

CHORDATA

Tutti gli organismi che presentano una struttura di sostegno interna, o notocorda, fanno parte del Phylum Chordata.

I Cordati sono caratterizzati da:

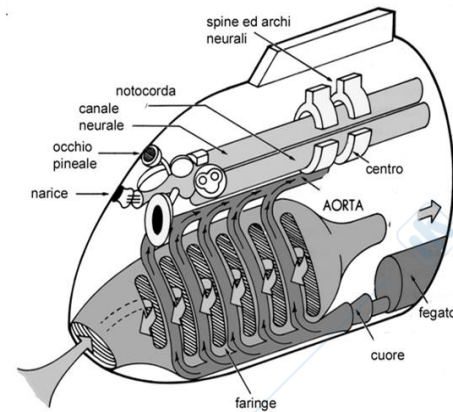
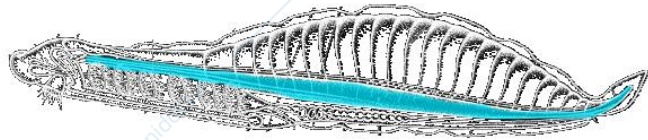
- Corpo bilaterale simmetrico
- Tubo neurale cavo dorsale con ingrossamento encefalico
- Corpo segmentato in miomeri
- Notocorda dorsale rispetto al tubo digerente
- Coppie di nervi che si diramano nei metameri ed innervano i muscoli
- Tasche, fessure faringee
- Coda muscolare posteriore all'ano
- Cuore ventrale

- NOTOCORDA

Costituisce una struttura flessibile a «tubo», presente in tutti gli embrioni dei cordati, sotto la superficie ventrale del tubo neurale.

Struttura unica tra i tessuti dei Vertebrati: le cellule che costituiscono il nucleo del tessuto notocordale sono avvolte da una guaina fibrosa che conferisce rigidità all'intera struttura.

Consente di trasformare la contrazione muscolare in ondeggiamenti laterali sinusoidali che costituiscono il modello di locomozione primitivo dei vertebrati.



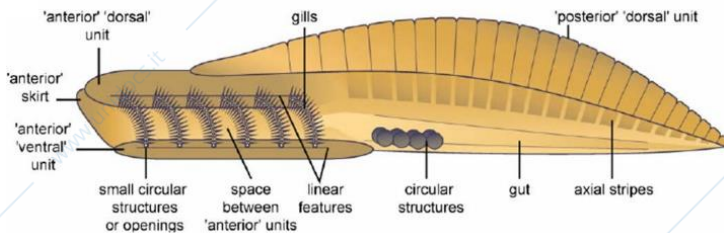
- FARINGE

Struttura cilindrica che serviva dapprima solamente per raccogliere il cibo, assumendo successivamente anche funzione respiratoria sviluppando le branchie, quando le dimensioni crebbero al punto da rendere insufficiente la respirazione cutanea e il corpo venne ricoperto da scaglie ossificate.

La *Pikaia gracilens* è uno dei cordati più antichi che si conoscano. Visse nel Cambriano medio (circa 505 milioni di anni fa) e i suoi resti sono stati rinvenuti nel giacimento di Burgess, in Canada.



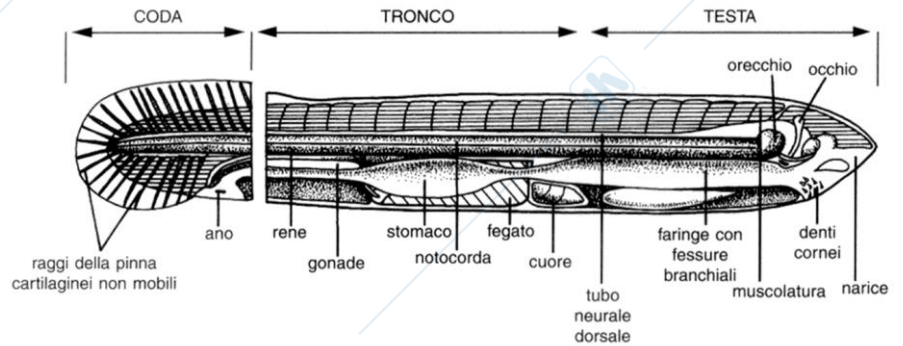
Yunnanozoon è uno dei primi cordati scoperti che visse nel Cambriano inferiore (circa 525 milioni di anni fa). I suoi resti sono stati ritrovati nel giacimento di Chengjiang, in Cina.



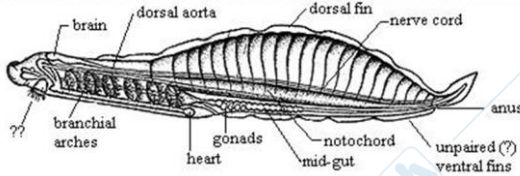
CRANIATI

Craniata è un clade del phylum dei Chordata, e ne fanno parte tutti gli organismi che presentano un cranio..

- Particolari specializzazioni nel capo
- Notocorda sviluppata sia anteriormente che posteriormente al tronco
- Miomerisuddivisi da setto assumono forma a V od a W
- Encefalo e canale neurale
- Capsule sensoriali
- Scatola cranica
- Dermascheletro
- Endoscheletro
- Sistema portale epatico
- Tiroide ed ipofisi
- Pancreas e milza



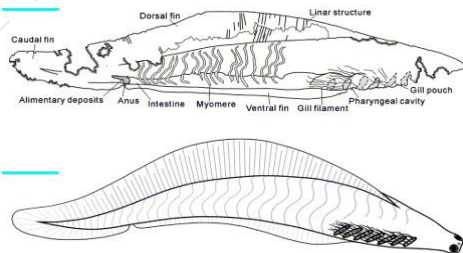
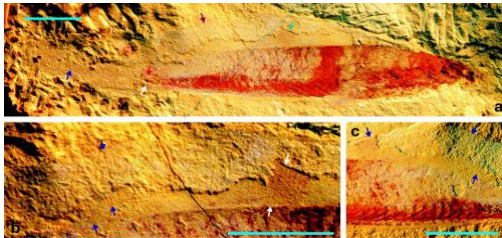
Haikouella



Haikouella lanceolata: modified from Chen et al. (1999)

È un craniato vissuto nel Cambriano inferiore (circa 530 milioni di anni fa) che presentava di forma pesciforme, era probabilmente un emicordato. Non presenta ossa né una mandibola, è lungo da 20 a 30 millimetri (massimo 40) ed è dotato di una testa, branchie, cervello, notocorda, una muscolatura ben sviluppata, cuore e sistema circolatorio. Ha una proiezione caudale della notocorda che può essere una primitiva pinna caudale, e sembra presentare una coppia di occhi laterali. Alcuni esemplari mostrano la pinna dorsale e ventrali.

Haikouichthys



Haikouichthys visse in Cina durante il Cambriano, poco più di 500 milioni di anni fa. Lungo circa 3 cm e piatto, la sua testa aveva dalle sei alle più probabili nove branchie e possedeva probabilmente una notocorda. Era munito di pinne ventrali e caudali, anche se quest'ultima è scomparsa dai fossili.

Myllokunmingia



Visse Cambriano inferiore (circa 525 milioni di anni fa). I suoi resti sono stati ritrovati nel giacimento di Maotianshan, in Cina. Lungo 28 millimetri e alto 6, questo piccolo animale doveva essere vagamente

simile alle missine attuali, anche se con un corpo molto più tozzo. Sembra che possedesse un cranio e le sue strutture scheletriche fossero costituite di cartilagine. Possedeva inoltre una pinna dorsale avanzata, alta circa un millimetro e mezzo, e un paio di pinne ventrali appaiate poste un po' più indietro. La testa aveva cinque o sei branchie, e il tronco era suddiviso in 25 segmenti (miomeri). Erano presenti una notocorda, una faringe e un tratto digestivo che probabilmente decorreva fino all'estremità posteriore dell'animale.

VERTEBRATA

I vertebrati sono un subphylum dei Chordata caratterizzato da una struttura scheletrica ossea e/o cartilaginea. In generale sono caratterizzati da:

- Occhi con cristallino
- 2 o 3 canali semicircolari (equilibrio)
- Endoscheletro con cranio, archi viscerali, cinti e 2 paia di appendici
- Serie di elementi scheletrici che circondano la notocorda inizialmente 2 paia per metamero
- Faringe muscolare grande e perforata, soprattutto nei pesci, ridotta negli altri gruppi
- Muscoli radiali nelle pinne
- Apparato di rivestimento diviso in epidermide e derma, spesso modificato per produrre peli, penne, scaglie
- Movimento prodotto dalla muscolatura inserita esternamente allo scheletro
- Apparato digerente con grosse ghiandole annesse: fegato e pancreas
- Cuore ventrale con da due a quattro camere
- Battito cardiaco controllato dal nervo vago
- Sangue rosso con globuli rossi contenenti emoglobina e globuli bianchi con scopo difensivo
- Cavità corporea ampia (celoma) contenente i visceri
- Reni pari con dotti che trasportano all'esterno i prodotti dell'escrezione
- Nella maggior parte dei casi i sessi sono divisi con gonadi pari (ci sono eccezioni)
- Struttura generale del corpo consistente in testa, tronco, 2 paia di appendici una coda posteriore all'ano (altamente modificata o ridotta in diversi gruppi, a seconda dell'adattamento).
- Linea laterale con neuromasti
- Fibre muscolari nel tubo digerente

TESSUTO SCHELETRICO

Tessuto rinforzato da uno o più materiali strutturali che hanno il compito di modificare alcune delle sue proprietà meccaniche. La presenza di Biominerale nel aumenta notevolmente le caratteristiche di rigidità, durezza e resistenza del tessuto scheletrico stesso.

La principale sostanza minerale dell'osso è il fosfato di calcio, depositato inizialmente in forma amorfa e organizzato successivamente a formare cristalli di IDROSSIAPATITE (HA).

L'osso si forma in seguito alla deposizione di minerali in una matrice prodotta da cellule specializzate.

La matrice prodotta dalle cellule dell'osso è costituita da polisaccaridi e proteine.

Il tessuto osseo non può essere ritenuto omologo ad alcun tessuto presente in altri animali.

Le proprietà meccaniche dell'osso derivano dalla mineralizzazione organizzata dell'idrossiapatite all'interno di una matrice di fibre collagene, glicoproteine ed altri tipi di proteine.

La combinazione di componenti organici e inorganici fornisce una maggiore resistenza rispetto alla sola idrossiapatite. Attraverso la microstruttura e il controllo del contenuto minerale le differenti ossa sono caratterizzate da diversi livelli di rigidità secondo la loro funzione:

- SOSTEGNO

È utile per sostenere il corpo di un organismo, o anche solamente una particolare struttura biologica, evitandone il collasso per effetto della Gravità o di forze esterne.

- LOCOMOZIONE

Un T.S. è utile per fornire un punto di appoggio fermo su cui la muscolatura possa ancorarsi (1) e per ottenere una efficiente trasmissione delle forze dai muscoli all'ambiente esterno (2).

Infatti, se il tessuto dello scheletro post-craniale (colonna vertebrale + cinti + arti) non fosse stato rigido la conquista delle terre emerse da parte dei vertebrati avrebbe avuto scarso successo.

- PROTEZIONE

È utile per formare una barriera solida fra il corpo dell'animale e l'ambiente esterno.

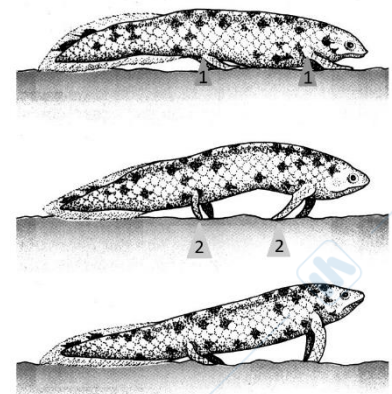
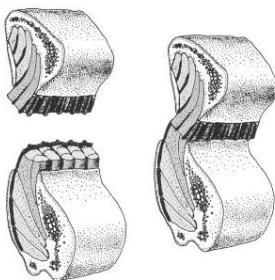
- NUTRIZIONE

Permette la formazione di strutture (es. denti) impiegate nel trattamento dei cibi. Infatti, se il tessuto non fosse duro avrebbe una scarsa resistenza al logorio causato dal continuo sfregamento fra il dente e il cibo.

- RISERVA DI CALCIO E FOSFATI

Questi possono essere depositi nel tessuto osseo e liberati nel processo di decalcificazione per essere distribuiti in altre parti del corpo. La richiesta di fosforo, abbastanza raro in natura ma indispensabile per il metabolismo, potrebbe essere stata una delle prime forze selettive che hanno determinato l'evoluzione delle primitive ossificazioni dei vertebrati.

A partire da aree di deposito di sali minerali, le prime ossificazioni potrebbero aver dato origine ai denti dermici e alle piastre che costituiscono l'armatura degli Ostracodermi.



Subphylum VERTEBRATA

- Classe **AGNATHA** ("Agnati")
Cambriano sup. (500 ma) - Attuale
- Classe **PLACODERMI**
Siluriano Medio (430 ma) - Devoniano Superiore (380 ma)
- Classe **CHONDRICHTHYES** ("Condritti")
Ordoviciano Superiore (450 ma) - Attuale
- Classe **ACANTHODII** ("Acantodi")
Ordoviciano Superiore (450 ma) Permiano Inferiore (290 ma)
- Classe **OSTEICHTHYES** ("Osteitti")
Sottoclasse Actinopterygii ("Attinotterigi") e Sottoclasse Sarcopterygii ("Sarcotterigi")
Siluriano Superiore (420 ma) - Attuale

AGNATHA

La classe degli Agnati è comparsa nel Cambriano Superiore e si è quasi completamente estinta, tranne per due ordini (Myxiniformes e Petromyzontiformes), Sono organismi acquatici, branchiati, dal corpo fusiforme o serpentiforme ed endoscheletro cartilagineo. A differenza degli altri vertebrati non hanno mandibole, sono dotati di una narice impari mediana, i filamenti branchiali di origine endodermica sono racchiusi in tasche branchiali interne alle arcate branchiali anziché esterne, le pinne sono ridotte, così gli occhi e la relativa porzione cefalica.

OSTRACODERMI (estinti)

Sono i Vertebrati fossili più antichi, si ritrovano nel Cambriano superiore e nell'Ordoviciano Medio in forma di frammenti di idrossiapatite. Nessun esemplare completo è noto fino al limite Siluriano/Devoniano.

Erano lenti animali bentonici che dimoravano sul fondo del mare, caratterizzati da un dermascheletro di piastre ossee poligonali, lunghi meno di 30 centimetri.

Oltre alla corazza era caratterizzati dall'uso delle branchie non per l'alimentazione, ma esclusivamente per la respirazione. In tutte le forme di vita precedenti infatti le branchie erano usate sia per respirare che per alimentarsi. Avevano sacchetti faringei separati della branchia lungo il lato della testa, che erano permanente aperti senza l'opercolo protettivo. Diversamente dagli invertebrati che usano il movimento di ciglia per spostare l'alimento, usavano il loro sacchetto muscolare della branchia per generare un'aspirazione che tirava dentro piccole lente prede o i detriti ricchi di nutrimento sul fondo del mare.

- ARANDASPIDA + ASTRASPIDA

Vissuti durante Ordoviciano inferiore e medio (tra 480 e 440 milioni di anni fa), erano caratterizzati da una forma affusolata e da uno scudo cefalico formato da piastre dorsali e ventrali sottili ed appiattite.

Presentavano inoltre occhi terminali con anelli sclerotici, un'apertura orale circondata da scagliette e almeno 10 fessure branchiali, scaglie sul tronco molto allungate a forma di V coricata e scaglie trilaterali.

Arandaspis

Vissuta durante l'Ordoviciano (470 milioni di anni fa), era caratterizzata da una forma idrodinamica, che indica un certo grado di adattamento al nuoto, ma non presentava né una pinna dorsale né pinne pari, che gli impedivano stabilità manovrabilità.

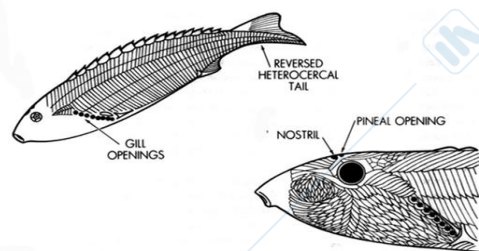
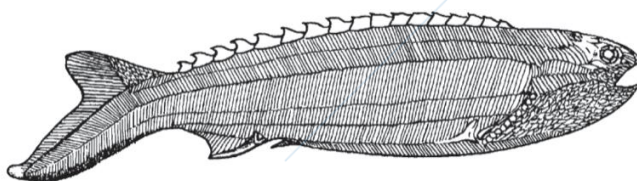
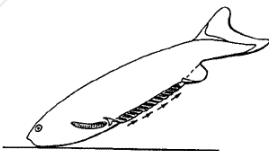
Probabilmente questi organismi erano limitati a zone costiere.

- ANASPIDA

Vissuti nel Siluriano (da 430 a 410 milioni di anni fa) erano caratterizzati da uno scheletro dermico, che non formava un vero e proprio scudo cefalico anche se le teste erano protette da grandi placche ossee e scaglie minute. Possedevano un corpo snello, compresso lateralmente, con le aperture branchiali poste in fila dietro gli occhi. La coda era fortemente ipocerca e la notocorda proseguiva nella regione ventrale della coda.

Vivevano in acque marine costiere, e data la mancanza di pinne pari si ritiene che

vivessero in prossimità del fondale e che filtrassero il sedimento.



- HETEROSTRACI

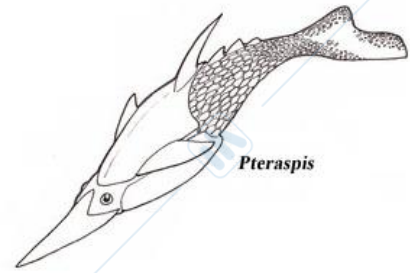
Vissuti tra il Siluriano inferiore e il Devoniano superiore (tra 430 e 370 milioni di anni fa).

Possedevano un corpo fusiforme racchiuso in una solida armatura, e una coda simmetrica diferca (due lobi) priva di sostegno endoscheletrico.

Una caratteristica era la presenza di una sola apertura branchiale per ogni lato del corpo. Lo scudo cefalico di questi animali era formato da grandi placche ventrali e dorsali, e un numero variabile di placche separate, laterali e intorno alla bocca, di forma triangolare.

Gli scudi cefalici presentavano una grande variabilità nella forma, ma a causa della loro rigidità si ritiene che non permettessero di nutrirsi tramite suzione attiva, e che quindi questi organismi fossero obbligati a creare una corrente d'acqua entrante nella bocca tramite la locomozione.

Non possedevano né pinne pari né pinna dorsale, (alcuni generi possedevano una spina ossea dorsale mediana) il che li rendeva poco stabili e non in grado di regolare la direzione del nuoto.



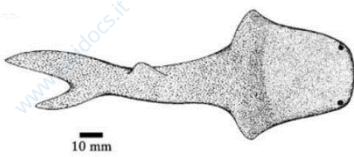
- THELODONTA

Vissero dall'Ordoviciano Superiore fino al Devoniano Superiore (da 430 a 370 milioni di anni fa)

Erano privi di piastre ma coperti da minuscole scaglie placoidi, cave, e superficialmente assomigliavano a quelle degli squali (con strie di crescita).

Erano caratterizzati da una bocca terminale, occhi laterali e piccoli, aperture branchiali multiple e una coda eterocerca (esternamente omo- od ipocerca).

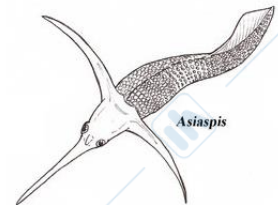
Presentavano inoltre pinne pari laterali, prive di raggi di sostegno, ma che comunque conferivano una migliore stabilità. Vivevano in ambienti costieri, ma anche acque aperte.



- GALEASPIDA

Vissero dal Siluriano al Devoniano, tuttavia solamente in Cina meridionale e Indocina.

Presentavano un grande cranio piatto con ampi scudi cefalici o processi ricurvi o multipli, spine laterali in sostituzione delle pinne, bocca ventrale e un'apertura dorsale supplementare al margine anteriore, probabilmente con funzione inalante, e una faringe grande con molte aperture branchiali che suggeriscono una dieta sospensiva.



- OSTEOSTRACI

Erano diffusi nella zona Euroamericana, (Siluriano e nel Devoniano Inferiore). Sia marini che di acqua dolce, e probabilmente filtravano o aspirava il sedimento.

Il loro scheletro era più sofisticato con un maggiore sviluppo della scatola cranica. Sulla superficie dorsale del

cranio erano presenti un'unica narice, occhi molto ravvicinati e delle aree (una centrale e due laterali) che recano tracce di estesa innervazione (probabilmente elettrorecettori o chemiocettori).

Erano presenti delle pinne pettorali anche se non evolute come quelle dei pesci con mascelle.

Tuttavia, si trattava di strutture importanti che permettevano di dirigersi e di controllare il rollio e la stabilità laterale. La pinna caudale era eterocerca.

CONODONTI (estinti)

I Conodonti sono stati identificati come vertebrati solo nel 1983, fino ad allora questi piccoli fossili fosfatici erano stati interpretati come mascelle di altri organismi.

Abbondantissimi nelle rocce di origine marina dal Cambriano Medio al Triassico Superiore, sono tra i fossili guida più utilizzati in stratigrafia.

Precedono di 50 milioni di anni i primi resti di scaglie ossificate dei "pesci".

Clydagnathus

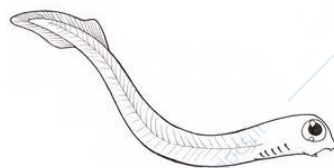
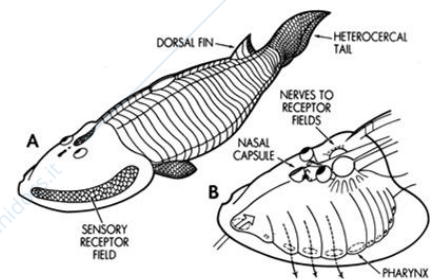
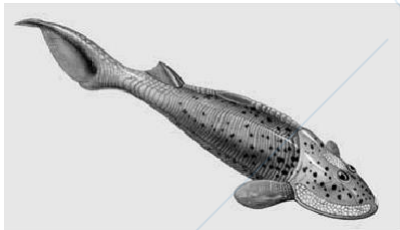
Viene ritrovato integro in Scozia e datato nel Carbonifero inferiore.

Si tratta di un animale di pochi centimetri, allungato, che mostra in generale i caratteri anatomici dei cordati: la notocorda, tracce del canale neurale dorsale, miotomi e una coda.

Il caratteristico apparato alimentare indica il possesso di uno scheletro biomineralizzato. Altri esemplari dal Carbonifero scozzese e dall'Ordoviciano del Sud Africa, mostrarono come il cranio fosse posto anteriormente alla notocorda, la pinna caudale avesse supporti seriali, fosse

presente la muscolatura dell'occhio e lo scheletro fosse composto da sostanze omologhe alla dentina e allo smalto.

Tutto questo costituirebbe prove a favore della appartenenza di questi organismi ai Craniati e ai Vertebrati in particolare.



CICLOSTOMI (viventi)

Oggi sono rappresentati dalle lamprede e dalle missine, che, a differenza delle forme paleozoiche, sono prive di corazzatura dermica.

Agnati viventi: i Ciclostomi { **Missinoidei**
Petromizonti

I **ciclostomi** sono gli agnati attuali ma il ritrovamento di fossili dimostra la loro presenza in epoca molto antica

Caratteristiche principali dei Ciclostomi

- hanno una bocca imbutiforme o ovaloide
- hanno uno scheletro cartilagineo
- hanno un cranio ma non hanno una vera colonna vertebrale
- hanno una sola narice
- non hanno pinne pari
- non hanno scaglie
- hanno branchie a "sacco"

- PETROMIZONTIFORMI

Comunemente chiamate Lamprede, compaiono probabilmente nel Cambriano.

Presentano un corpo lungo e cilindrico, serpentiforme, rivestito da una pelle viscosa, ricca di cellule mucipare. Presentano pinne impari, due pinne dorsali e quella caudale situata ventralmente e leggermente ipocerca, tutte con sottili raggi cartilaginei associati a muscolatura.

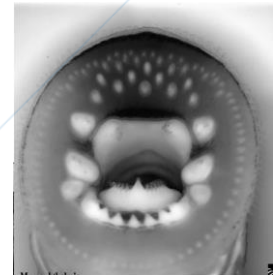
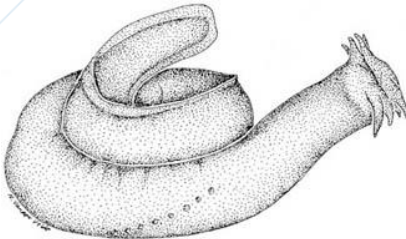


Lo scheletro è completamente cartilagineo e di semplice struttura. Gli occhi hanno movimento intrinseco, cioè hanno solo la

messa a fuoco. Da entrambi i lati della testa si trovano allineate una dietro l'altra 7 tasche branchiali che comunicano con l'esterno per mezzo di altrettanti fori. Internamente, esse sboccano invece in un vestibolo branchiale, un canale che parte dalla faringe e decorre parallelamente sotto l'esofago terminando a fondo cieco.

La bocca è circolare e situata all'estremità anteriore del capo con le pareti ricoperte da denti cornei, che vengono rinnovati periodicamente. Alcuni di essi si trovano su piastre dentarie di varia grandezza, alcune delle quali si trovano sulla lingua, e vengono impiegati per raschiare.

Sono ectoparassiti e si nutrono dei fluidi organici dell'ospite a cui si attaccano con la bocca a ventosa. Con la lingua scavano un foro nell'ospite e ne succhiano il sangue e rosicchiano i tessuti.

**- MYXINOIDEA**

Le missine, o mixine, sono creature marine anguilliformi, scheletricamente dotate del solo cranio. Hanno una bocca sprovvista di mascelle, allungata, non a forma di ventosa e dentellata come quella delle lamprede, ma con sei corti tentacoli ed una lingua a pistone dentellata con la quale, agganciandola al dente palatino, dilanano un punto vulnerabile, in genere

apertura anale od opercolo, di animali debilitati o imprigionati e dentro cui penetrano profondamente, divorandoli dall'interno. Riescono a strappare brandelli della preda addentandola in questo modo e, dopo avere formato un nodo col corpo, farlo scorrere verso la testa strappandone il tessuto.

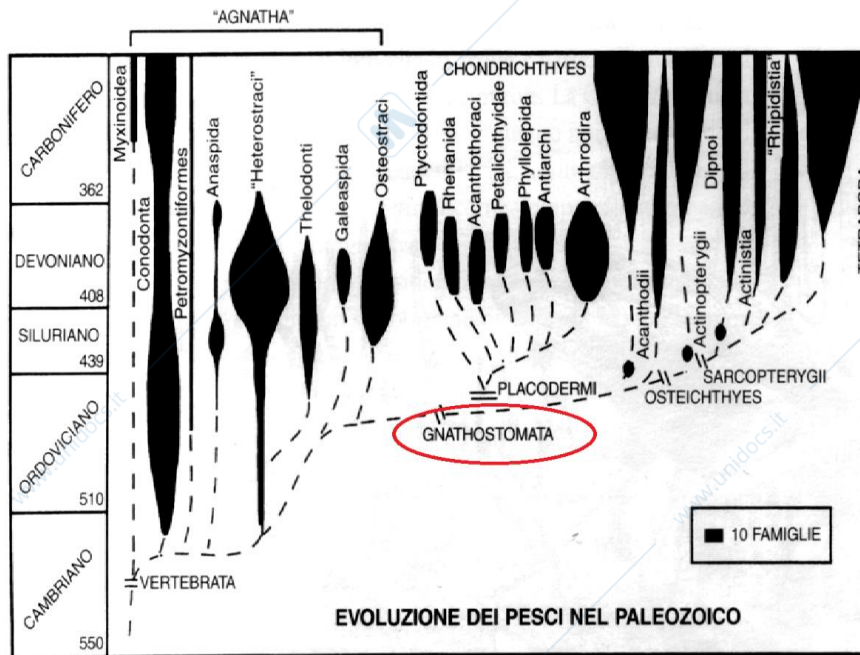
Una caratteristica che li contraddistingue è la posizione delle loro fessure branchiali, che è leggermente spostata in direzione caudale permettendo all'animale di non avere difficoltà nella respirazione durante il pasto, potendo infatti addentrarsi con la parte cefalica all'interno del corpo della sua preda. Se minacciate, le missine sono in grado di emettere un muco fibroso da ghiandole disposte lungo il corpo. Il muco aumenta drasticamente di volume a contatto con l'acqua e impiega molto tempo a dissolversi, ed è in grado di ostruire le branchie di qualunque pesce tenti di ingoiarle, provocando difficoltà respiratorie e permettendo alle missine di fuggire.

Presentano inoltre una narice anteriore con funzione olfattoria e occhi primitivi senza cristallino.



GNATOSTOMI

Sono un infraphylum dei vertebrati caratterizzati dalla presenza di una bocca provvista di mandibole, responsabile, insieme ad altri caratteri, del successo evolutivo di questi animali presenti ormai in tutti gli habitat della Terra, dove esercitano un ruolo di dominanza su tutti gli altri esseri viventi.

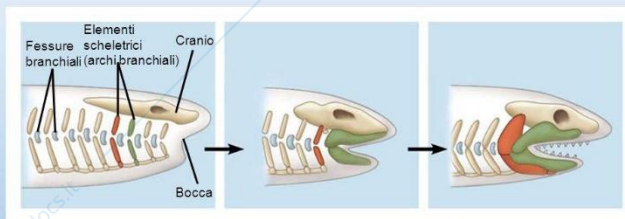


È un raggruppamento filogenetico che si è evoluto nel tardo Siluriano da progenitori agnati e comprendente circa 40.000 specie tra Condroitti, Osteitti, Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi. Le fauci mobili permisero infatti di afferrare e tritare il cibo, facendo nascere così i predatori, successivamente gli erbivori e così via. Anche i filtratori sono comunque avvantaggiati dalla presenza di mascelle mobili. La comparsa dei predatori costituì una spinta evolutiva verso una maggiore efficienza nella locomozione per inseguire o fuggire. Una maggiore efficienza locomotoria implicò una modifica di scheletro, muscolatura e sistema nervoso.

ORIGINE DELLE MASCELLE

Teoria 1: per modificazione delle camere branchiali anteriori di un agnato ancestrale.

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



Vantaggi

- Migliora l'efficienza di alimentazione: Afferrare e inghiottire prede voluminose
- Evoluzione dei denti: frammentare la preda e quindi migliorare la digestione
- Maggior capacità di estrarre nutrimento dalla preda visto che è frammentata

Teoria 2: per modificazione del velum.

Il velum, una valvola respiratoria che si sviluppa dall'arco mandibolare nei ciclostomi, che separa la parte ventrale della bocca.

