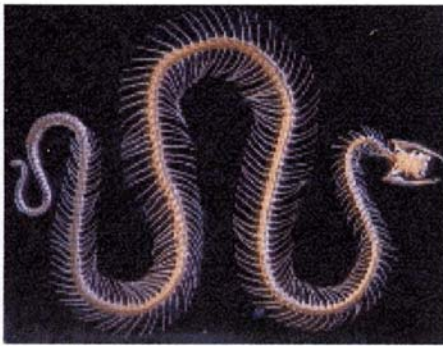


Cos'è l' Anatomia Comparata

Nonostante il nome che fa evocare sanguinose dissezioni, in realtà l'Anatomia Comparata è una disciplina naturalistica inserita nel complesso delle scienze zoologiche che rivolgono il loro interesse al mondo degli animali.

L'anatomia comparata infatti ricerca le cause della forma degli animali, soprattutto dei Vertebrati, e cerca di darne una interpretazione che, in prima istanza, è [funzionale](#).

Un pesce è fatto per vivere nell'acqua e tutta la sua anatomia da quella delle branchie a quella del suo scheletro è prova di un perfetto adattamento a questo modo di vivere.



Anche lo strisciare di un serpente è un tipo particolare di movimento che prevede strutture altrettanto particolari: una colonna vertebrale snodata e numerosissime costole.

Tutto il corpo degli Uccelli è una perfetta macchina per volare, e lo scheletro dell'ala è una struttura perfetta per l'inserimento delle penne a formare un'ala.



Ma un'altra interpretazione delle strutture corporee è indispensabile per trovare il senso di certe forme: la [storia evolutiva](#) percorsa.



L'ala degli uccelli è derivata da quella dell'Archeopterix, vissuto circa 40 milioni di anni fa, nel quale riconosciamo tre dita come in certi dinosauri del mesozoico.

Alla stessa maniera possiamo riconoscere il significato di alcune strutture dei pesci confrontandole con quelle di animali vissuti nelle antiche ere geologiche.

Se vogliamo dunque sintetizzare l'anatomia comparata attraverso poche parole che ne identificano il significato potremmo allora dire **Forma, Funzione, Evoluzione**

Anatomia comparata comporta:
il confronto fra organismi o loro strutture
mettendo in risalto somiglianze e differenze
strutturali e funzionali e consentendo di valutare
gli **aspetti evolutivi**.

La **morfologia** ha una grande importanza per la
biologia evolutiva: cioè interpretazione della forma
come conseguenza della storia evolutiva.

Nello studio della morfologia sono aspetti essenziali

- forma
- funzione
- adattamento
- selezione naturale
- **evoluzione**

Evoluzione e filogenesi dei Vertebrati

I vertebrati attualmente viventi derivano da una successione di eventi evolutivi che hanno comportato delle trasformazioni (caratteri primitivi → caratteri derivati) che si riflettono nella filogenesi e quindi nella classificazione o sistematica

La **sistematica** ha il compito di dare un nome e di classificare sia le specie, sia i gruppi di maggior livello e di studiare le loro relazioni evolutive e la loro storia.

La sistematica si occupa anche della descrizione dei caratteri dei gruppi e delle loro relazioni.

Classificare vuol dire mettere ordine e collocare gli organismi in appropriati gruppi (taxa) sulla base di uno o più criteri prestabiliti che si basano sulla filogenesi (storia evolutiva di un taxon, o meglio il processo che produce le linee evolutive) e su caratteri morfologici che servano ad esprimere relazioni significative fra gli animali.

La gerarchia nei taxa assegnata ad ogni animale dal più inclusivo al meno inclusivo è:

**phylum (o tipo),
classe
ordine
famiglia
genere
specie**

Lo studio teorico dei principi, procedure e regole della classificazione è chiamato **tassonomia**.

Esistono fondamentalmente due tipi di classificazione:

Classificazione cladistica o filogenetica: in cui vengono studiati i caratteri che sono condivisi fra categorie per determinare quali siano primitivi e quali invece più tardivi (derivati) rispetto ad un progenitore comune, valutando uguaglianze e differenze e costruendo diagrammi con ramificazioni dicotomiche (cladogrammi).

Altro tipo di **classificazione** è quella definita **tradizionale o naturale** definita su base evolutiva e quindi definita anche evoluzionista; essa è basata sulla documentazione paleontologica (fossili) e su una sequenza evoluzionista integrate da dati embriologici.

Sebbene lo scopo di entrambe sia quello di stabilire relazioni evolutive fra i vari organismi, i metodi su cui si basano sono diversi.

Vertebrati

Un vertebrato è un cordato che possiede un endoscheletro cartilagineo o osseo.

Sono Vertebrati:

Ciclostomi

Condroitti

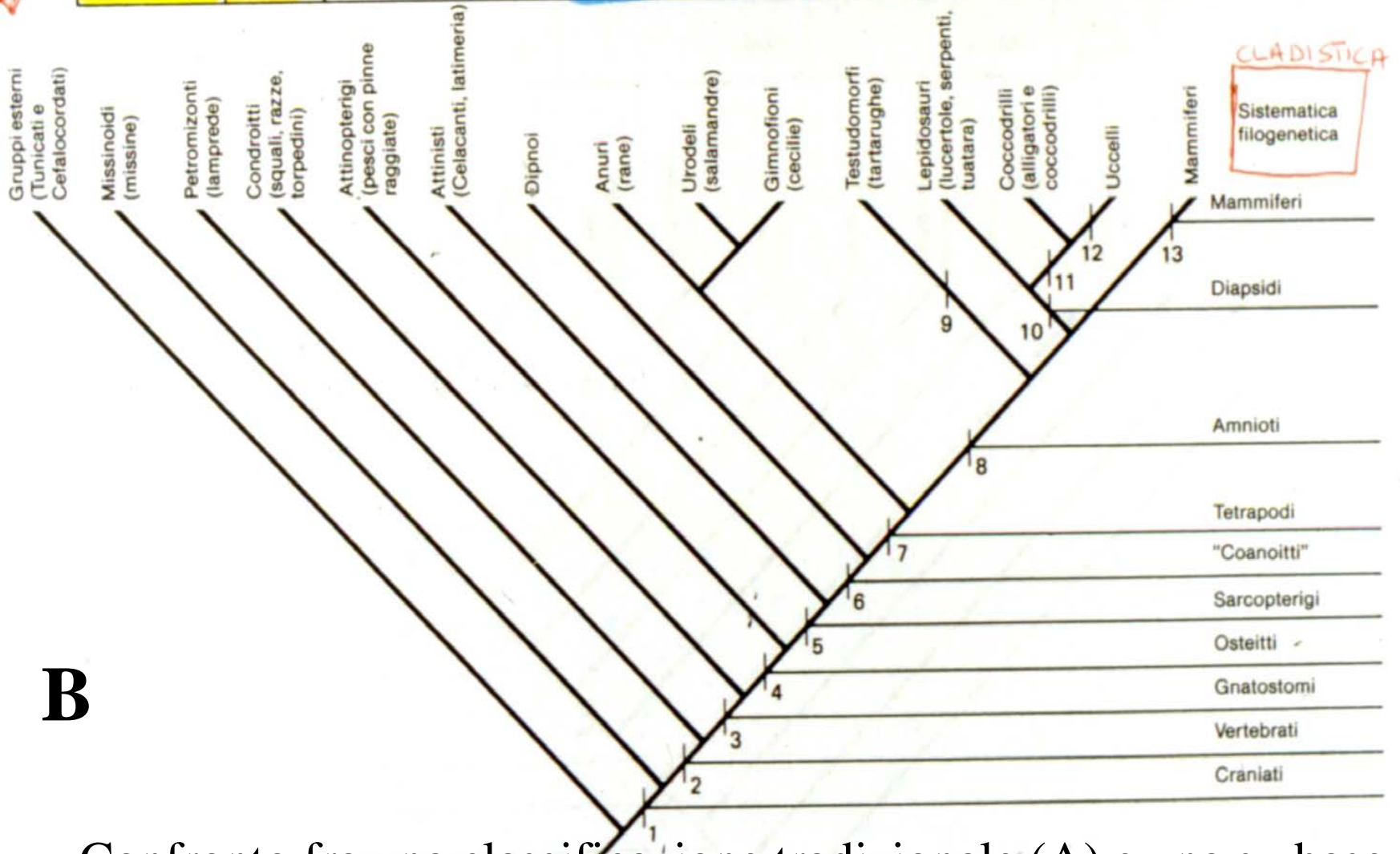
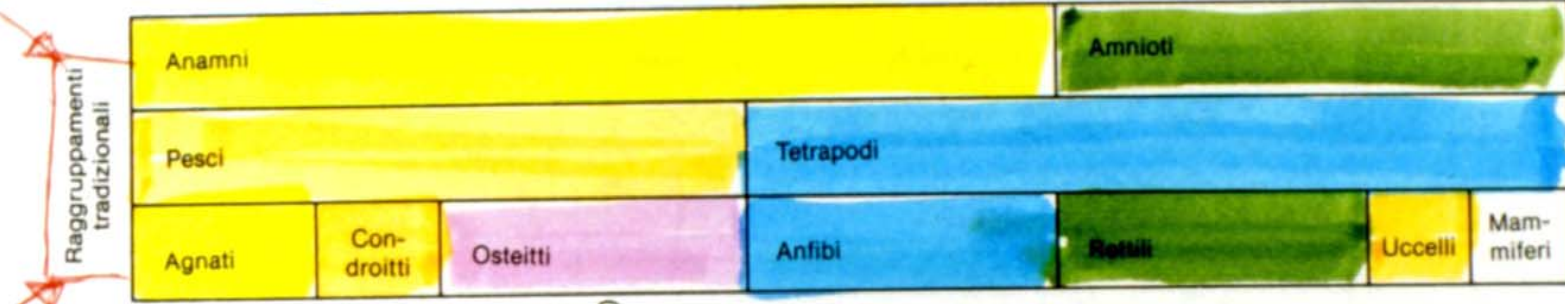
Osteitti

Anfibi

Rettili

Uccelli

Mammiferi



Confronto fra una classificazione tradizionale (A) e una su base filogenetica (B)

VERTEBRATI O CRANIATI?

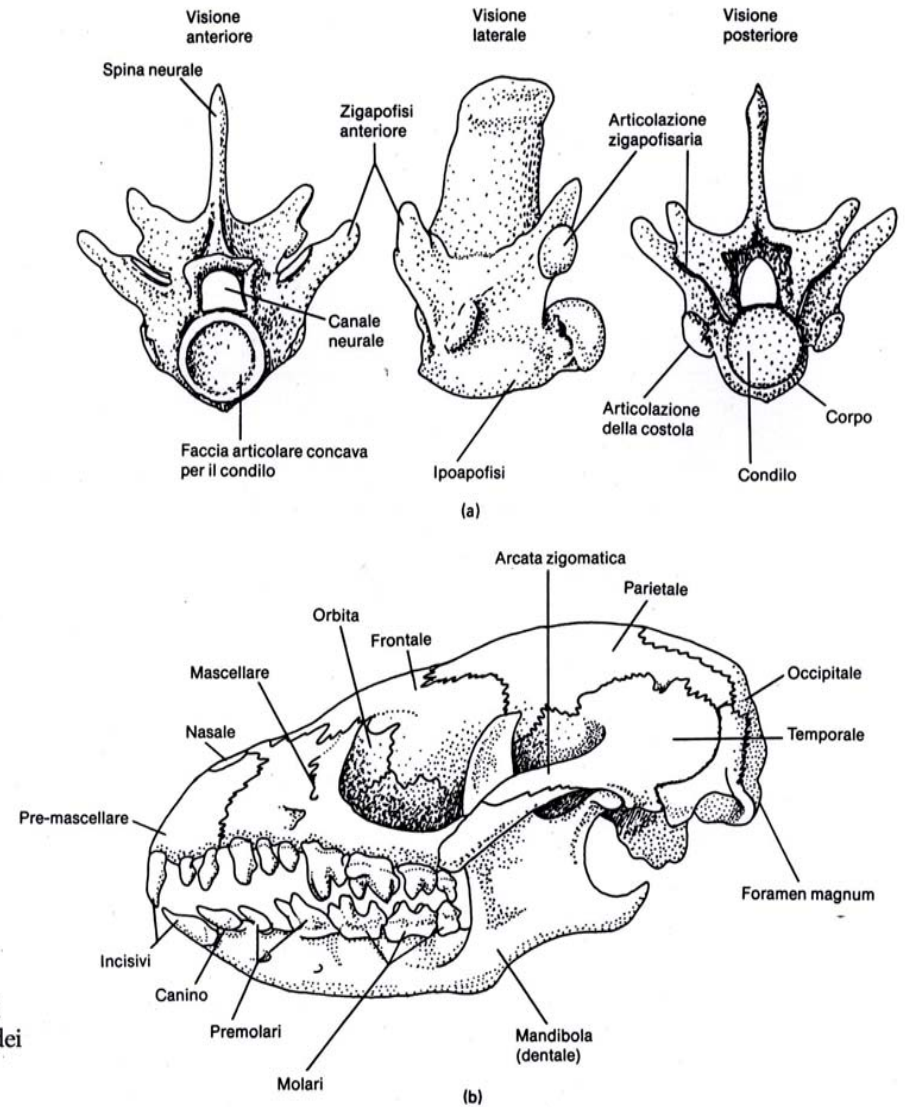


Figura 2-1. Esempi di strutture ossee tipiche dei vertebrati: (a) vertebra; (b) cranio.

Craniati è il nome del gruppo che comprende i Ciclostomi e i Vertebrati, poiché entrambi possiedono un cranio, mentre i ciclostomi non hanno una vera colonna vertebrale

I VERTEBRATI

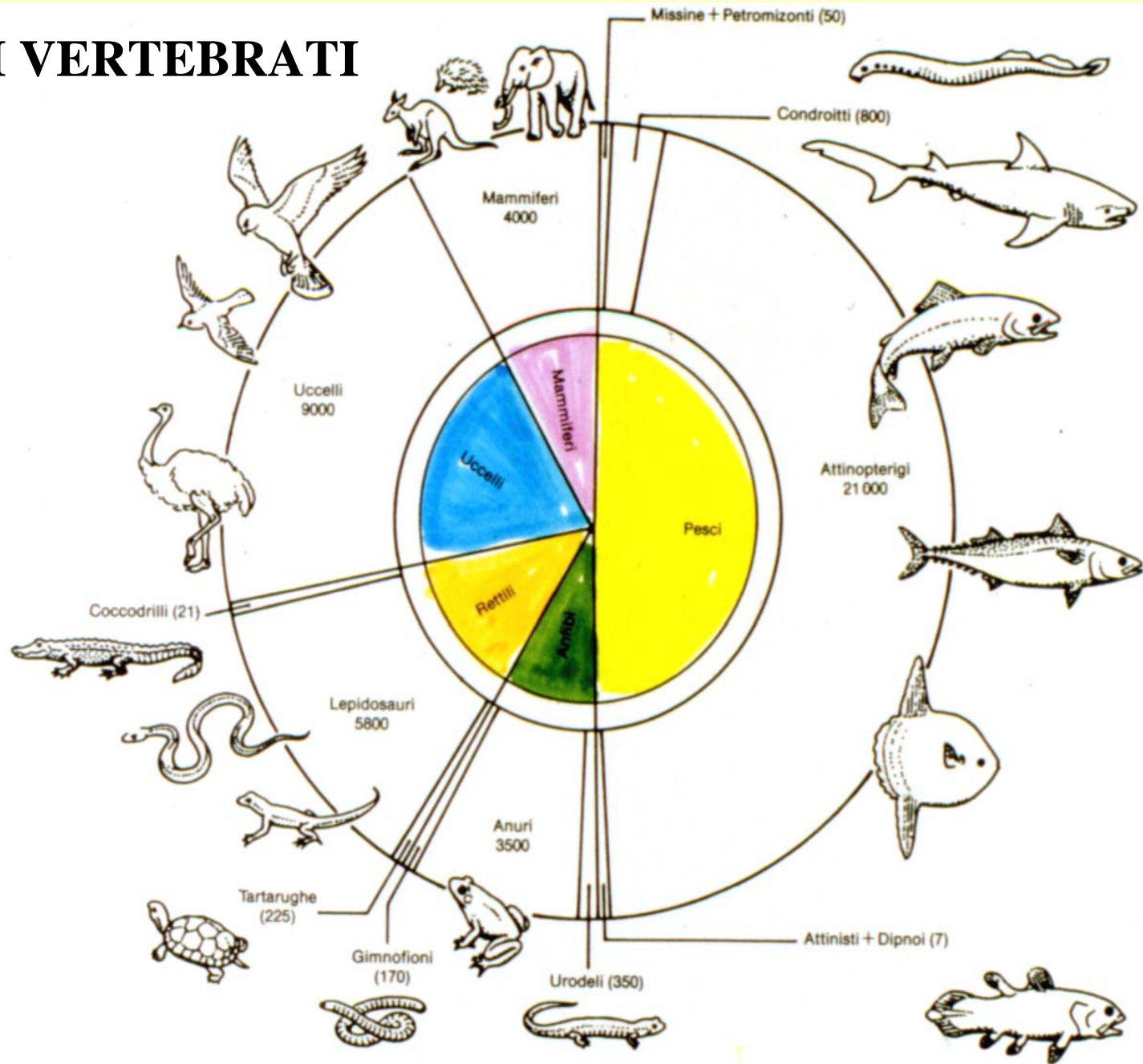


Figura 1-1. La diversità dei Vertebrati. L'ampiezza di ciascun settore del diagramma corrisponde approssimativamente al numero di specie viventi che appartengono ai vari gruppi.

/ vertebrati sono Cordati

***Phylum* CORDATI**

Subphylum **Urocordati** * o Tunicati

Classe Ascidiacei
 Taliacei
 Larvacei

Subphylum **Cefalocordati** * o Acranii

Subphylum **Vertebrati** o **Craniati**

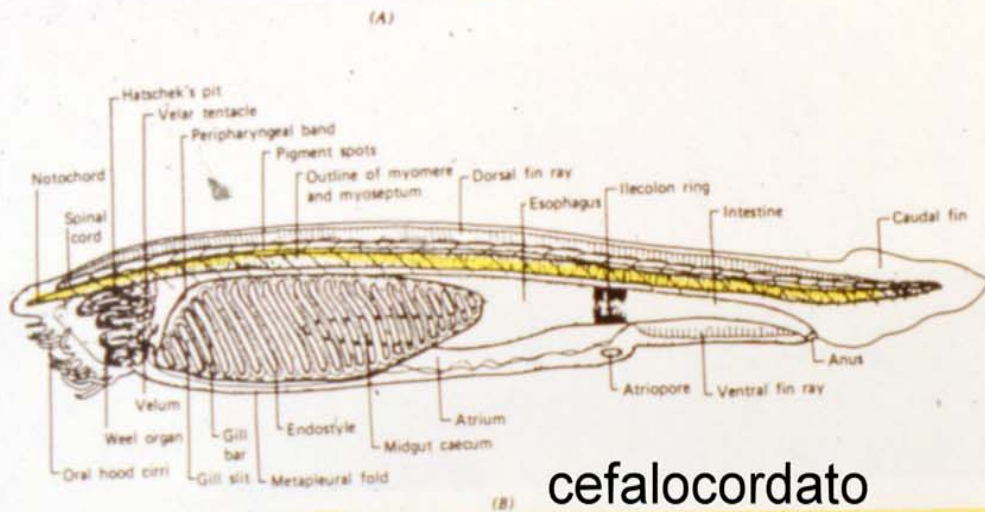
*Protocordati

I **Cordati** hanno in comune tre fondamentali aspetti strutturali:

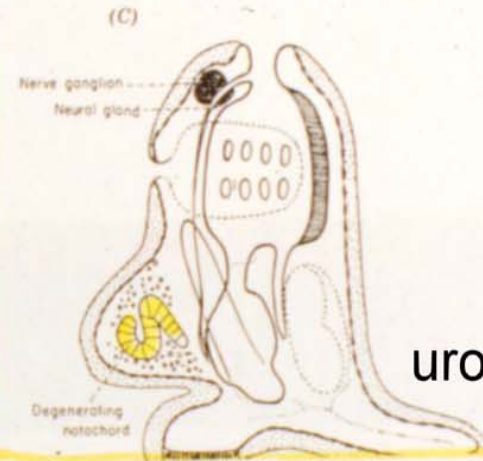
- una notocorda
- un sistema nervoso centrale cavo dorsale
- una faringe con fessure e archi
- coda postanale

Tutti questi caratteri compaiono **almeno durante la vita embrionale dei Cordati**, ma possono essere successivamente persi.

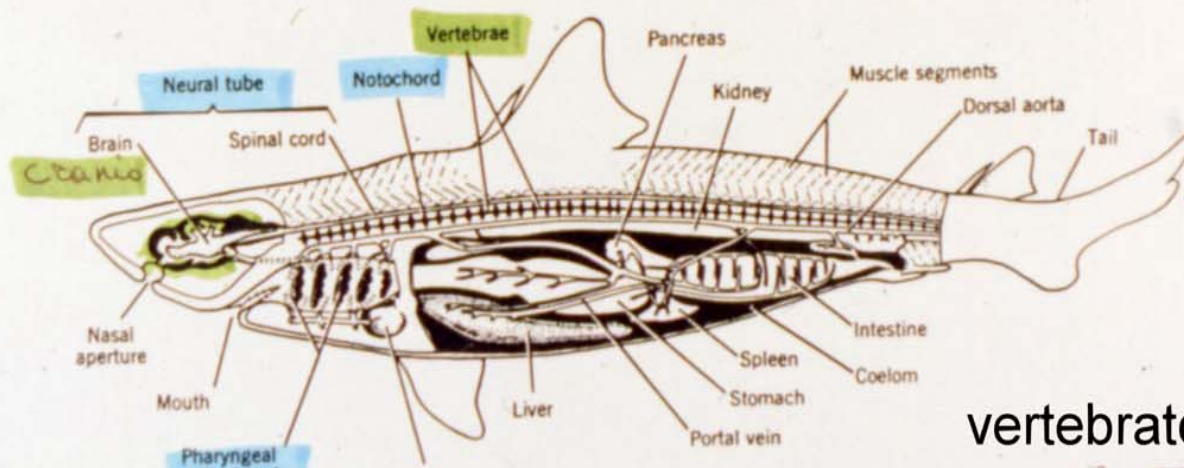
Rappresentanti di adulti di Cordati



(B) cefalocordato



urocordato



vertebrato

Le somiglianze fenotipiche suggeriscono una certa relazione filogenetica tra protocordati e vertebrati, ma esse risultano evidenti soprattutto se si mettono a confronto le forme larvali

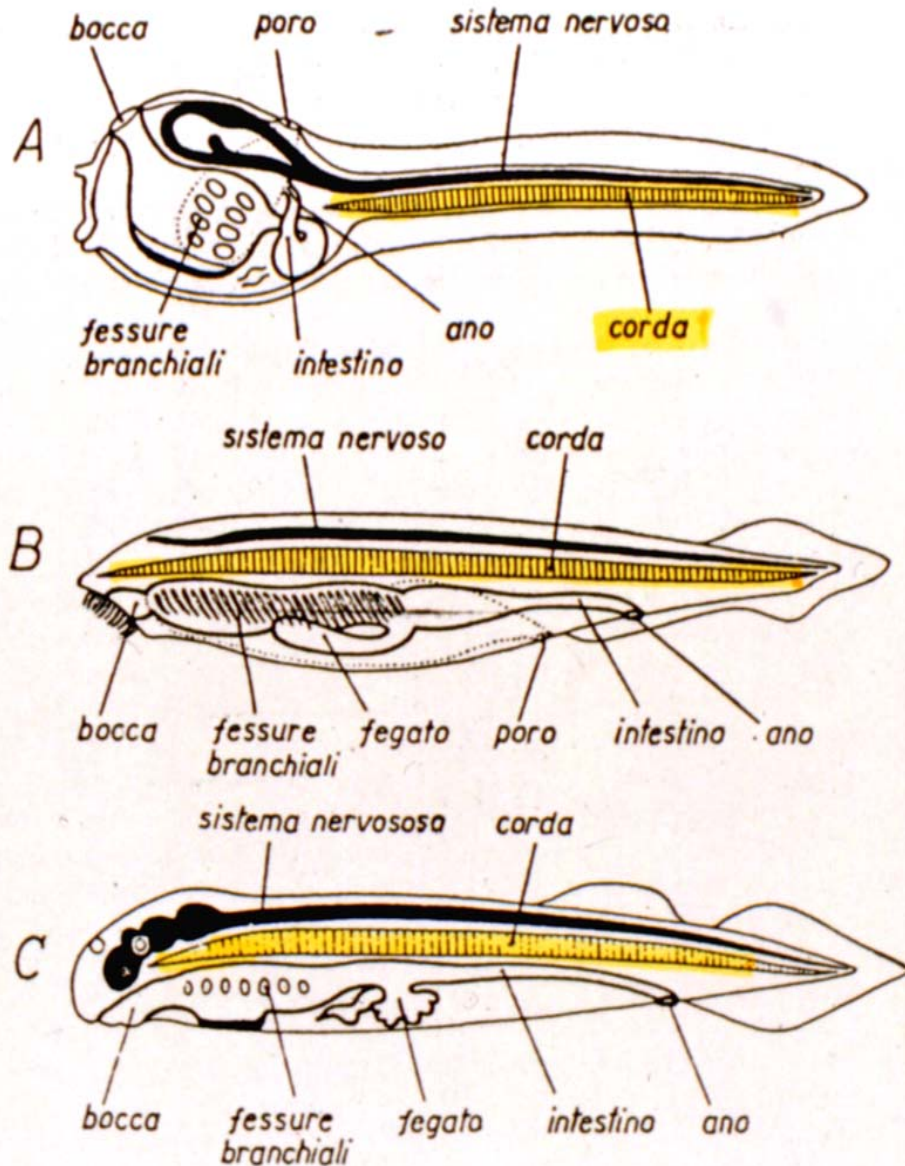


Fig. 4. Schema: A, di larva di Urocordato; B, di *Amphioxus*; C, di Vertebrato (da Ranzi).

Le somiglianze fra cordati risultano più evidenti se si confrontano le forme larvali.

Su questa base si ipotizza che i vertebrati abbiano tratto origine da una comune forma larvale che avrebbe raggiunto la maturità sessuale prima di compiere la metamorfosi (**pedomorfo**).

Per questo i **cordati** vengono considerati un gruppo **monofiletico**

I Cordati

Sono **deuterostomi**

tutti condividono - almeno allo stadio embrionale-:

- una corda dorsale
- un tubo nervoso dorsale cavo
- un tubo digerente ventrale la cui parte anteriore dilatata è rappresentata da una faringe con tasche o fessure
- un endostilo o il suo derivato, la tiroide
- una cavità generale del corpo, il celoma
- un sistema di vasi chiusi
- una coda postanale
- una forma larvale o comunque uno stadio "filotipico"

Phylum **CORDATI**

Subphylum **Urocordati** * o Tunicati

Classe Ascidiacei
 Taliacei
 Larvacei

Subphylum **Cefalocordati** * o Acranii

Subphylum **Vertebrati** o **Craniati**

* Protocordati

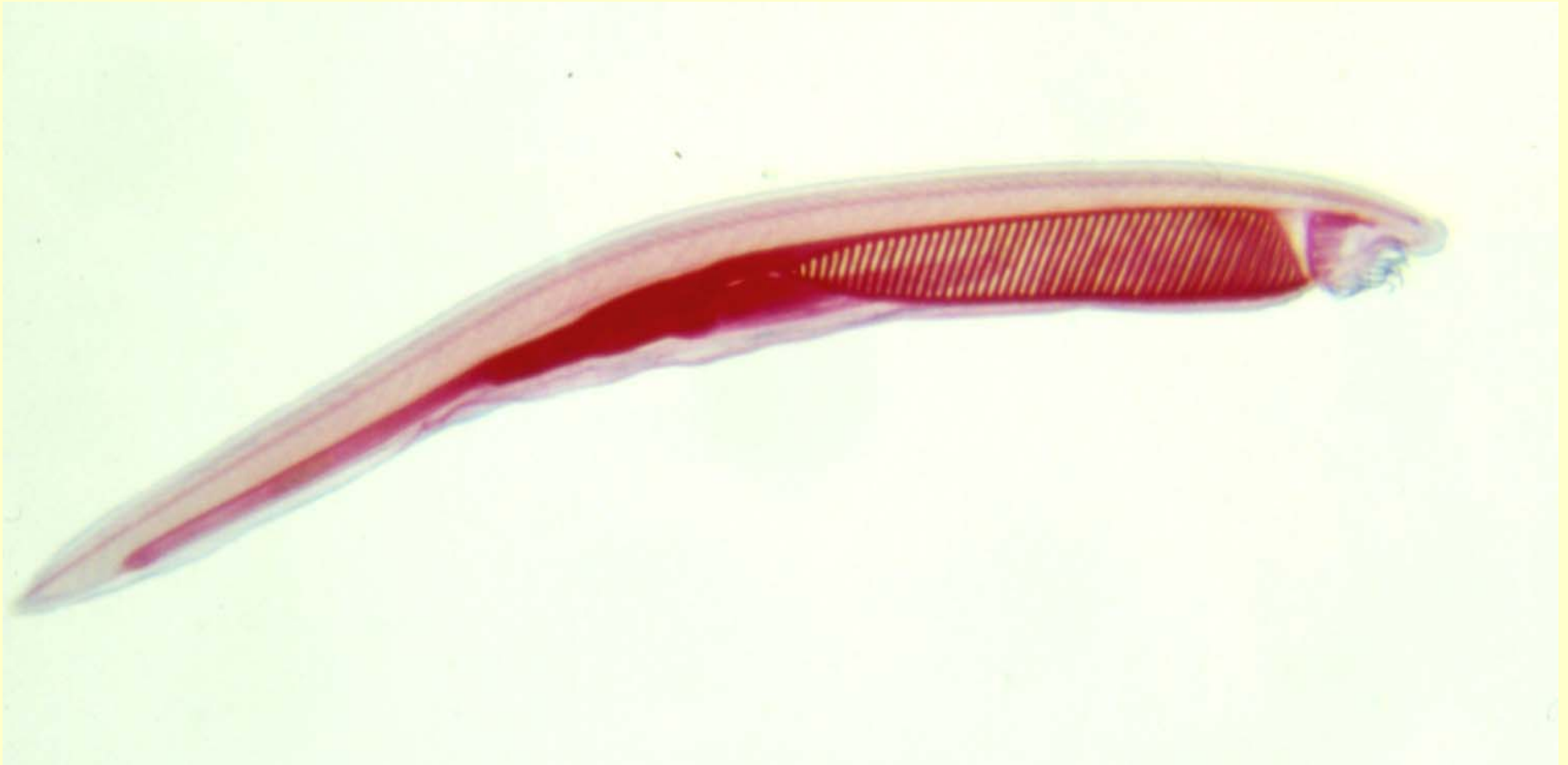
Urocordati

Scarse somiglianze con i vertebrati sono ravvisabili in un **tunicato** adulto, racchiuso in una tunica, spesso sessile. Non presenta una corda dorsale, oppure in alcune specie solo un residuo, né un tubo neurale.

Uniche somiglianze sono la faringe fessurata e un endostilo.

Sono tutte specie marine.

Ma esistono somiglianze fra la larva di ascidie (Tunicato) e quella di vertebrati: hanno fessure faringee, un endostilo, la notocorda, il tubo neurale e una coda



I **Cefalocordati** presentano sia nello stadio larvale che da adulti, maggiori somiglianze con i Vertebrati: simmetria bilaterale, una notocorda, un SNC cavo, una faringe con fessure, un celoma, una muscolatura metamerica, un tegumento composto da epidermide e derma, un sistema di vasi arteriosi e venosi

Per quanto un **anfiosso** possa assomigliare a un **Vertebrato** per diversi aspetti, esso mostra anche evidenti differenze.

Possiede una notocorda, ma essa si estende cefalicamente oltre l'encefalo

Presenta una faringe le cui numerose fessure immettono in un atrio

la sua funzione è essenzialmente alimentare

Ha un SNC cavo, ma manca delle vescicole cerebrali tipiche dei Vertebrati

Manca di una vera cefalizzazione

Non presenta organi di senso pari

Presenta una muscolatura segmentale (miomeri), ma essa si estende fino alla testa

Ha pinne impari ma non pari

La cute presenta derma ed epidermide , ma quest'ultima è monostratificata

Il tratto digerente termina con un ano, ma non presenta ghiandole annesse paragonabili a quelle dei vertebrati

Ha un sistema di vasi sanguigni chiusi, ma manca un vero cuore

Presenta un celoma, ma questo raccoglie anche i cataboliti

I protonefridi, atti all'escrezione, hanno origine embrionale diversa dai reni di Vertebrati

Un progenitore comune –**precordato**- avrebbe dato origine ai tre diversi *subphyla* dei Cordati. Sono state ipotizzate “parentele” anche con gli Emicordati e gli Echinodermi.

Somiglianze fra una larva di Cordato e di Echinoderma:

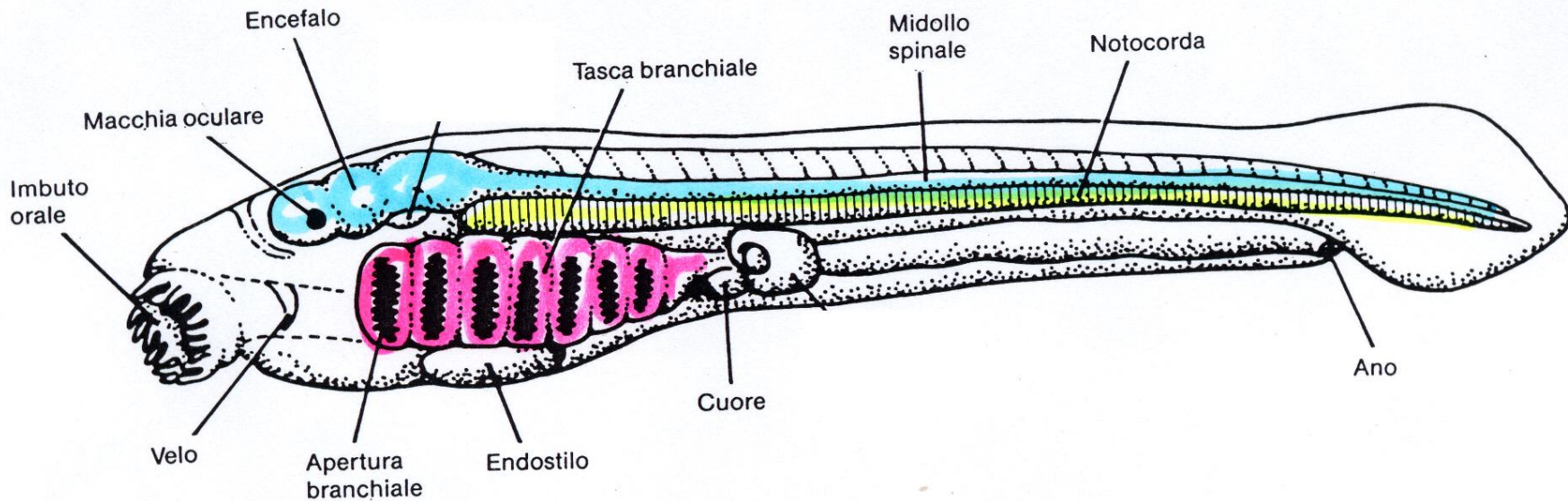
Alcuni processi di embriogenesi

Simmetria bilaterale

Somiglianze fra una larva di Echinodermi e di un Emicordato, oltre al fatto di essere entrambi i gruppi **deuterostomi**, fanno supporre un legame filogenetico con l’ipotetico precordato

Secondo una teoria avanzata da Garstang (1928) si suppone che da una forma forma ancestrale simile alla larva delle ascidie, mediante un processo di pedomorfosi –acquisizione della maturità sessuale conservando l’aspetto larvaceo- nel corso dell’evoluzione siano derivati accanto al *phylum* dei Tunicati, quello dei Cefalocordati e quello dei Vertebrati, quest’ultimo più diversificato degli altri.

Quindi la “teoria larvale” ammette la possibilità che i Cordati siano originati, non da adulti di appartenenti ad un ipotetico *phylum* progenitore, bensì da uno stadio giovanile, sessualmente maturo.



L'aspetto di una larva di lampreda*, l'ammocete, in cui sono presenti tutti i caratteri tipici dei cordati, avvalorà l'ipotesi dell'origine comune dei vertebrati e dei protocordati.

*Lampreda: vertebrato appartenente alla classe dei Ciclostomi

Principali caratteristiche dei Vertebrati

NOTOCORDA – VERTEBRE

CRANIO

SISTEMA NERVOSO CENTRALE (SNC)

FARINGE

La **Notocorda** è la prima struttura di sostegno che si forma in tutti gli embrioni di vertebrati, è in posizione mediana, dorsale posta ventralmente al tubo neurale e dorsalmente al tubo digerente; può essere sostituita in parte o totalmente dalle vertebre cartilaginee o ossee, che nel loro insieme costituiscono la **colonna vertebrale**

Il **cranio** è una struttura scheletrica che protegge l'encefalo

Il **SNC** è composto da encefalo e da midollo spinale; esso contiene una cavità, il neurocele.

In tutti gli embrioni di vertebrati si forma una **faringe**, una regione del canale alimentare dove si formano delle tasche e degli archi; le tasche possono perforarsi e formare delle fessure temporanee o permanenti (Pesci)

Di questi caratteri si può dire che la colonna vertebrale e il cranio sono realmente caratteri esclusivi dei Vertebrati, gli altri (notocorda, faringe, SNC) seppure con delle differenze strutturali e funzionali sono comuni agli altri Cordati

Anche se non ancora risolta l'origine dei Cordati si colloca in un qualche punto tra gli invertebrati e, tra i Cordati per le caratteristiche dette si collocano i Vertebrati, un gruppo che comprende tra le più diverse e notevoli specie animali che abbiano mai abitato le terre emerse, le acque e i cieli.

1. Nell'embrione i **caratteri generali** propri dei maggiori gruppi sistematici compaiono prima dei **caratteri specifici** del gruppo. Essi sono filogeneticamente più antichi
2. I caratteri meno generali si sviluppano a partire da quelli più generali finché alla fine compaiono quelli più specializzati. Gli aspetti che si rendono evidenti più tardivamente durante l'ontogenesi hanno un'origine filogenetica più recente

Le principali caratteristiche dei vertebrati , indipendentemente dal gruppo considerato sono presenti durante un particolare stadio della vita embrionale che viene definito **stadio filotipico**

Lo **stadio filotipico** è una sorta di strettoia attraverso la quale tutti i vertebrati devono passare ed è rappresentata da una forma di base che possiede :

**un tubo nervoso cavo,
una corda dorsale,
una faringe con tasche e archi,
i somiti,
un cuore,
una cavità generale,
le creste neurali
dei placodi epidermici**

OMOLOGIA è di strutture che hanno la stessa derivazione embrionale e che si trovano in un progenitore e nei suoi discendenti; le strutture omologhe possono essere più o meno simili nella struttura e nella funzione. Esempi: pinna di delfino e arto di lucertola, iomandibolare di pesce e staffa di mammifero, le vene cardinali dei pesci e le vene cave dei mammiferi.

ANALOGIA è riferibile a strutture che mostrano la stessa funzione ma non la stessa derivazione embrionale e pertanto non sono omologhe. Esempi: pinna di pesce e pinna di delfino, denti di teleostei e dentelli cornei di ciclostomi, timo dei mammiferi e la borsa di Fabrizio degli uccelli.

Generalizzato: si riferisce a strutture che possono anche subire degli adattamenti. Es arto chiridio che può trasformarsi in ala, o in pinna di una foca.

Primitivo si riferisce a strutture (es. corda dorsale) o organismi molto “antichi” (es. Labirintodonti) da cui si sono evolute nuove strutture o nuovi organismi.

Specializzato indica un cambiamento adattativo che limita la possibilità di ulteriori modificazioni adattative (es. il becco degli uccelli, la bocca dei ciclostomi, lo stomaco dei ruminanti).

Vestigiale indica una struttura di scarso rilievo in un organismo che però era molto ben rappresentata in un suo progenitore (es il cinto pelvico delle balene, il sacco del tuorlo dei mammiferi).

Rudimentale indica una struttura che nella filogenesi e/o nell'ontogenesi ha una potenzialità morfologica e funzionale (es. dotto di Muller).

Fossili viventi

Termine coniato da Darwin per indicare quegli organismi che mostrano caratteri primitivi propri del gruppo a cui appartengono, soggetti ad un processo evolutivo molto lento, il cui gruppo di appartenenza può essersi comunque altamente differenziato (Es Amia, Sfenodonte)

I Vertebrati sono organismi a simmetria bilaterale.

Quando vi è un solo piano che divide il corpo in due metà, una destra e una sinistra, specularmente simmetriche, si ha la simmetria bilaterale.

Per orientare topograficamente le parti dell'organismo è necessario riferirle ad un sistema di assi e di piani e nel caso della simmetria bilaterale si fa riferimento ad un sistema di tre assi fra loro ortogonali

Asse **cefalo-caudale** o longitudinale;

Asse **dorso-ventrale**;

Asse **destro-sinistro**.

Su questo sistema di assi vengono costruiti i piani di riferimento:

Piano mediano o longitudinale o sagittale è quello che divide il corpo in metà destra e metà sinistra ed è definito dagli assi cefalo-caudale e dorso-ventrale;

Piano trasversale è quello che divide il corpo in una parte caudale e una cefalica ed è definito dagli assi dorso-ventrale e destro-sinistro;

Piano frontale è quello che divide il corpo in una parte dorsale e una ventrale ed è definito dagli assi destro-sinistro e cefalo-caudale.

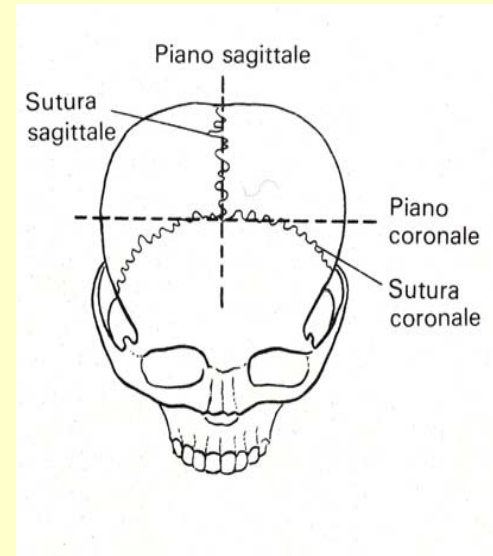
Sezione sagittale* mediana separa la parte destra dalla sinistra
(piano simmetria)

sezione parasagittale separa due metà di dimensioni diverse

Sezione frontale o coronale* separa la parte dorsale da quella
ventrale

Sezione trasversa o orizzontale separa la parte anteriore da
quella posteriore

Coronale e sagittale fanno riferimento
a suture presenti nel cranio



Libri di testo consigliati:

GC Kent

Anatomia Comparata dei Vertebrati

PICCIN

C Houillon

Embriologia dei Vertebrati

Casa Editrice Ambrosiana

Per approfondimenti:

K V Kardong Vertebrati - Mc Graw Hill ed

KF. Liem et al.

Anatomia Comparata dei Vertebrati - EdiSES

E. Padoa

Manuale di Anatomia Comparata dei Vertebrati - Feltrinelli