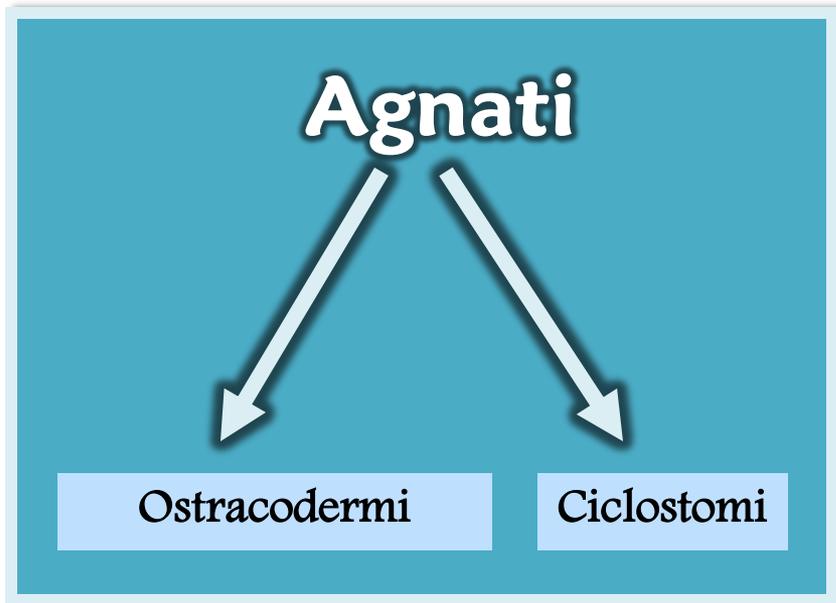
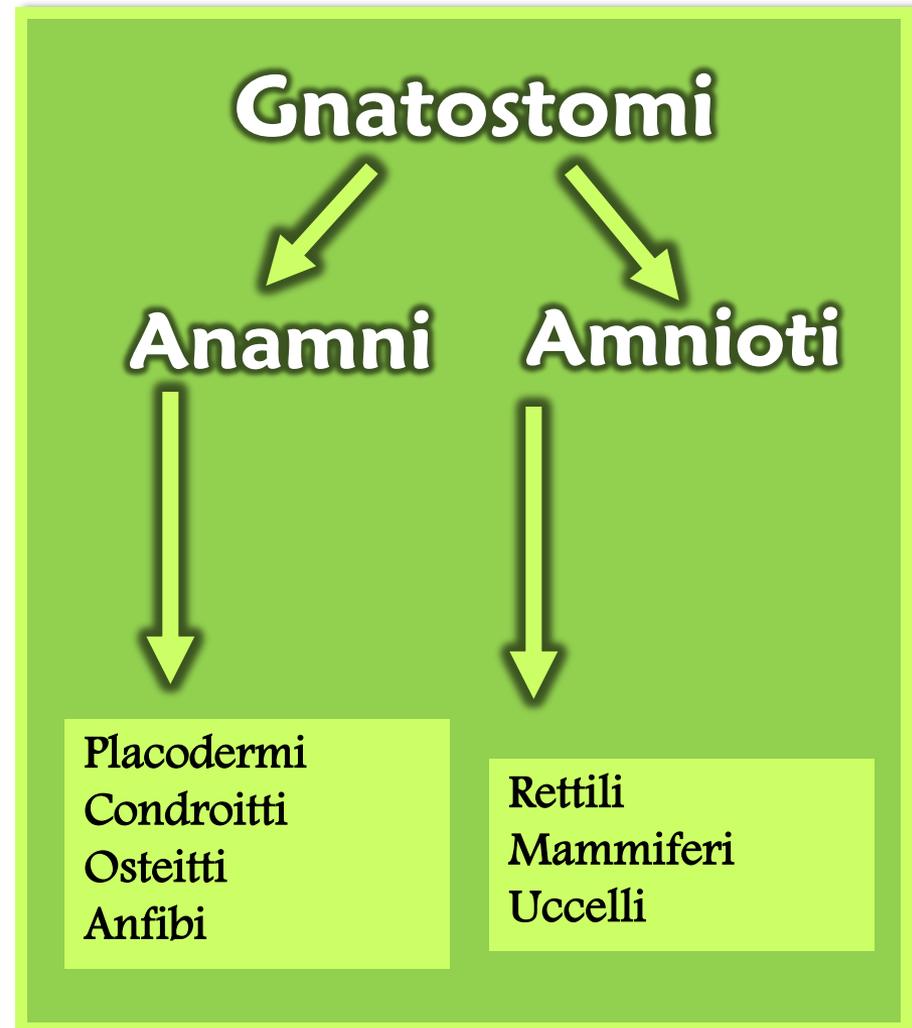
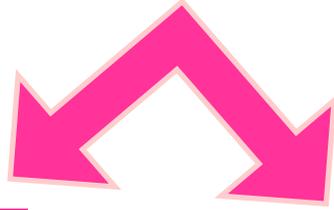


Phylum dei Vertebrati



Vivono in ambienti
profondamente diversi





Elasmobranchiomorfi:

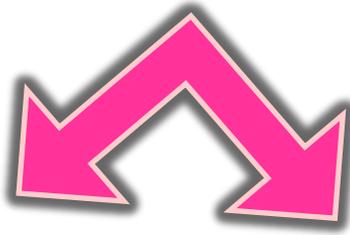
Placodermi
Condroitti

Teleostomi:

Acantodi
Actinopterigi
Sarcopterigi

Elasmobranchiomorfi

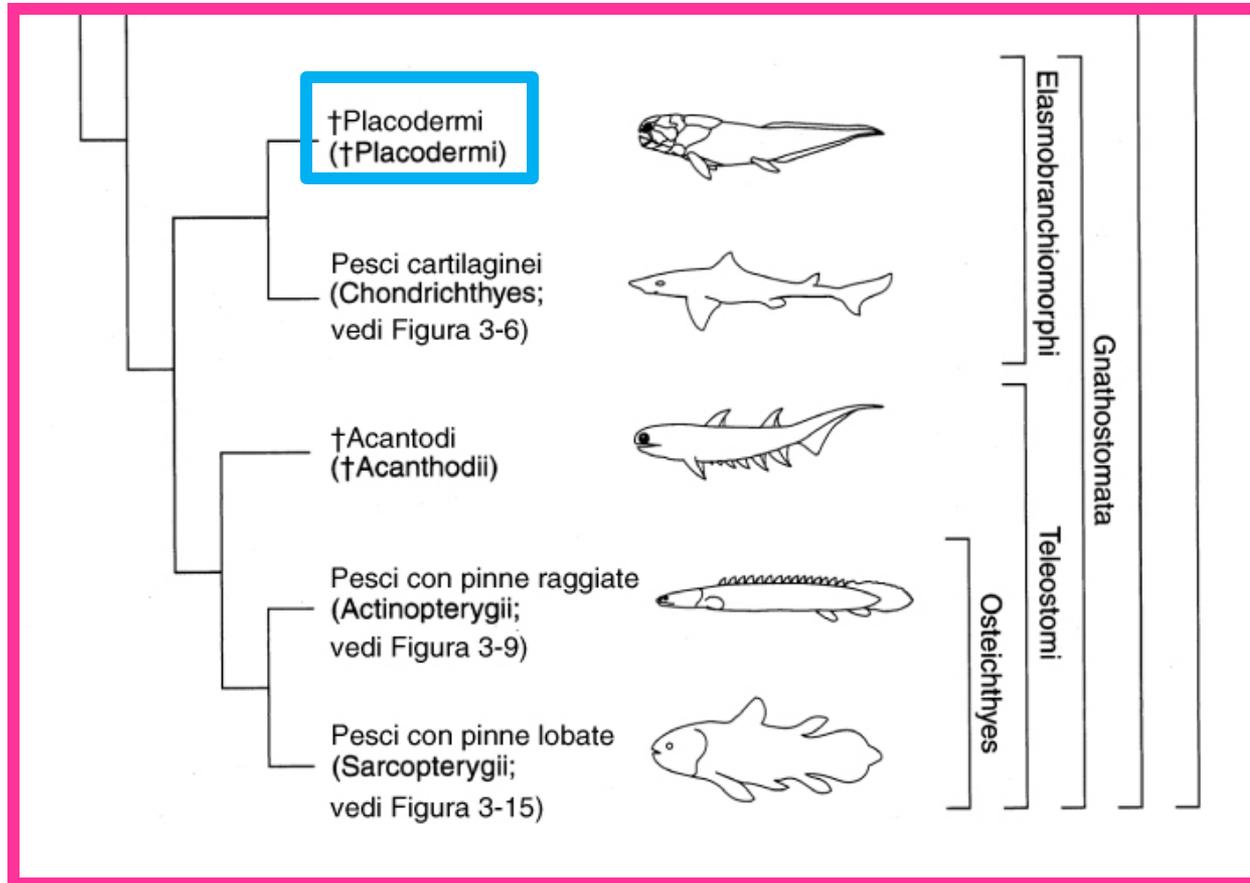
Sinapomorfia degli
elasmobranchiomorfi: **pedicello ottico**
(piccolo sostegno cartilagineo che sorregge la parte posteriore
dell'occhio)



Condroitti

Placodermi

Elasmobranchiomorfi - placodermi



Elasmobranchiomorfi - Placodermi

COMPAAIONO:
Siluriano

SCOMPAIONO:
Devoniano



Le specie più primitive
vivevano in **acqua dolce**
mentre le più **evolute**
erano **marine**.

Non ci sono specie viventi affini a loro e quindi è
difficile ricostruire i diversi stili di vita adottati

Elasmobranchiomorfi - Placodermi

Sinapomorfia dei placodermi :

armatura ad anello nella parte anteriore del tronco

Sono caratterizzati inoltre:

- vertebre senza corpo vertebrale;
- pinna caudale è eterocerca*.



*Pinna caudale



PINNA ETEROCERCA:
pinna caudale in cui
l'asse vertebrale si
rivolge rapidamente
verso l'alto formando
un **grande lobo dorsale**



PINNA DIFICERCA:
pinna caudale in cui l'asse
vertebrale si **mantiene**
diritto e divide la pinna in
un lobo superiore ed uno
inferiore praticamente
simmetrici

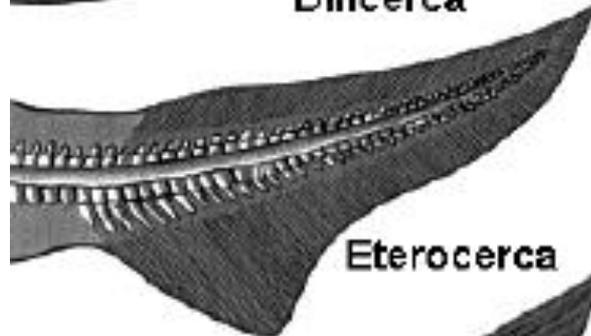


PINNA OMOCERCA:
pinna caudale
simmetrica che mantiene
una deviazione verso
l'alto nello scheletro
dell'asse vertebrale; le
vertebre non si
estendono nei lobi;
caratteristica del
teleostomi

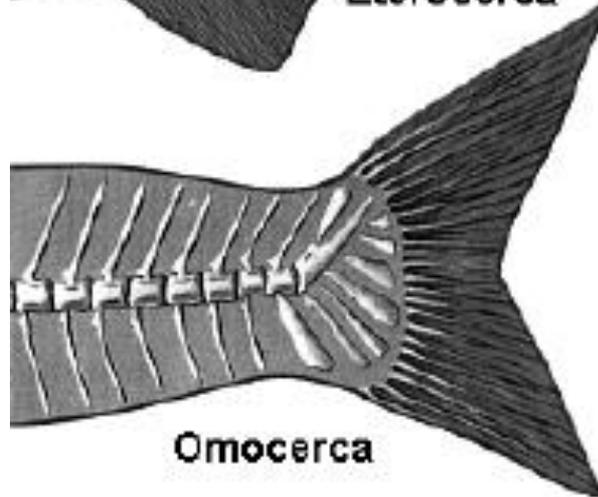
*Pinna caudale



Dificerca



Eterocerca



Omocerca

Elasmobranchiomorfi - Placodermi

Comprendono due taxa: artrodiri e antiarchi

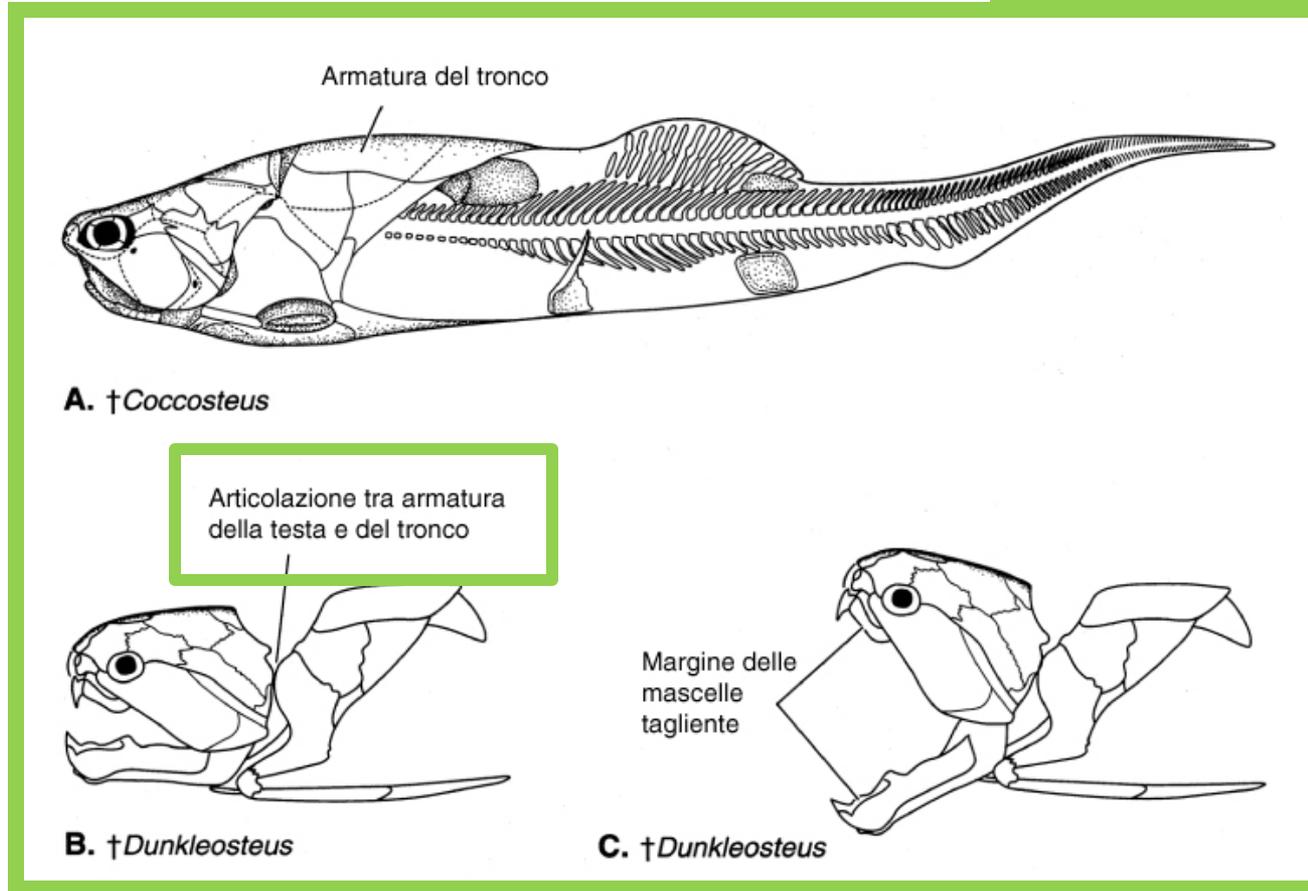


Artrodiri: collo articolato



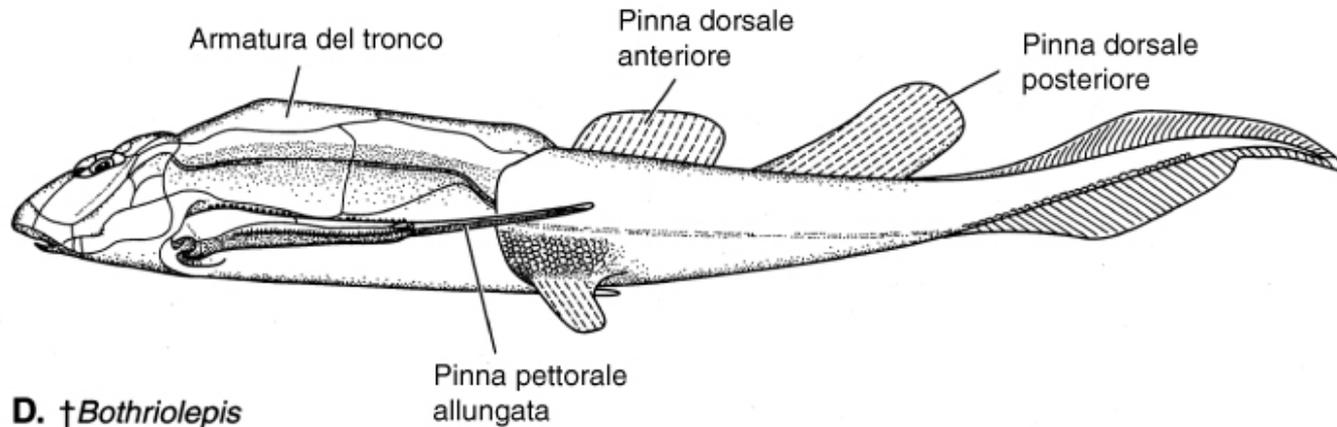
Antiarchi: pinne articolate

Di norma sono **raffigurati** come **detritivori** bentonici, il corpo a forma appiattita, la robusta corazza ossea dermica e le pinne pari non particolarmente sviluppate suggeriscono che effettivamente in gran parte conducevano una **vita legata ai bassi fondali**. Altri invece presentano grandi dimensioni, mandibole robuste, corpo affusolato e una struttura assile rinforzata, suggerendo così la comparsa e la diffusione di uno stile di vita più attivo basato sulla **predazione**.



Hanno una **particolare articolazione** tra il cranio e le piastre toraciche che permette al cranio di sollevarsi per aumentare l'apertura della bocca. La maggior parte **non aveva denti** ma le ossa dermiche che rivestono l'arco orale avevano una superficie di taglio così affilata da assomigliare ad una mannaia.

Antiarchi



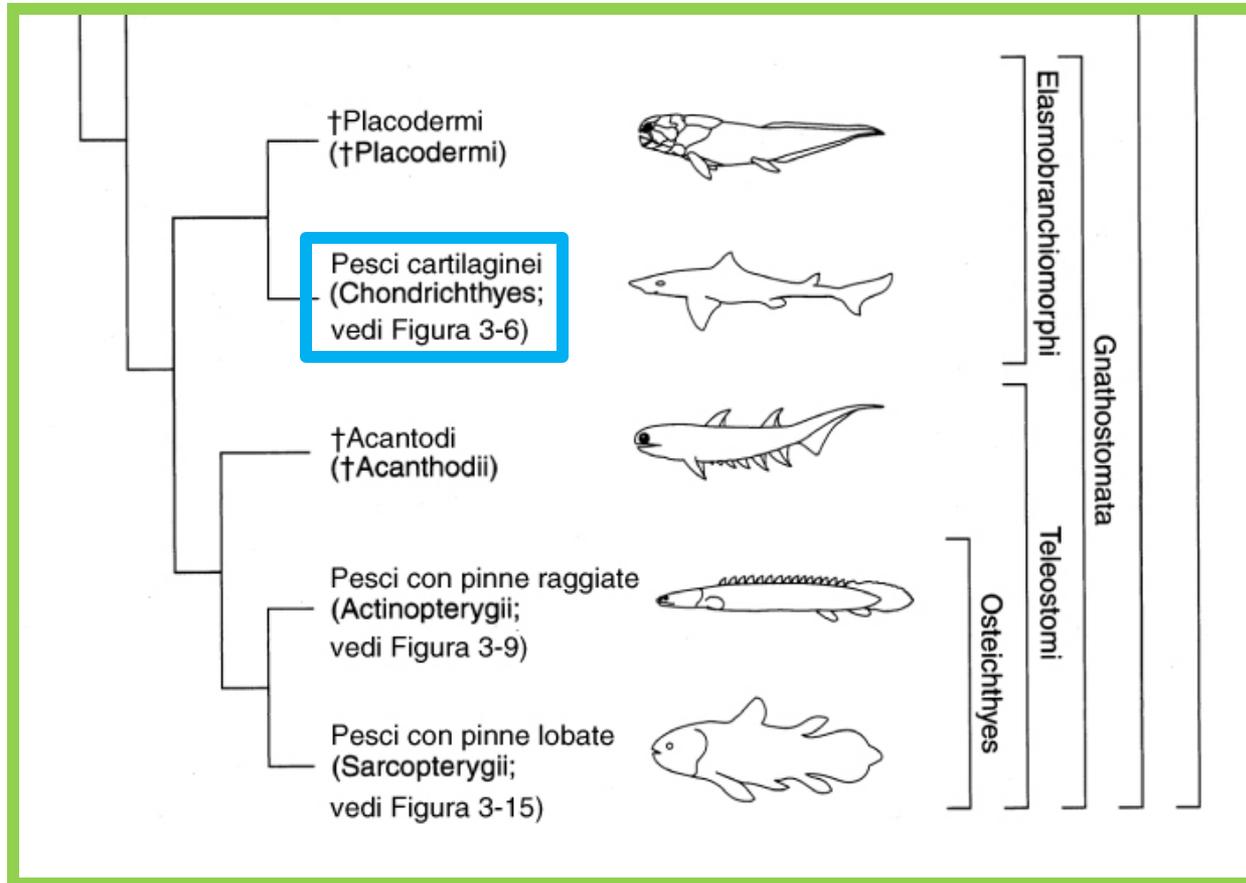
Bothriolepis è un antiarcho ben studiato, le sue **spine pettorali** erano coperte di **piastre dermiche** che le rendevano **simili agli arti** di un artropode. Queste spine potevano servire a sollevare il corpo o mantenere una posizione stazionaria nelle correnti d'acqua. È stato addirittura ipotizzato che *Bothriolepis* avesse i polmoni

Elasmobranchiomorfi - Placodermi

Testa di un placoderma



Elasmobranchiomorfi - Condroitti



I Condroitti

Compaiono nel **Siluriano** (400 milioni di anni fa).

Corpo aerodinamico, endoscheletro cartilagineo, pinne pari ed impari e fessure branchiali. Sono marini e solo alcune specie vivono nei laghi salmastri

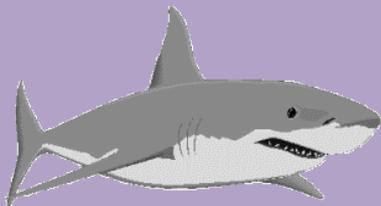
Elasmobranchi.

squali, razze, torpedini ecc

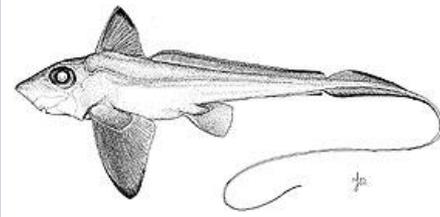
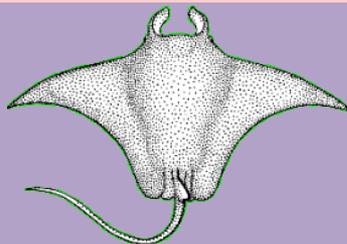
Olocefali

(Chimere)

Pleurotremata
(Squali)



Hypotrema
(Razze e torpedini)

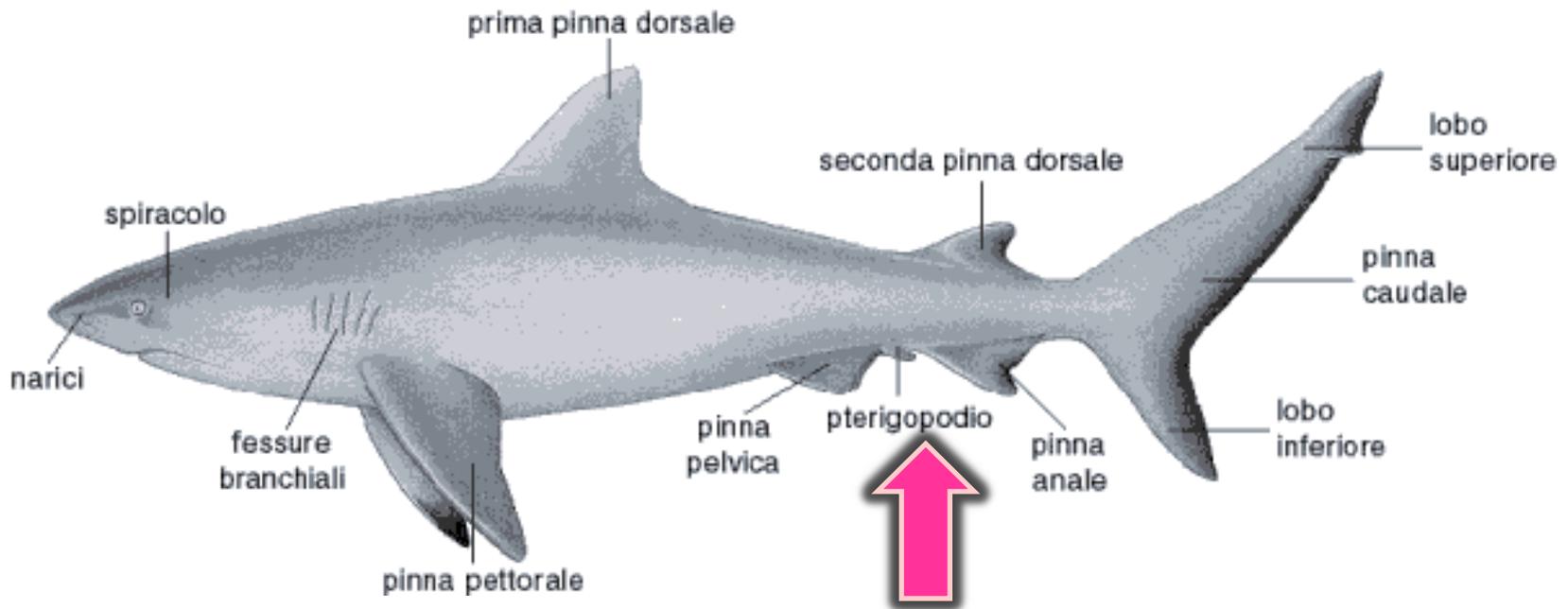


I Condroitti

- ✓ Il loro scheletro interno (endoscheletro) è cartilagineo
- ✓ Aspetti significativi dei condroitti sono una **progressiva riduzione del dermascheletro**, una **maggiore mobilità delle pinne pari**, differenti strategie riproduttivi (oviparità, ovoviviparità, viviparità).



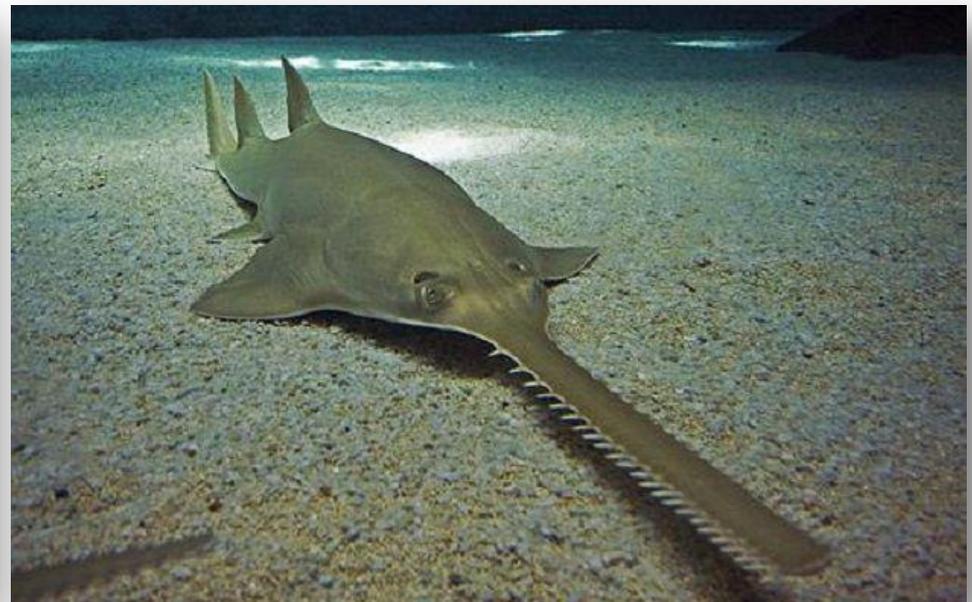
I Condroitti



La **fecondazione** è **interna** in tutti i condroitti e le pinne pelviche dei maschi sono modificate a formare **organi copulatori**, chiamati **pterygopodi**. La fecondazione interna è correlata con la produzione di un **piccolo** numero di **uova** relativamente **grandi**. L'oviparità (deposizione delle uova) è un **CARATTERE PLESIOMORFO PER I CONDROITTI** che producono grandi uova con molto tuorlo. Altri sono vivipari cioè il piccolo resta all'interno degli ovidotti dove riceve nutrimento. Alcuni sono ovovivipari cioè la femmina trattiene le uova fecondate all'interno degli ovidotti fino a che non si schiudono finché il piccolo viene partorito.

I Condroitti

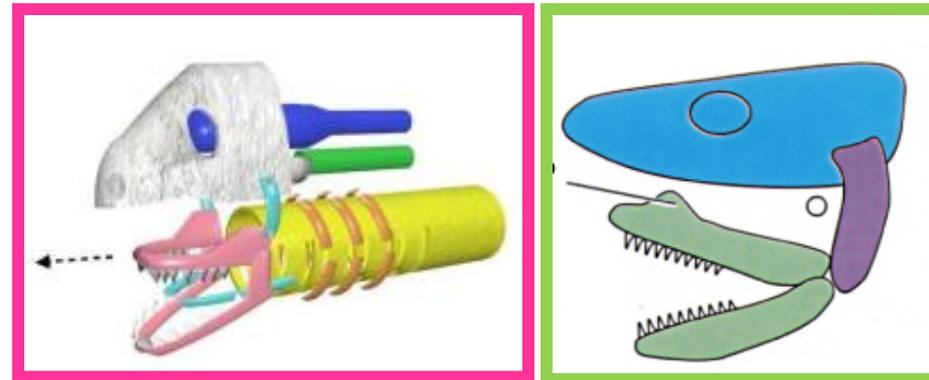
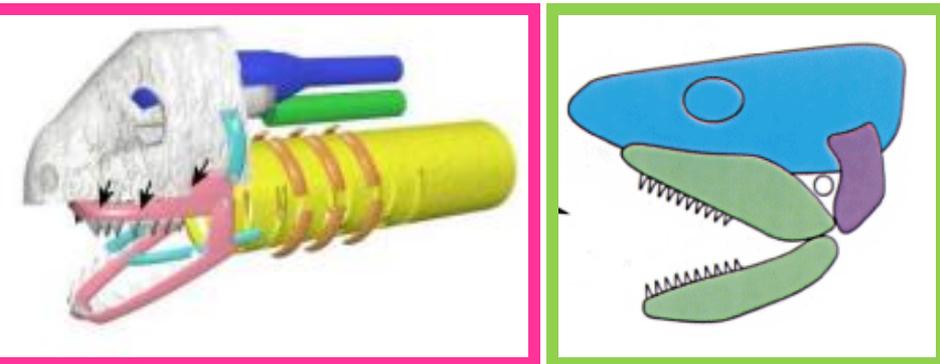
Nei condroitti il collegamento del **cranio** con la **colonna vertebrale** è saldo e rigido tranne che in rari casi come nel pesce violino (Rinobatidi) e nei pesci sega (Pristidi) che possiedono **un'articolazione occipitale** che consente i **movimenti verticali del capo**.



I Condroitti

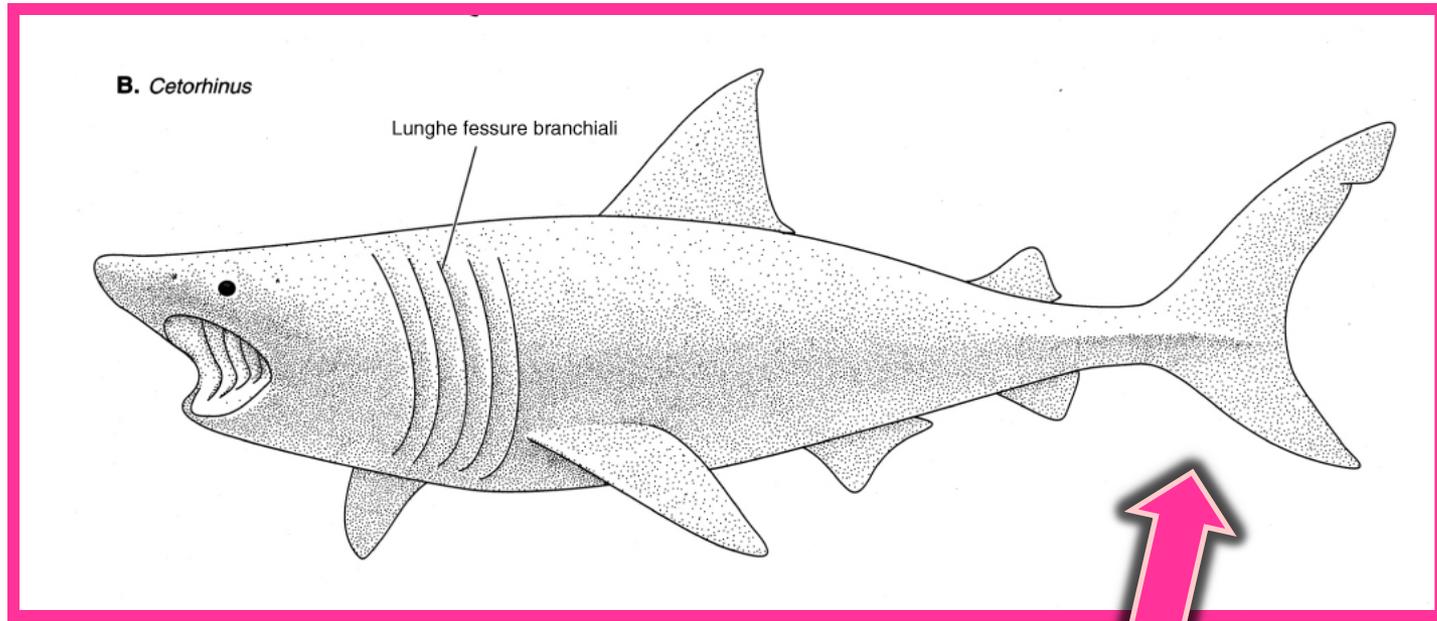
In pochi squali (*Chlamydoselachus anguineus*) il palato quadrato prende contatto con il neurocranio: sarà presente dunque una duplice sospensione mandibolare attraverso il palato quadrato e l'iomandibolare → **Sospensione anfistilica.**

Nella maggior parte degli squali e delle razze l'arcata mandibolare si fissa alla capsula otica del neurocranio per mezzo dell'iomandibolare. Questa **sospensione iostilica** consente un'elevata mobilità dell'intera arcata mandibolare rispetto al neurocranio.



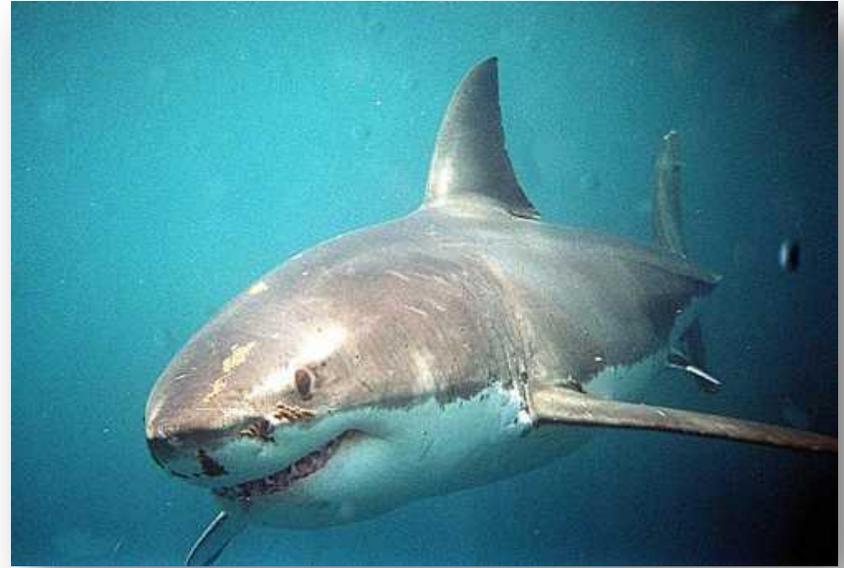
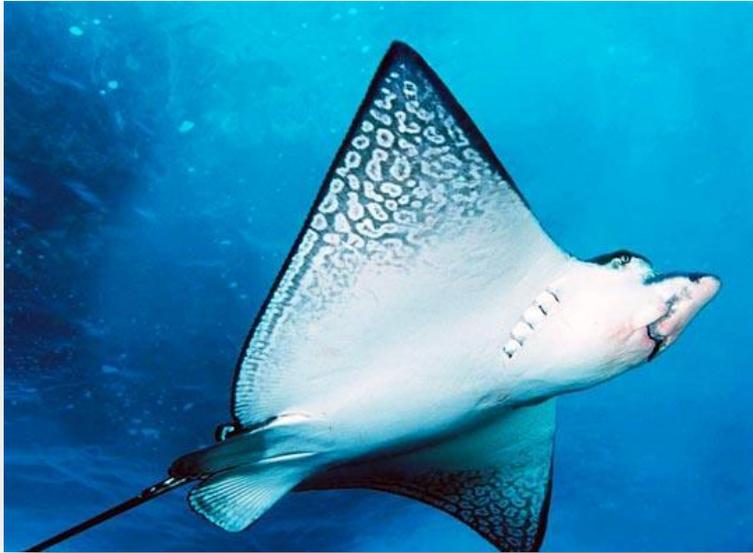
Dal tipo di sospensione dipenderà il grado di cinetismo, (mobilità) del cranio. In generale **crani autostilici sono meno cinetici di crani iostilici**

I Condroitti



Coda eterocerca

I Condroitti



Come la maggior parte dei pesci, i condroitti sono più densi dell'acqua e tendono ad affondare. Per i batoidei bentonici questo non costituisce un problema, ma tutti quelli che nuotano in acque aperte devono consumare energie ulteriori per contrastare questa tendenza.

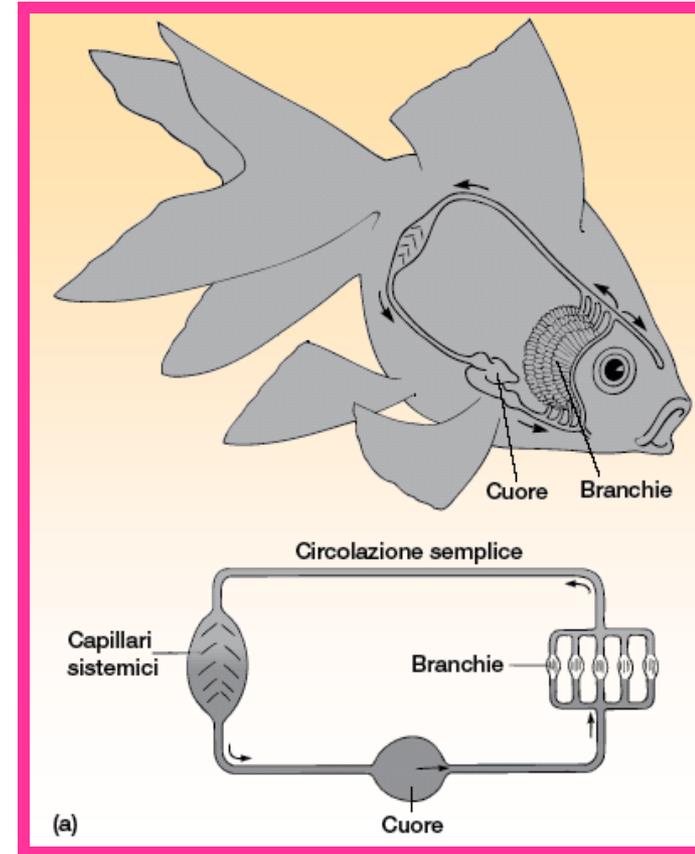
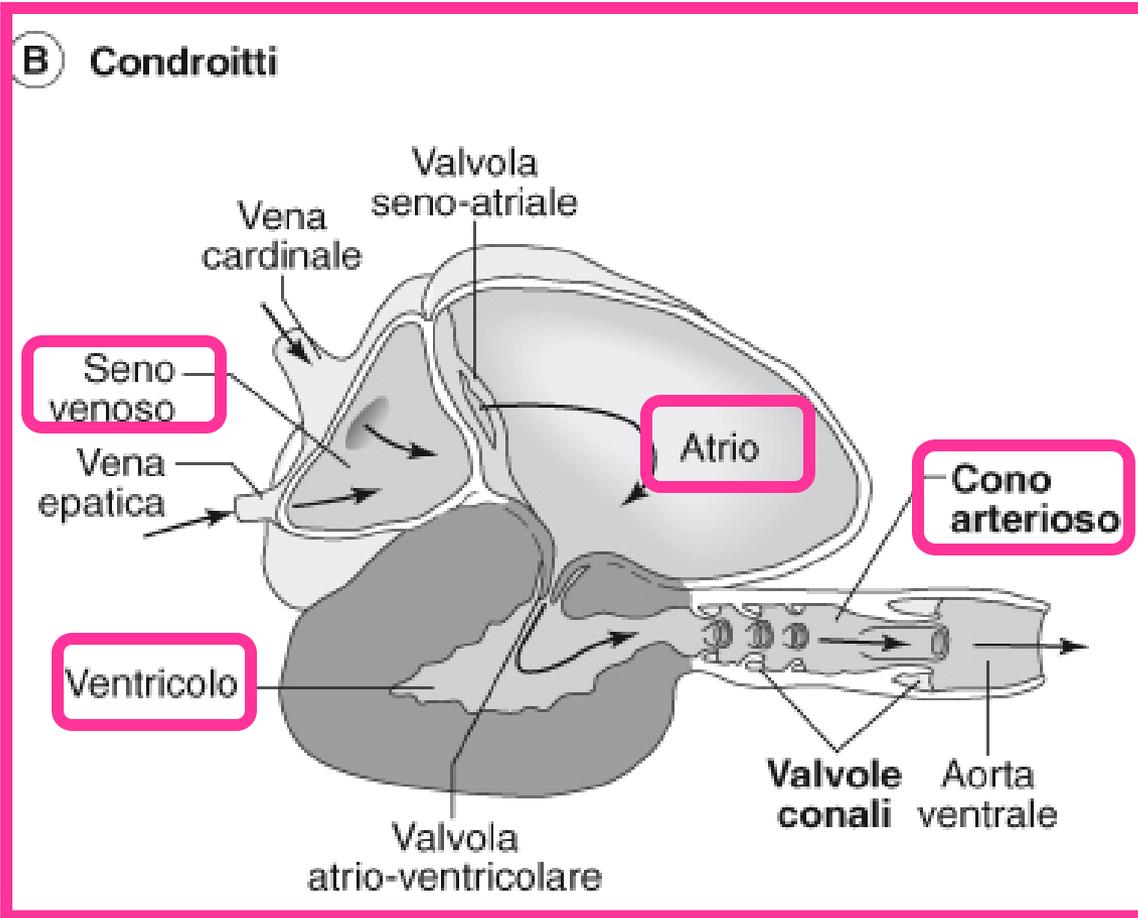
Tuttavia, hanno un **grande fegato ricco di oli**, che sono meno densi dell'acqua, che tende di per sé a imprimere una spinta verso l'alto che consente loro di mantenere la posizione nella colonna d'acqua.

Il sistema respiratorio

Le fessure branchiali negli elasmobranchi si aprono direttamente sul corpo dell'animale, dove si riconosce per ciascuna fessura la presenza di una valvola branchiale.

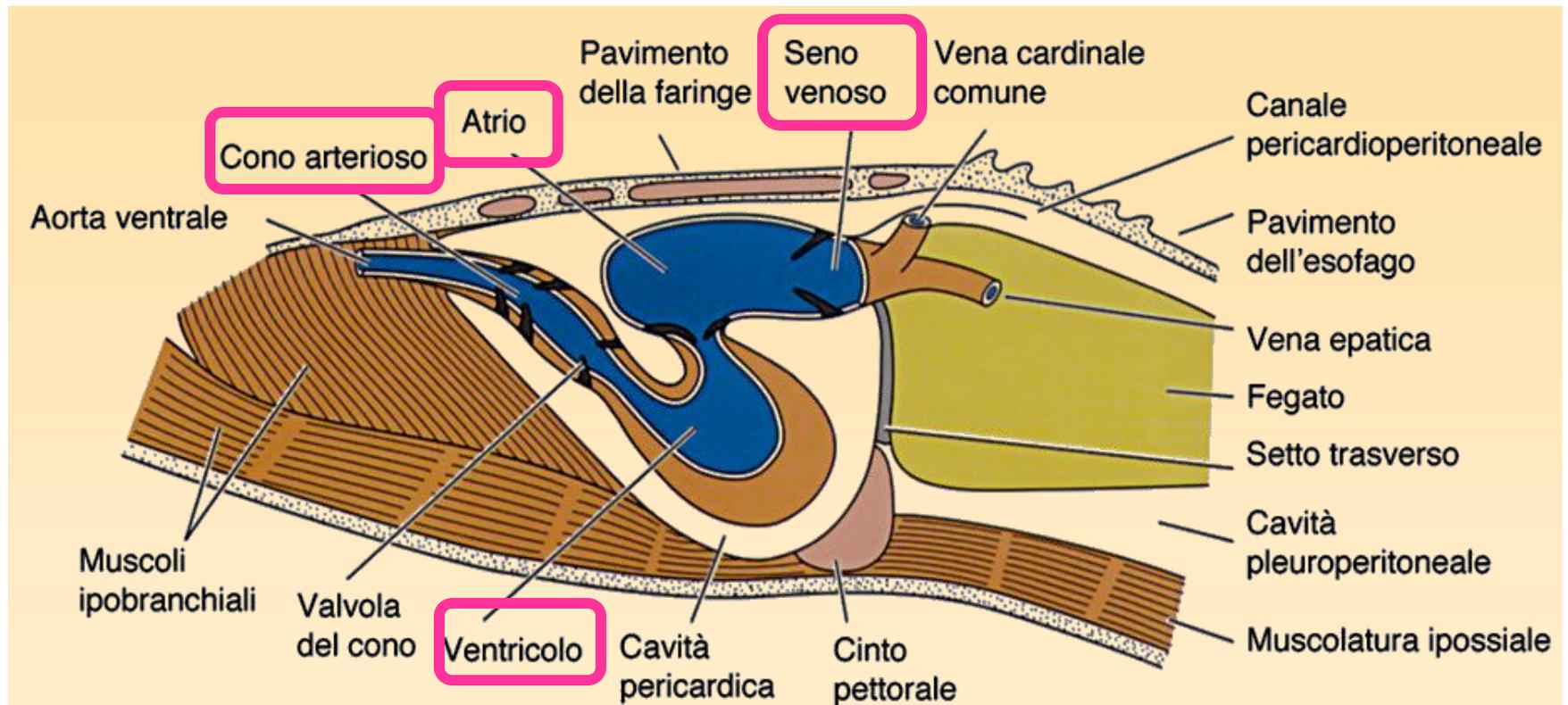


I Condroitti – il sistema circolatorio

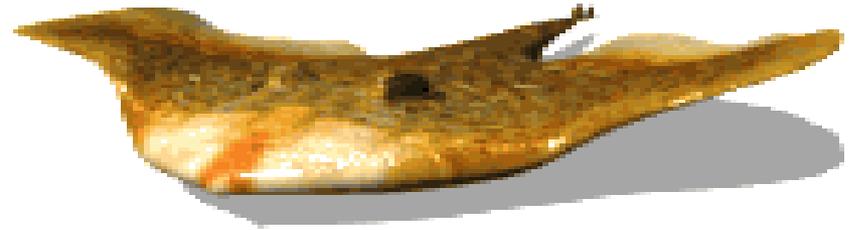
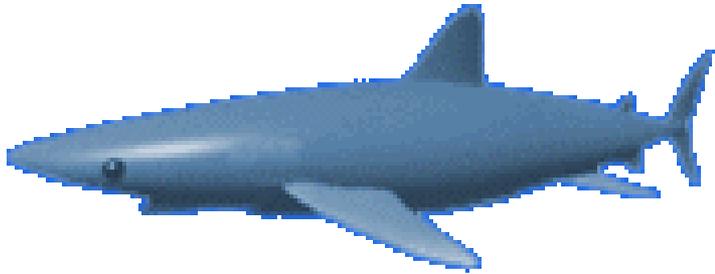


La circolazione nei condroitti è **semplice e completa**. Il cuore presenta le **quattro camere** caratteristiche: seno venoso, atrio, ventricolo e cono arterioso.

I Condroitti – il sistema circolatorio

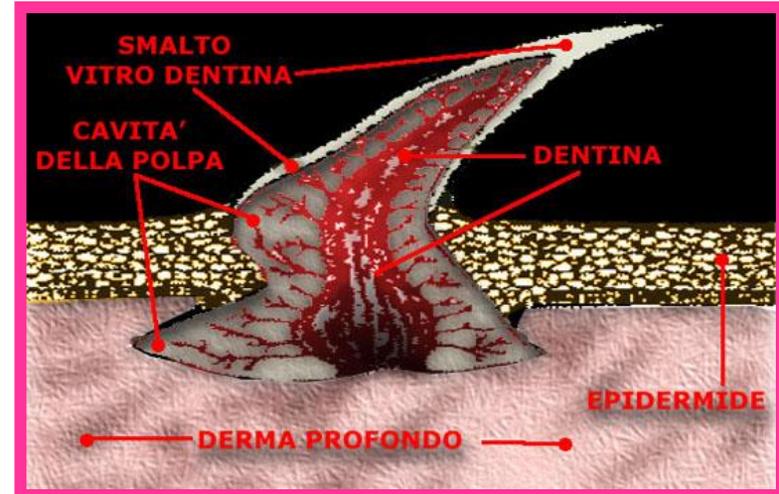


I Condroitti elasmobranchi: razze e squali



Tra i condroitti gli **squali** sono i più noti e vivono nella maggior parte degli oceani e dei mari del mondo. Nuotano grazie a battiti della coda diversamente dalle razze che nuotano grazie al movimento ad onda delle “ali” cioè di pinne pettorali modificate. Per evitare di affondare gli squali nuotano in continuazione.

Gli squali: i formidabili predatori dei mari



Gli squali sono ben equipaggiati per la loro vita da predatori. La pelle coriacea e spessa è ricoperta da numerose **scaglie placoidi dermiche**. Le scaglie placoidi sono costituite di dentina racchiusa in una sostanza simile allo smalto e assomigliano ai denti degli altri vertebrati



Gli squali: i formidabili predatori dei mari



Le scaglie placoidi anteriormente si **modificano** per formare, su entrambe le mascelle **file di denti**, appuntiti e seghettati, sostituibili. Dietro i denti funzionali sono disposte le file dei denti di sostituzione, ciascuna pronta a ruotare in posizione per prendere il posto di un dente funzionale rotto o perso.



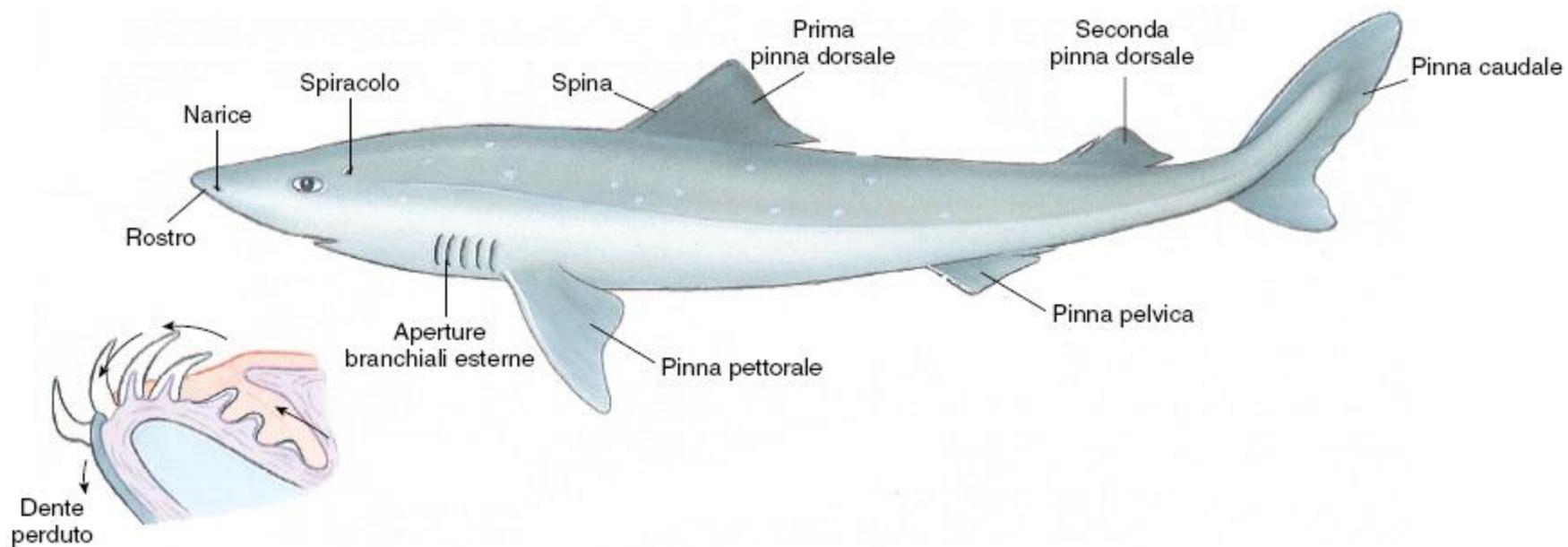
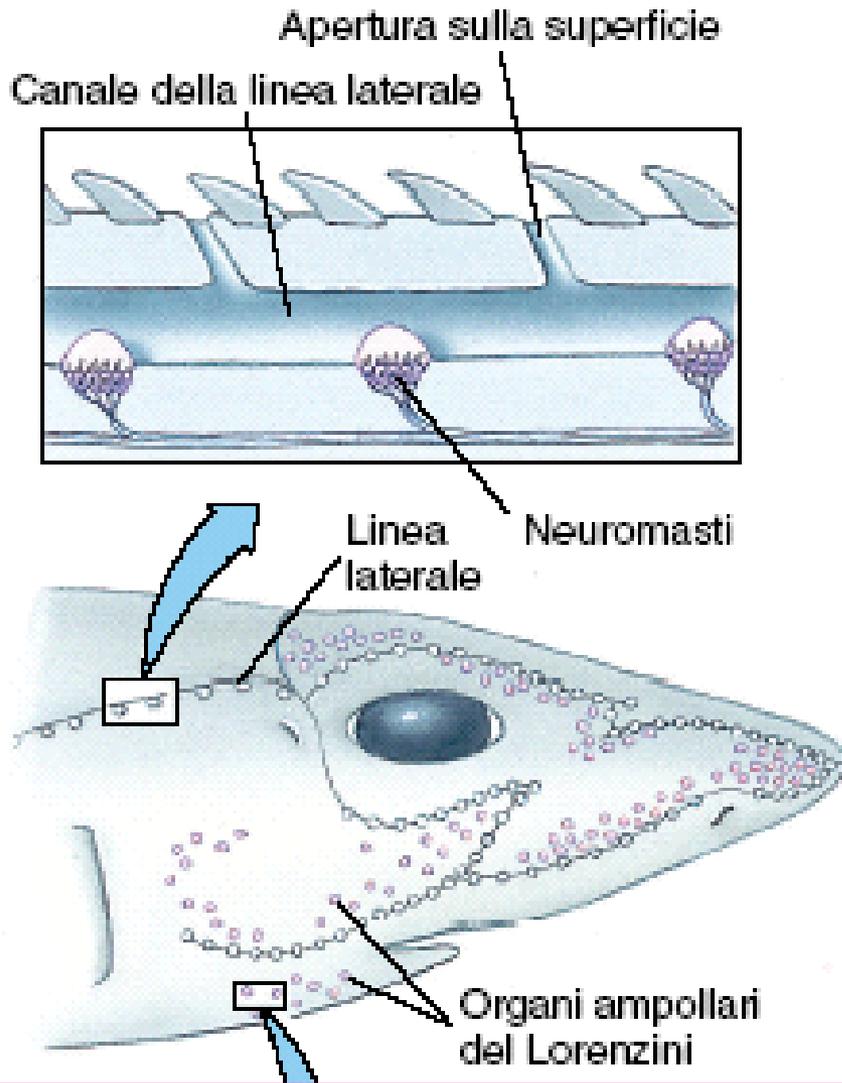


figura 16.6

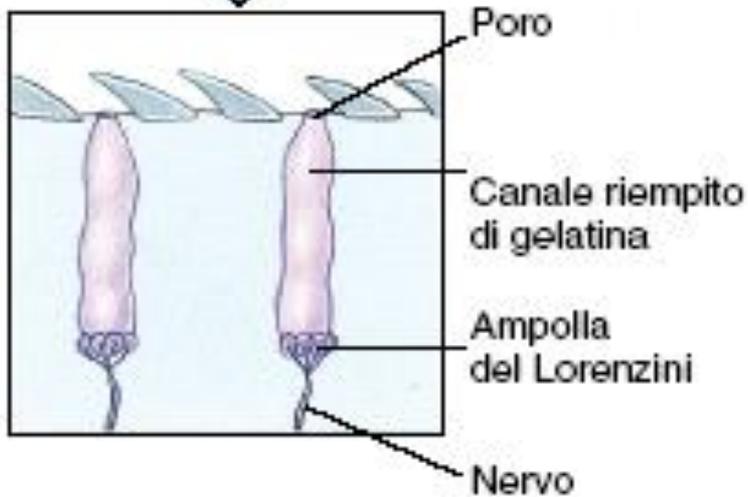
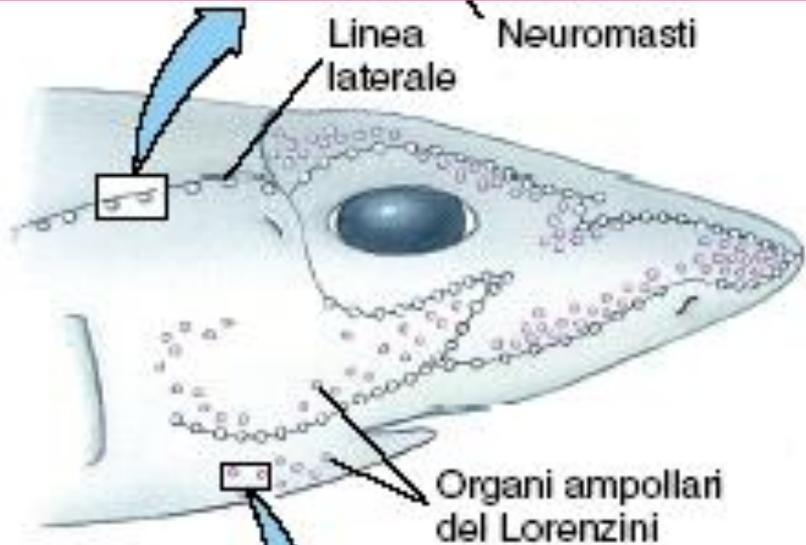
Lo squalo, pescecane, *Squalus acanthias*. Insetto: sezione della mascella inferiore che mostra la formazione di nuovi denti dalla parte interna della mascella. Questi si muovono poi in avanti per rimpiazzare i denti perduti. Il tasso di sostituzione cambia da specie a specie.

Gli squali: i formidabili predatori dei mari

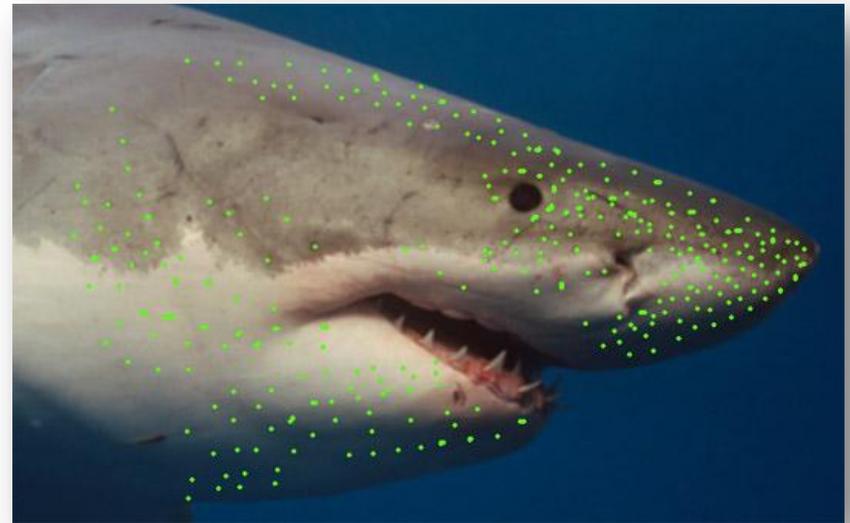


Hanno un **olfatto molto sviluppato** che li guida verso il cibo. La vista è meno acuta dei pesci ossei ma il sistema della **linea laterale** è ben sviluppato e viene utilizzato per percepire e localizzare oggetti e animali in movimento. È costituito da un sistema di canali che si estendono lungo i fianchi del corpo e sulla testa. All'interno vi sono speciali organi recettori, i **neuromasti**, sensibili a vibrazioni e a cambiamenti nelle correnti d'acqua.

Gli squali: i formidabili predatori dei mari

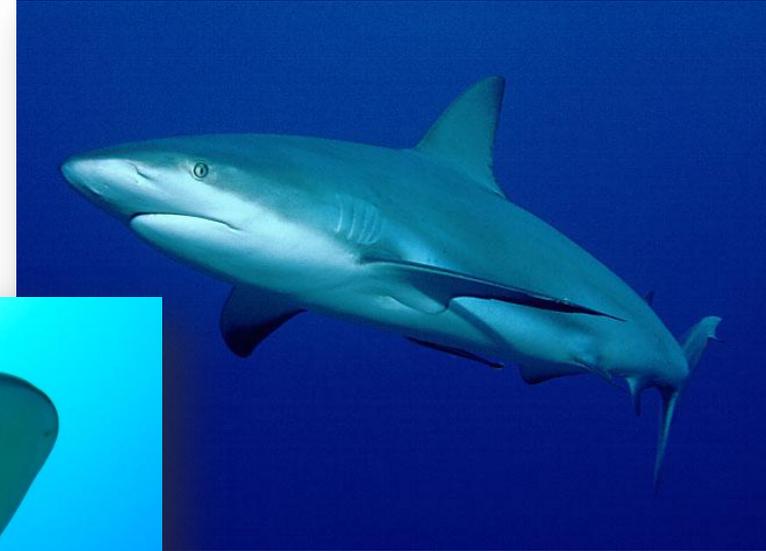
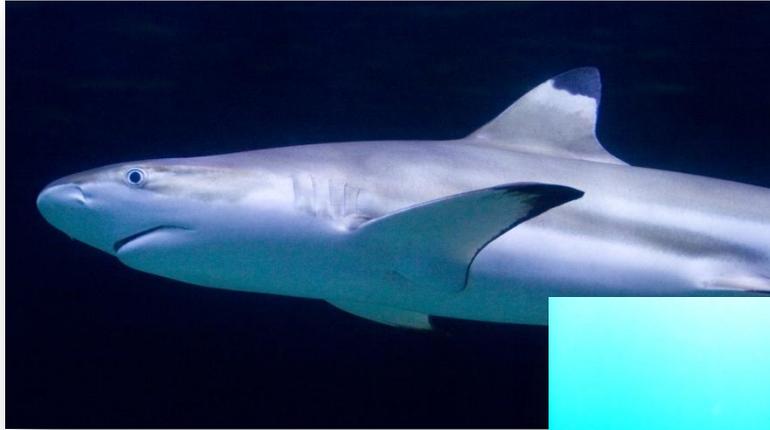


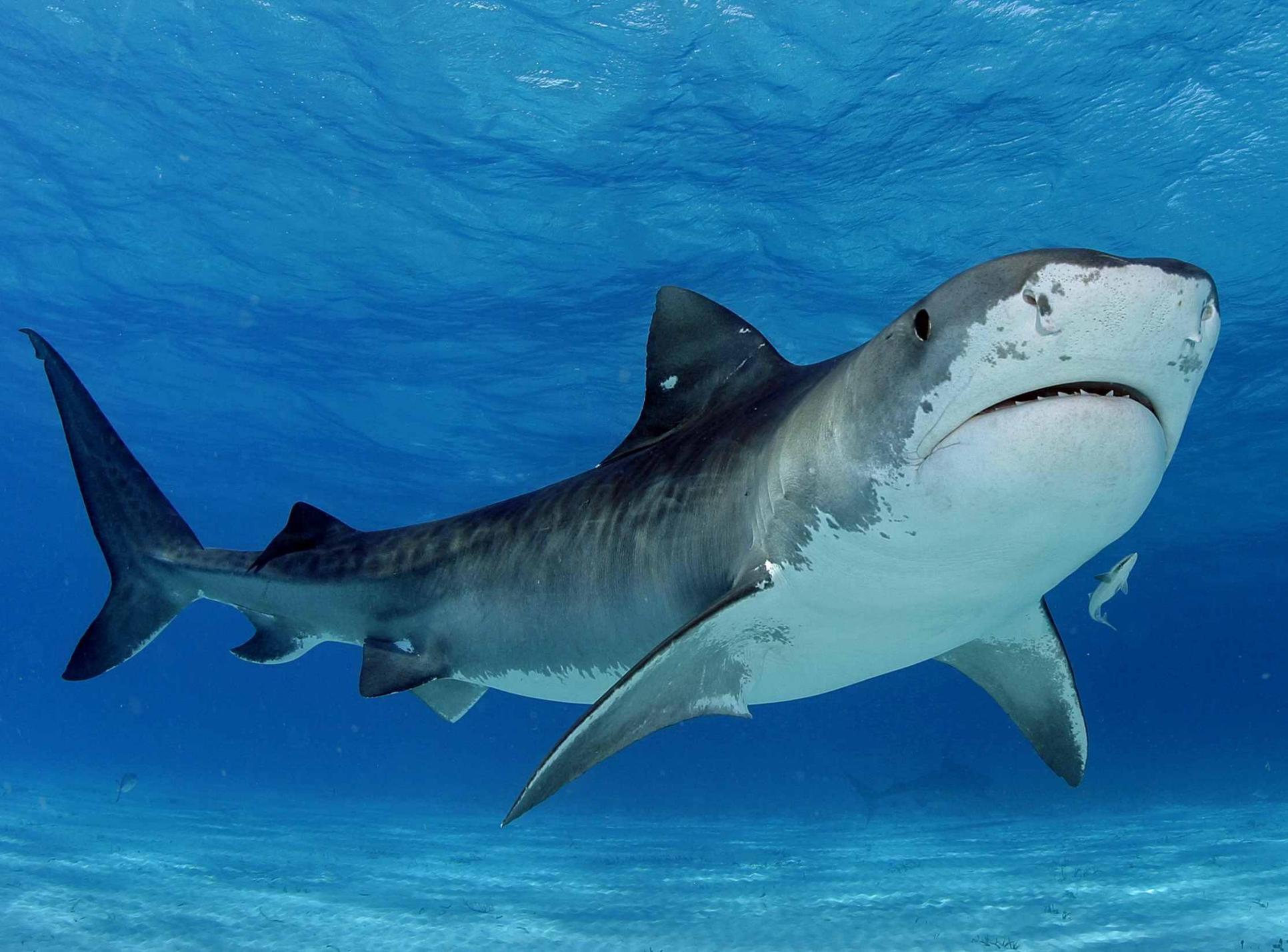
Gli squali possono anche scovare ed attaccare prede sepolte nella sabbia poiché sono in grado di **percepire il campo elettrico** che circonda tutti gli animali. I recettori deputati a questa funzione sono le **ampolle del Lorenzini**, e sono situate sulla testa



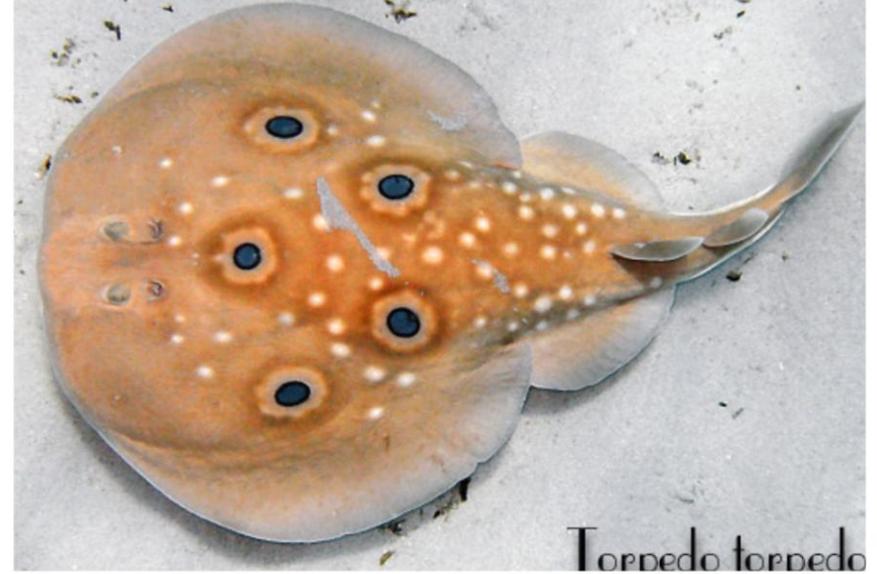
Gli squali: i formidabili predatori dei mari

La colorazione della maggior parte degli squali è opaca
il lato superiore è sempre scuro, mentre il lato inferiore
è chiaro....perchè????



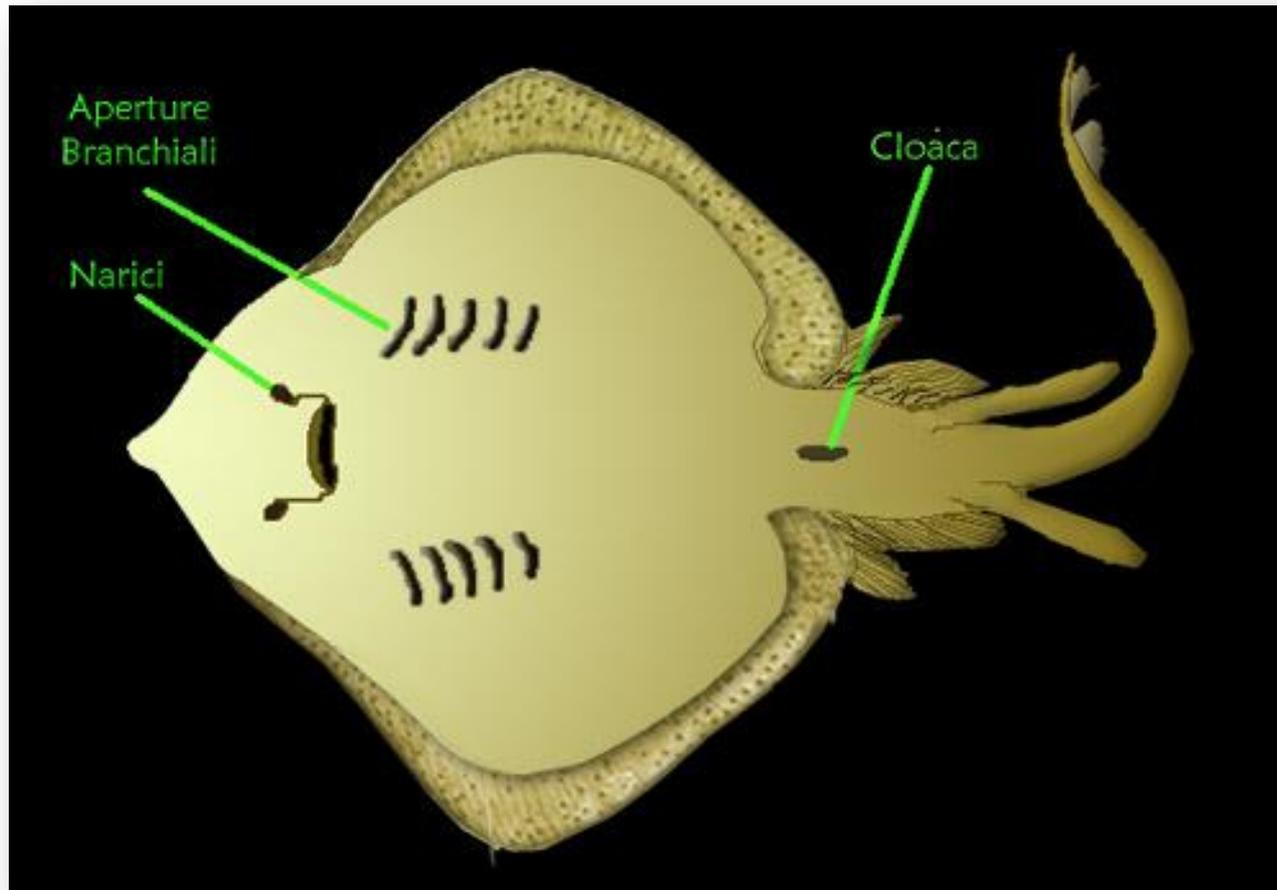


Hypotremata: razze e torpedini



I batoidei possono essere riconosciuti perché **compressi dorso-ventralmente**, hanno pinne pettorali molto allargate che sono utilizzate per nuotare come fossero ali.

Hypotremata: razze e torpedini



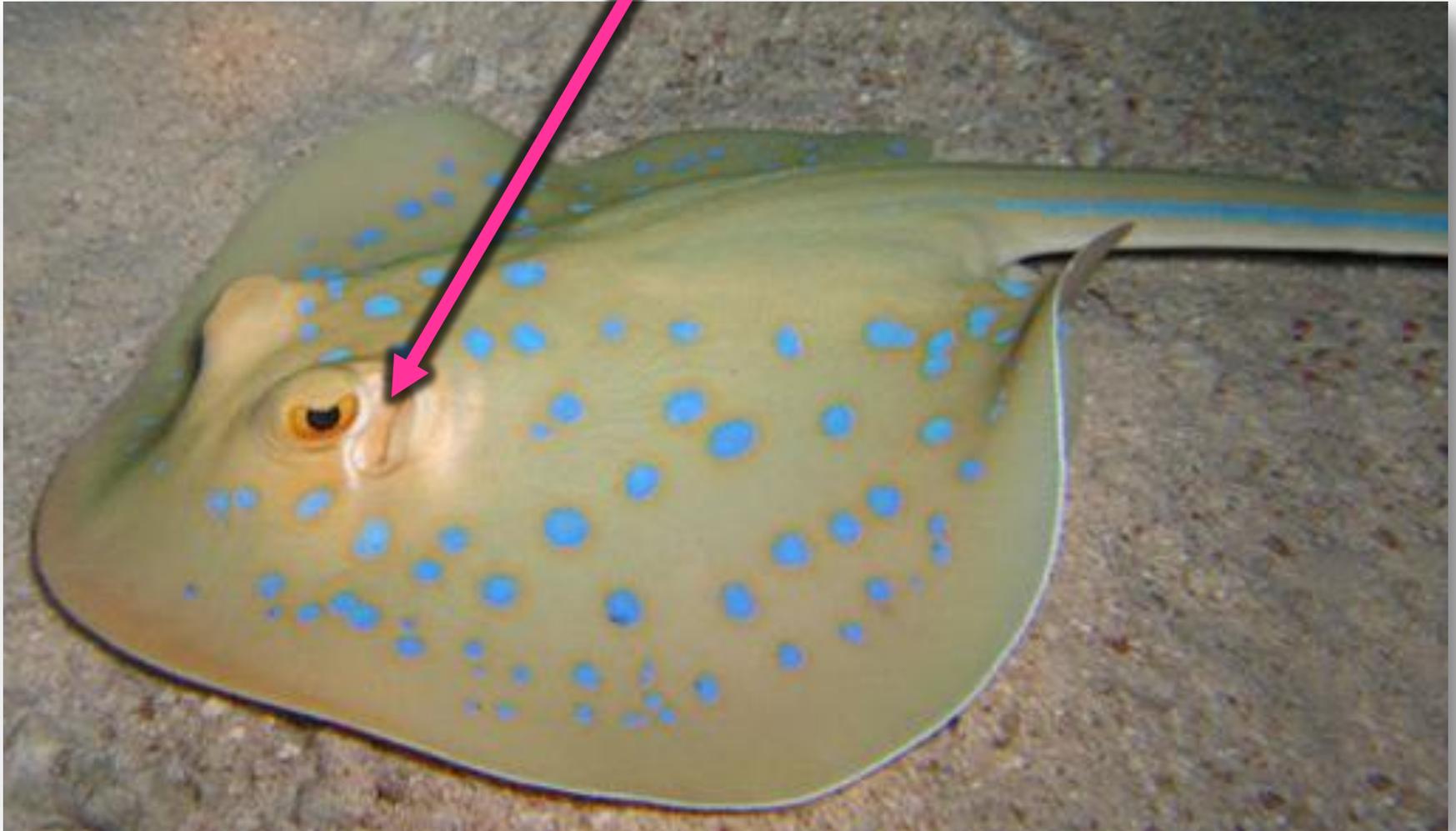
Aperture branchiali in prossimità
del ventre

Hypotremata: razze e torpedini



Le razze e le torpedini sono adattate a vivere sui fondali sabbiosi, si nutrono di piccoli invertebrati, respirano inalando l'acqua attraverso i due **spiracoli** che sono spostati dorsalmente indietro agli occhi. Possono avere organi di attacco o difesa: le Torpedini hanno gli organi elettrici, le razze una spina velenosa sulla coda.

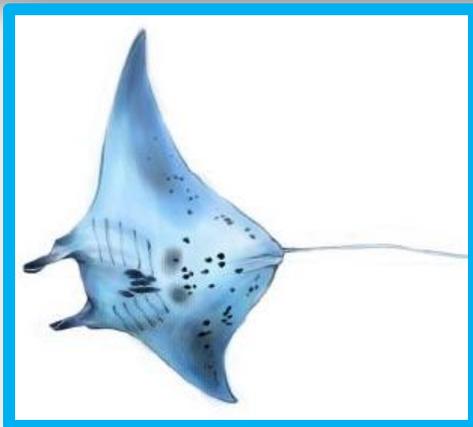
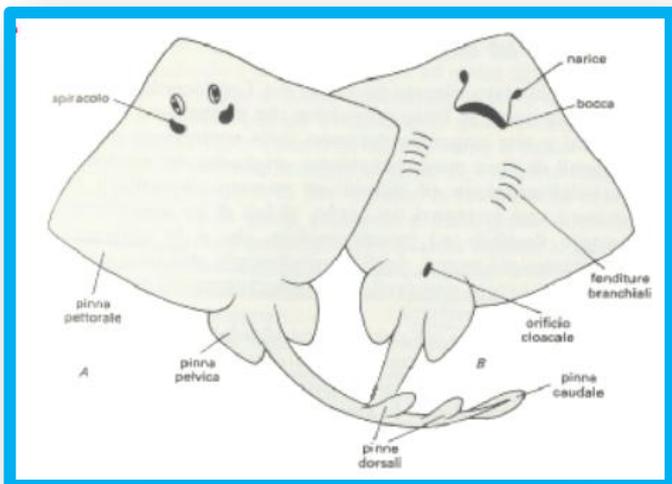
Spiracolo



Razze e torpedini hanno uno spiracolo tondeggiante localizzato dorsalmente, dietro gli occhi e che costituisce la via principale attraverso cui l'acqua entra nella bocca e fluisce sulle branchie.

Non confondiamo i pesci appiattiti....

Razze e torpedini



Fessure branchiali disposte ventralmente



Sogliola



Passera

Sono pesci ossei in cui le fessure branchiali e gli occhi sono ruotati sulla superficie "superiore" del corpo mentre la superficie opposta si mantiene aderente al substrato

Gli olocefali: le chimere



Da un punto di vista anatomico presentano una singolare commistura tra caratteristiche da squalo e caratteristiche da pesce osseo.

Gli olocefali: le chimere



Gli **Olocefali** hanno bocca terminale, coda filiforme, pelle nuda (priva di scaglie) e le branchie ricoperte di un opercolo membranoso. La Chimera è la specie di olocefalo più nota.

Gli olocefali: le chimere

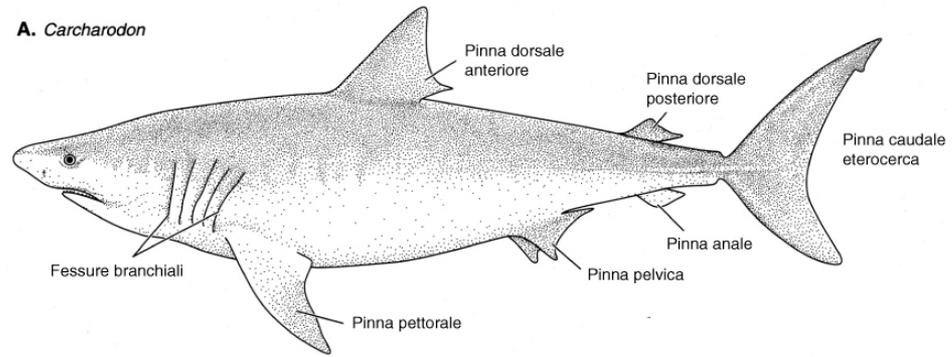


Il corpo non termina in una grande pinna caudale lobata con funzione propulsiva ma è lungo e si assottiglia progressivamente per terminare a forma di frusta.

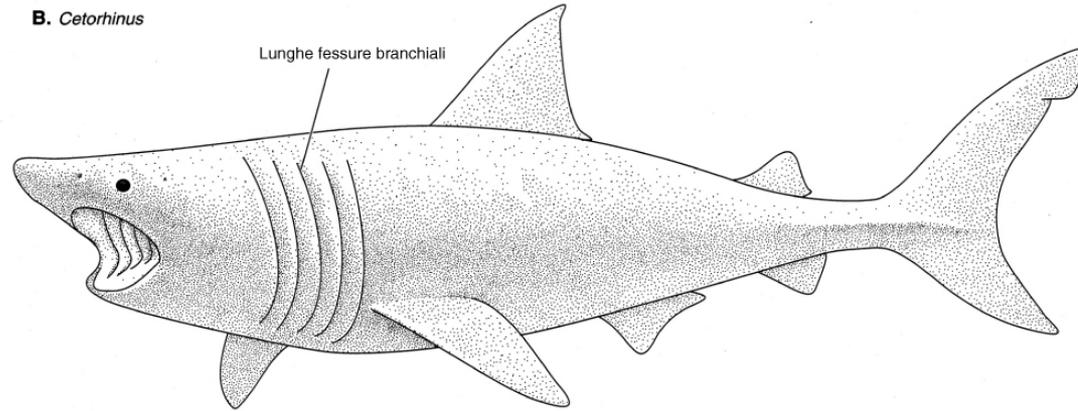
Gli olocefali diversi dagli squali perché:

- **Mandibole** superiori saldamente **fuse** con la scatola cranica;
- Le **fessure branchiali** non si aprono direttamente alla superficie del corpo ma sono protette da un opercolo;
- Nelle chimere adulte **non è presente lo spiracolo** derivato dalla prima fessura branchiale se non come struttura embrionale transitoria;
- Sono assenti le scaglie; pelle nuda
- I maschi sono dotati oltre che di pterigopodio pelvico, anche di **pterigopodio cefalico** che sembra serva a trattenere la femmina durante l'accoppiamento.

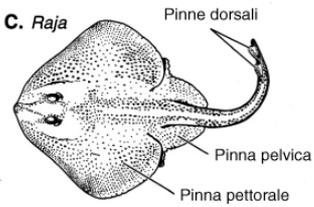
A. *Carcharodon*



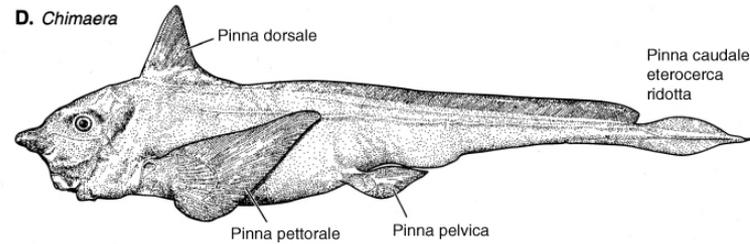
B. *Cetorhinus*



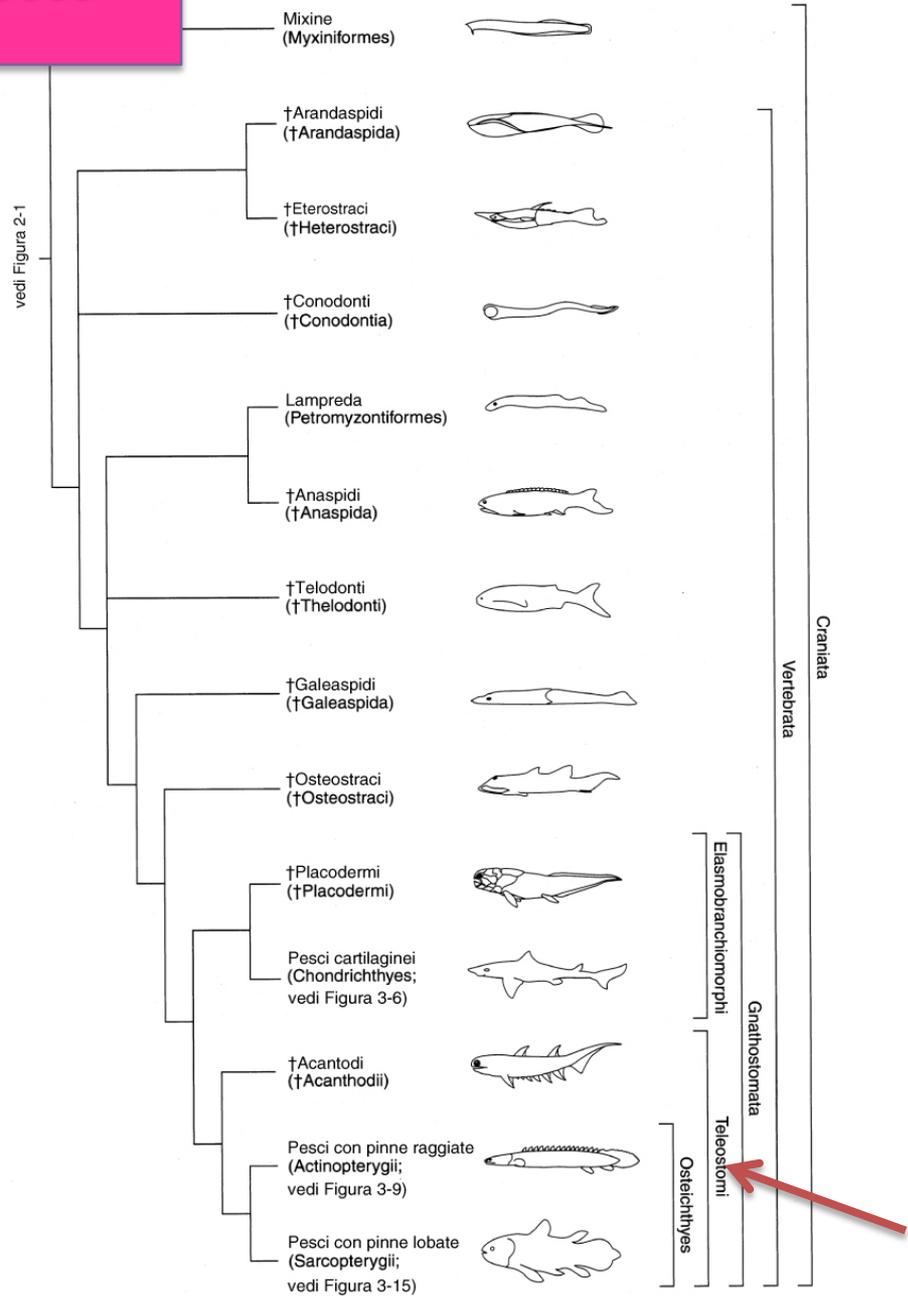
C. *Raja*



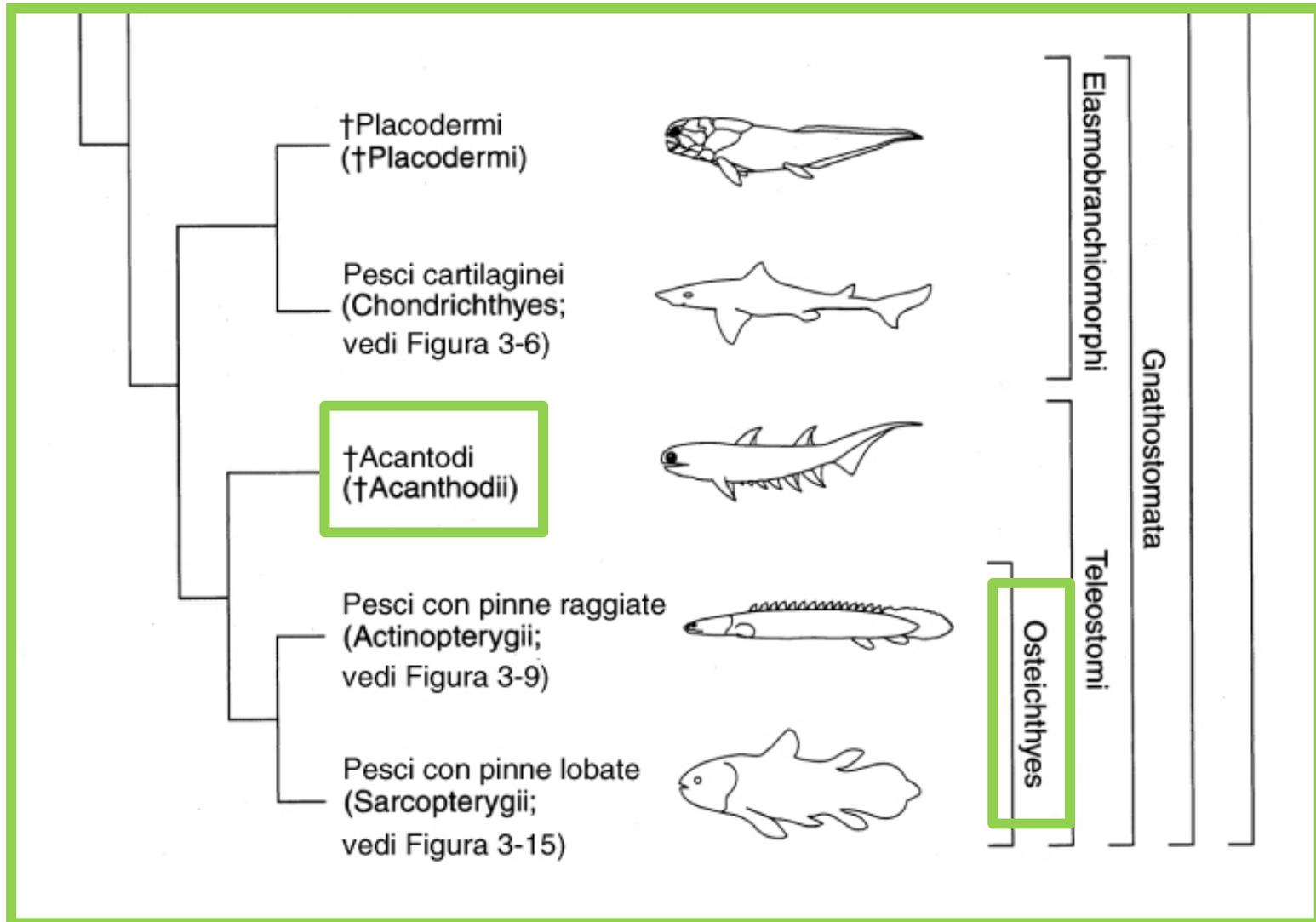
D. *Chimaera*



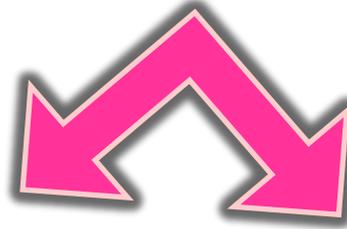
I teleostomi



Elasmobranchiomorfi - Teleostomi

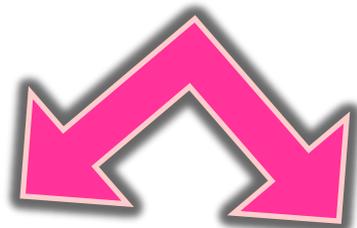


I teleostomi: teleos: perfetto; stoma: bocca



Acantodi

Osteitti



Actinopterigi

Sarcopterigi

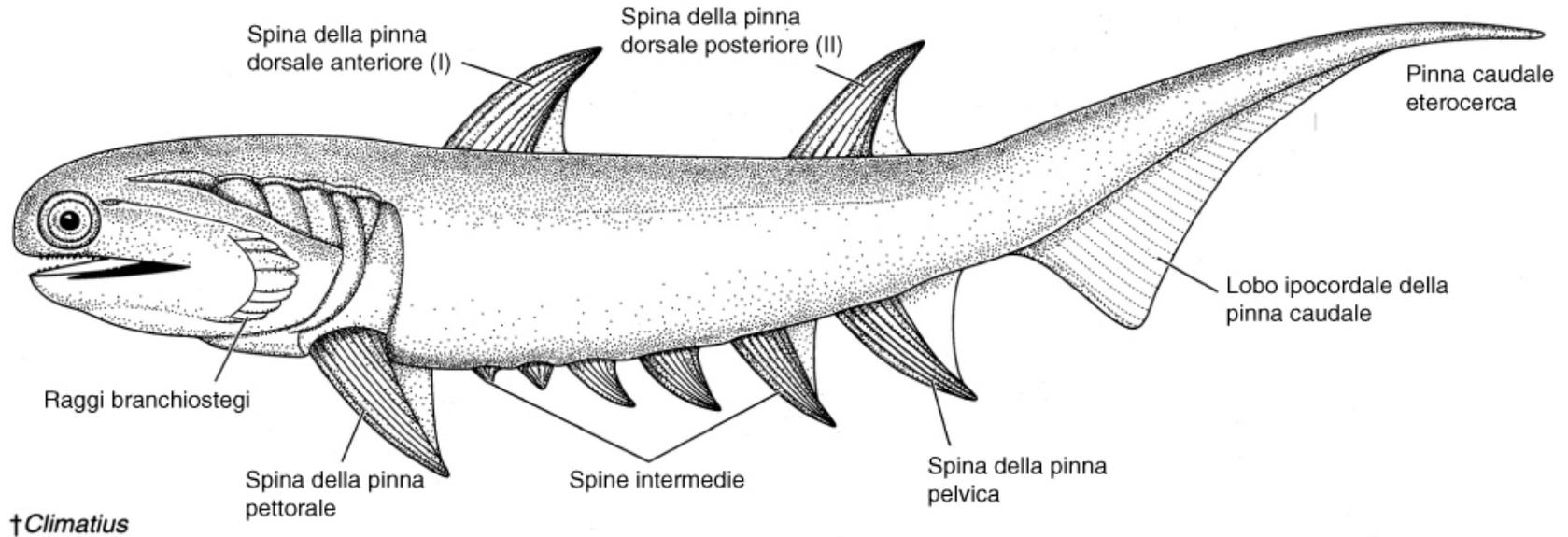
I teleostomi: Acantodi

Gli **Acantodi** sono **estinti**; sono chiamati talvolta **squali spinosi** per la **coda eterocerca** che dà loro un aspetto simile ad uno squalo e per le **robuste spine accessorie** pari poste davanti alle loro pinne. A differenza degli squali, gli Acantodi però avevano scaglie ossee piccole e fitte ed uno scheletro parzialmente ossificato.

I fossili di Acantodi sono noti dal **Siluriano al Permiano**; le forme più primitive derivano da depositi di acqua dolce ma alcune forme più tardive si trovano in depositi marini.



I teleostomi: Acantodi



■ FIGURA 3-8

Ricostruzione di un acantode, †*Climatius*, in vista laterale, mostrandone l'assetto delle pinne e le spine intermedie. Non vengono mostrate le scaglie.

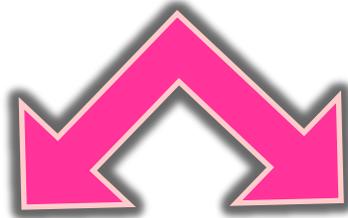
A differenza dei veri squali avevano scaglie ossee piccole e fitte ed uno scheletro interno parzialmente ossificato

I teleostomi: Osteitti

Gli osteitti o pesci ossei comparvero nel tardo Siluriano, inizio Ordoviciano

Attinopterigi

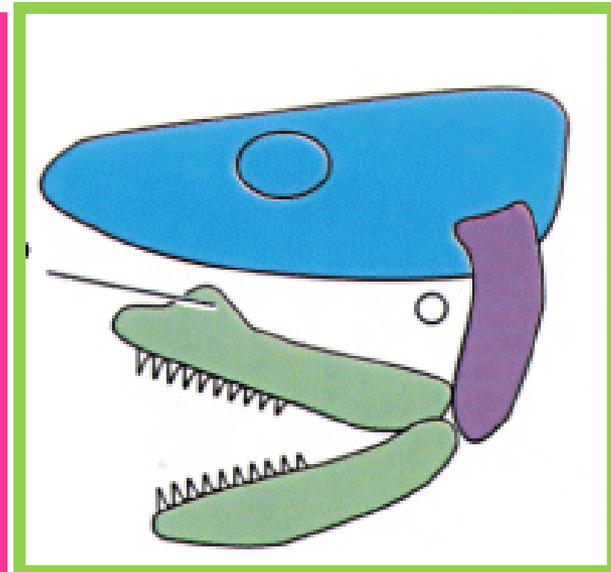
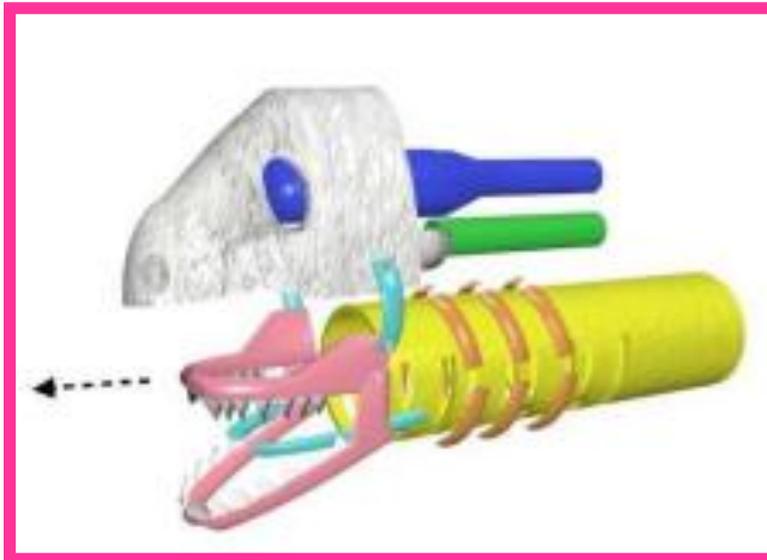
Sarcopterigi o
Coanoitti



Fra gli **Attinotterigi** (pesci a pinne **raggiate**), il maggior successo è arrivato ai **teleostei**, che apparso nel **Triassico**, sono oggi i vertebrati con il maggior numero di specie. Il loro successo evolutivo è dovuto alla grande prolificità, **alla maggiore efficienza nel nuoto** e allo **sviluppo di un cranio cinetico** che favorisce l'acquisizione di prede anche di grossa mole

I teleostomi: Osteitti

Nei Teleostei la **sospensione è iostilica** come nei condroitti.



Attinopterigi: pesci a pinne raggiate

Raggruppa tutti i pesci ossei più familiari (oltre 24600 specie). Sono pesci a pinne raggiate. Sono comparsi a partire dal Devoniano. Si differenziano due gruppi principali:



Condrostei.

rappresentati oggi da storioni,
pesci spatola



Neopterigi

(neos:nuova, pteryx: pinna):
comprendono i moderni pesci ossei.
Apparvero nel tardo Permiano. I due
generi di neopterigi non teleostei che
ancora oggi sopravvivono sono *Amia* e
Lepisosteus.

Attinopterigi antichi

Gli attinopeterigi più antichi sono caratterizzati da una forma del corpo che ricorda quella dei condroitti, per la presenza di una **bocca ventrale**, la coda **eterocerca** ed un **dermascheletro** ancora ben strutturato

Alcuni attinopeterigi, come lo **storione** (attinopterigi non teleostei), presentano, nella fase adulta, la corda dorsale, per cui le vertebre risultano **prive di centro** e costituite da numerosi pezzi che si dispongono introno alla corda stessa



Acipenser sturio



Condrostei

Pesce spatola e storione.

Polyodon



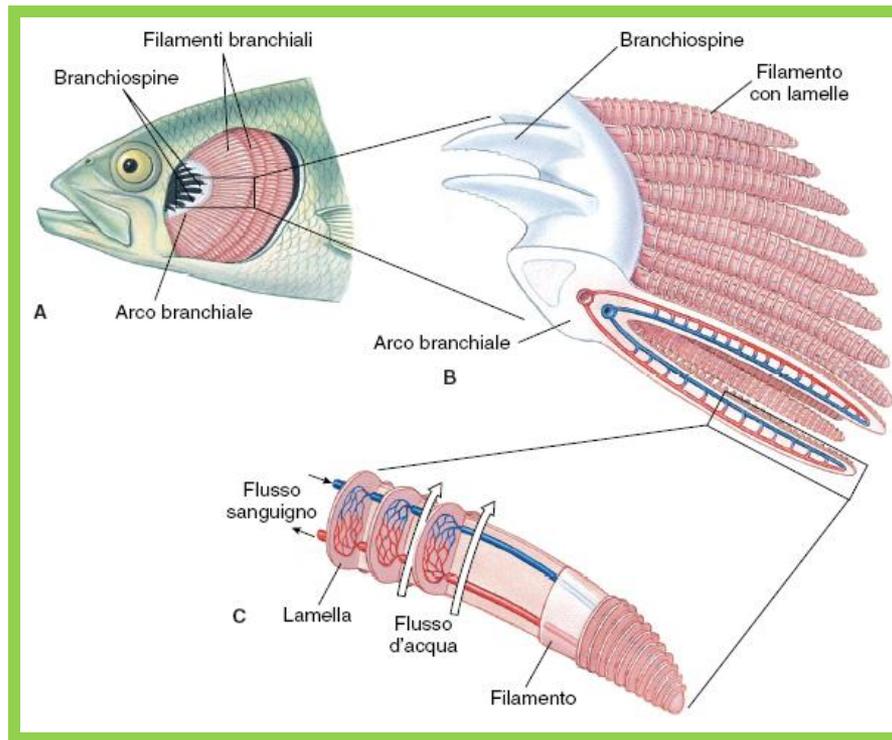
Acipenser



Attinopterigi – respirazione

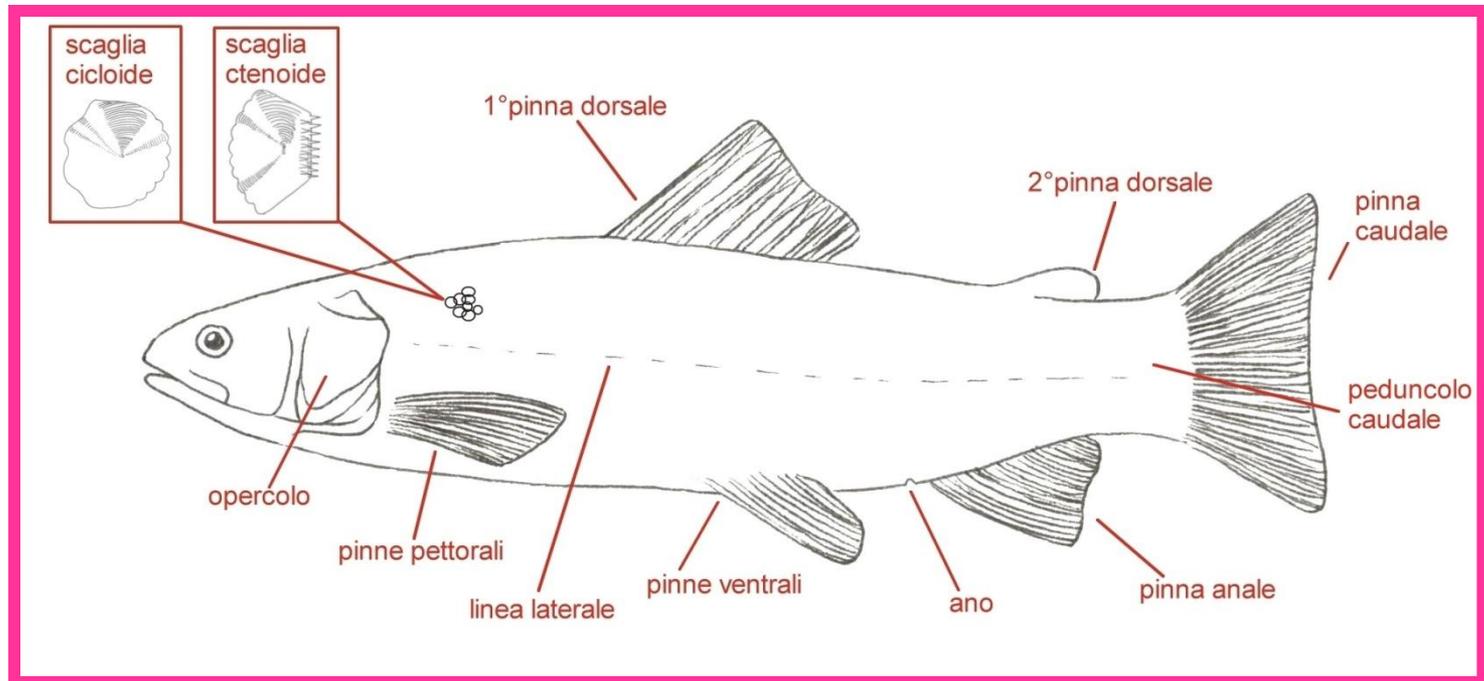
✓I teleostei, come i pesci cartilaginei, ventilano attraverso la bocca e la ventilazione è unidirezionale. Le **branchie dei teleostei sono di tipo pettinato**. Il setto interbranchiale è ridotto.

✓E' presente la **vescica natatoria**, una sacca ripiena di gas che ha funzione idrostatica, che si origina da una estroflessione della regione dorsale del faringe



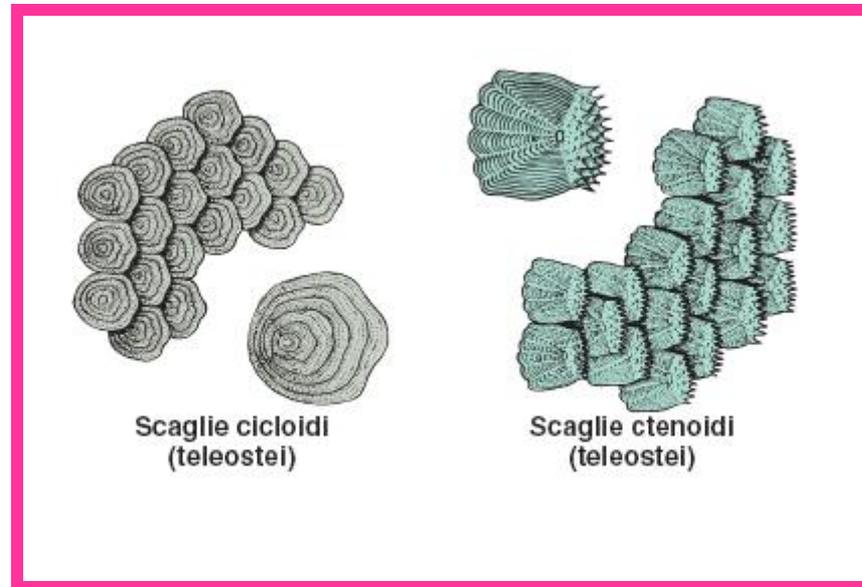
Attinopterigi: fessure branchiali

Le fessure branchiali si aprono nella camera branchiale, sormontata dall'opercolo

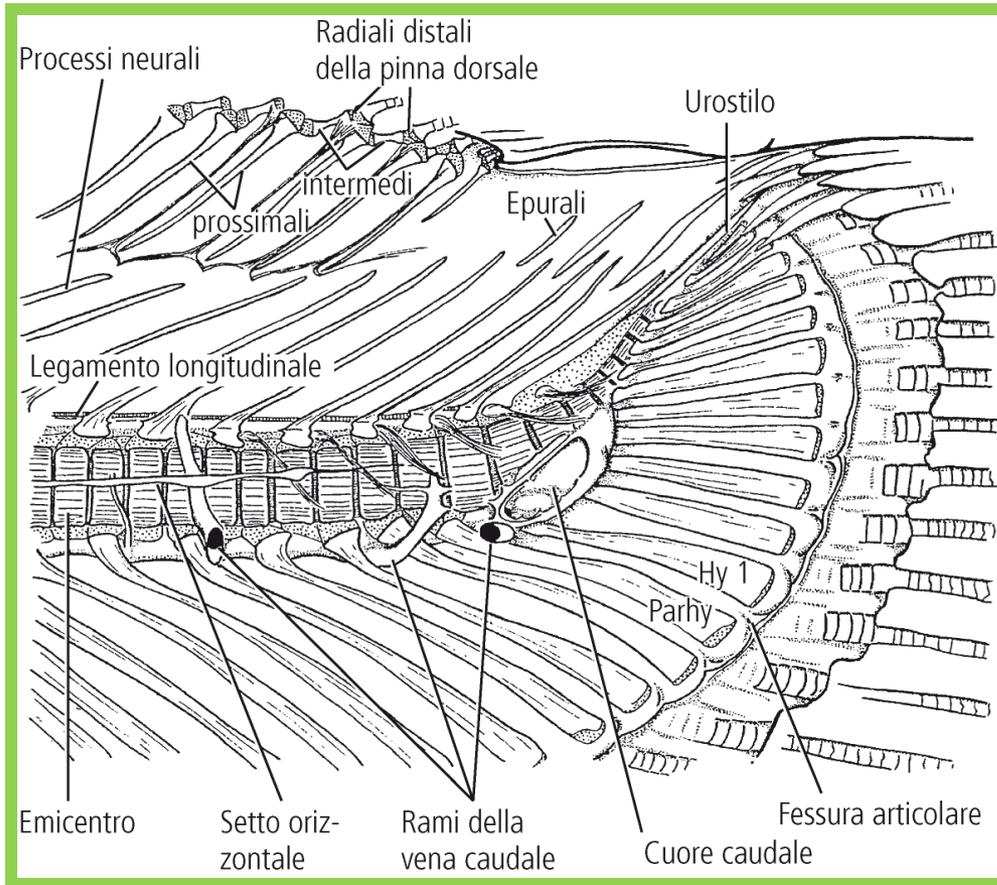


Attinopterigi – neopterigi: scaglie

Le pesanti scaglie dei primi pesci sono state rimpiazzate da **scaglie leggere**, sottili e flessibili: le cosiddette scaglie **cicloidi amioidi**



Attinopterigi – neopterigi: colonna vertebrale



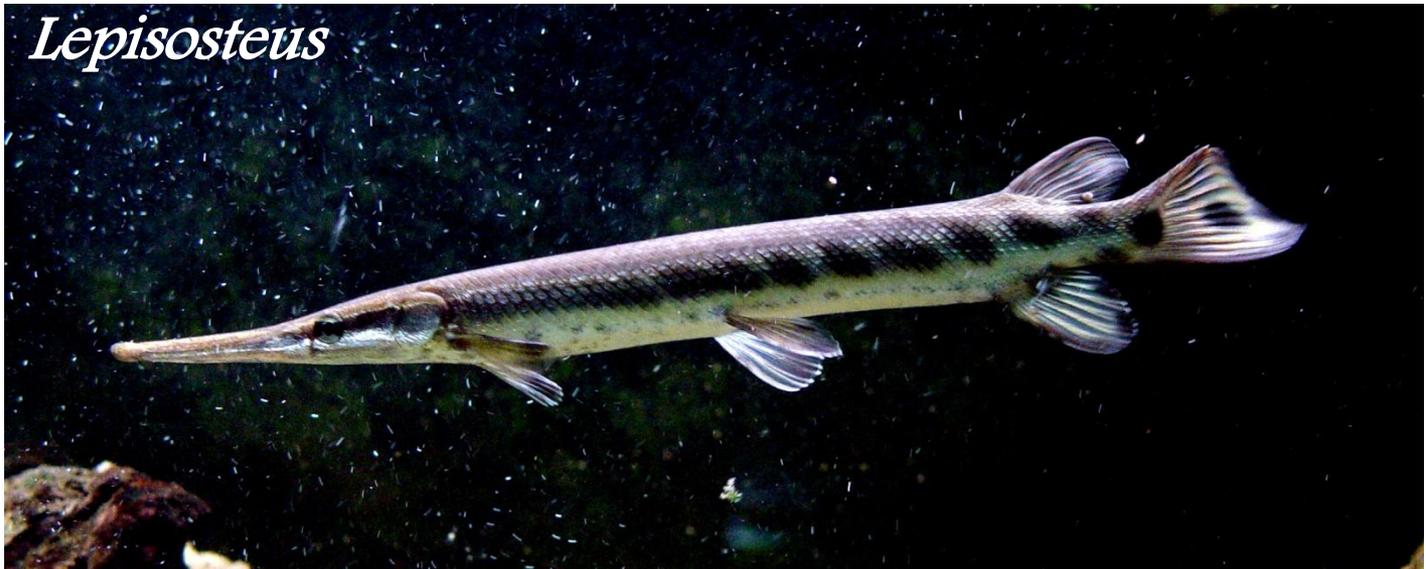
La colonna vertebrale di *Amia calva* manifesta notevole variabilità individuale, definita spesso disordinata, contrasta con la regolarità che si trova nei tetrapodi e nei teleostei. Sono caratteristici i **corpi diplospondili** massicciamente ossificati nella regione caudale.

Attinopterigi – Neopterigi

Amia



Lepisosteus

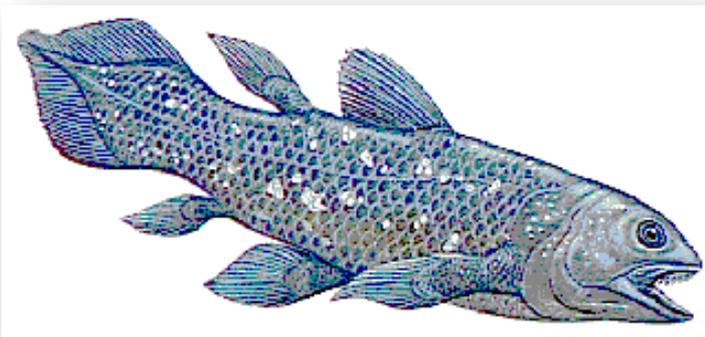


Sarcopterigi caratteristiche

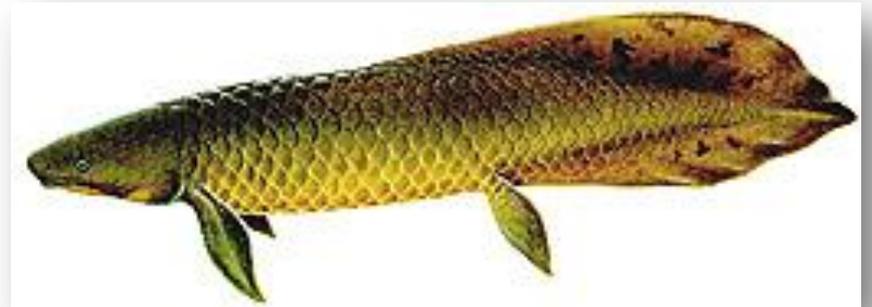
✓ I Sarcopterigi (con **pinne lobate**) hanno un lobo carnoso alla base delle pinne pari sostenuto da elementi dello scheletro. Hanno narici interne che si sperono nella cavità orofaringea. Sono suddivisi in due ordini i **crossopterigi** che comprendono i **progenitori** ora estinti degli **anfibi**, e i **dipnoi** o pesci polmonati.

Celacanti, Ripidisti

Crossopterigi,



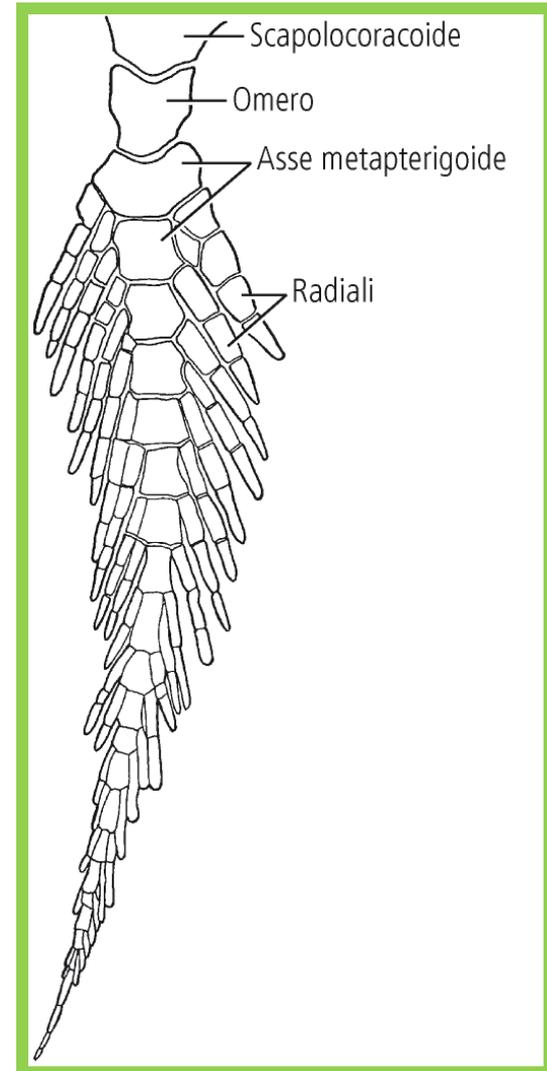
Dipnoi



Sarcopterigi caratteristiche

✓ Sono pesci dotati di **pinne carnose** con endoscheletro, i cui pezzi sono disposti come gli elementi in una foglia, con una serie di **elementi centrali** disposti in fila da cui si **dipartono** una **doppia serie di raggi**. Tali pinne, robuste, potevano essere utilizzate per muoversi sul fondo

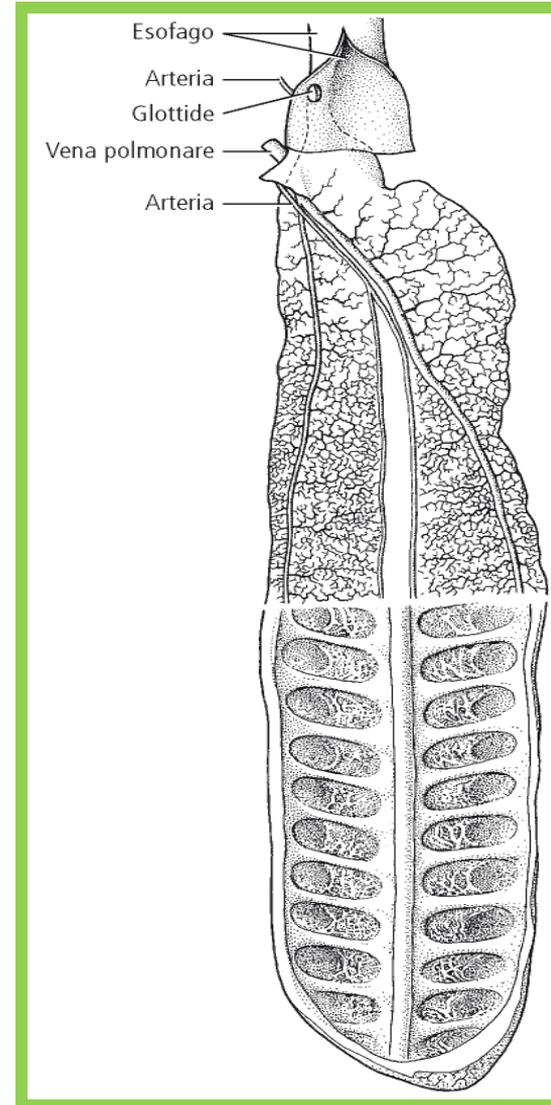
✓ La **pinna caudale** è di tipo **dificerca**



Sarcopterigi caratteristiche

✓ I sarcopterigi sono pesci dotati di polmoni e/o vescica natatoria e di narici interne.

I dipnoi introducono l'aria attraverso il cavo orale e la conducono ai polmoni passando per la glottide: l'aria non passa pertanto dalle cavità nasali.

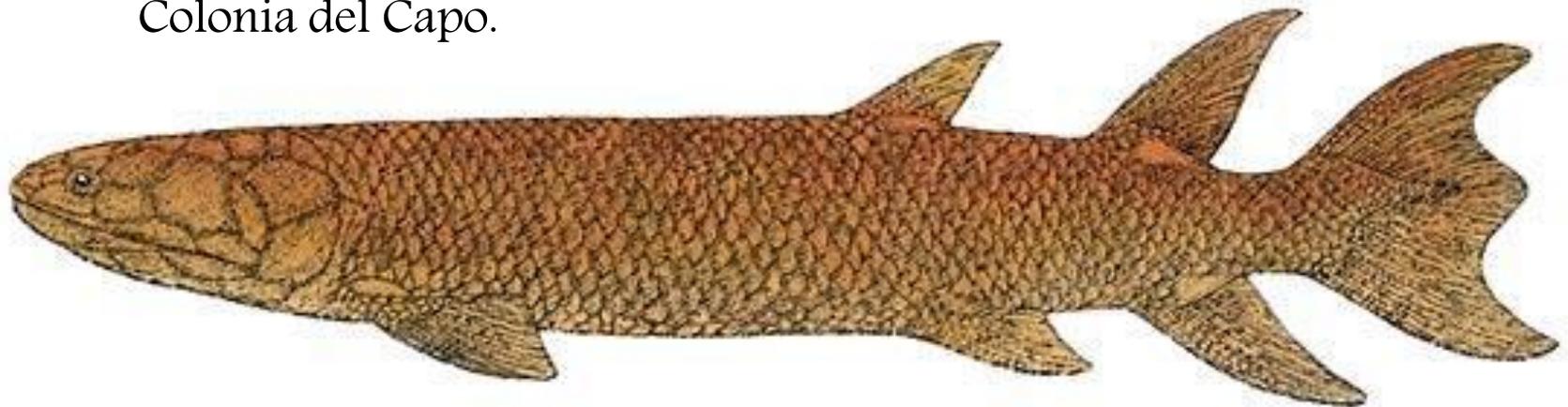


Sarcopterigi caratteristiche

I Crossopterigi attualmente estinti erano i pesci più diffusi nel Devoniano, l'unico superstite è Latimeria che può essere considerato un fossile vivente.

Sarcopterigio Celacantide : Latimeria

La latimeria (*Latimeria chalumnae*, Smith 1939), è un pesce marino che appartiene all'ordine dei Crossopterigi e più precisamente alla famiglia dei Celacantidi. Era considerato estinto dall'intera comunità scientifica da quasi 100 milioni d'anni, fino a quando, il 22 dicembre 1938, venne pescato uno strano pesce alla foce del fiume Chalumna, presso East London, nella Colonia del Capo.



Sarcopterigio Celacantide : Latimeria

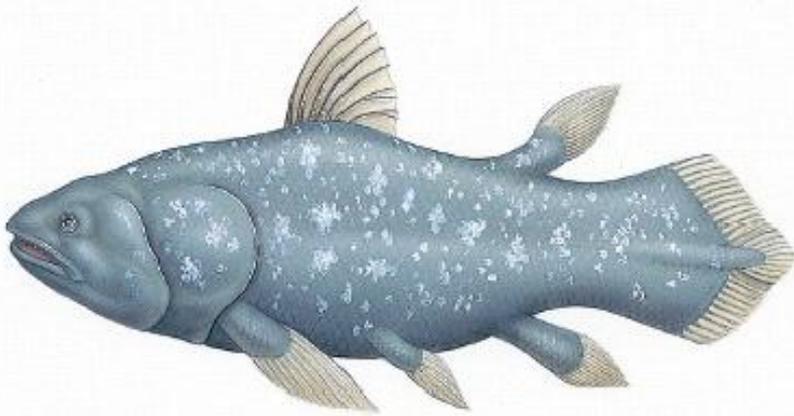


figura 16.19

Il celacanto, *Latimeria chalumnae*, è una specie marina relitta di un gruppo di sarcopterigi che fu molto fiorente circa 350 milioni di anni fa.

L'attuale celacanto vive a profondità variabili tra i 150 e i 300 metri nei pressi delle isole Comore e nella zona ubicata a nord del canale di Mozambico, dove i pescatori del luogo lo chiamano Combessa.

Viene a volte pescato non deliberatamente, in quanto la sua carne oleosa **non è commestibile**; le uniche cose che i pescatori apprezzavano tempo fa del Celacanto, erano le pesanti scaglie che venivano utilizzate curiosamente come carta vetrata per raschiare le camere d'aria forate, prima di ripararle.

Sarcopterigio Celacantide : Latimeria

Anatomicamente questo pesce è costituito da una **grande testa** con occhi enormi e **sensibilissimi alla luce**, peculiarità richiesta a chi è adattato alla vita notturna e alle grandi profondità. Grazie alla particolare costituzione del **cranio**, può **aprire** in modo **spropositato** la sua grande **bocca** dotata di denti di forma conica e così ingoiare grosse prede, che con molta abilità riesce a procurarsi.



Sarcopterygio Celacantide : Latimeria

Questo pesce raggiunge una lunghezza massima di 1.80 metri ed un peso di circa 80 Kg. La sua **pinna caudale** è *trilobata*, mentre quelle **pelviche, pettorali e inferiori** sono **pari** e costituiscono la sua caratteristica particolare che lascia intravedere nella sua articolazione ossea la similitudine con alcuni vertebrati terrestri.



Sarcopterigio Celacantide : Latimeria

Questo pesce ha un metabolismo molto lento, adatto a vivere in presenza di fonti di cibo abbastanza scarse. La femmina, fatto curioso per i pesci, **non depone le uova**, ma le trattiene all'interno dell'addome ove le porta a maturazione, finché i piccoli non vengono alla luce ormai completamente formati; la livrea del suo corpo è bluastra con vistose macchie bianche.



Sarcopterigi - dipnoi

I **Dipnoi** sono pesci polmonati. Attualmente sono descritti tre generi *Protopterus* in Africa, *Lepidosiren* in Brasile e *Neoceratus* in Australia. I Dipnoi presentano alcune caratteristiche comuni con gli anfibi, i due gruppi possono essere derivati da un antenato comune crossopterigio

Neoceratodus, Protopterus e Lepidosiren



Neoceratodus (Australia) vive nelle pozze d'acqua e sopravvive ingoiando aria.



Protopterus (Africa) e *Lepidosiren* (sud America) vivono in acque che vanno incontro a prosciugamento. Durante la stagione secca si **ricoprono di fango** e trascorrono il periodo secco in letargo. Il *Protopterus* è quello meglio adattato dei tre a vivere dentro un bozzolo, respirando l'aria durante i periodi di siccità.

