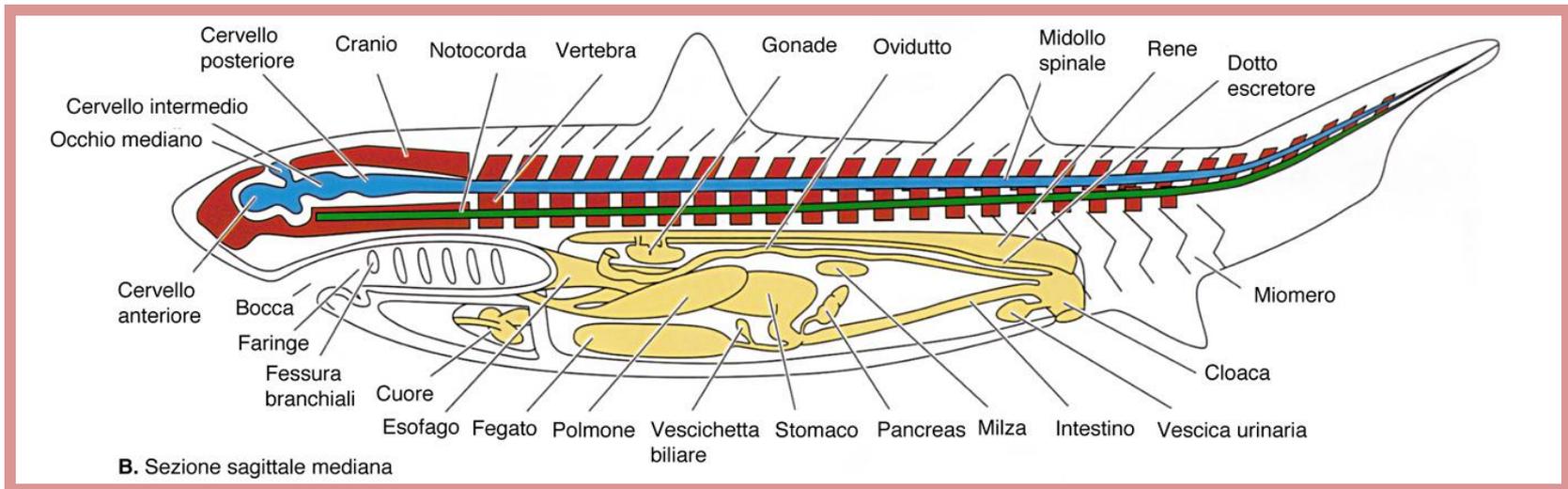
La maggior parte dei cranioti nuota per mezzo di ondulazioni laterali del tronco e della coda. Questi movimenti sono generati da contrazione sequenziali di una serie di **miomeri metamerici** (segmenti differenziati di un muscolo adulto). L'azione dei miomeri e le maggiori dimensioni richiedono un sostegno più robusto di quanto non sia una notocorda, questo sostegno è rappresentato dalla **colonna vertebrale** composta da numerose singole vertebre che si sviluppano intorno al tubo neurale e alla notocorda.



C. Sezione frontale

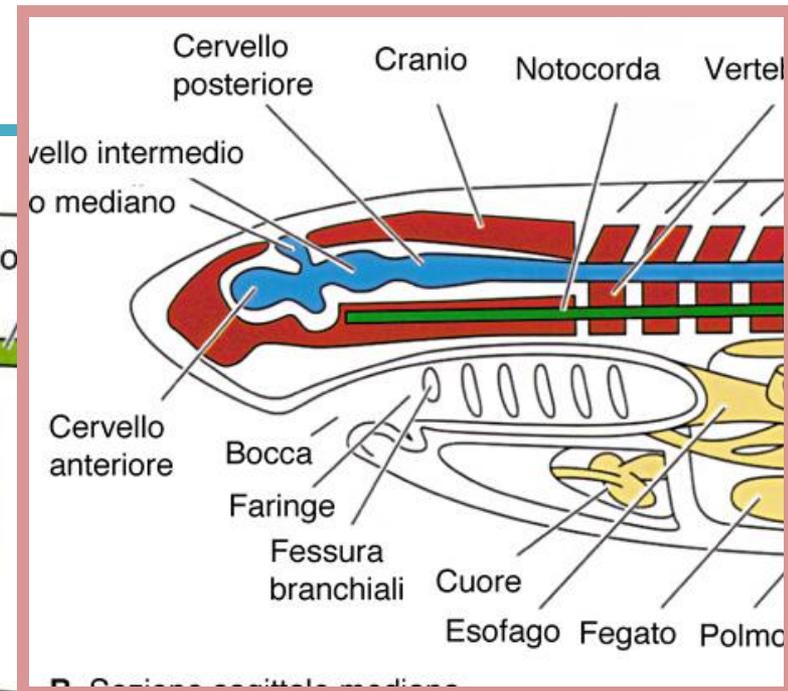
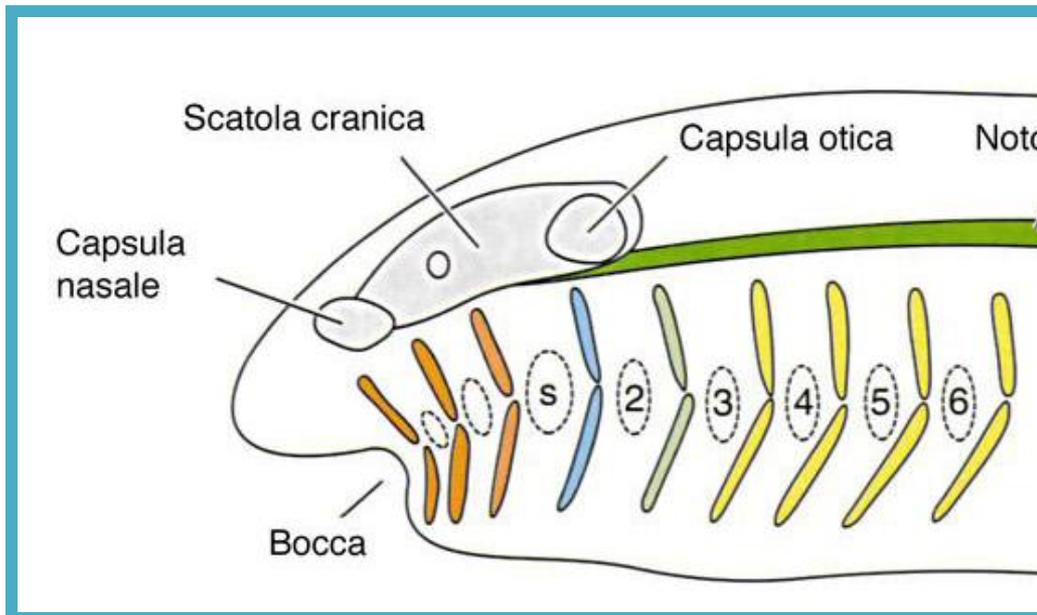
I craniata - generalità

L'aumento della taglia e dell'attività sarebbe impossibile senza un **aumento dell'attività metabolica**. Una maggiore quantità di ossigeno e di cibo deve essere ingerito ed assorbito



I craniata - generalità

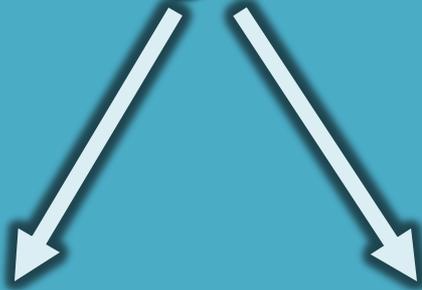
I cranioti nelle fessure faringee hanno **branchie** sostenute in parte da una serie di sostegni scheletrici cartilaginei o ossei, gli **archi branchiali** che si sviluppano nelle pareti del faringe, tra le fessure faringee. L'efficienza del **sistema circolatorio** aumenta con l'evoluzione di un cuore muscolare composto da più concamerazioni. Gli **organi endocrini** secernono nella circolazione ormoni per regolare processi quali metabolismo, crescita e riproduzione.



Phylum dei Vertebrati



Agnati



Ostracodermi

Ciclostomi

Gnatostomi



Anamni

Amnioti



Placodermi
Condroitti
Osteitti
Anfibi

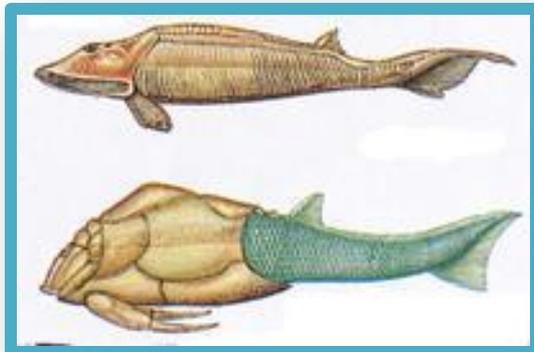


Rettili
Mammiferi
Uccelli

Gli agnati

✓I cranioti più primitivi erano **privi di mascelle**. Tali animali sono definiti come **agnati** (dal greco a= senza, gnathos=mascelle).

✓Gli agnati comprendono due taxa di pesci privi di arcate mascellari, gli antichi **Ostracodermi** ossei e gli attuali **Ciclostomi**, privi di scheletro e di pinne pari. I ciclostomi, animali con bocca circolare, comprendono **mixine** e **petromizonti** (Lamprede);

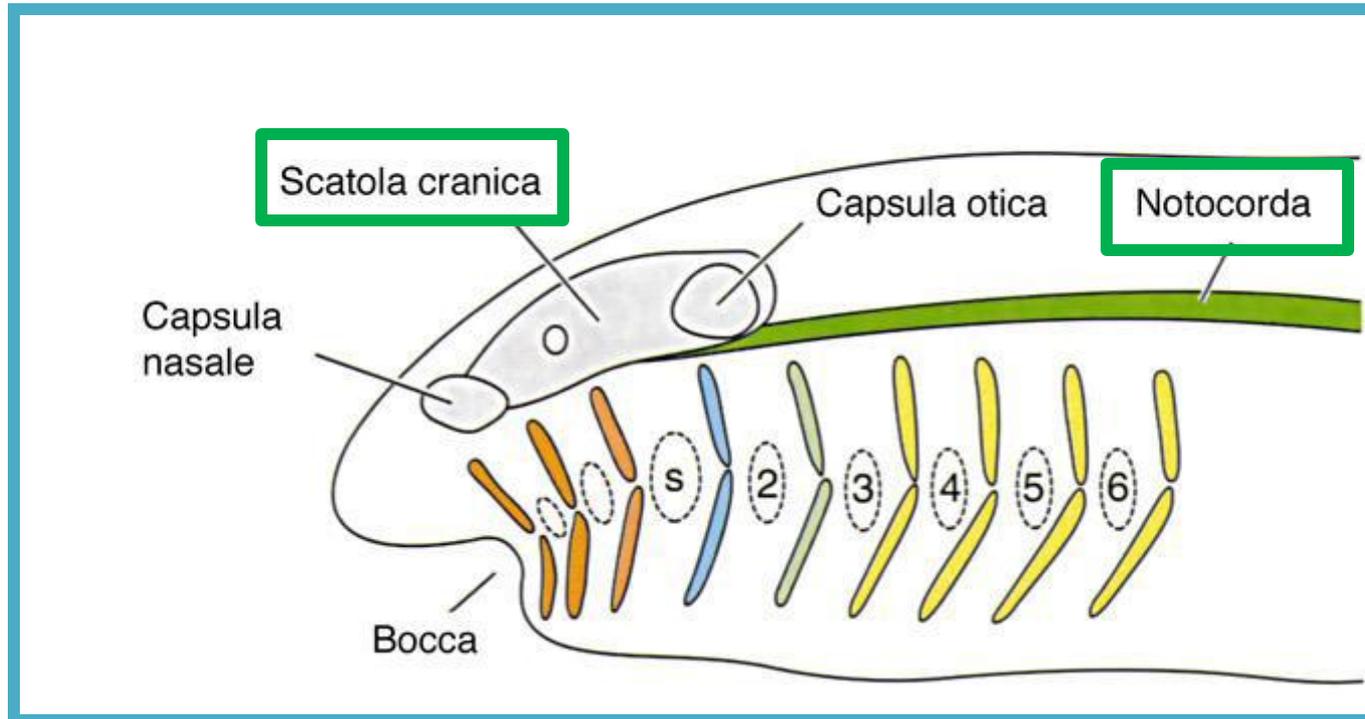


Ostracodermi



Ciclostomi

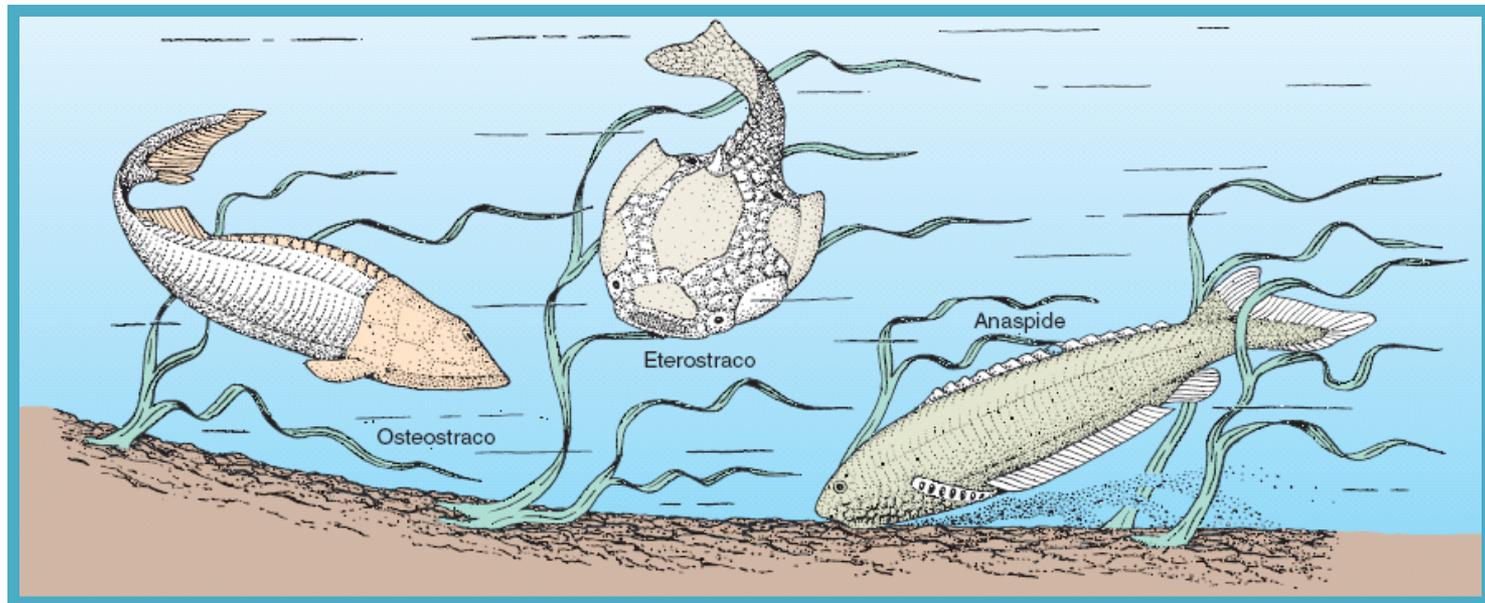
La storia dei vertebrati inizia con la comparsa degli agnati



Condizione ipotetica di **mancanza di mascelle** nella quale gli **archi branchiali** si trovano in serie al di sotto della scatola cranica e della notocorda. **Hanno una bocca ma non un apparato atto a mordere derivato dagli archi branchiali**

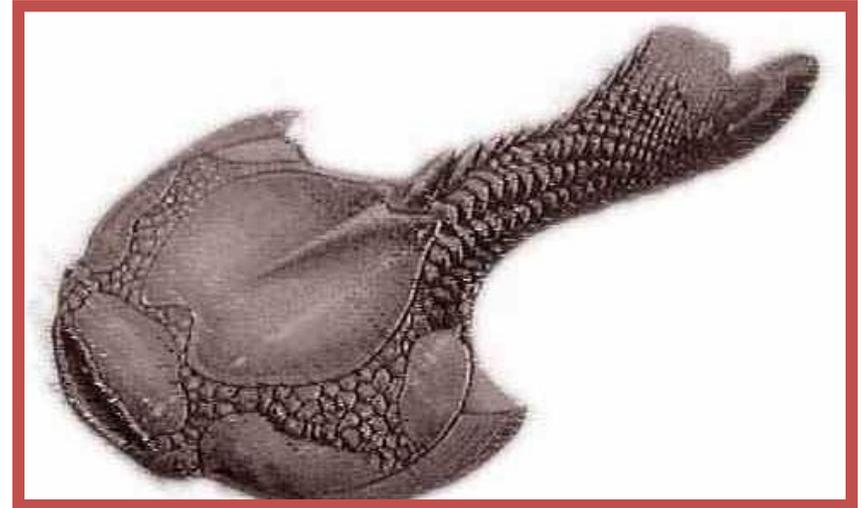
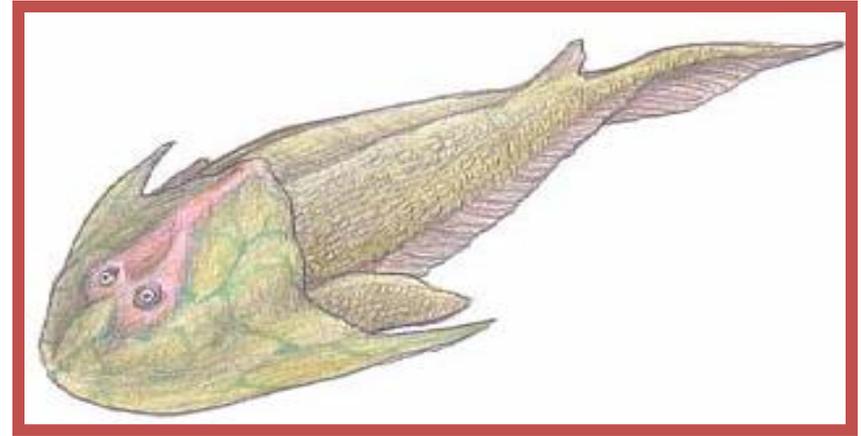
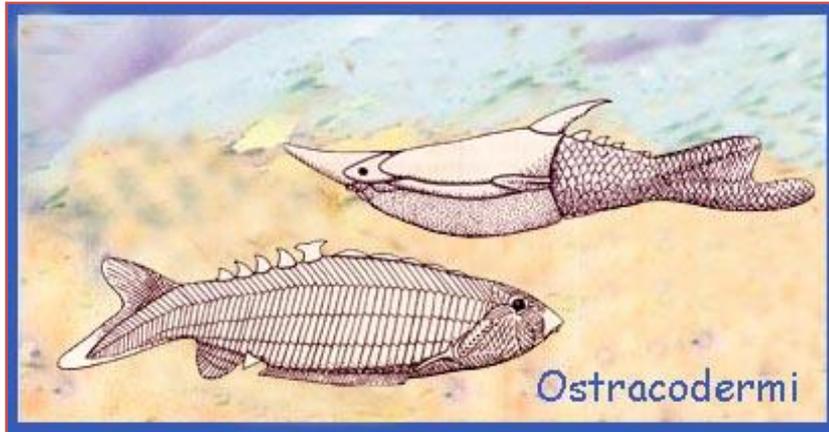
Gli agnati primitivi: gli ostracodermi

Gli **ostracodermi** sono i vertebrati più antichi conosciuti, risalenti al **Cambriano**, la loro storia è documentata **soltanto** dai **fossili** che si sono sviluppati in condizioni peculiari e favorevoli che hanno consentito di sviluppare l'impronta dei tessuti molli. Sono un **taxon parafiletico**. Il corpo era ricoperto di una **corazza dermica** molto robusta soprattutto nella regione del capo; erano dotati di strane appendici. **Scomparvero alla fine del Devoniano**.



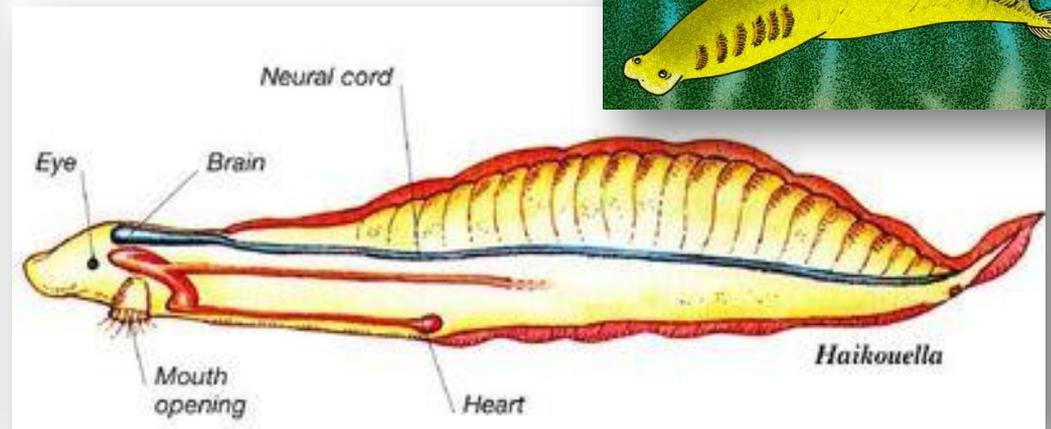
Gli agnati primitivi: gli Ostracodermi

Gli Ostracodermi erano di origine marina, ma alcune specie avevano già conquistato le acque basse dolci o salmastre; erano generalmente di piccole dimensioni e protetti da corazze ossee



Gli agnati primitivi: gli Ostracodermi

Il reperto più notevole di tutti è *Haikouella*, uno dei membri dell'esplosione evolutiva del Cambriano e che può essere considerato alla base stessa della radiazione dei vertebrati. **Ha diversi caratteri tipici dei vertebrati:** un cuore, un'aorta dorsale e un'aorta ventrale, fessure faringee, un cordone nervoso con un encefalo relativamente grande, una testa con probabili occhi laterali e una cavità boccale in posizione ventrale circondata da brevi tentacoli.



Gli agnati viventi: i ciclostomi

Ciclostomi: “bocca circolare”.

Si sono **separati** dagli ostracodermi circa 400 milioni di anni fa; sono completamente **privi di tessuto osseo**; mancano di vere vertebre, per cui la corda dorsale persiste nella fase adulta.

Comprendono due ordini.

Petromizonti

Missinoidei



Gli agnati viventi: i ciclostomi, caratteristiche biologiche

1. Animali allungati e sottili, vivono nel **fango** dei fondali dei mari temperati. Pelle nuda. Scheletro fibroso e cartilagineo. Vertebre assenti nei missinoidei.
2. Bocca circolare priva di mascelle. Si nutrono di invertebrati che trovano nella melma ma possono anche parassitare pesci vitali o moribondi.
3. Cuore con seno venoso, atrio e ventricolo. **Circolazione semplice**. Numerose fessure branchiali: 5-16 paia nella missine, 7 in lampreda.
4. Hanno un metabolismo **molto lento** (possono vivere anche 6 mesi senza mangiare).
5. Sono **quasi ciechi** (missine) ma hanno un buon odorato.
6. Sono pescati **per uso commerciale** (cibo in Korea, per scarpe, portafogli)

Missine e Petromizonti non hanno pinne pari: il movimento di un pesce senza pinne pari

Alcuni Ostracodermi possedevano solo pinne pettorali

La **funzione delle pinne pari** è quella di contrastare la tendenza che ha il corpo in movimento a beccheggiare verso l'alto e il basso, rotare attorno al proprio asse corporeo (rollio) e oscillare verso destra e sinistra (imbardata). Le pinne, che comparvero nei primi pesci **Gnatostomi** (pesci con mandibole) avevano la funzione di stabilizzare il nuoto, opponendosi ai movimenti involontari del corpo.

Gli agnati viventi: i ciclostomi – Petromizonti

I **Petromizonti** sono animali prevalentemente parassiti di grossi pesci. Sono dotati di sette paia di tasche branchiali di tipo a marsupio. I generi più numerosi sono **Petromyzon** e **Lampetra**. **Petromyzon** comprende specie di lamprede anadrome, che dal mare si portano nelle acque dolci per potersi riprodurre. La larva è detta **ammocete** e assomiglia ad un anfiosso.



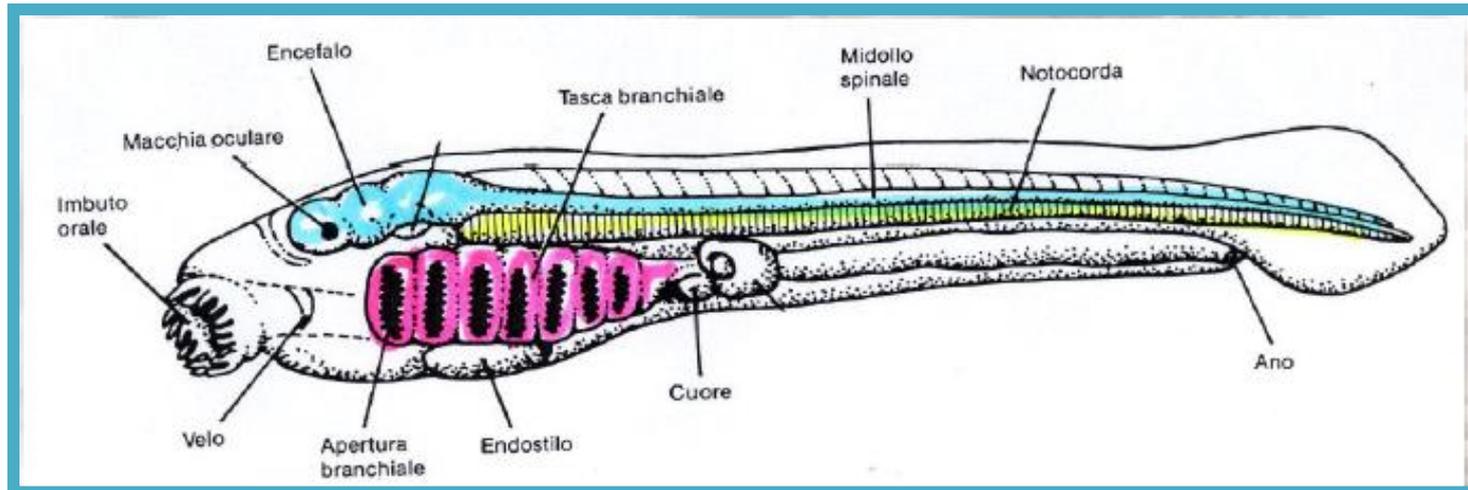
Gli agnati viventi: i ciclostomi – Petromizonti

- ✓ I Petromizonti prendono il nome dalla nota lampreda marina (Petromyzon), un pesce di aspetto anguilliforme, dal corpo molle, con scheletro cartilagineo e **sprovvisto di scaglie**.
- ✓ Le lamprede marine sono distribuite **in tutti i mari del mondo** ad eccezione dei tropici e delle zone polari. Per la riproduzione migrano generalmente nelle acque dolci, ma vi sono specie che vi dimorano abitualmente.
- ✓ Le lamprede sono **predatori**; si **attaccano a pesci ossei vivi** (principalmente Teleostei) per poi rasparne i tessuti con la lingua ruvida o perforano la cute dopo aver lacerato i vasi sanguigni sottostanti, sono dunque degli **ectoparassiti ematofagi**. Le aperture branchiali consentono la respirazione durante la fase di parassitosi



Gli agnati viventi: i ciclostomi – Petromizonti

Le lamprede sono privi di armatura dermica, di squame e di strutture ossee. **Pelle sottile e molte ghiandole.** Le **appendici impari** sono sostenute da **raggi cartilaginei**. Lungo la notocorda ci sono elementi cartilaginei metamerici che rappresentano **archi neurali rudimentali**. Manca lo stomaco e l'esofago si continua direttamente nell'intestino. **Cuore formato da un atrio e da un ventricolo.** L'unica gonade presente riversa i gameti nel celoma. Dall'uovo sviluppa una larva **ammocete** priva di occhi.



Gli agnati viventi: i ciclostomi – Petromizonti

Per nutrirsi le lamprede usano la **bocca circolare a ventosa**, mentre una struttura ruvida simile ad una lingua **sostituisce** molto bene le **mascelle assenti**. I dentelli della ventosa e della lingua procurano una ferita dalla quale aspirano i tessuti lacerati.



I ciclostomi – Petromizonti: la metamorfosi

La lampreda marina ha uno **stadio larvale** ben distinto che si sviluppa in **acqua dolce**. Ogni primavera le lamprede risalgono i corsi d'acqua (specie anadrome; vivono per la maggior parte del tempo in acque salate e si riproducono in acque dolci) per deporre le uova e la larva che si sviluppa vive per molti anni nel fango dei corsi d'acqua

Queste **larve non sono predatrici**, sono sprovviste della lingua ruvida e della ventosa. Esse sono **filtratrici**, nutrendosi di particelle alimentari filtrate attraverso la faringe. Una corrente d'acqua è diretta verso la bocca per il movimento ciliare; le particelle alimentari attraversano la faringe e vengono catturate da una struttura vischiosa prodotta dall'endostilo ventrale.

Alla fine del periodo larvale si verificano una serie di trasformazioni anatomiche (**metamorfosi**) e la giovane lampreda, provvista di tutte le caratteristiche dell'adulto, **ritorna in mare**.

Gli agnati viventi: i ciclostomi – Missinoidei

I Missinoidei sono specie esclusivamente **marine**, distribuite in tutto il mondo, non superano mai il metro di lunghezza. Sono di un colore che varia dal porpora al rosa, **senza scaglie e con occhi regrediti**. Sono **privi** di dentelli cutanei e si cibano prevalentemente di piccoli invertebrati. Gli occhi sono vestigiali e correlati al loro comportamento di scavo nel fango. Le fessure branchiali possono essere numerose.



Gli agnati viventi: i ciclostomi – Missinoidei

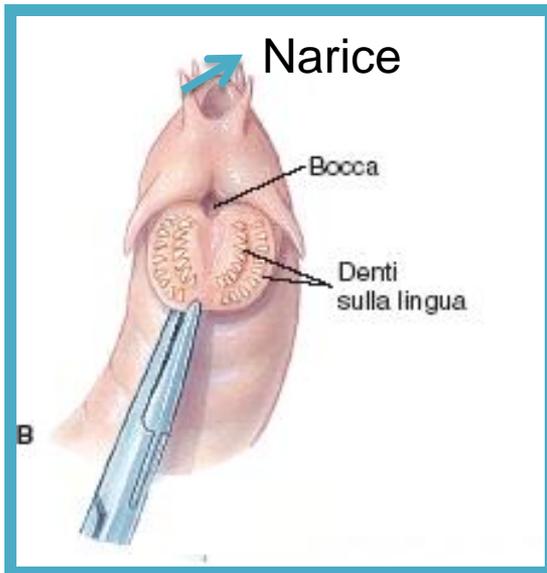
Sono diffuse nelle acque temperate di tutto il mondo e hanno un **ruolo ecologico importantissimo sul fondo degli oceani**, contribuendo allo smaltimento delle carcasse dei grandi mammiferi marini, una volta che questi giungono sui fondali. Sono quindi organismi **saprofagi**, si nutrono cioè di animali morti.

Gli agnati viventi: i ciclostomi – Missinoidei

Come gli invertebrati marini, ma diversamente da tutti gli altri cranioti viventi, **i loro fluidi corporei hanno una concentrazione salina totale uguale a quella dell'acqua di mare.** Questa condizione **isosmotica** suggerisce che le missine siano state marine durante tutta la loro evoluzione e che siano derivate da primitivi cranioti marini.

Gli agnati viventi: i ciclostomi – Missinoidei

Mostrano **sinapomorfie da cranioti**, quali un cranio, un encefalo e nervi cranci, una cavità nasale con **una narice singola** mediana circondata da tentacoli nasali, due occhi laterali, un occhio pineale medio-dorsale, un sistema della linea laterale, un orecchio interno con un canale semicircolare, un fegato ventrale, un cuore, tubuli renale e branchie localizzate in camere branchiali a forma di sacca.

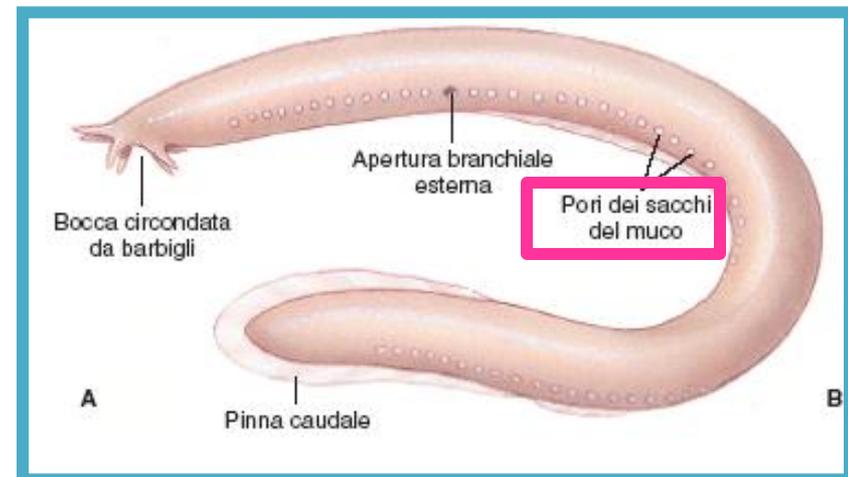
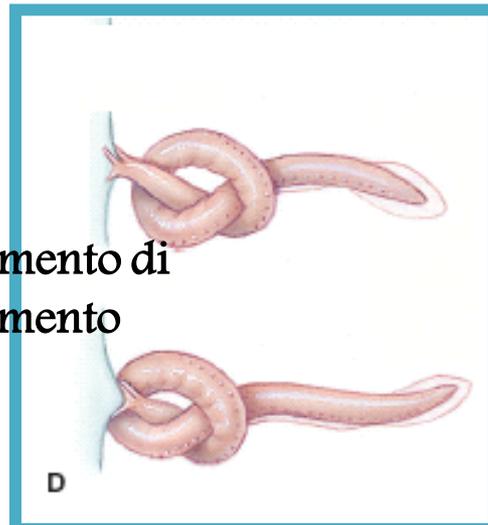
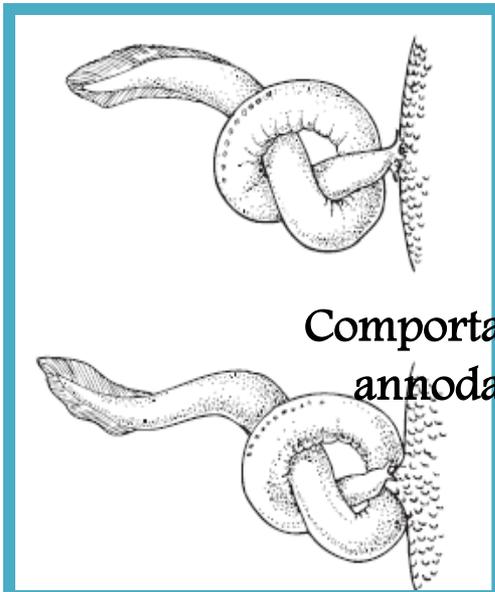


Gli agnati viventi: i ciclostomi – Missinoidei

Le missine mantengono anche numerose caratteristiche **plesiomorfiche**; come l'anfiosso, i tunicati e gli echinodermi **non hanno mascelle**, appendici pari e tessuto osseo; mancano anche di ogni traccia di vertebre e perciò la notocorda è l'unico sostegno assiale.

Gli agnati viventi: i ciclostomi – Missinoidei

Hanno numerose **ghiandole mucipare cutanee** che attraverso pori superficiali secernono muco che utilizzano per sfuggire alla presa di un predatore o per ostruirne le branchie. Inoltre le missine sono in grado di formare un vero e proprio **nodo** con il corpo e poi snodarsi quando devono sfuggire a un predatore e per produrre la forza necessaria per lacerare le carni della preda.



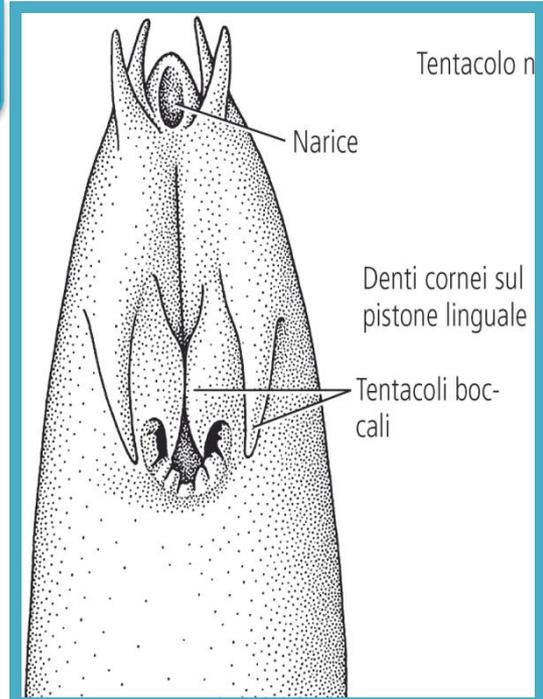
Gli agnati viventi: i ciclostomi – Missinoidei

Hanno una sola gonade e mostrano un **ermafroditismo successivo** (non sono ermafrodite) il che significa che sono di un sesso (maschile) appena hanno raggiunto la maturazione, ma successivamente diventano dell'altro sesso (femmine). La riproduzione avviene in mare dove l'embrione si sviluppa all'interno degli involucri ovulari. Le uova sono grandi e ricche di tuorlo e sono in grado di produrne fino a 30.

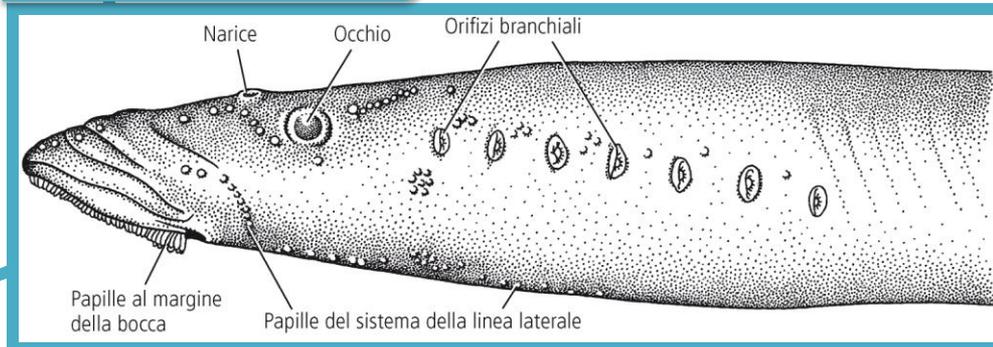
I Missinoidei, differenze con le lamprede (Petromizonti)

1. Assenza di ventosa
2. Presenza di bargigli carnososi
3. Narice posta all'estremità del muso
4. Tasche branchiali che in alcune specie confluiscono in un'unica apertura
5. Le uova sono deposte in mare e qui si sviluppano gli embrioni
6. Isotonicità con l'ambiente marino

missine



lamprede



Gli gnatostomi

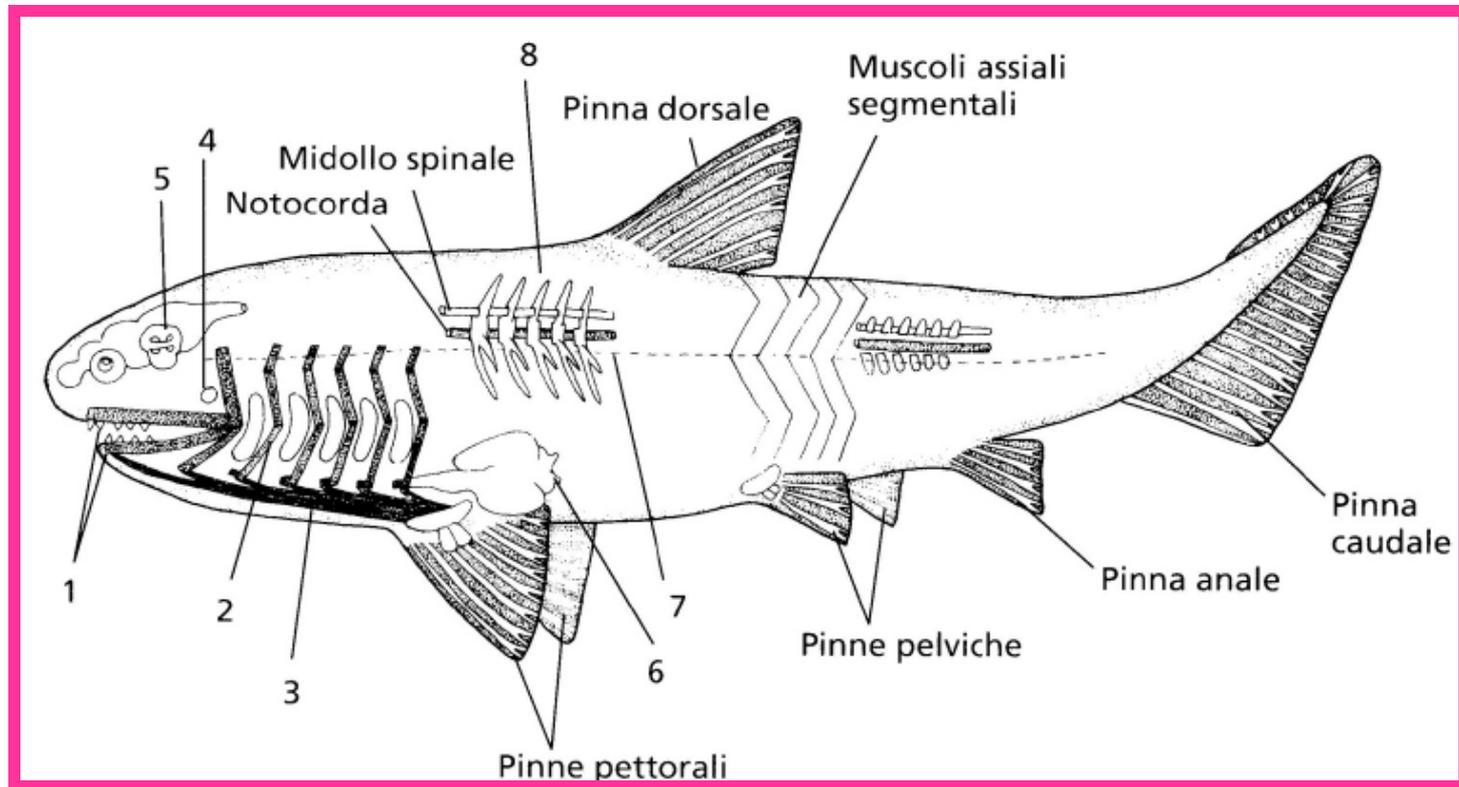
La caratteristica principale di questo taxon che comprende quasi tutti i cranioti recenti sono le **mascelle che circondano l'arcata orale** e che permettono all'animale di mordere. **All'arcata orale incernierata, i vertebrati devono il loro successo evolutivo.**

Mentre i **cranioti privi di arcata orale incernierata** erano molto probabilmente **solo filtratori**, con i vertebrati gnatostomi dotati di mascelle è comparso un tipo di organizzazione che ha permesso agli animali di accedere a fonti trofiche nuove.



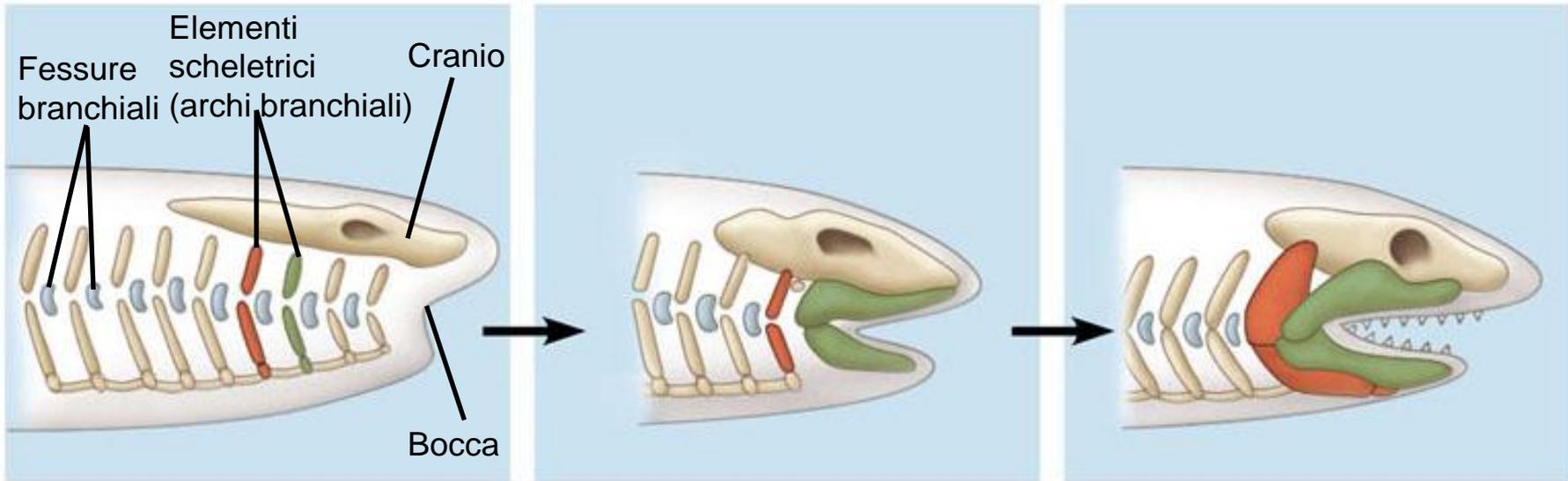
Gli gnatostomi

Il piano corporeo degli gnatostomi rivela che essi sono **molto più che semplici agnati** con l'aggiunta di mascelle e pinne pelviche; essi rappresentano un **salto in avanti** nel livello di attività e complessità rispetto agli agnati.



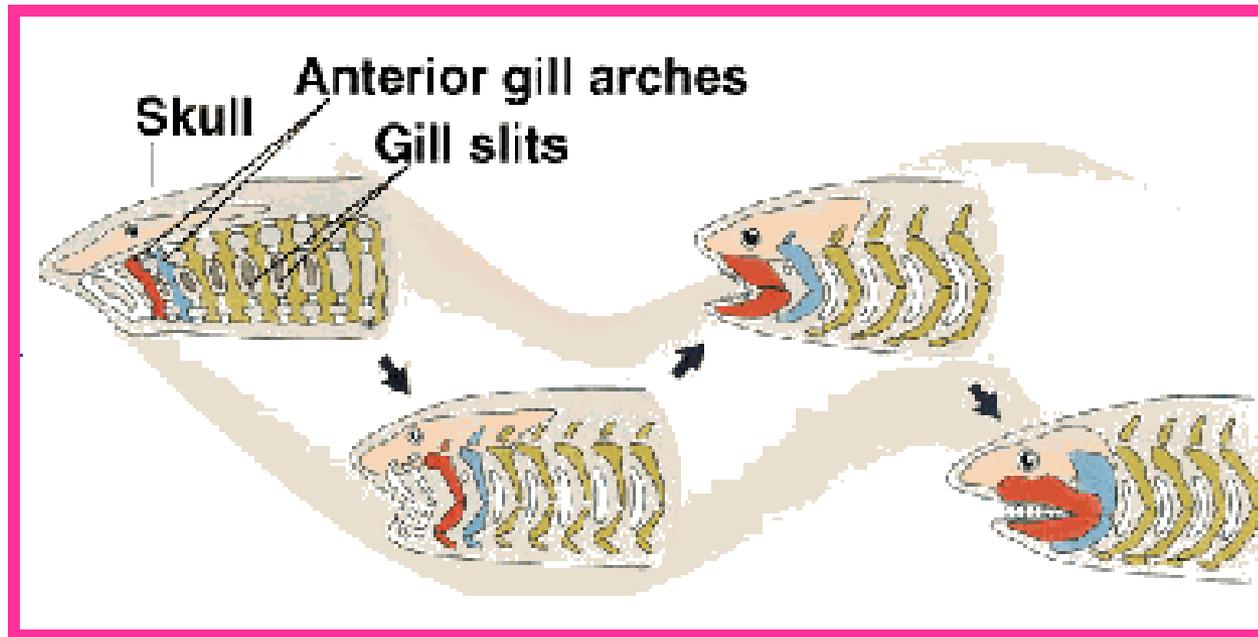
La comparsa delle mascelle

Si ritiene che le **mascelle dei vertebrati** si siano evolute da **modificazioni dei supporti scheletrici** delle fessure branchiali (dagli archi branchiali) di un ipotetico predecessore che utilizzava le branchie come filtri, per trattenere le particelle alimentari sospese nell'acqua.



Evoluzione della bocca da Agnato a Gnatostoma

Formazione della bocca articolata

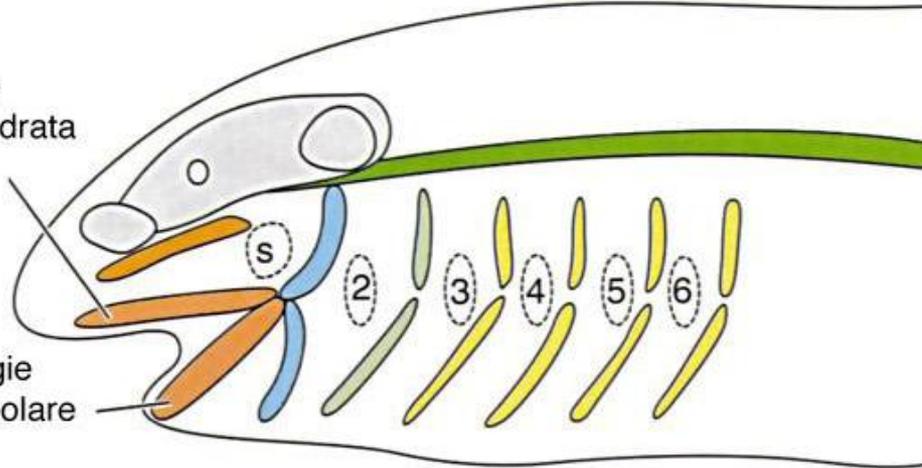


- La bocca (mascella e mandibola) si forma dai primi due archi branchiali che si incurvano
- Gli archi branchiali mantengono aperte le camere branchiali favorendo il passaggio dell'acqua
- I denti si formano per modificazione delle scaglie della pelle

Gli gnatostomi

Cartilagine palato-quadrata

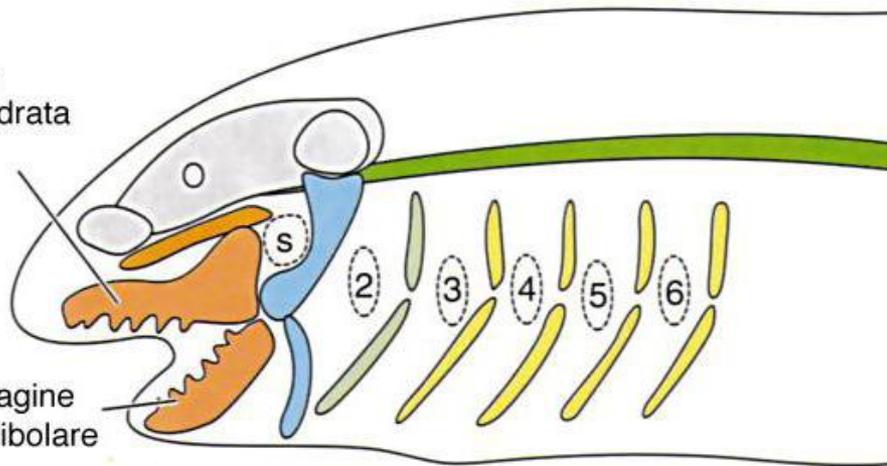
Cartilagine mandibolare



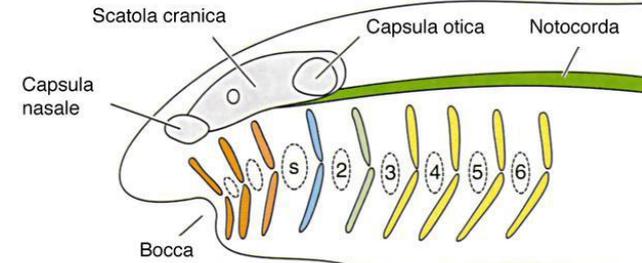
B. L'arco mandibolare assume le funzioni di mascelle

Cartilagine palato-quadrata

Cartilagine mandibolare



C. Mascelle associate alla scatola cranica



L'origine delle mascelle non è sicura ma pare si siano evolute da un arco branchiale anteriore, chiamato **arco orale**.

Archi premandibolari

Arco ioideo

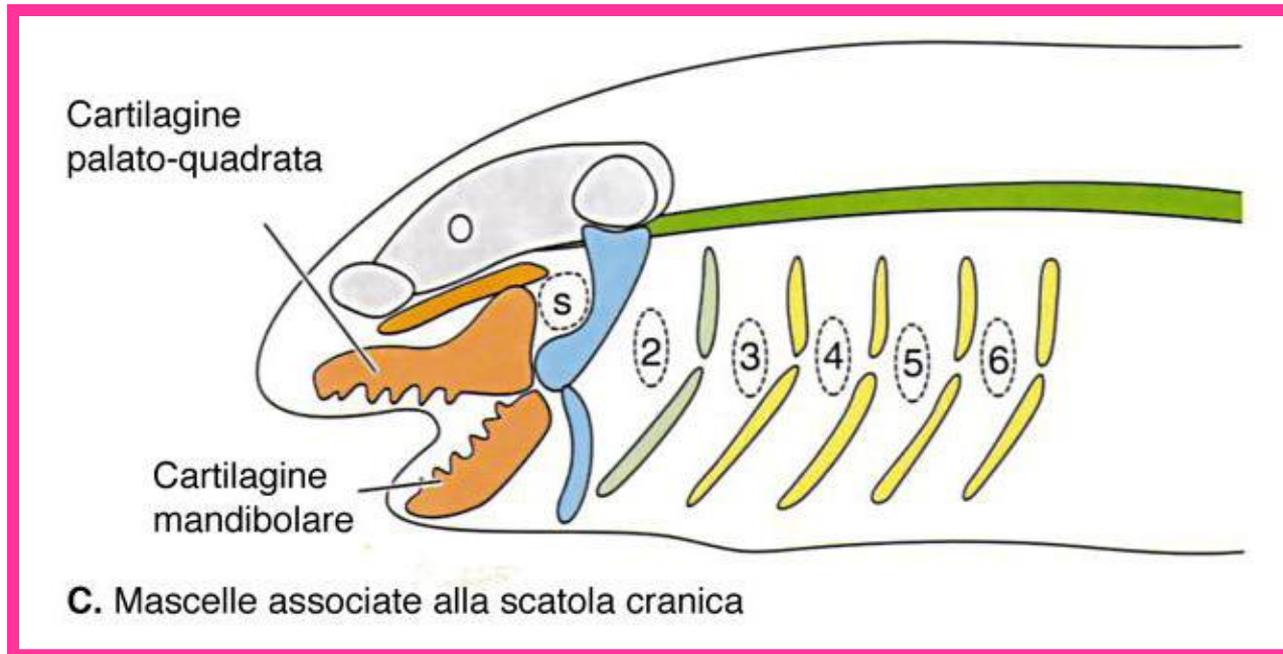
Archi vagali

Arco mandibolare

Arco carotideo

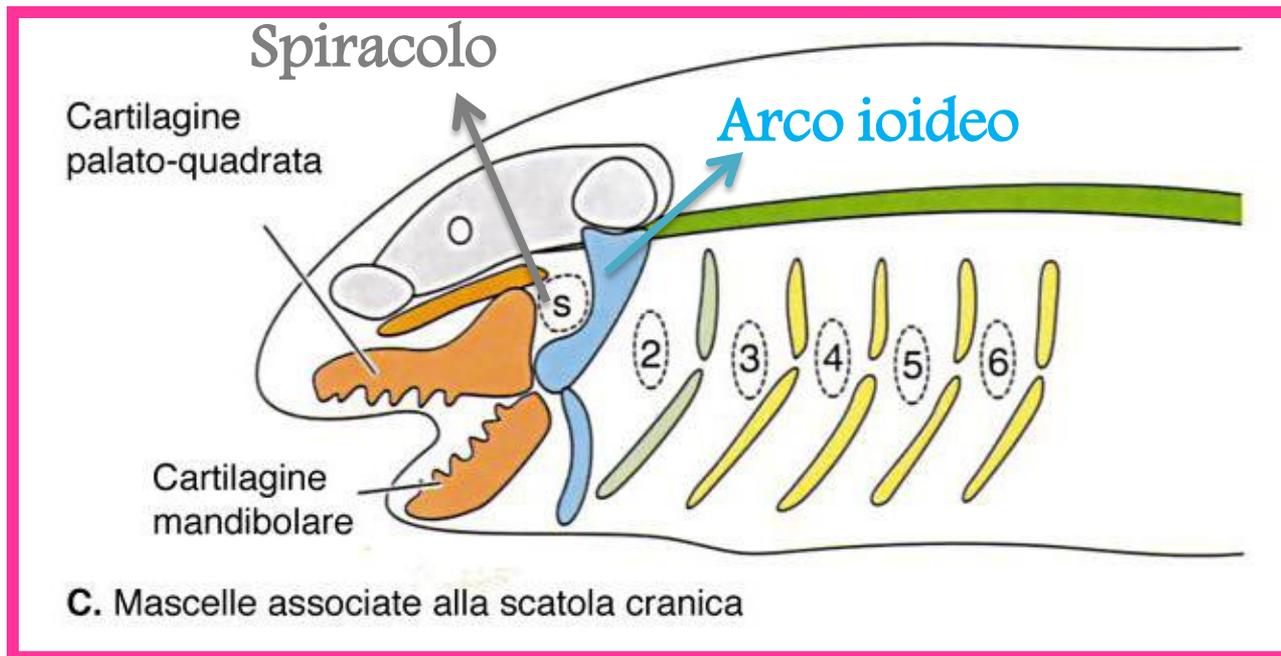
Notocorda

Gli gnatostomi



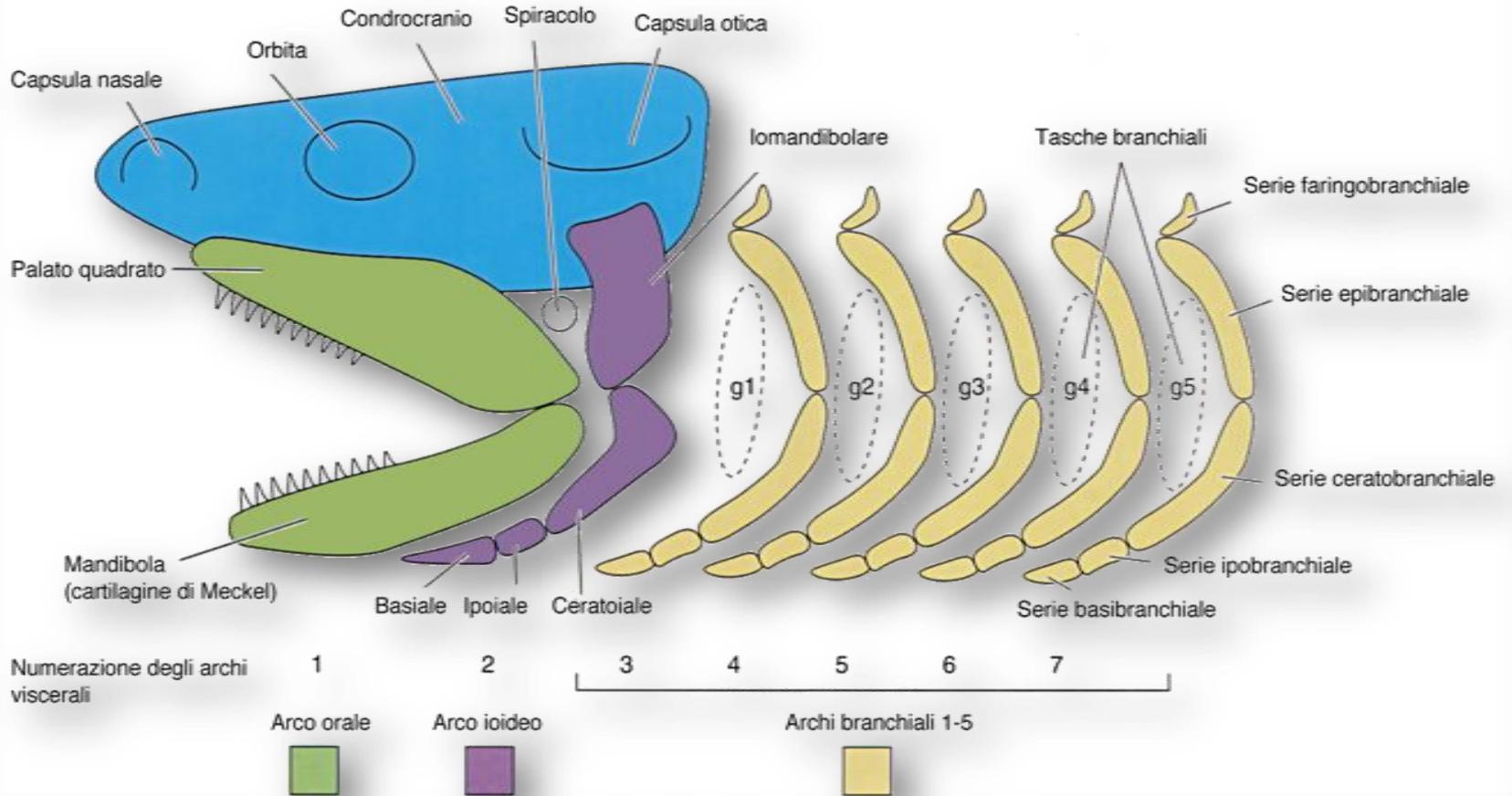
L'arco orale è formato da cartilagine o da osso di sostituzione, la sua parte dorsale è la **cartilagine palatoquadrata**, la sua parte ventrale è la **cartilagine mandibolare** o di **Meckel**. Quando queste ossificano, le loro estremità caudali formeranno l'osso quadrato e l'osso articolare formando l'articolazione della mandibola in tutti gli gnatostomi eccetto che nei mammiferi.

Gli gnatostomi



Il secondo arco è detto arco ioideo e spesso provvede alla sospensione dell'arco orale al cranio. Dietro all'arco ioideo si trovano **cinque tipici archi branchiali**. Tra gli archi branchiali si trovano le **tasche branchiali** che si aprono alla superficie attraverso fessure branchiali. La fessura branchiale tra l'arco ioideo e l'arco orale è ridotta ad un piccolo **spiracolo** o viene perduta.

Gli gnatostomi



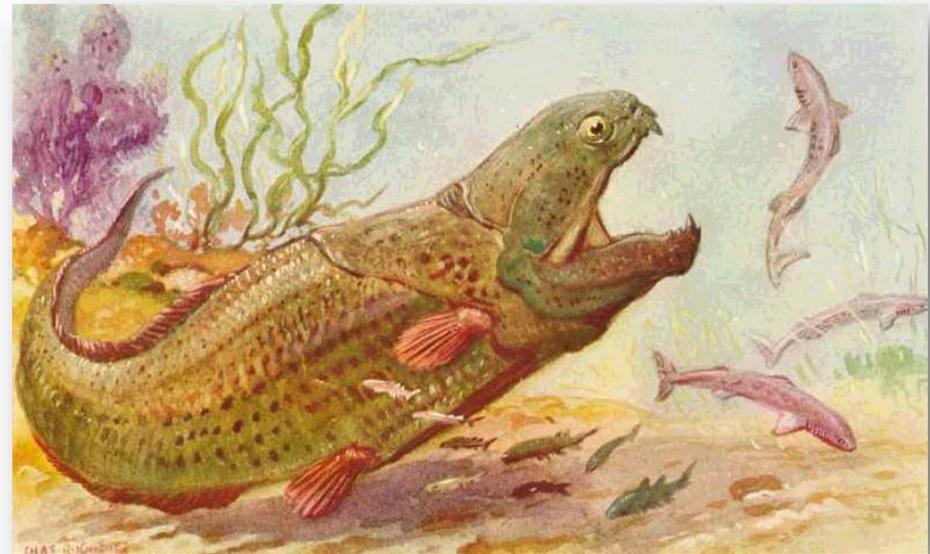
Gli gnatostomi

Si conoscono due **gruppi primitivi** di pesci dotati di mandibole e originati nel **Siluriano**:

Gli acantodi



I placodermi



I Placodermi: i primi gnatostomi estinti



I Placodermi furono i primi gnatostomi, che vissero tra il Siluriano e il Devoniano. Avevano una corazzatura dermica di scaglie più piccole di quelle degli Ostracodermi, una forte bocca e due paia di appendici pari (due pinne pettorali e due pelviche).

Le pinne pari consentivano ai Placodermi di stare in equilibrio nell'acqua, facilitavano il nuoto, la predazione e la fuga.

Gli gnatostomi: caratteristiche

- ✓ I primi gnatostomi sono stati ritrovati in depositi di acqua dolce del **Siluriano** (400 milioni)
- ✓ Hanno **narici pari**
- ✓ **Cinque fessure branchiali** e una serie di archi branchiali o viscerali
- ✓ Il primo arco branchiale, l'**arco orale**, consta di una parte dorsale, la cartilagine palatoquadrata, e una parte ventrale, la cartilagine di Meckel o mandibolare. Quando esse ossificano, formano, rispettivamente, nella parte caudale, l'osso quadrato, e l'articolare
- ✓ Il secondo arco, l'**arco ioideo**, a cui componente dorsale è costituita dall'**iomandibolare**, che nei pesci garantisce la sospensione dello splancnocranio al neurocranio. Dopo l'arco ioideo si trovano 5 archi branchiali che hanno lo stesso endoscheletro
- ✓ Sono presenti **pinne pari** evolute da lembi cutanei pari
- ✓ Sono presenti, nell'orecchio interno, **tre canali semicircolari**