

# Caratteristiche dei Cordati

**Il phylum dei Cordati è costituito da animali provvisti di:**

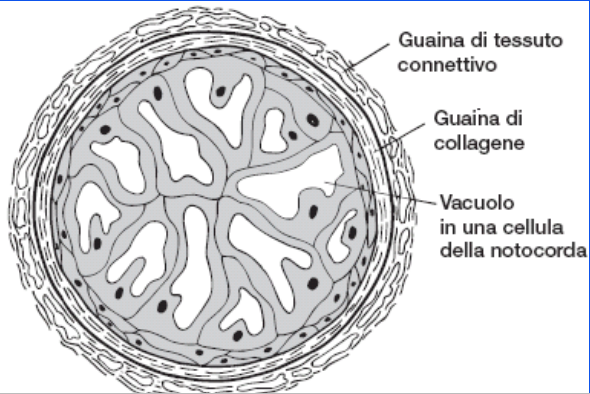
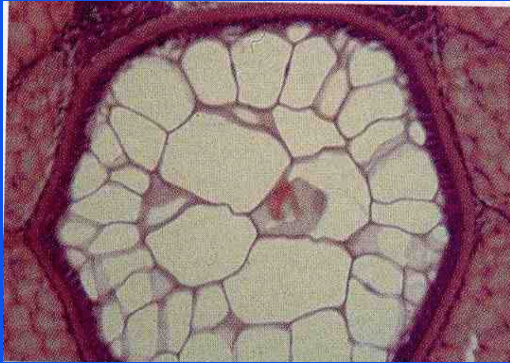
- Simmetria bilaterale
- Bocca che si apre tardivamente durante lo sviluppo embrionale in posizione opposta all'apertura anale
- Celoma secondario
- **Corda dorsale flessibile che costituisce la prima struttura dell'endoscheletro**
- Muscoli metamerici attaccati all'endoscheletro
- Tubo nervoso dorsale alla corda
- Massa viscerale ventrale alla corda

**Il phylum dei Cordati si divide in 4 sottophyla :**

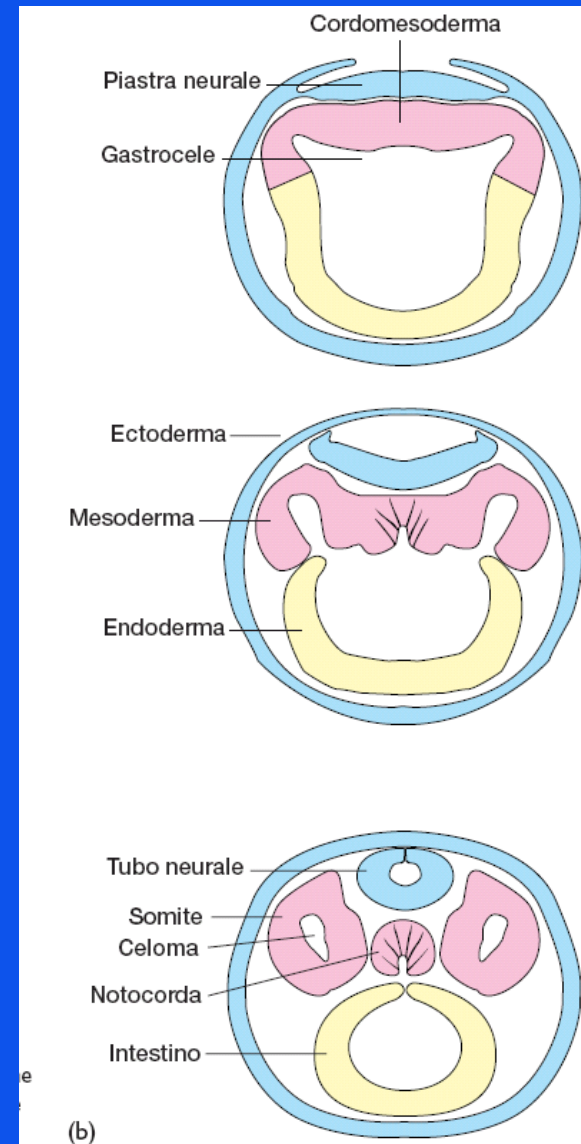
- Emicordati
- Urocordati
- Cefalocordati
- Emicefalocordati

I primi tre sono detti Cordati non vertebrati, il quarto gruppo è detto anche dei Vertebrati perché provvisti di colonna vertebrale, costituita da vertebre (segmenti endoscheletrici), che costituirà una struttura essenziale per l'evoluzione dei Cordati terrestri.

# La Notocorda (o corda dorsale)



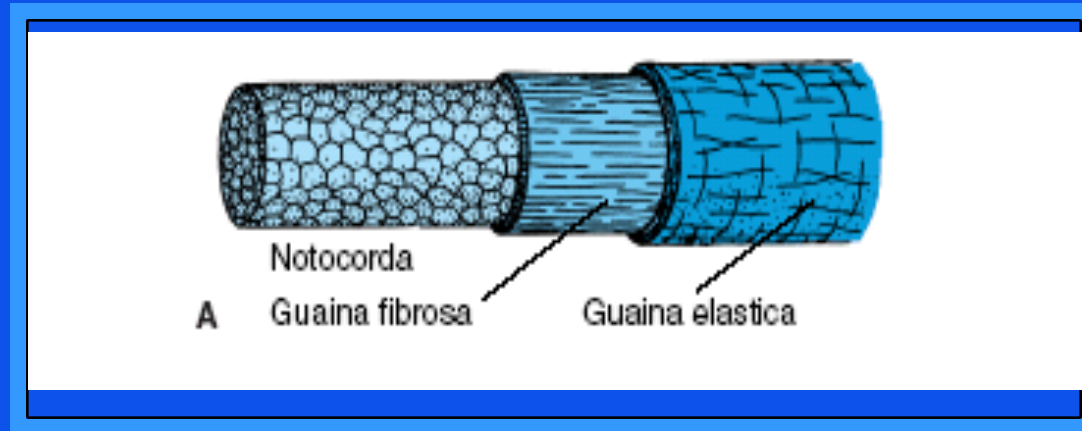
Cordone assile che costituisce l'asse di sostegno del corpo dei Cordati



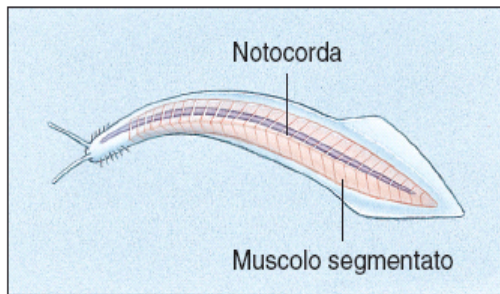
# La notocorda e la colonna vertebrale

- DEFINIRE L'ASSE LONGITUDINALE DEL CORPO DELL'ANIMALE
- OFFRIRE SITI PER L'INSERZIONE DI MUSCOLI
- IMPEDIRE LA CONTRAZIONE TESTA-CODA
- SOSTENERE LA MASSA CORPOREA

# Pikaia, il primo cordato



## Pikaia



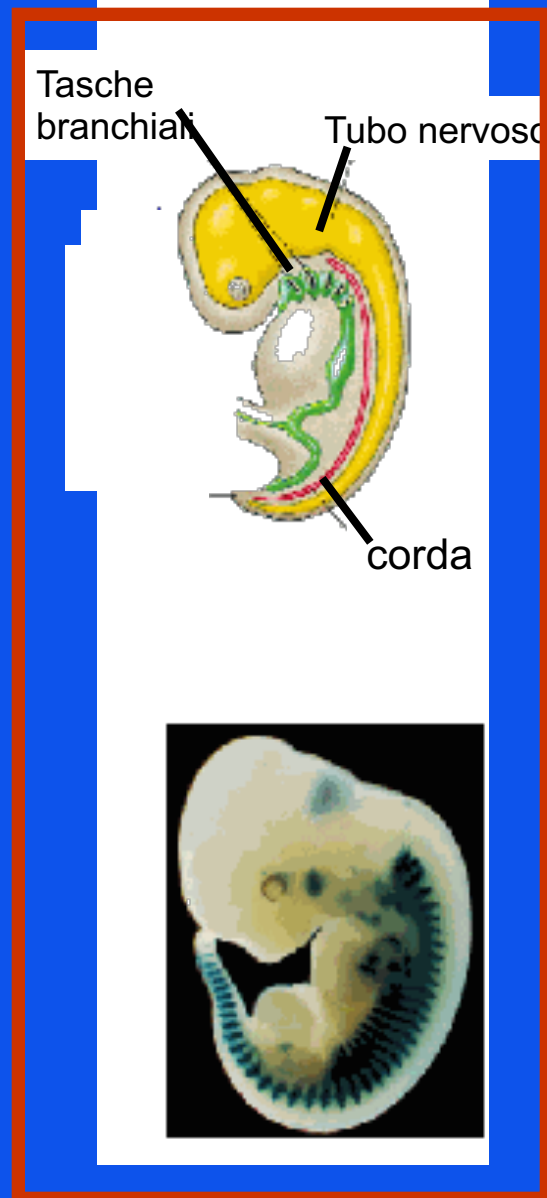
### figura 15.8

*Pikaia*, il più antico cordato conosciuto, ritrovato nei depositi di Burgess Shale della British Columbia, Canada.

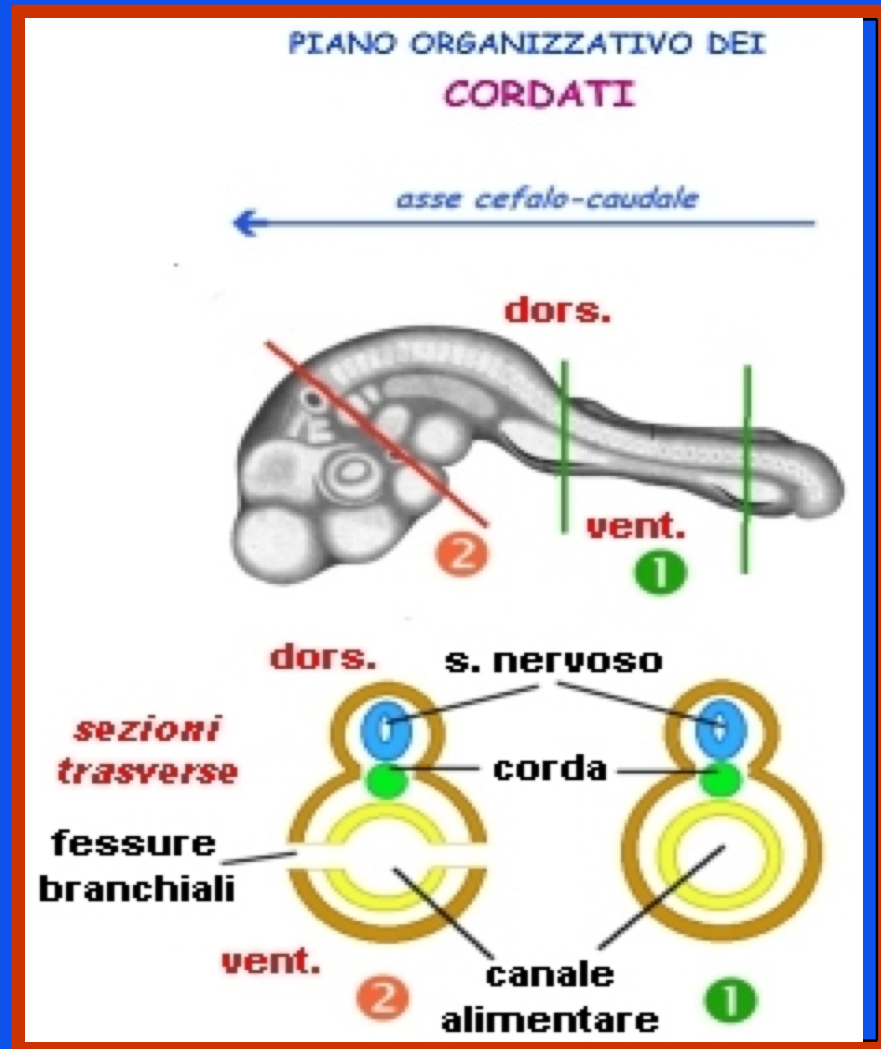
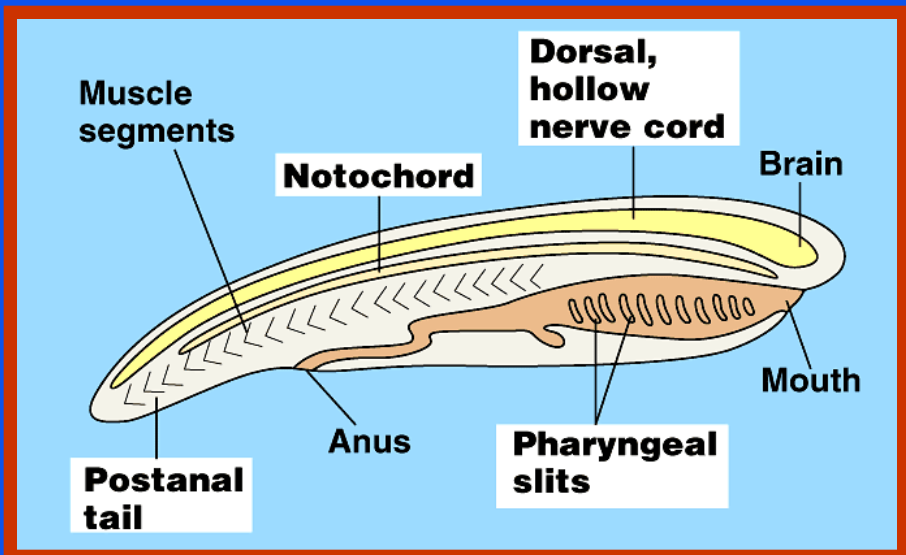


# 5 caratteristiche dei Cordati

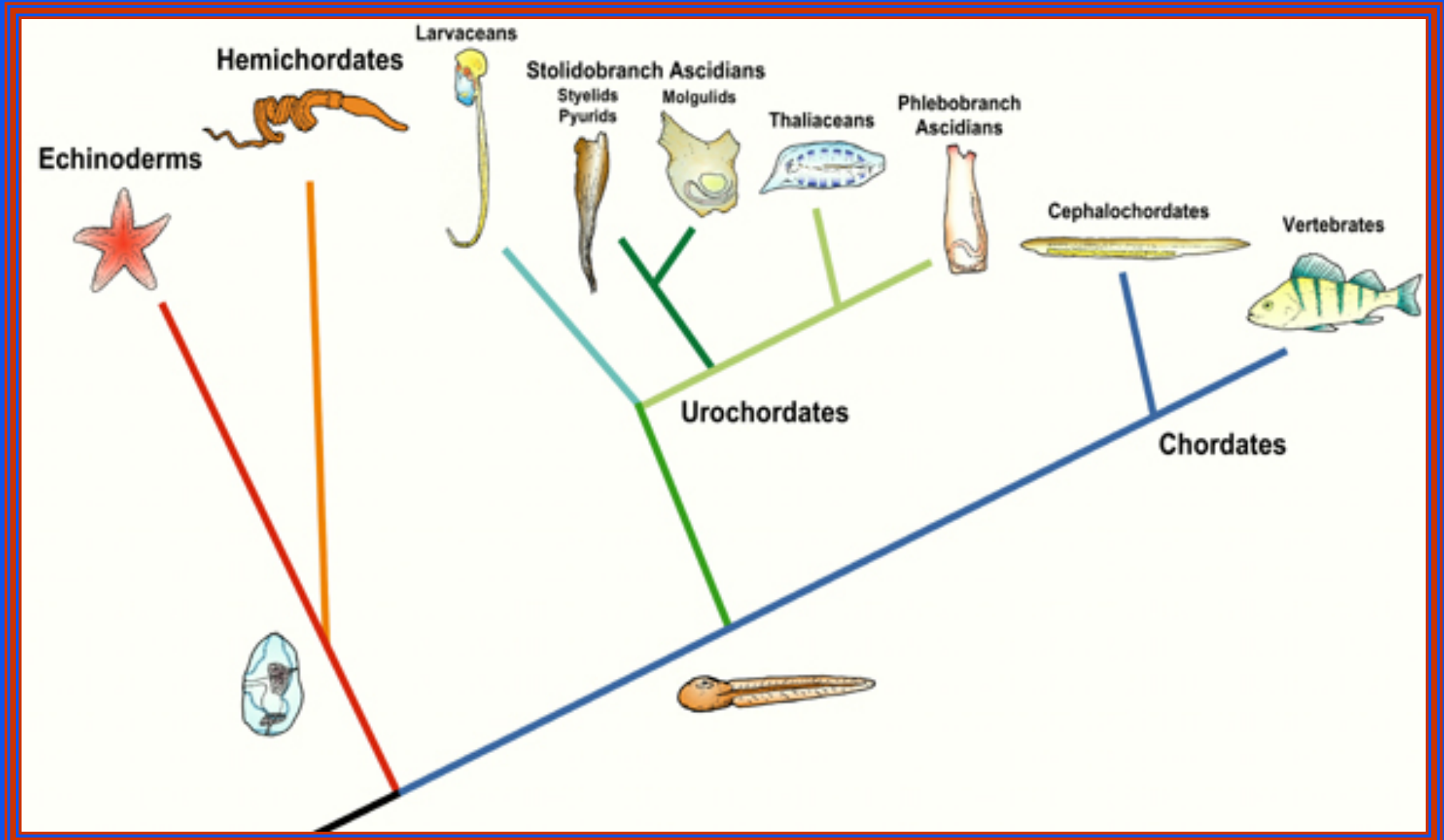
1. **Tubo nervoso** in posizione dorsale; nei Vertebrati distinto in encefalo e midollo spinale
2. **Corda dorsale**: una bacchetta flessibile, ventrale al tubo nervoso e dorsale all'intestino. Durante lo sviluppo embrionale è sempre presente; nei Vertebrati regredisce e la colonna vertebrale prende il suo posto e la sua funzione.
3. **Tratto faringeo**, posto indietro alla bocca, dal quale si formano le tasche branchiali che nei pesci si aprono all'esterno. Nei tetrapodi terrestri le tasche si chiudono ad eccezione delle tube di Eustacchio che mettono in comunicazione il faringe con l'orecchio medio.
4. **Coda**, presente in tutti gli embrioni, che si estende posteriormente all'ano e può regredire negli adulti (es.uomo)
5. **Metameri** che interessano l'epimero con la formazione di muscoli (somiti) e di vertebre e il mesomero con la formazione dei reni.



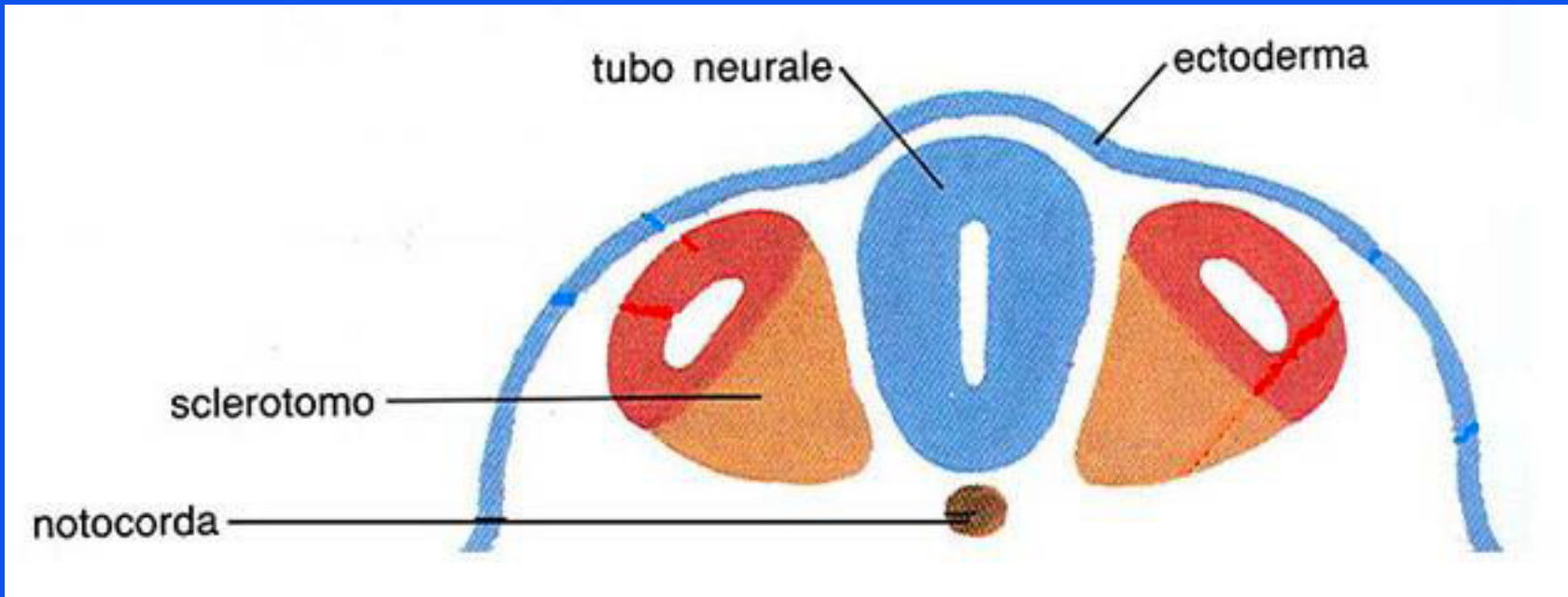
# Piano organizzativo dei Cordati



# Albero dei Cordati



La vertebra è inizialmente formata da 8 pezzi cartilaginei e si origina dai due sclerotomi (all'esterno dei somiti) uno a destra e uno a sinistra del tubo neurale e della corda

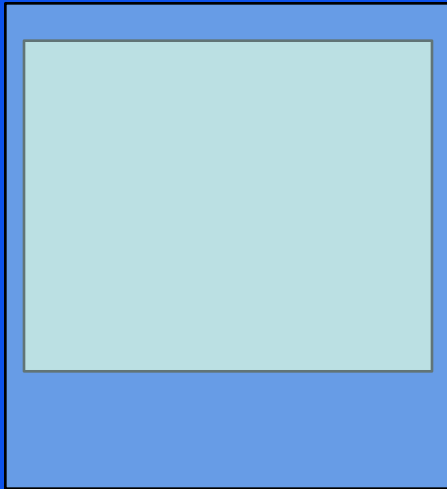




# La vertebra

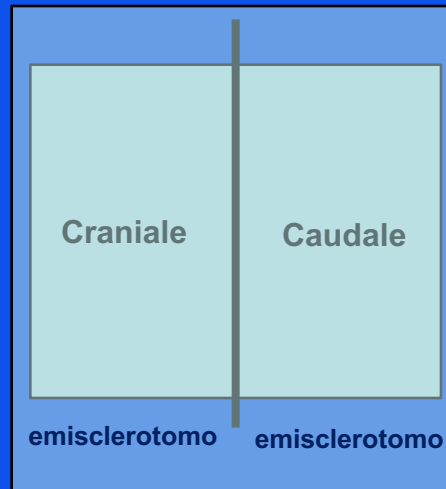


## sclerotomo

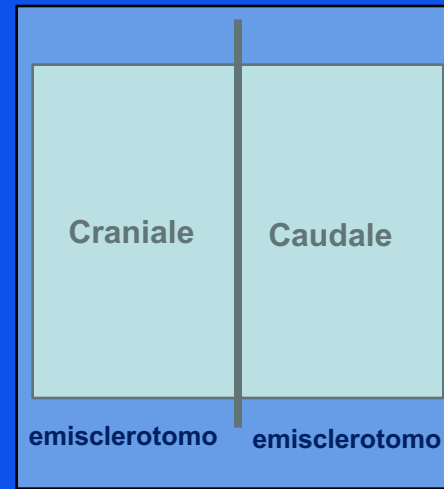


Ciascun sclerotomo subisce un taglio in direzione trasversale che lo dividerà in due emisclerotomi (uno craniale e uno caudale).

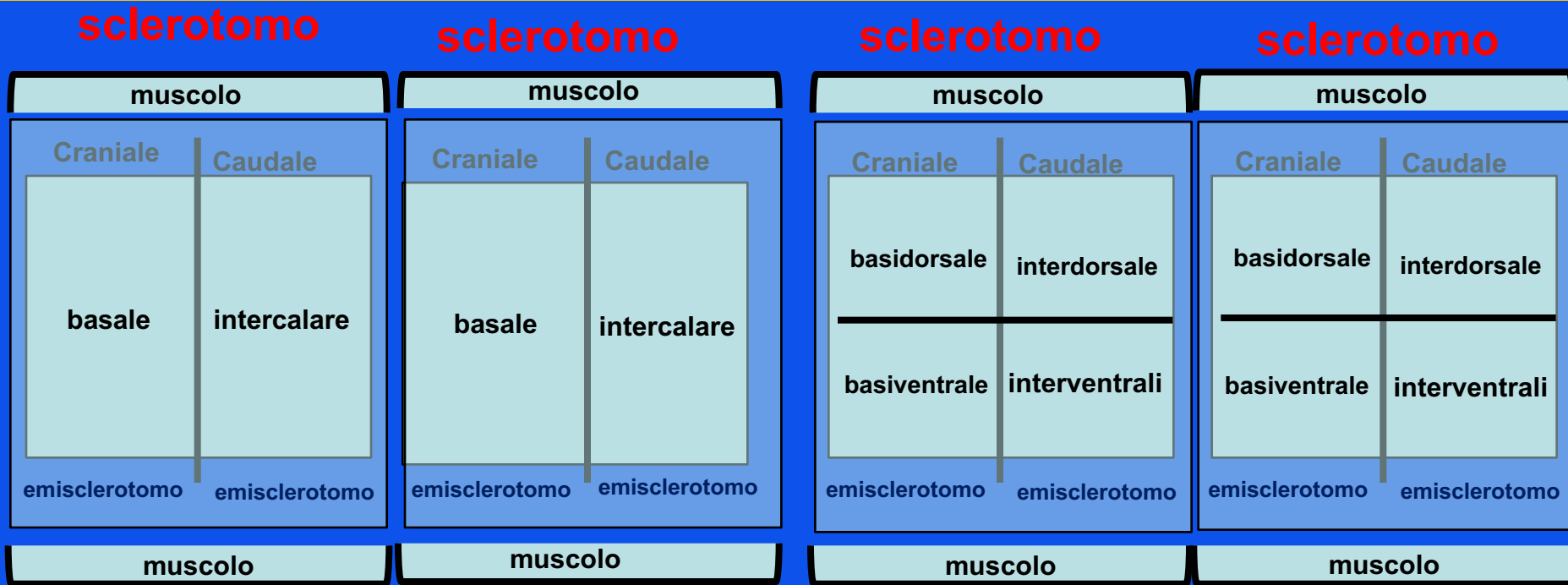
## sclerotomo



## sclerotomo

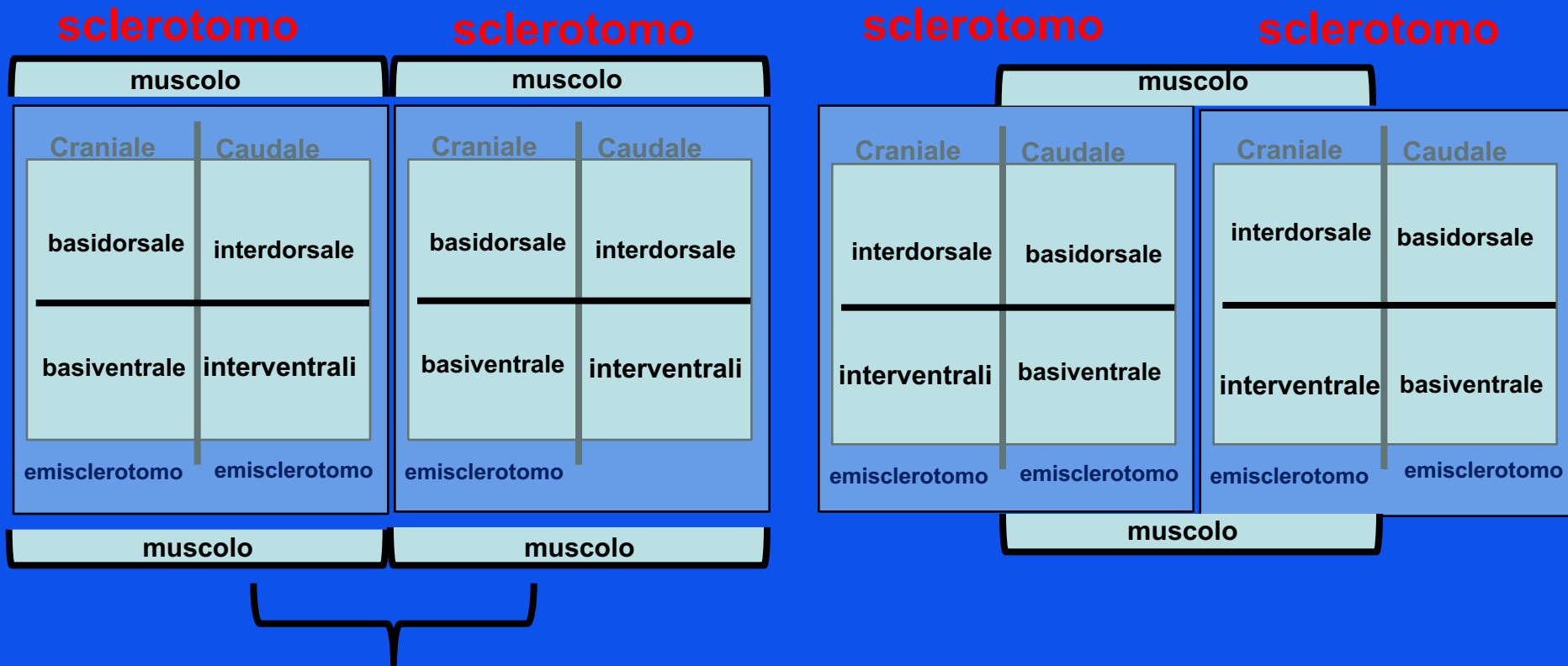


# La formazione della vertebra



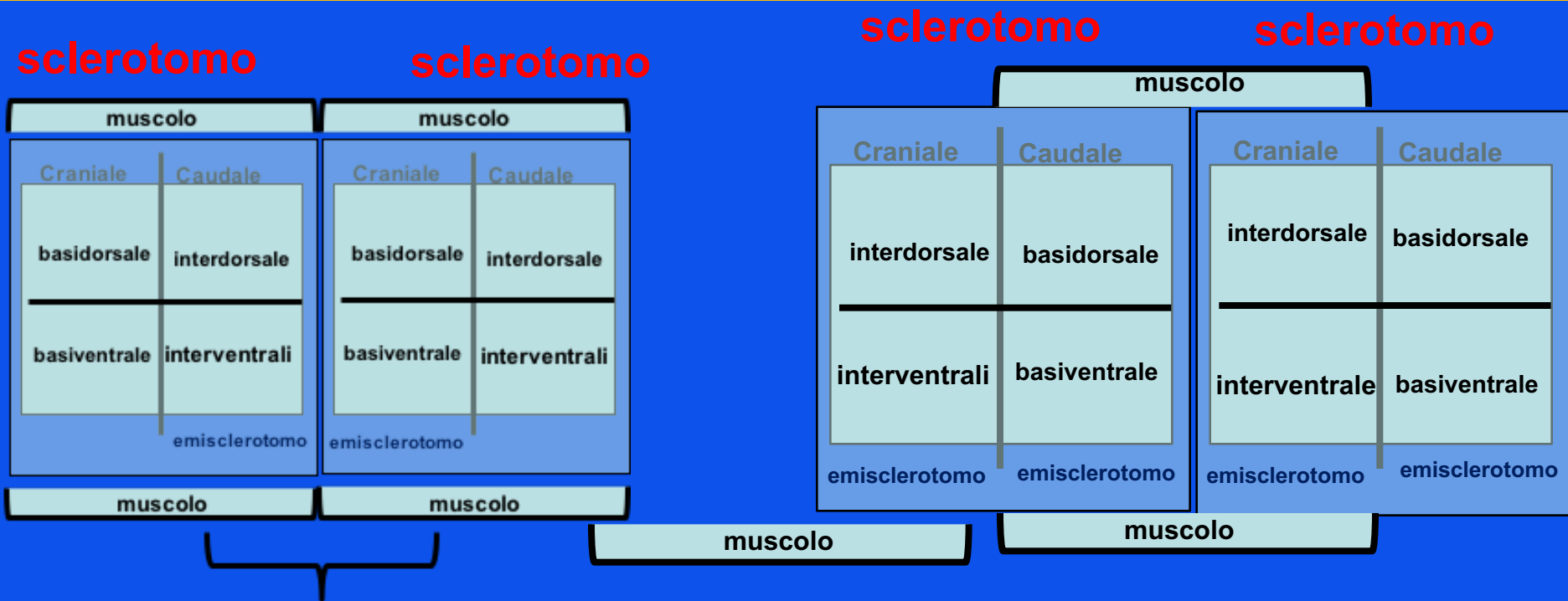
Successivamente si forma un secondo piano di taglio, perpendicolare al primo che dividerà ulteriormente gli emisclerotomi in segmenti più piccoli, in totale 4 per lato, quindi si forma una vertebra di 8 pezzi. In questa fase c'è metameria ogni vertebra e' servita da un muscolo.

# La formazione della vertebra



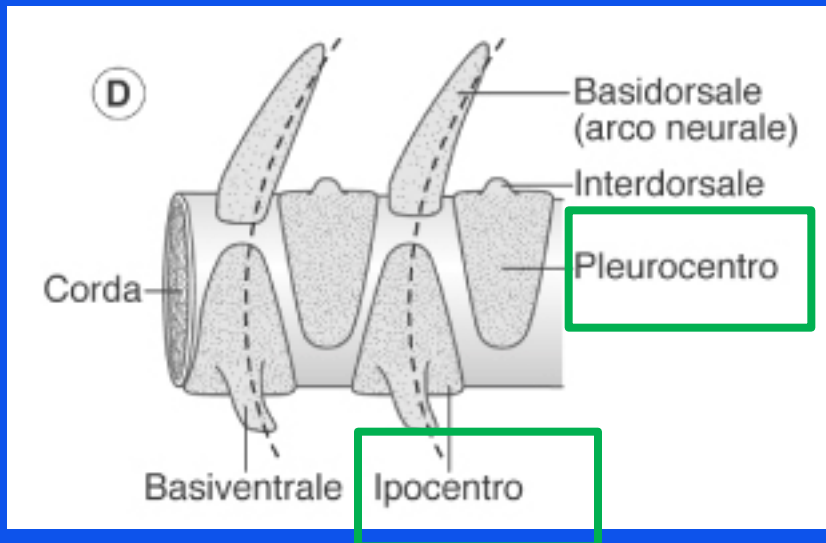
Prima che lungo la linea mediana avvenga l'incontro dei due pezzi cartilaginei, avviene la fusione tra gli intercalari di un metamero e i basali subito dietro, cosicché in direzione craniale non troveremo più i basali ma gli intercalari. Il vantaggio sarà che ciascuna vertebra non sarà servita da un solo muscolo ma da due. Questo processo aumenterà la flessibilità e la robustezza della futura colonna vertebrale.

# La formazione della vertebra



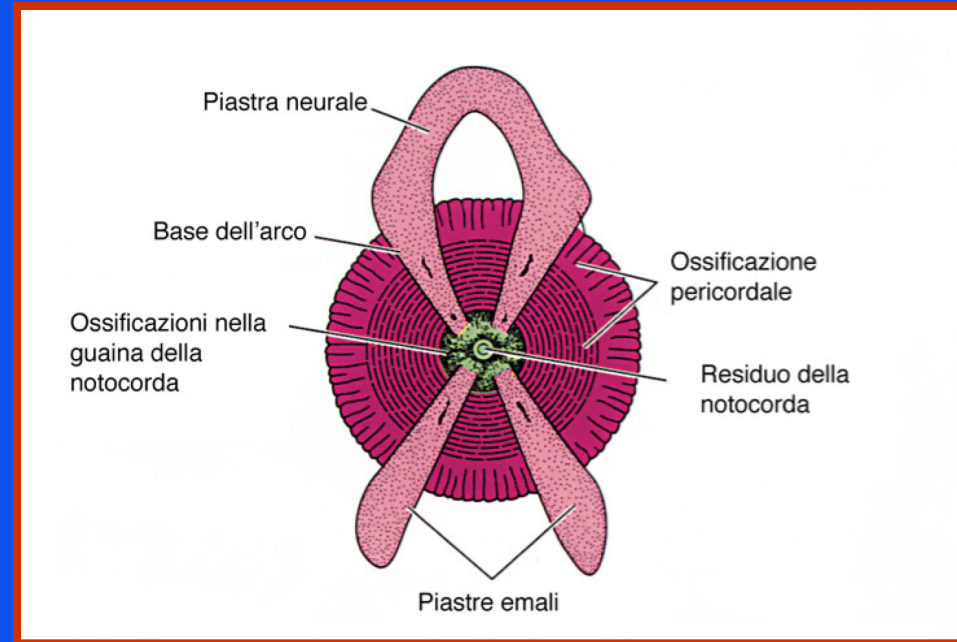
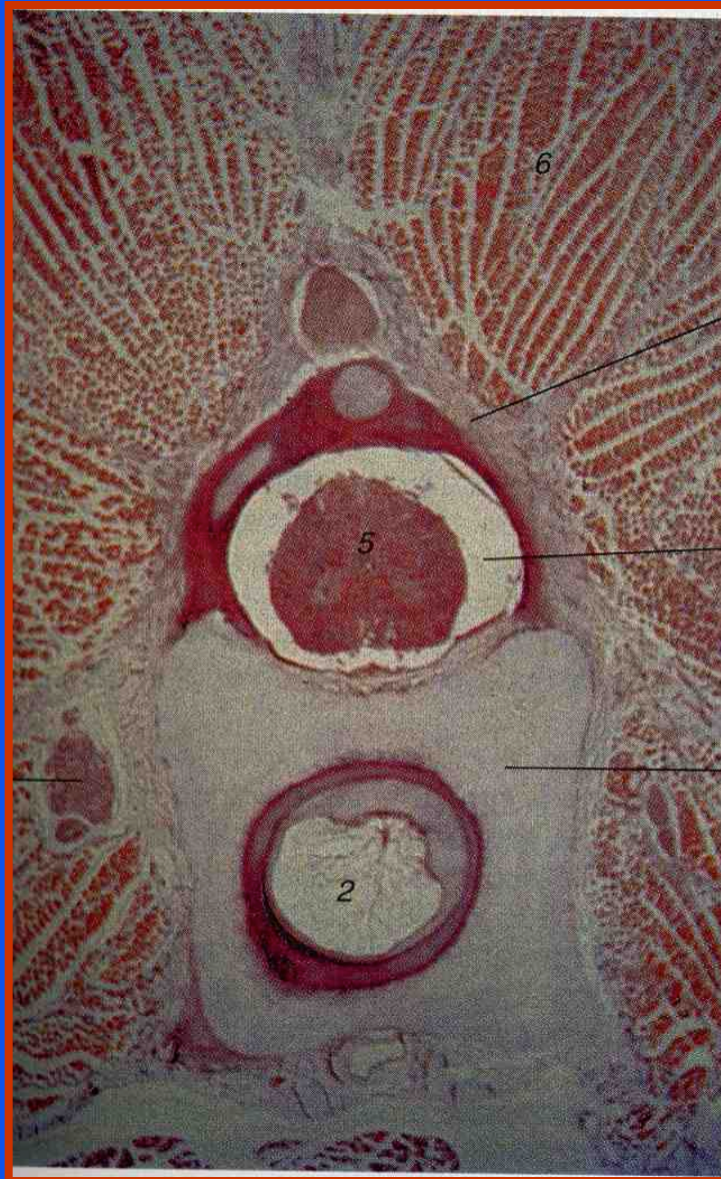
Prima che lungo la linea mediana avvenga l'incontro dei due pezzi cartilaginei, avviene la fusione tra gli intercalari di un metamero e i basali subito dietro, così che in direzione craniale non troveremo più i basali ma gli intercalari. Il vantaggio sarà che ciascuna vertebra non sarà servita da un solo muscolo ma da due. Questo processo aumenterà la flessibilità e la robustezza della futura colonna vertebrale.

**Nella maggior parte degli ittiopsidi la vertebra è provvista di un centro che collega l'arco neurale all'arco emale circondando la corda. Il corpo vertebrale risulta costituito da due elementi che si abbozzano come due semianelli che avvolgono la corda dorsalmente pleurocentro, e ventralmente ipocentro.**

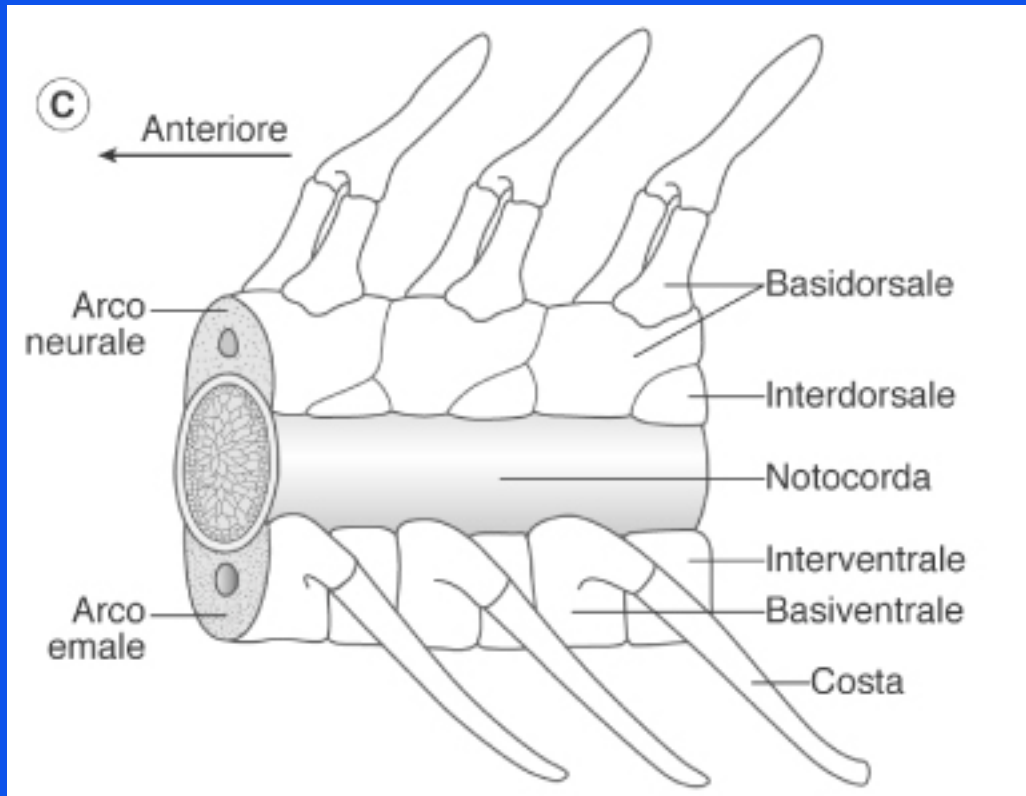


Nella regione del tronco i basiventrali forniscono ciascuno una basapofisi alla quale si articola una costa. Tra i basidorsalie i basiventrali si interpongono gli interdorsali e gli interventrali.

# La vertebra con corpo vertebrale



## Vertebre prive di centro

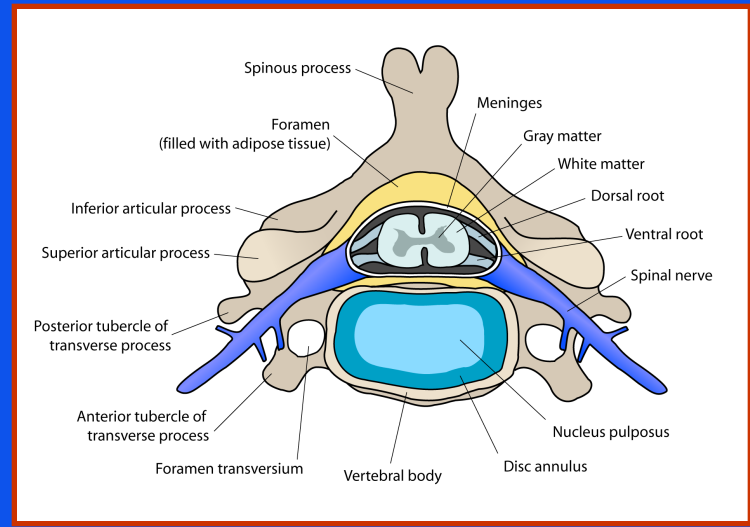
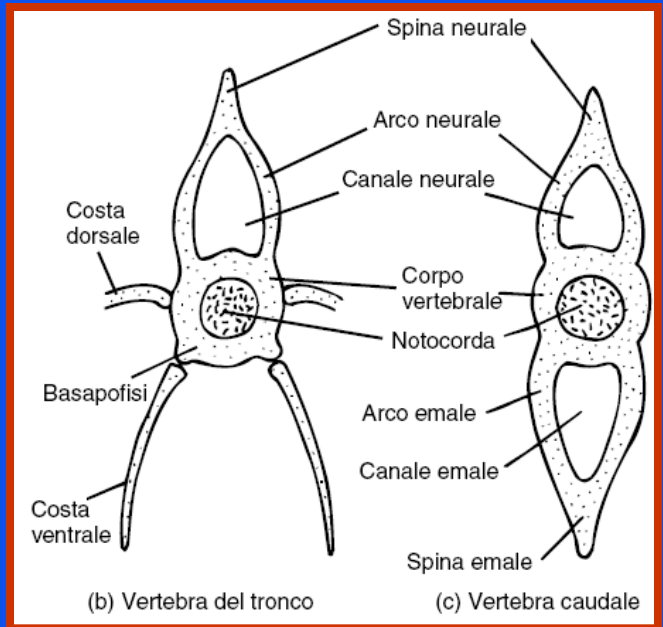


Condrostei, dipnoi e celacanti hanno vertebre prive di centro (acentriche). Sulla notocorda poggiano dorsalmente coppie di pezzi scheletrici basidorsaliche formano l'arco neurale, ventralmente coppie di basiventrali formano l'arco emale.



- Successivamente con la formazione del centro la vertebra avrebbe assunto un'importante funzione anche di sostegno e locomozione.

# La vertebra con corpo vertebrale



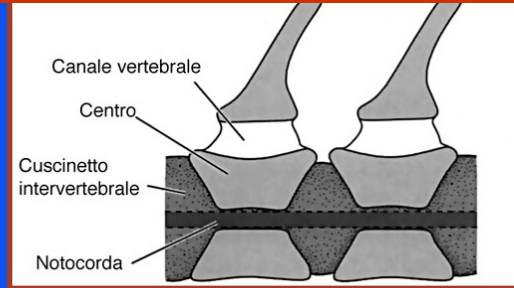
Ittiopsidi



Tetrapodi

# La cavità del corpo vertebrale

testa

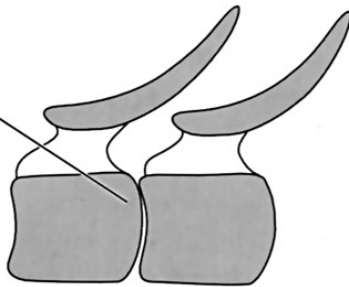


coda

anficele

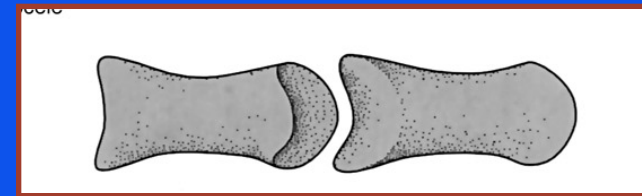
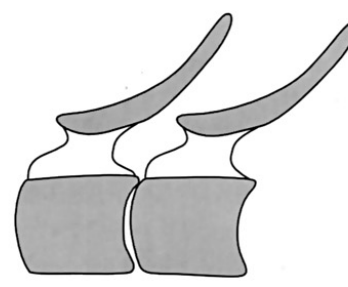
Ittiopsidi

Parte del centro derivata dal corpo intervertebrale



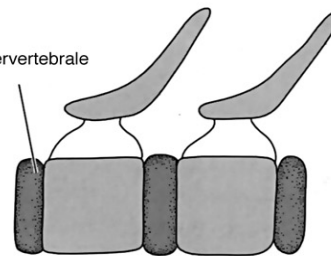
procele

opistocele



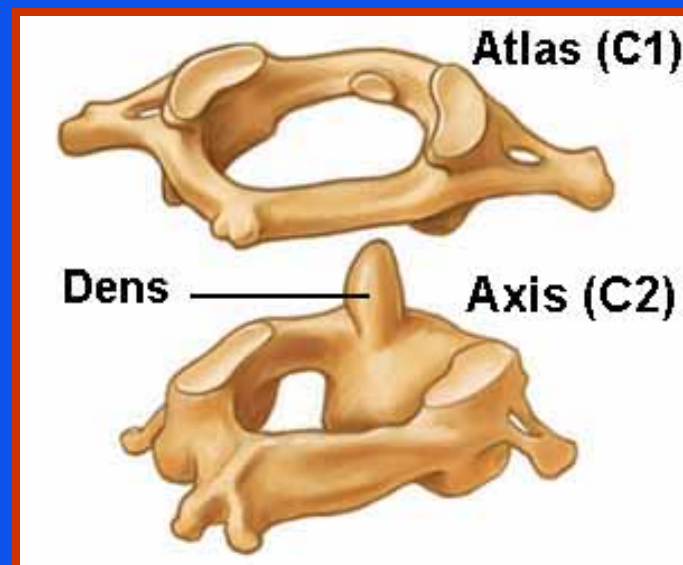
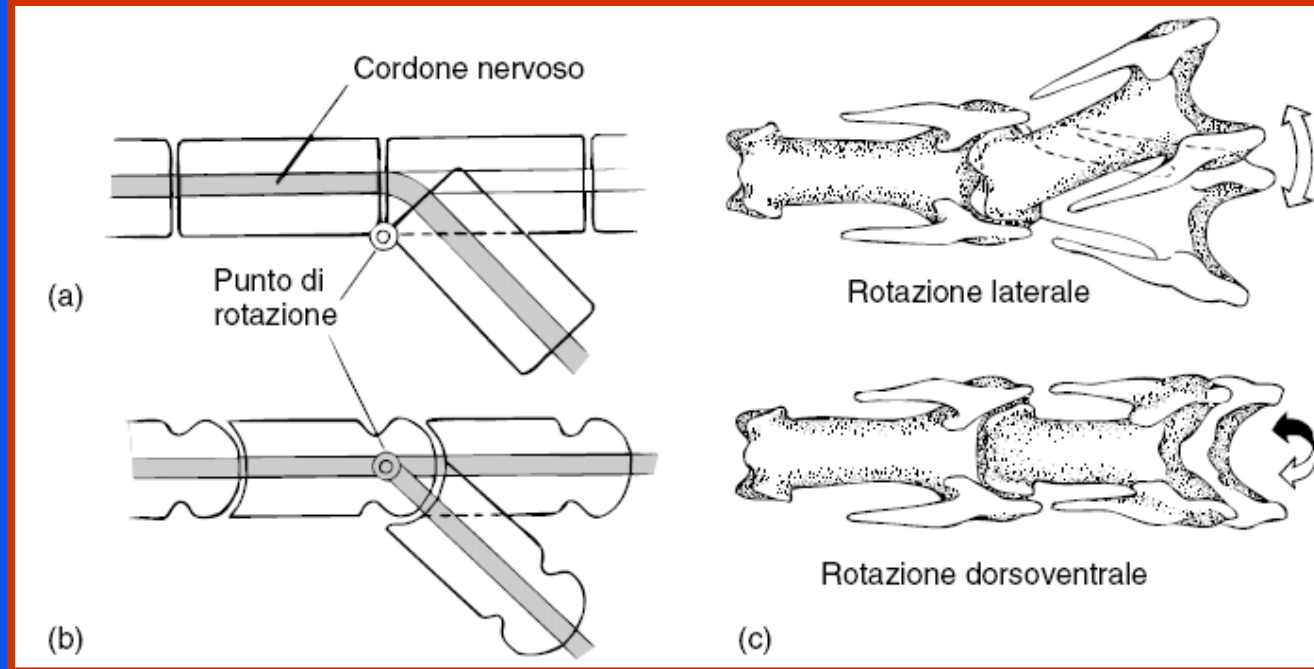
eterocele

scio intervertebrale

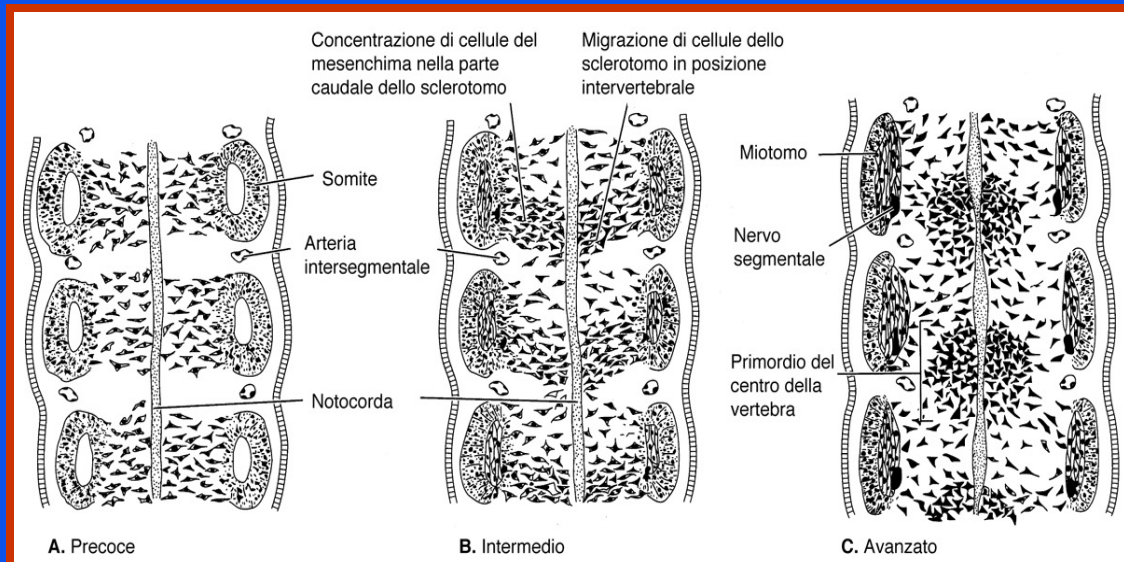
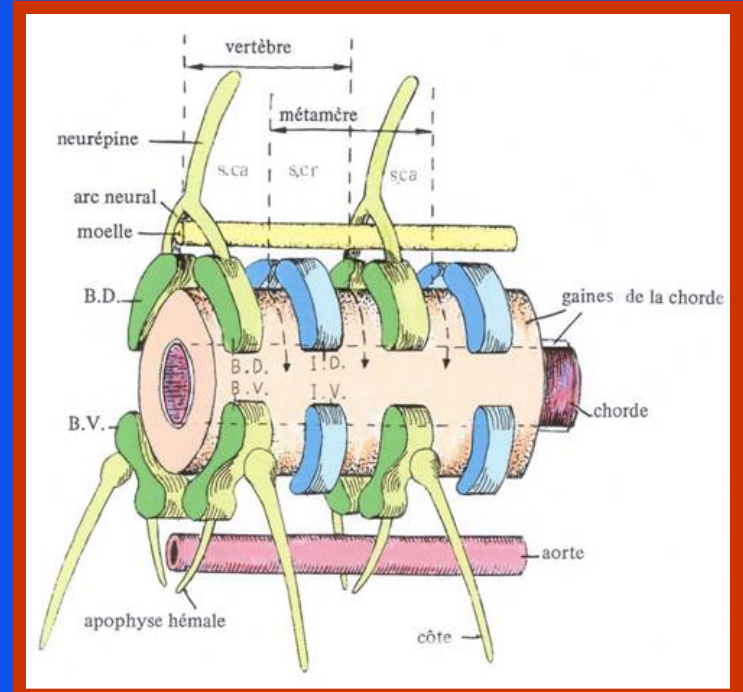
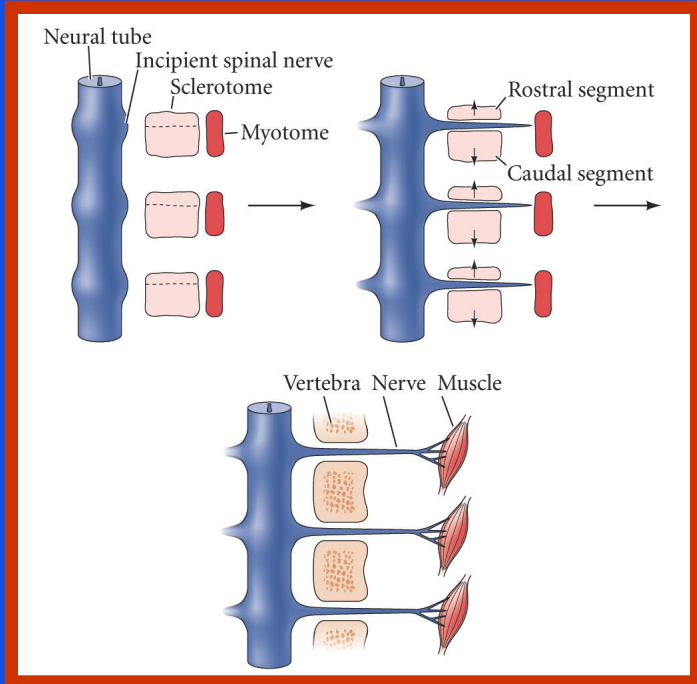


anfipiana

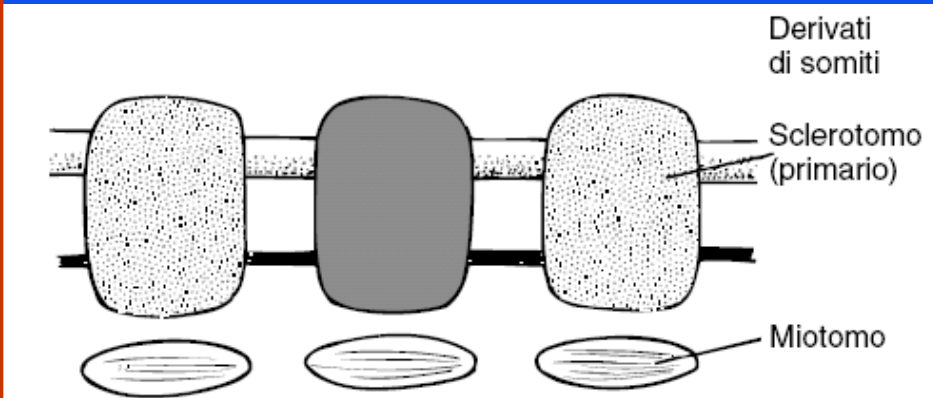
# L'articolazione della vertebra



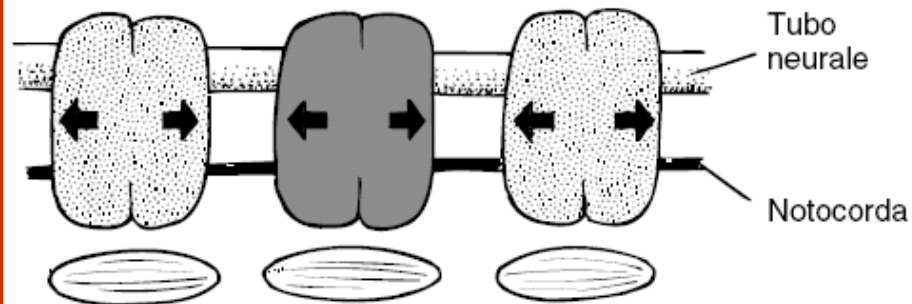
# La formazione della vertebra



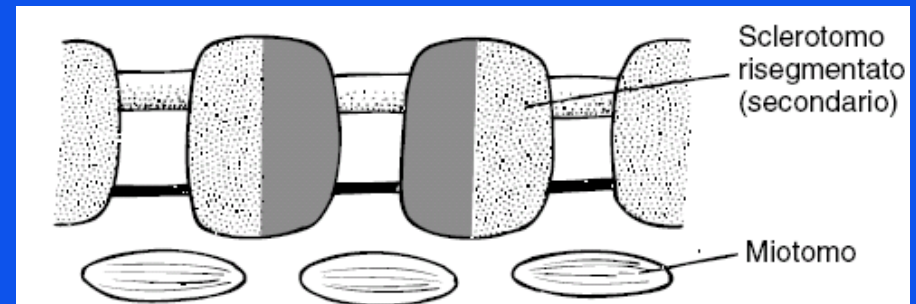
# La scalettatura o risegmentazione della vertebra



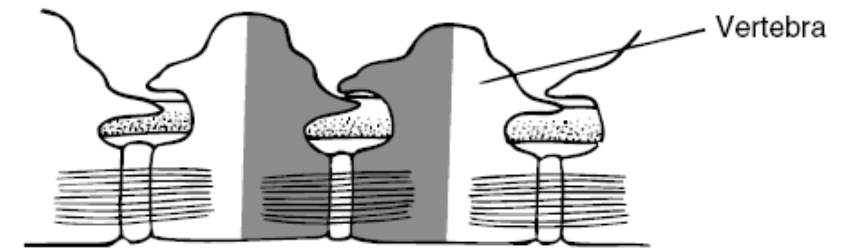
(a)



(b)

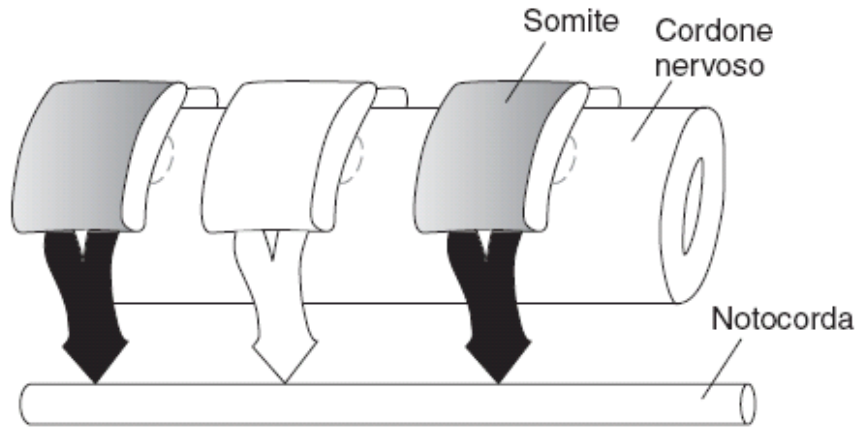


(c)

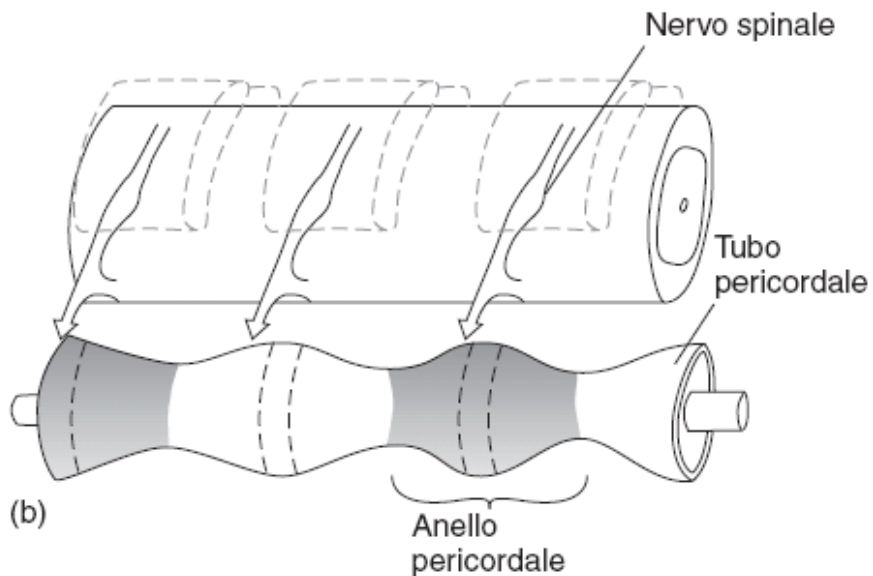


(d)

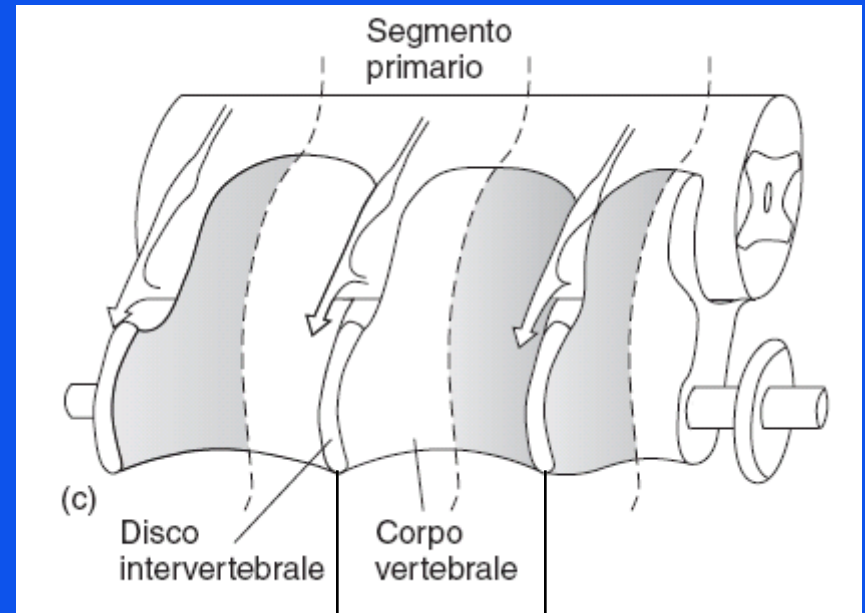
# La scalettatura o risegmentazione della vertebra



(a)

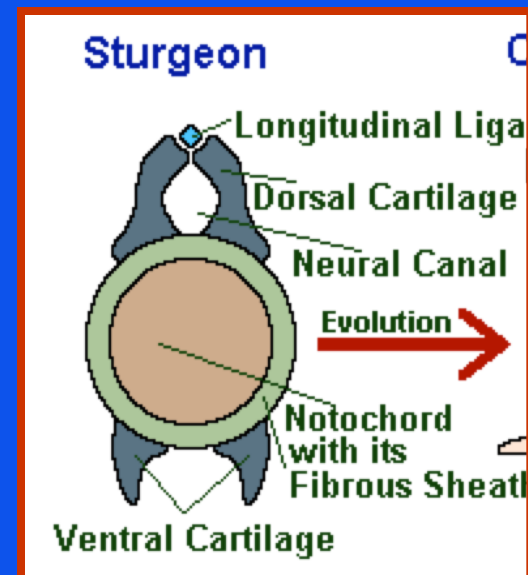
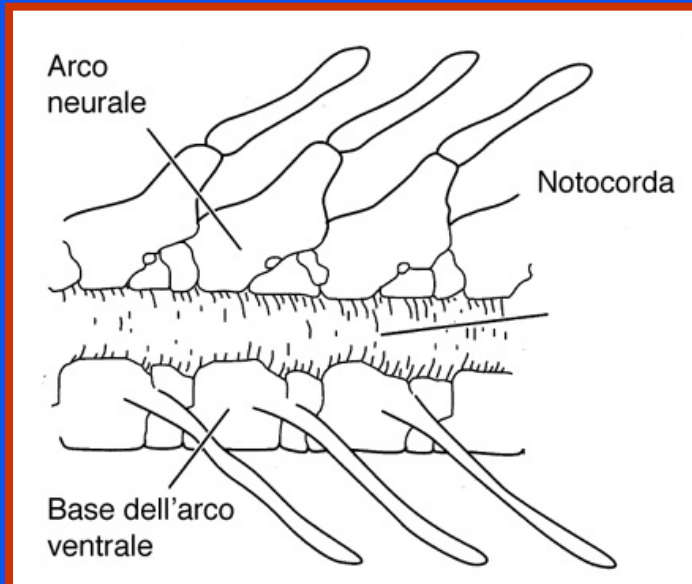
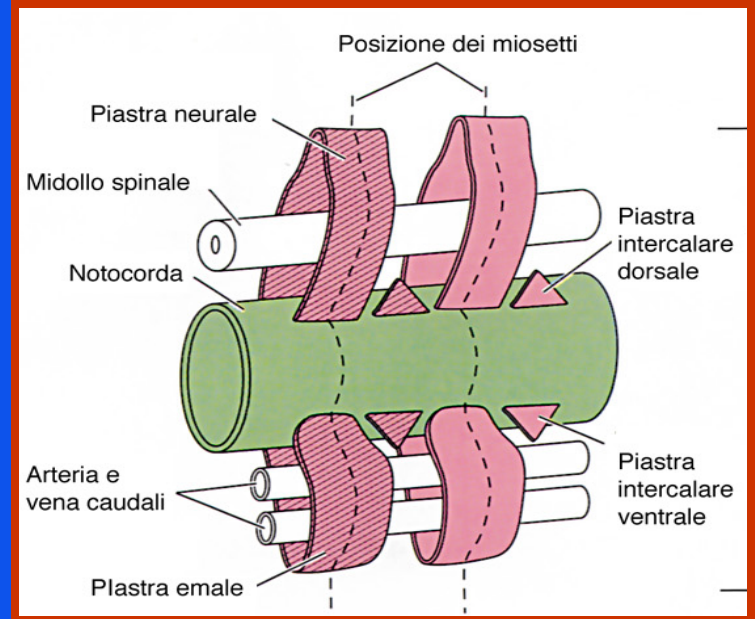
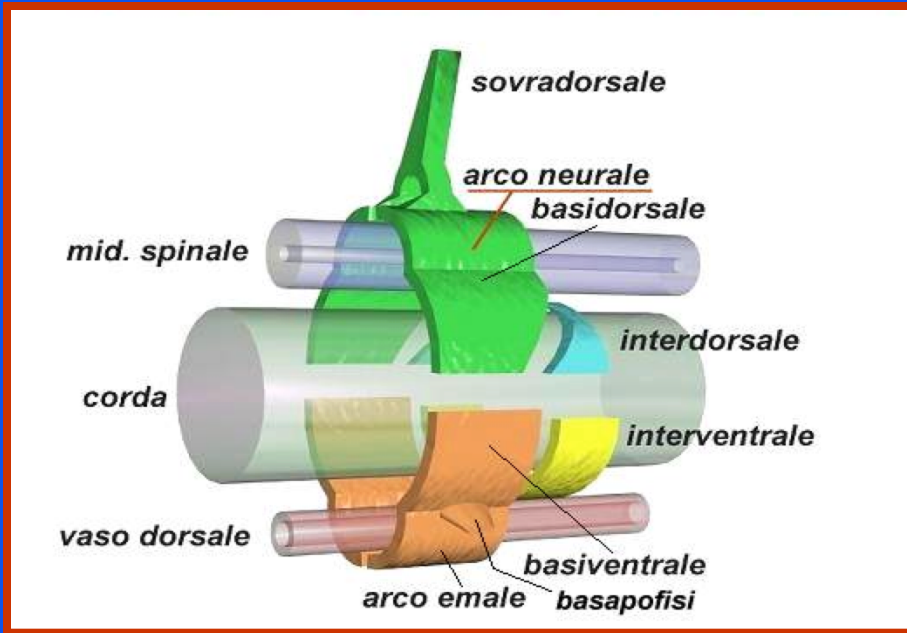


(b)



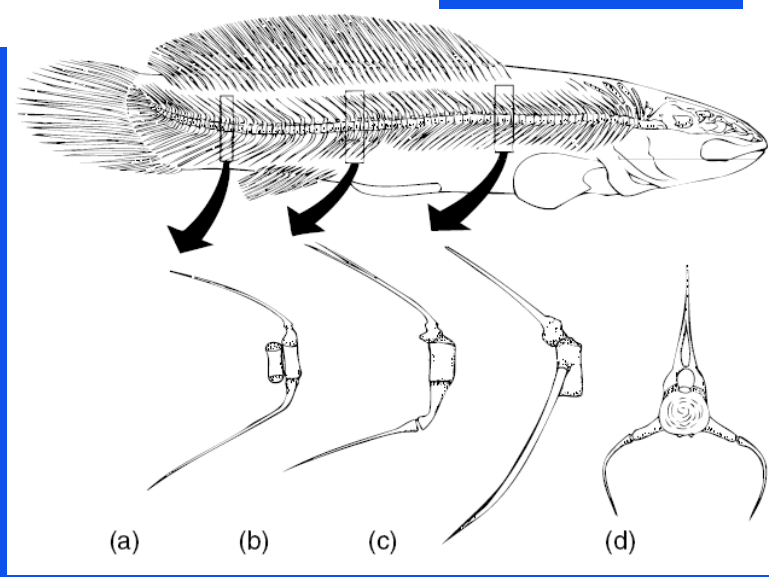
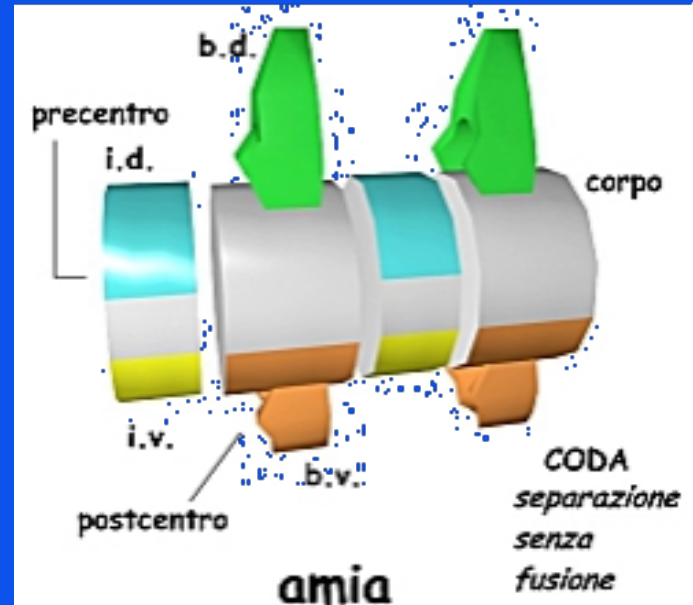
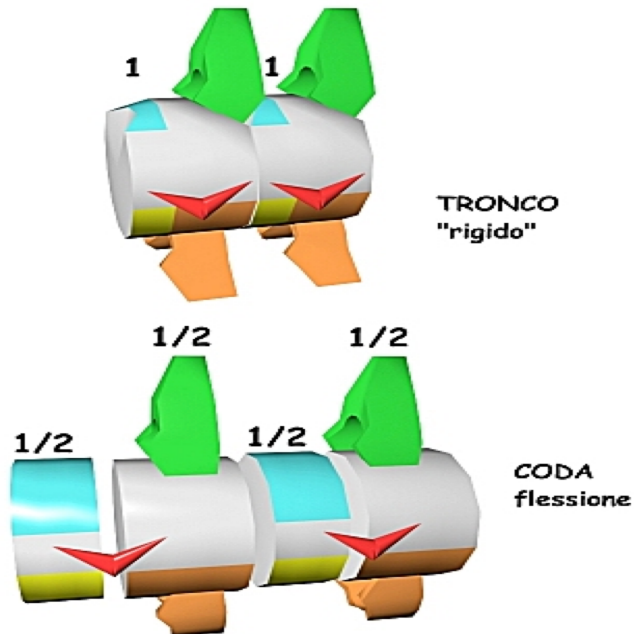
(c)

# La vertebra dello storione

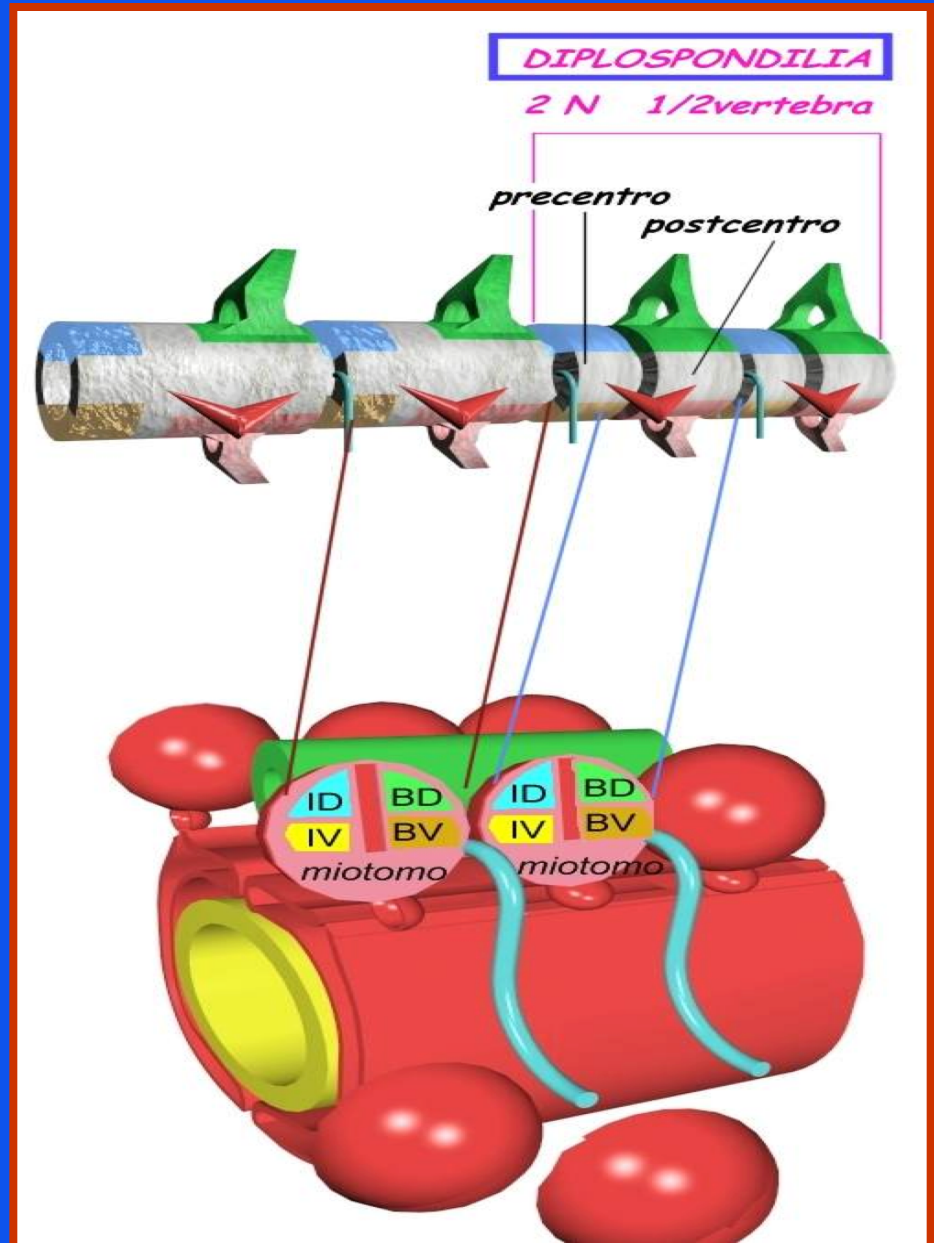
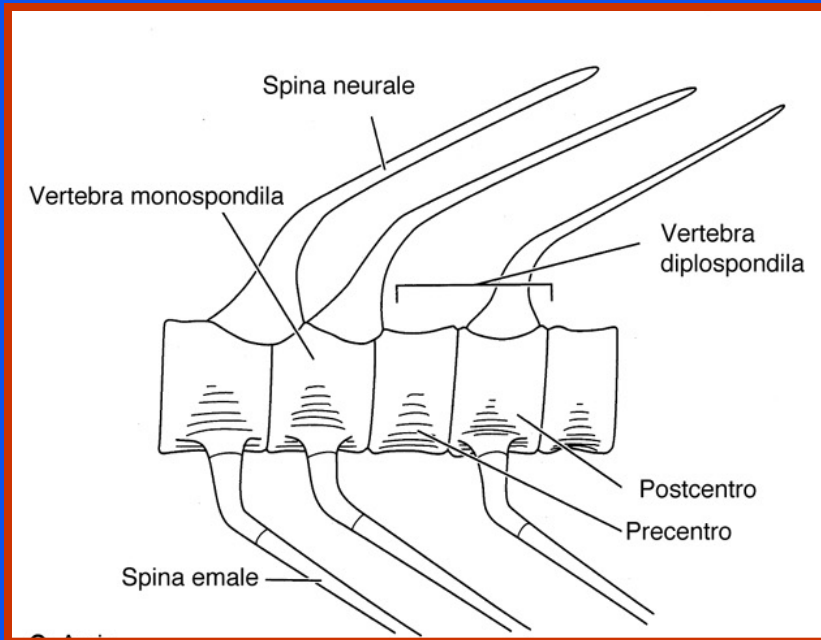




# La vertebra di Amia



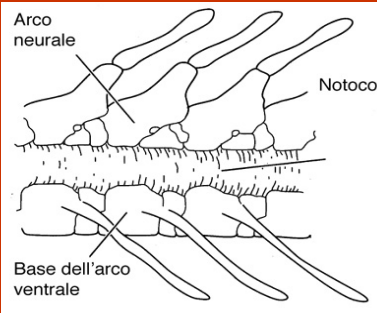
# La diplospondilia



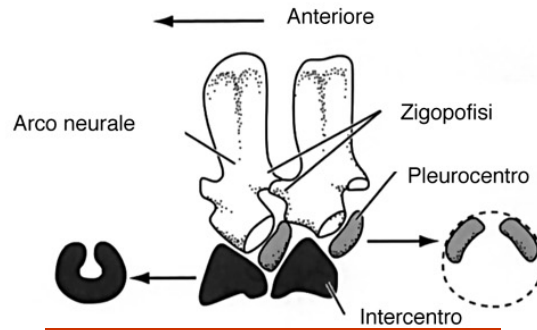
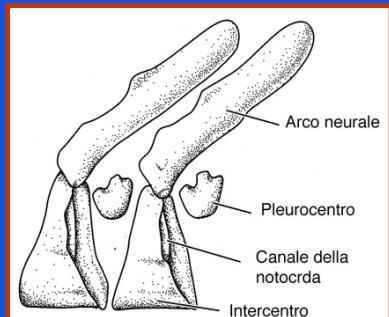
## Polispondilia



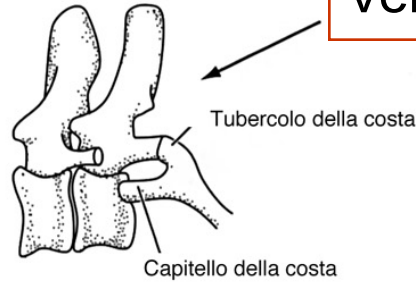
# Gli Anfibi e le loro vertebre



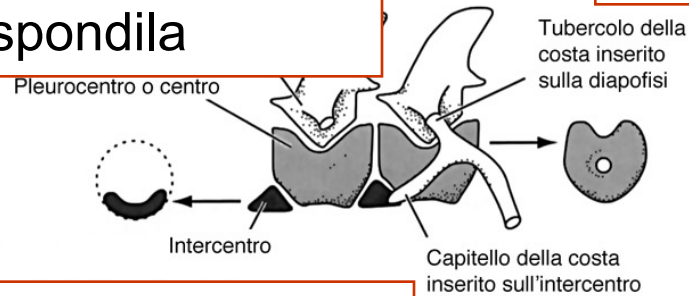
Il passaggio dalla vita acquatica alla terrestre ha comportato l'irrobustimento delle vertebre con la riduzione dei pezzi



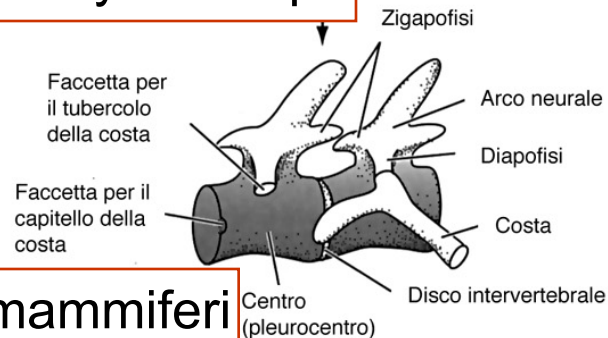
Vertebra rachitoma



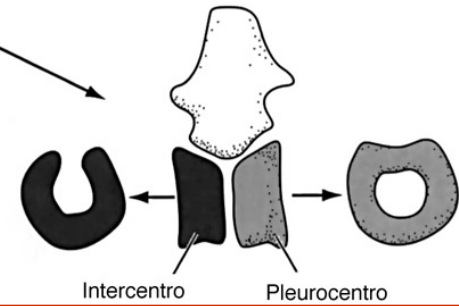
Vertebra stereospondila



Vertebra semysauramorpha



Vertebra mammiferi



Vertebra embolomera

Basidorsale = Arco neurale

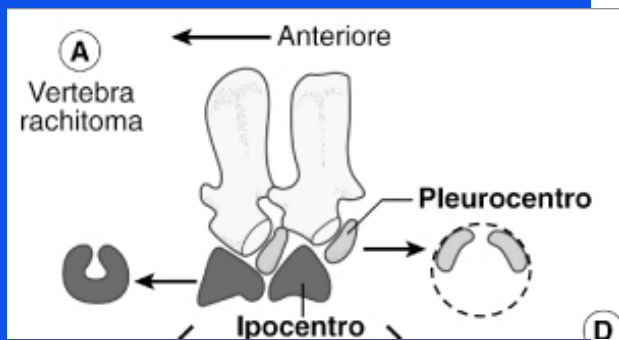
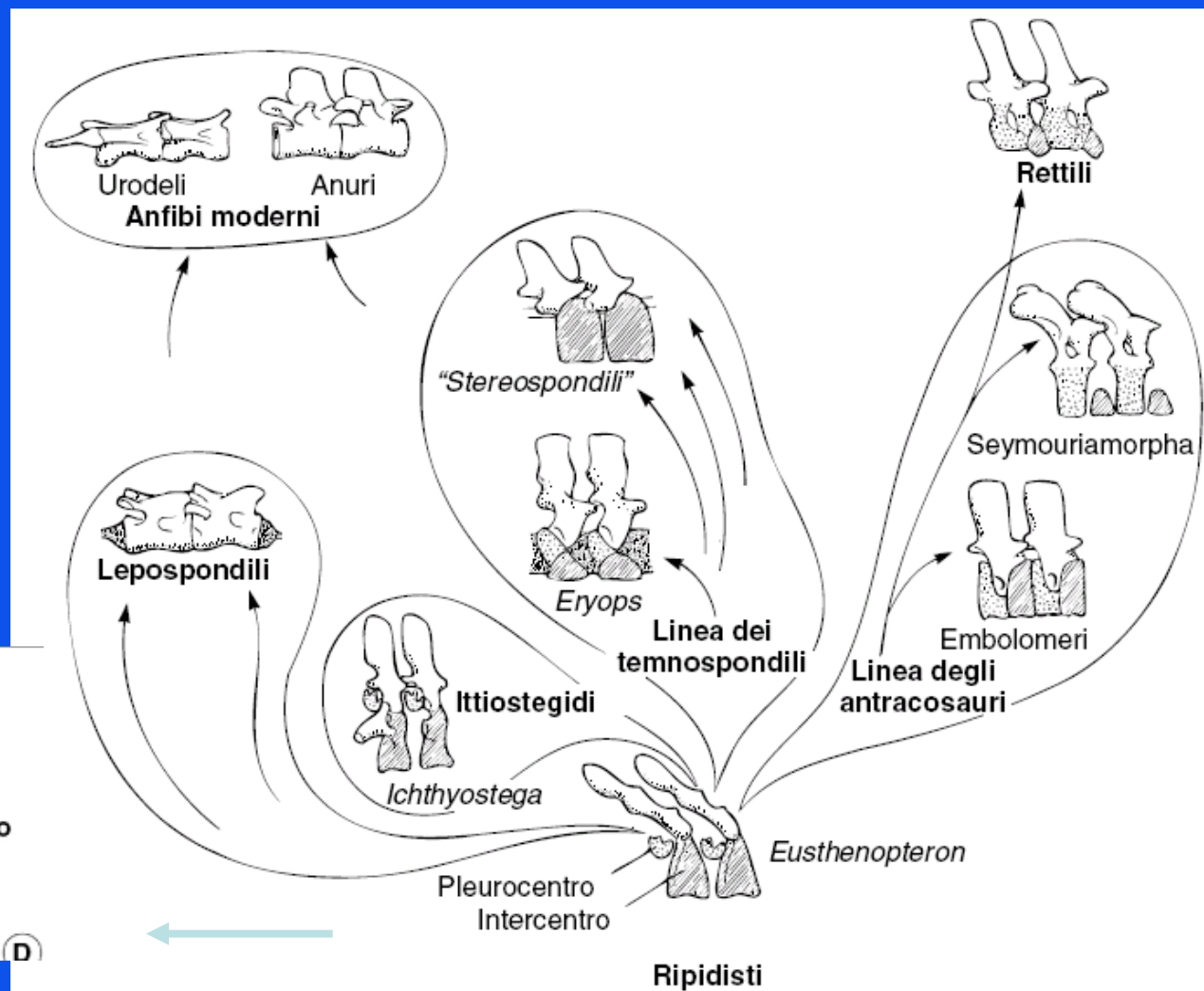
Intercalari (dorsale e ventrale) =

Pleurocentro

Basiventrare = Ipocentro o Intercentro

# Gli Anfibi e le loro vertebre

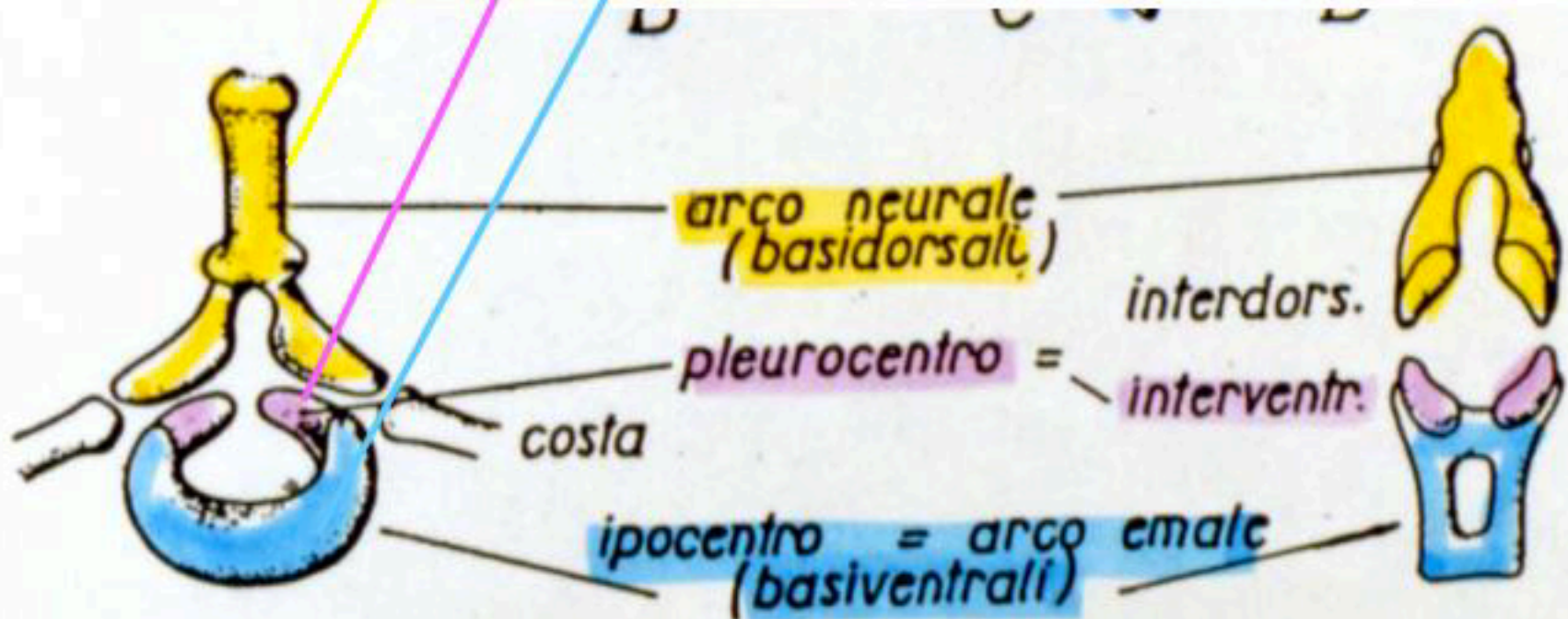
Il passaggio dalla vita acquatica alla terrestre ha comportato l'irrobustimento delle vertebre con la riduzione dei pezzi

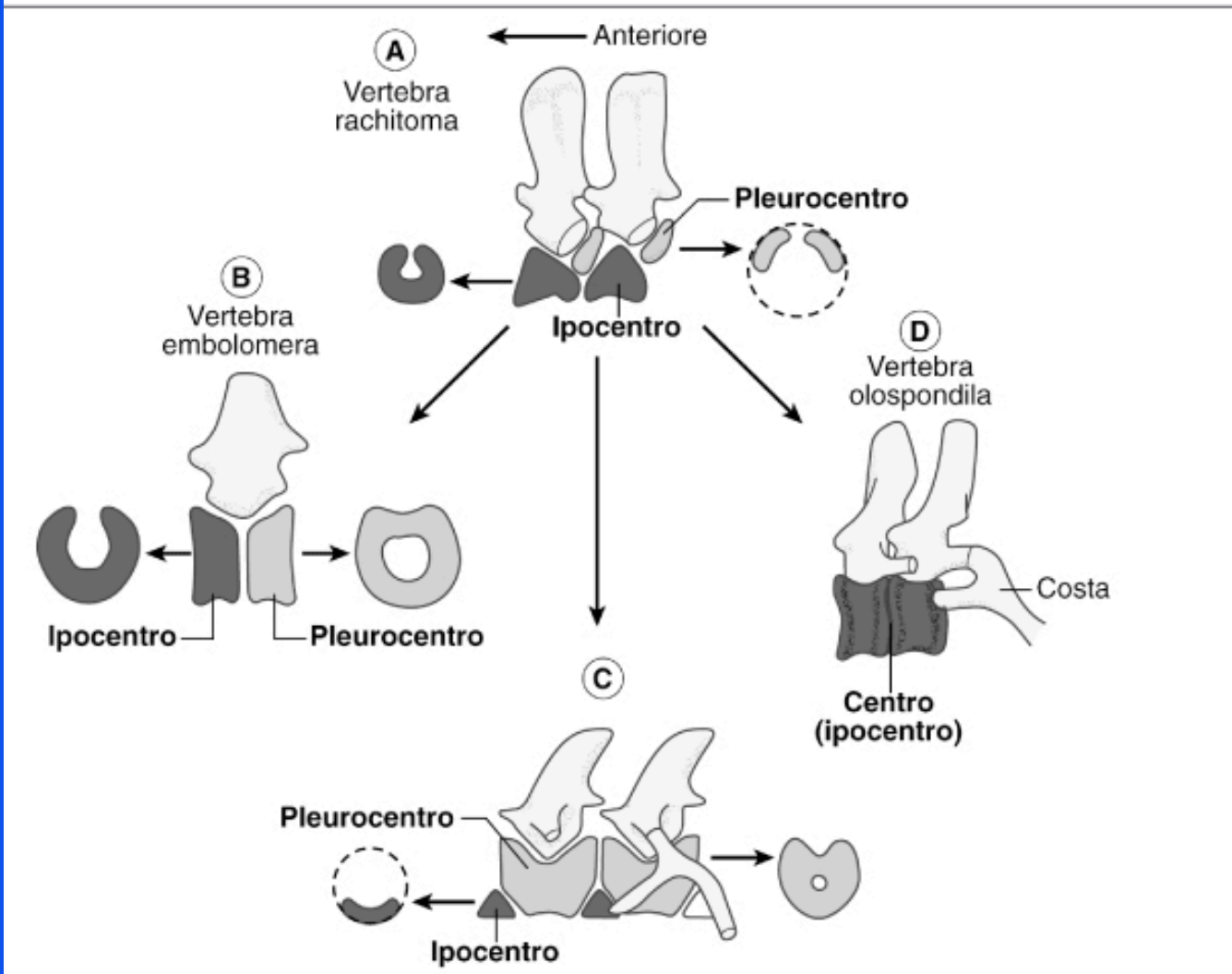


## Vertebra rachitoma formata da

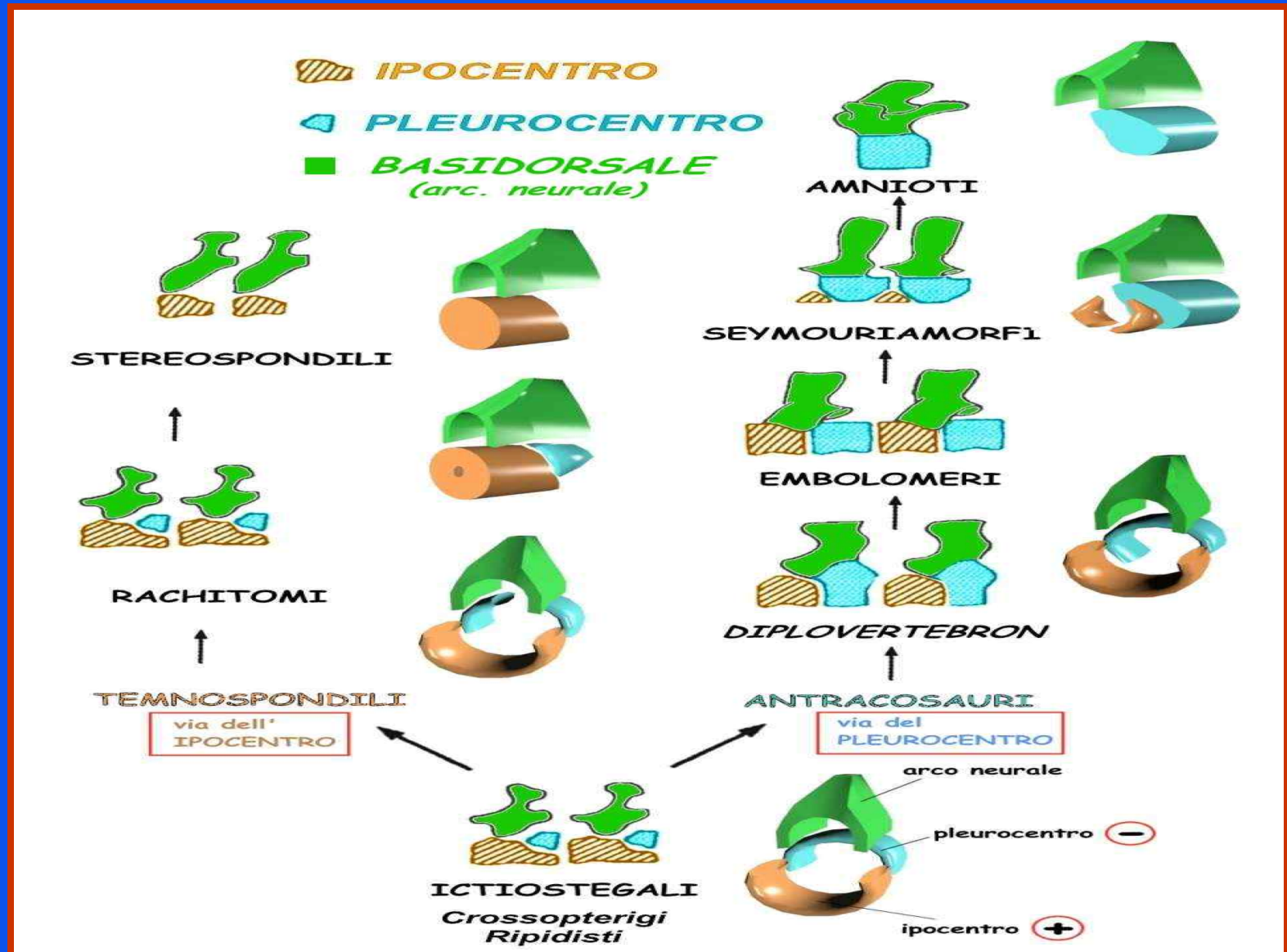
più pezzi da cui si sono evolute le vertebre degli attuali anfibi e rettili secondo due linee evolutive

Figure 7-2. The (A) skeleton and (B) vertebrae of the earliest known amphibian, *Ichthyosteg*. sp = spinal process of neural arch, pc = pleurocentrum, ic = intercentrum

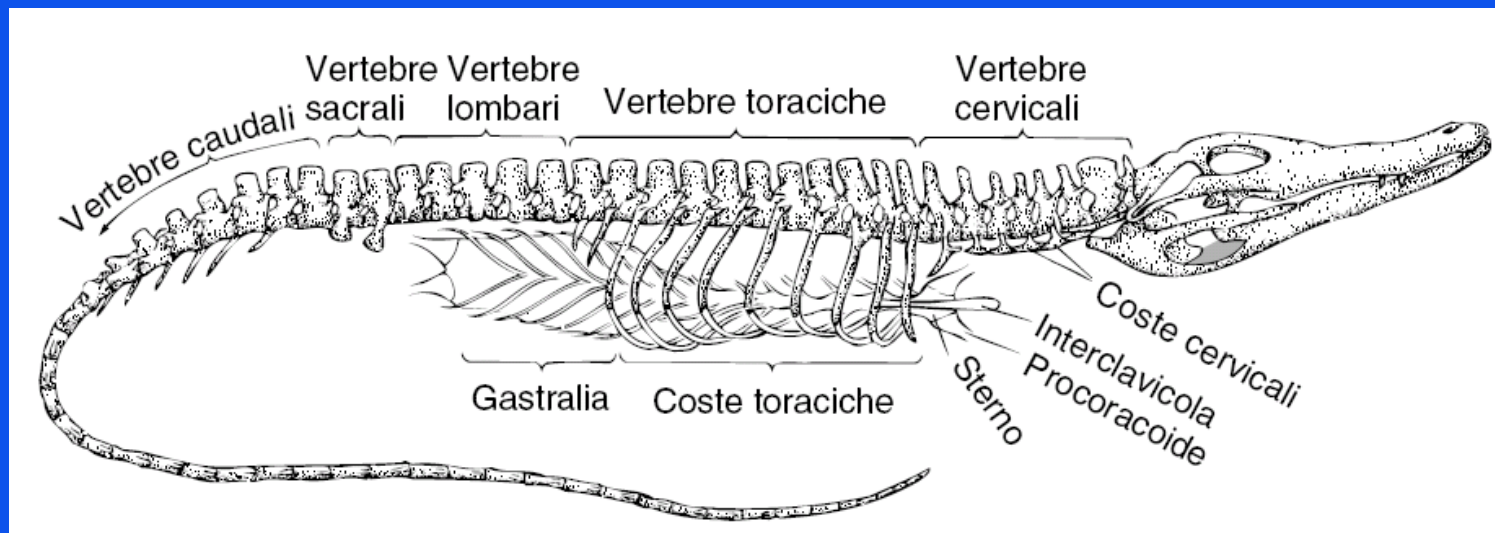
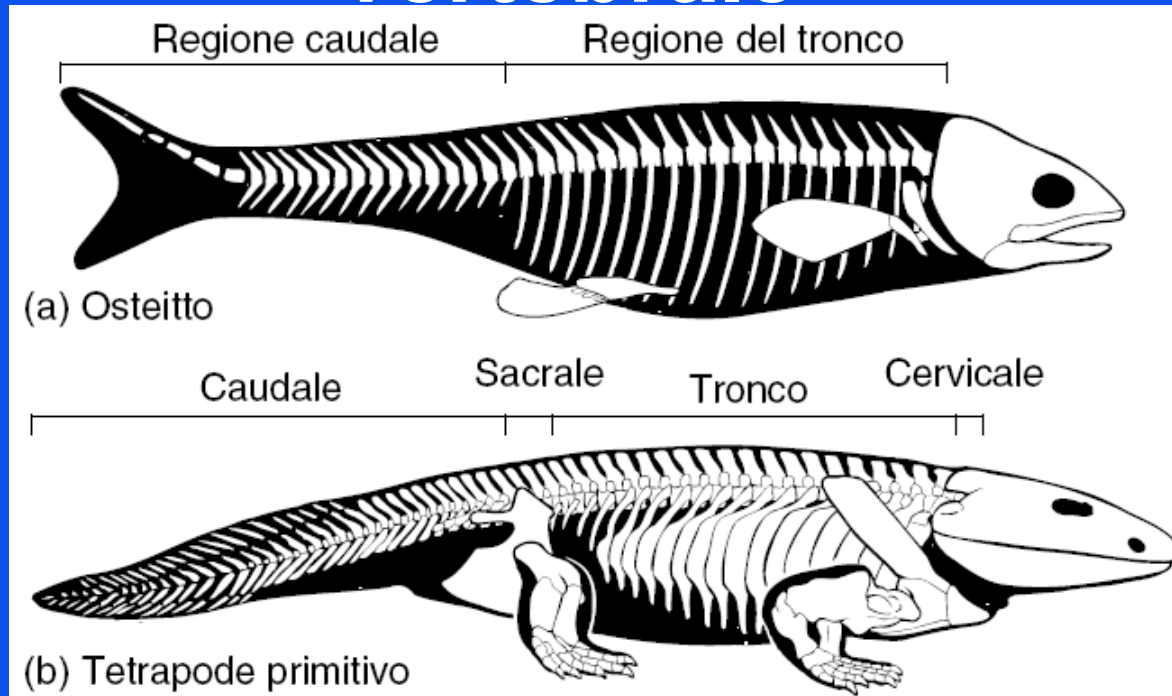




# La vertebra degli Amnioti

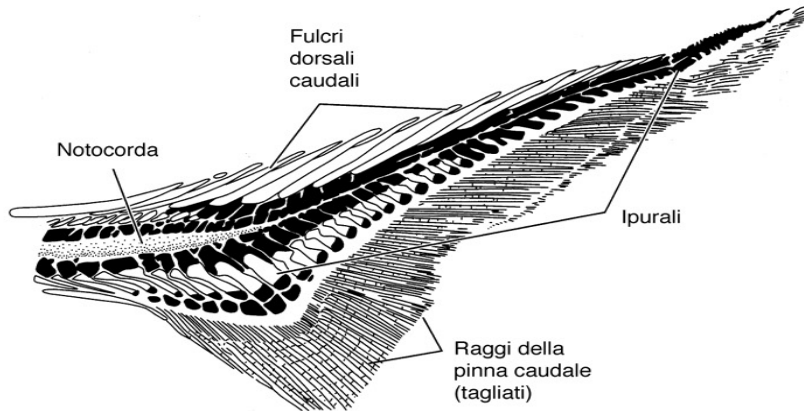


# Regionalizzazione della colonna vertebrale

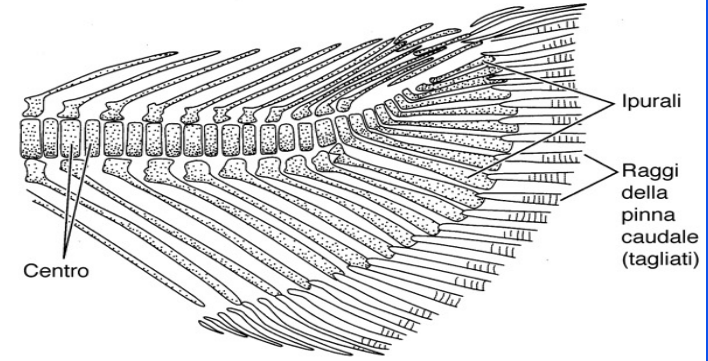




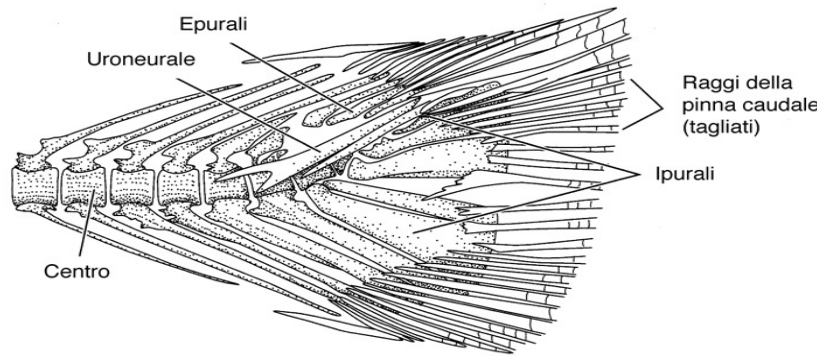
# La regionale caudale negli Ittiopsidi



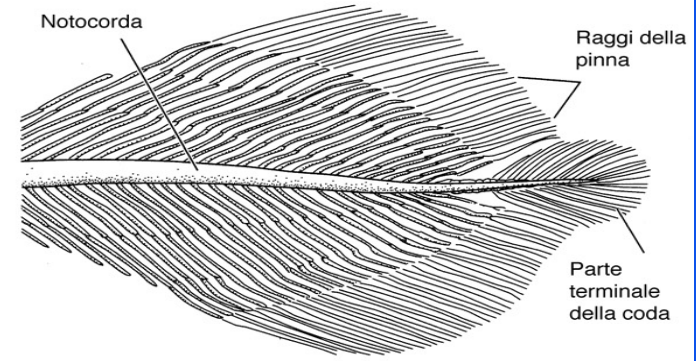
A. Scheletro della coda di *Polyodon* (eterocerca)



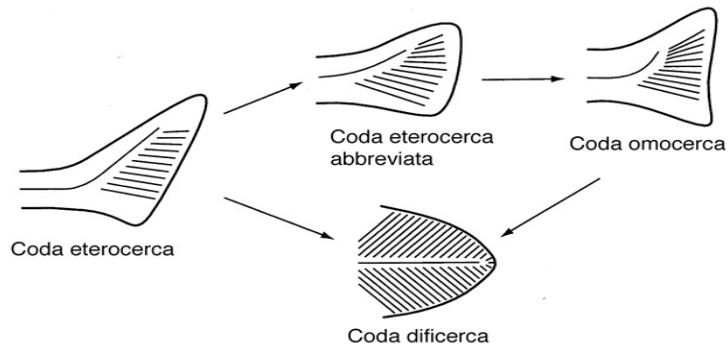
B. Scheletro della coda di *Amia* (eterocerca abbreviata)



C. Scheletro della coda di *Elops* (omocerca)



D. Scheletro della coda di *Latimeria* (dificerca)

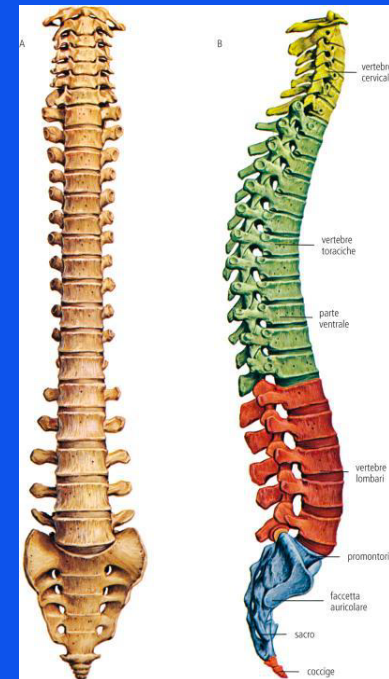


E. Evoluzione della pinna caudale

# Specializzazioni regionali della colonna vertebrale

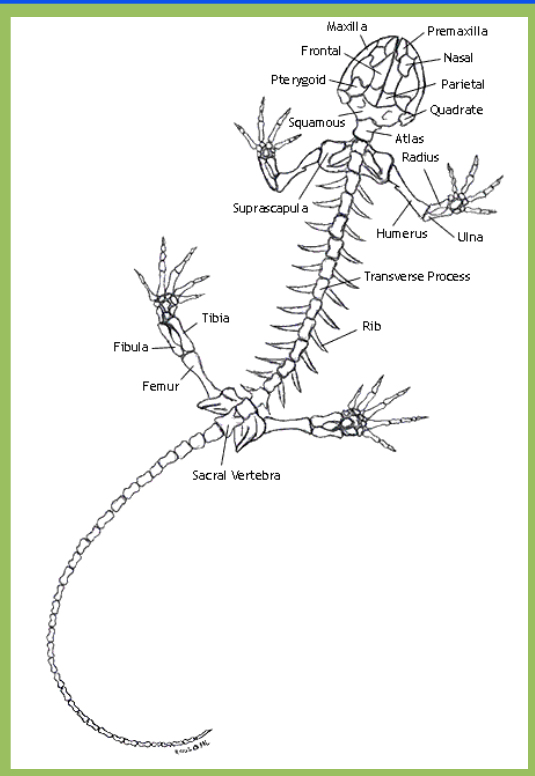
- Nei pesci si distinguono le vertebre del tronco e della coda. La colonna poco specializzata dei pesci rispecchia il fatto che essa non è impiegata per sostenere il corpo che invece è sostenuto dalla spinta idrostatica dell'acqua in cui è immerso. La colonna vertebrale dei pesci serve per l'inserzione dei muscoli per il nuoto.

- Nei TETRAPODI compariranno le vertebre: cervicali, toraciche, lombari, sacrali caudali che sostengono il capo, il corpo contro la forza di gravità, ricevendo e trasmettendo le forze propulsive che gli arti generano durante la locomozione.

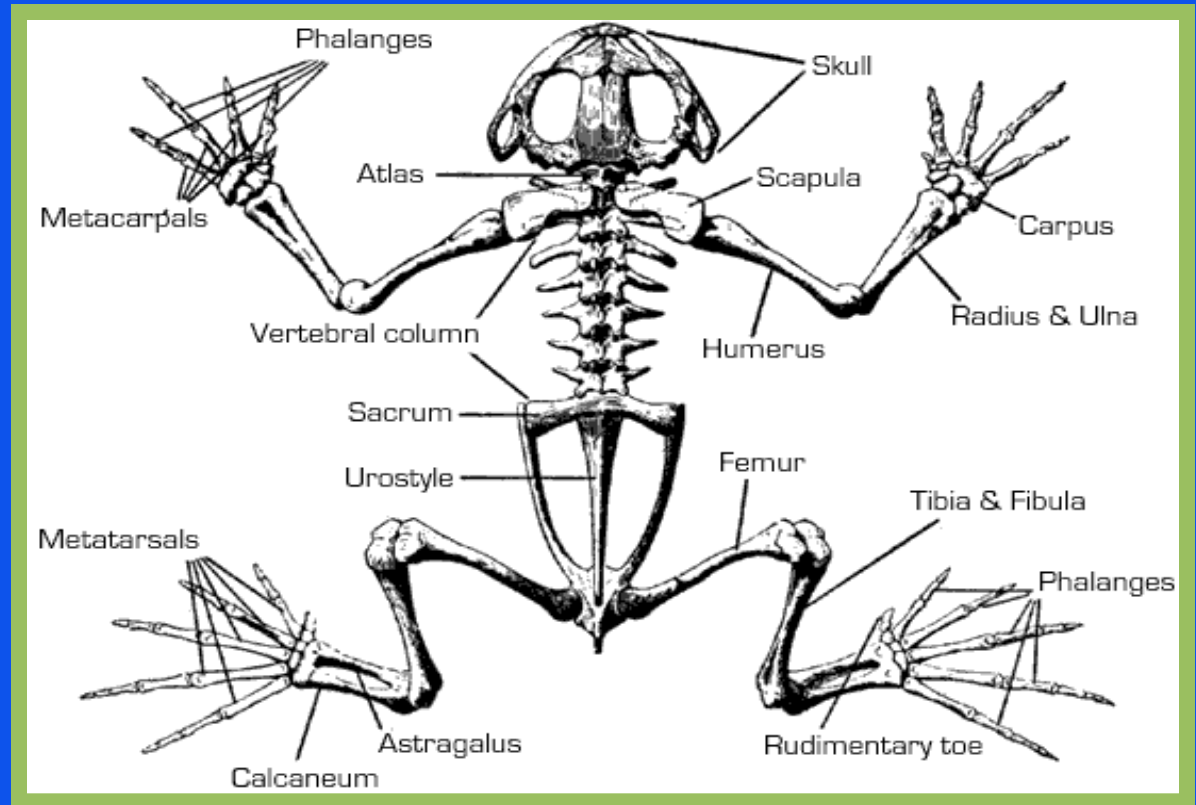


# Scheletro dei più comuni Anfibi

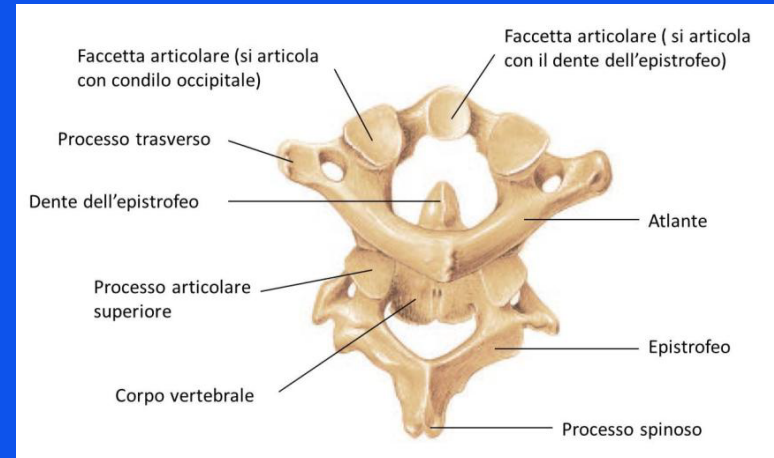
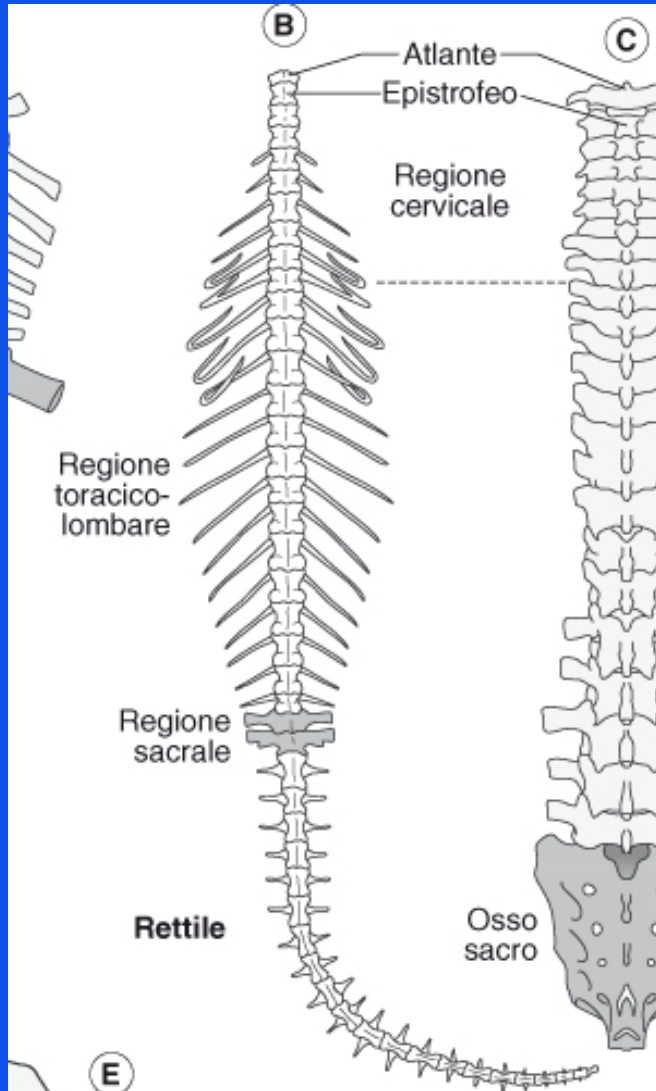
## Urodeli



## Anuri



# La colonna vertebrale dei Rettili



# La colonna vertebrale dei Cheloni

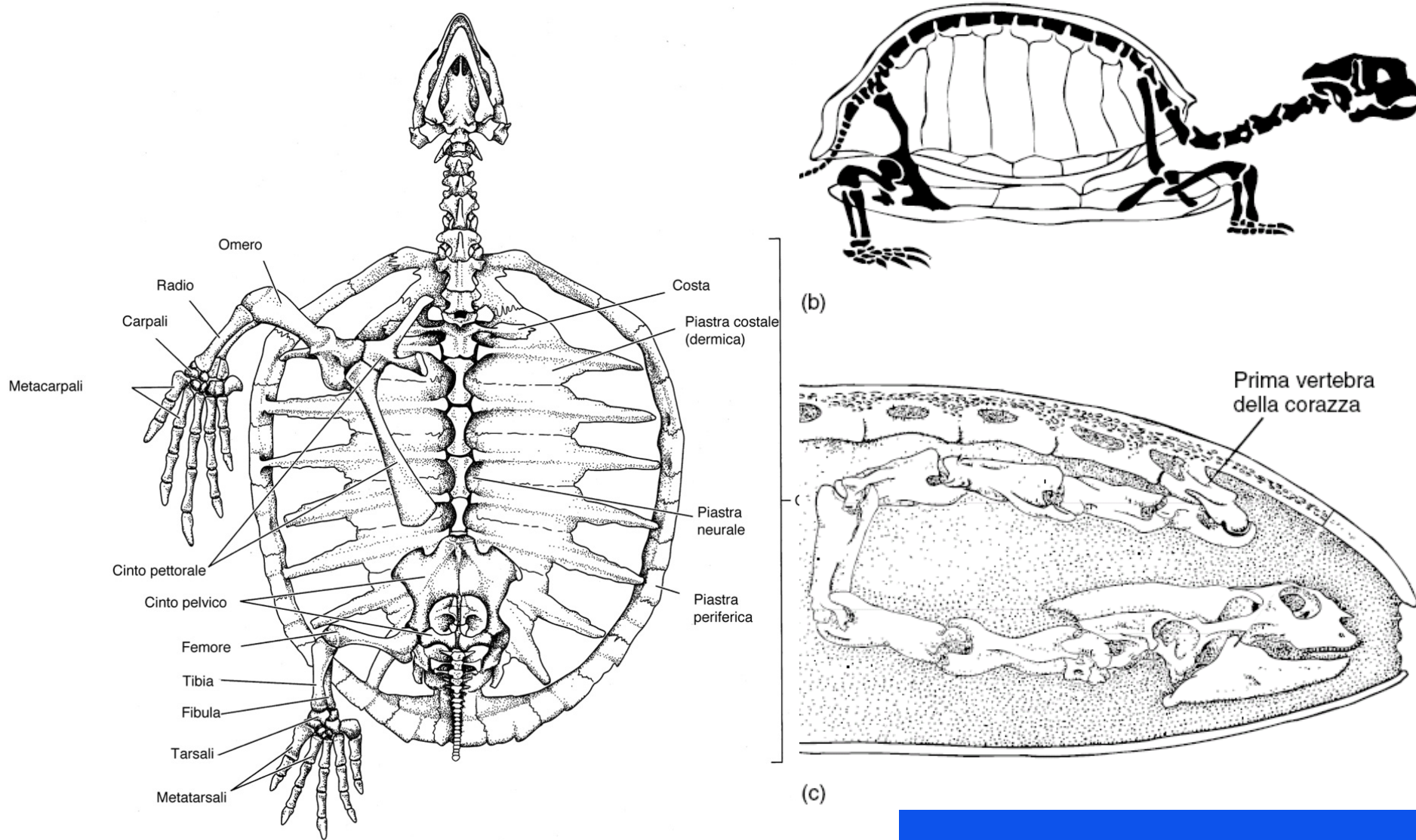
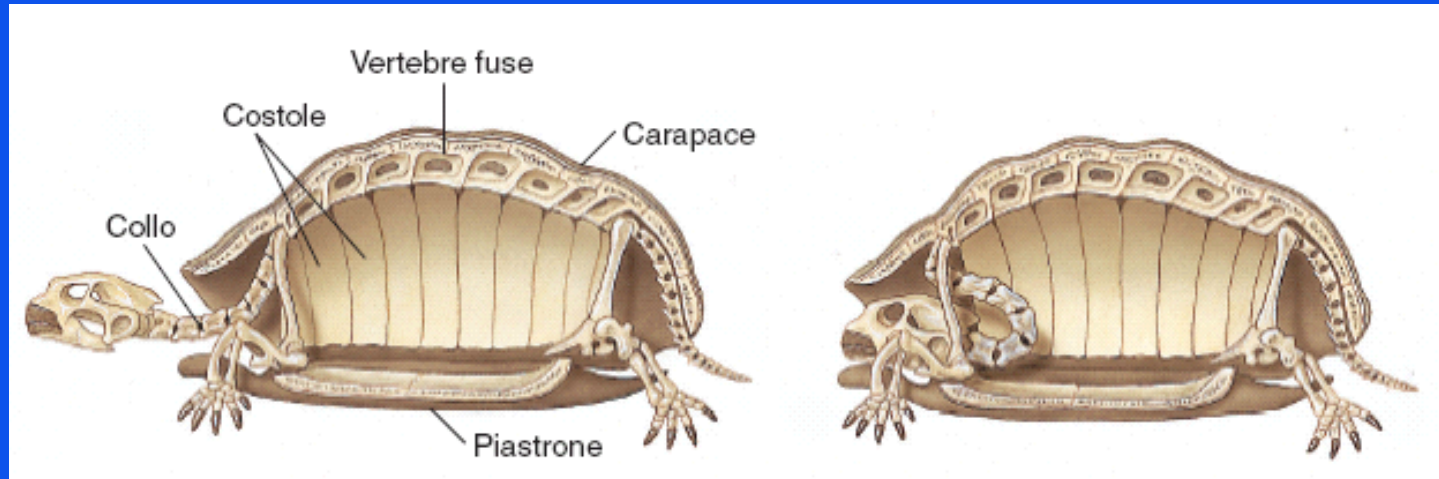


FIGURA 8-15

## ANAPSIDI: CHELONI

Attuali Tartaruge (simili a quelle del Trias). Presenza di corazzatura dermica: scudo (o carapace) e piastrone, costituiti da ossa dermiche rivestite da epidermide, che a sua volta presenta le squame. Cranio stegocefalo, pesante. Hanno 8 vertebre nel collo, mobile, e 10 nel tronco, fuse con il carapace.

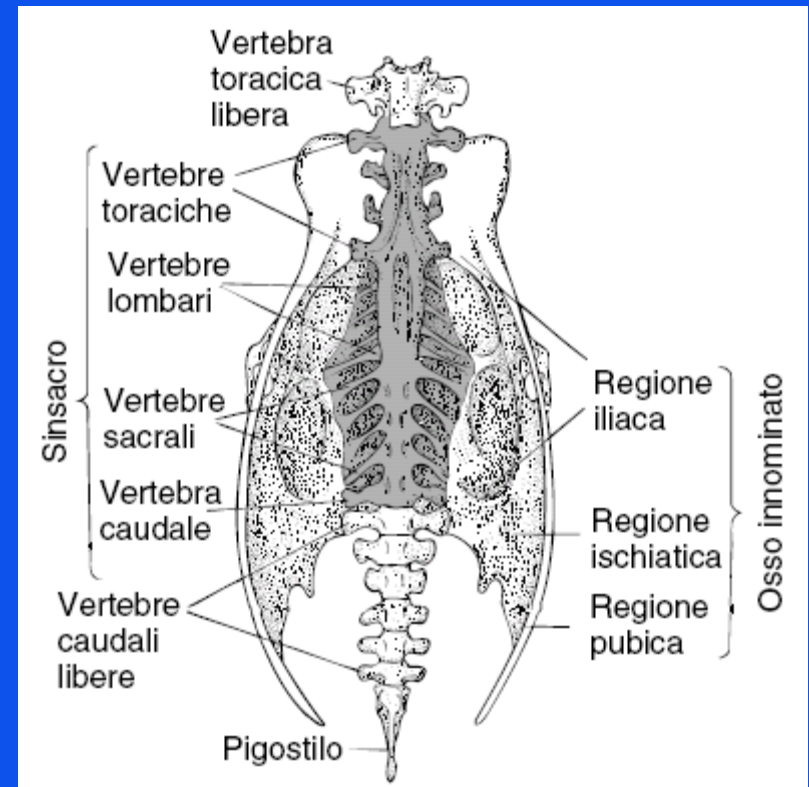
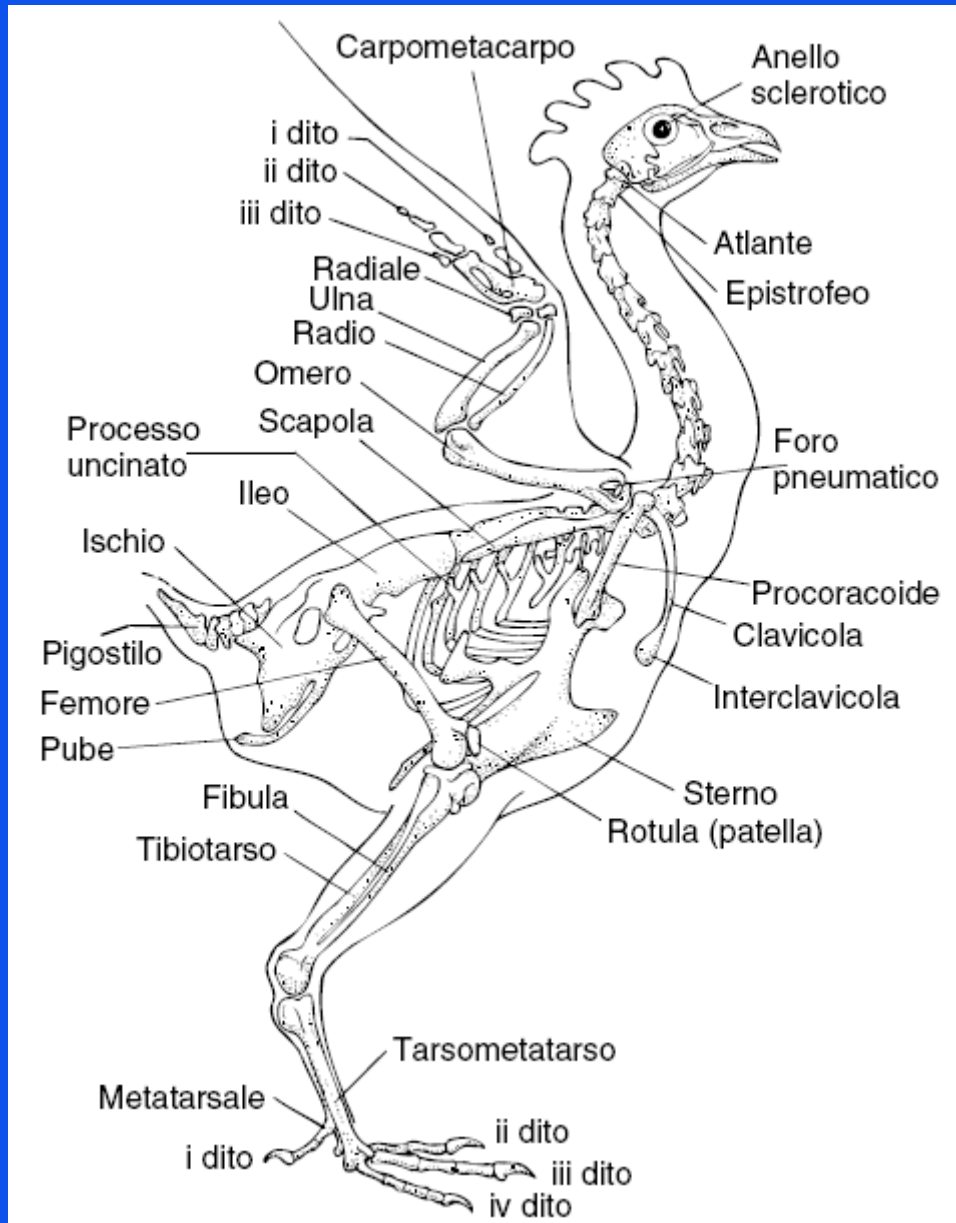


# La colonna vertebrale degli OFIDI



Poiché i serpenti non hanno arti e sterno, non è possibile identificare regioni vertebrali distinte, a parte il complesso atlante-epistrofeo. Tutte le vertebre dei serpenti, eccetto l'atlante e l'epistrofeo e quelle caudali, portano coste ricurve ventralmente

# La colonna vertebrale degli Uccelli





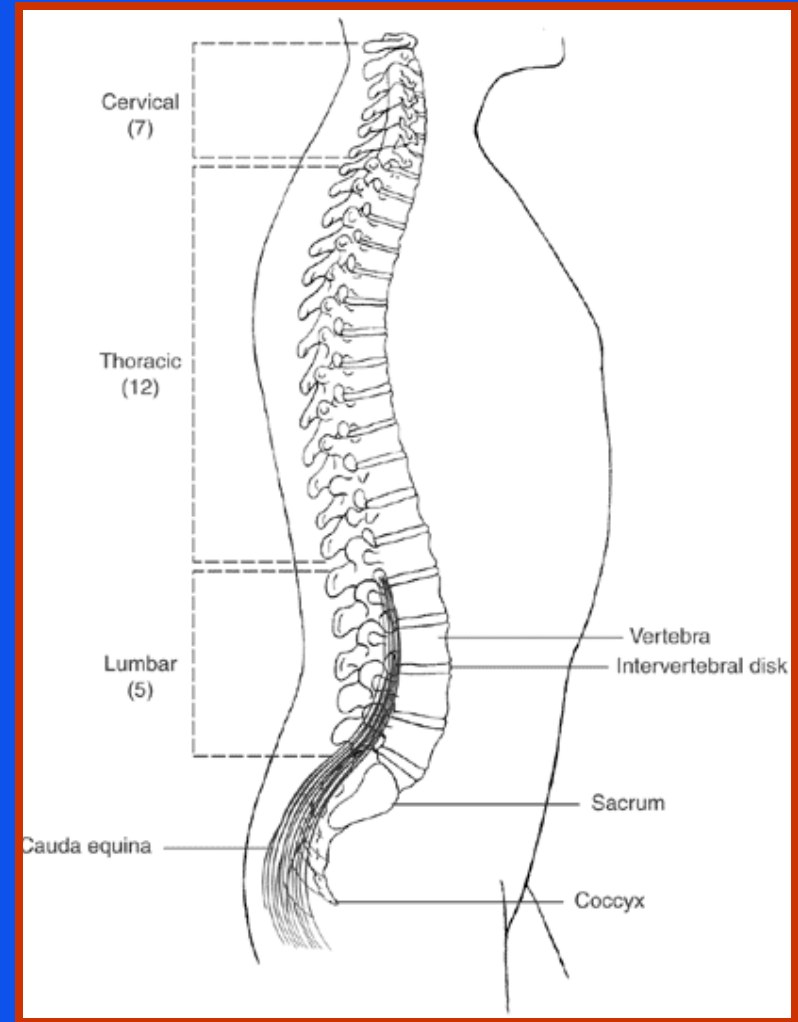
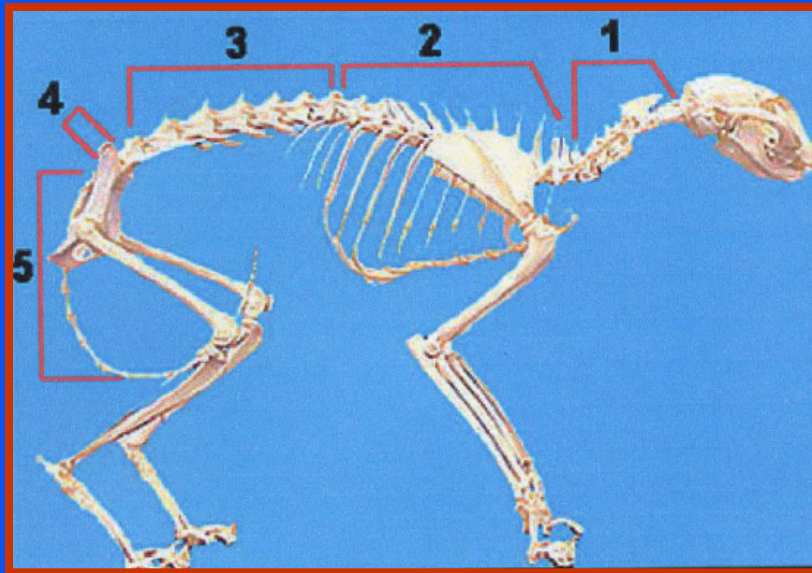
# La colonna vertebrale degli Uccelli

La colonna vertebrale in questa classe è molto specializzata per l'adattamento al volo ed alla postura bipede. Lo scheletro deve essere molto rigido, soprattutto nella regione toracica e lombosacrale. Le vertebre toraciche, portatrici di coste, sono strettamente unite fra loro da robusti legamenti fibrosi o addirittura fuse.

# La colonna vertebrale degli Uccelli

- Un collo particolarmente allungato e flessibile conferisce alla testa una notevole mobilità, con rotazione del capo di  $180^\circ$  per ogni lato.
- La flessibilità del collo raggiunge il massimo livello. Ciò è dovuto alla particolare forma delle articolazioni tra le vertebre cervicali: l'estremità caudale del corpo vertebrale ha una forma a sella con convessità in senso destro-sinistro e concavità dorso-laterale.
  
- Le vertebre del tronco portano coste del tronco che si articolano con un grande sterno, carenato nella maggior parte delle specie.
- Lo sterno fornisce un'ampia superficie per l'inserzione dei potenti muscoli del volo.

# La colonna vertebrale dei mammiferi



La colonna vertebrale è costituita da

7 cervicali

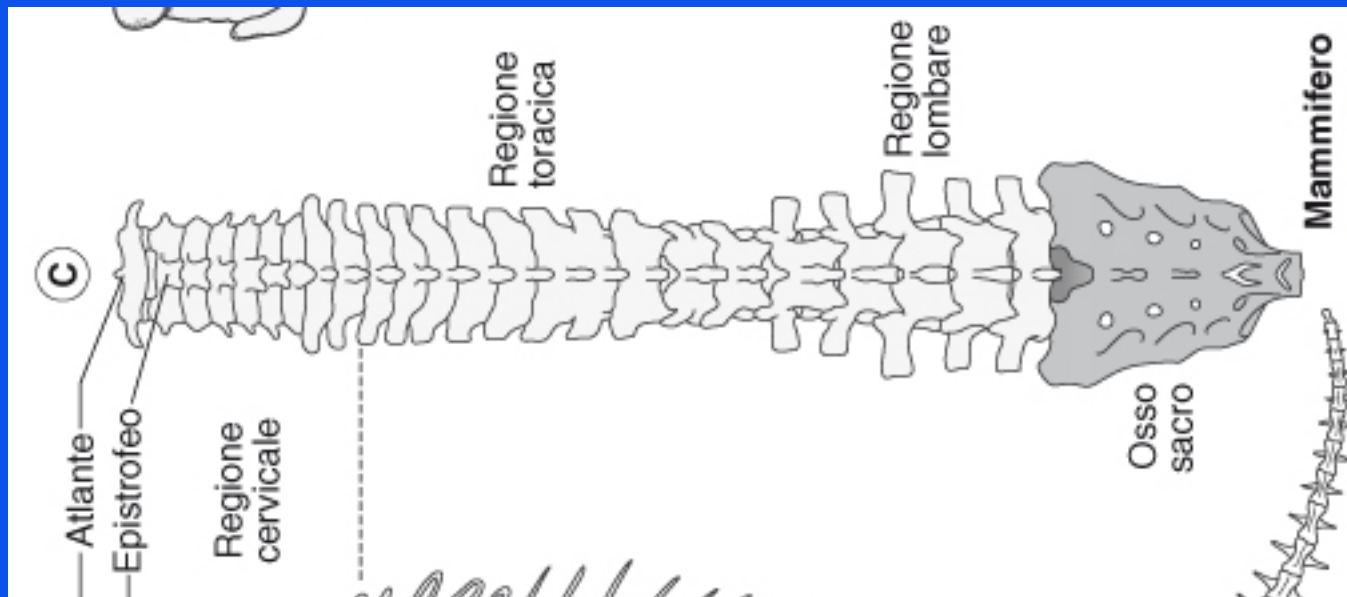
12 toraciche

5 lombari

5 sacrali

4 coccigee

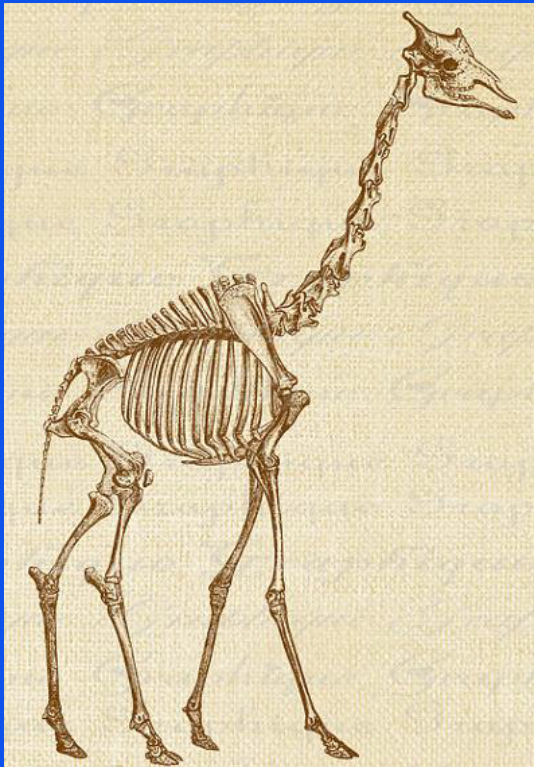




Nella regione toracica le vertebre sono tutte portatrici di coste mentre nella regione lombare le vertebre sono caratterizzate dalla presenza di corte coste rudimentali fuse con le vertebre.

Nella regione sacrale ci sono almeno tre vertebre fuse a formare l'osso sacro su cui si articola il cinto posteriore

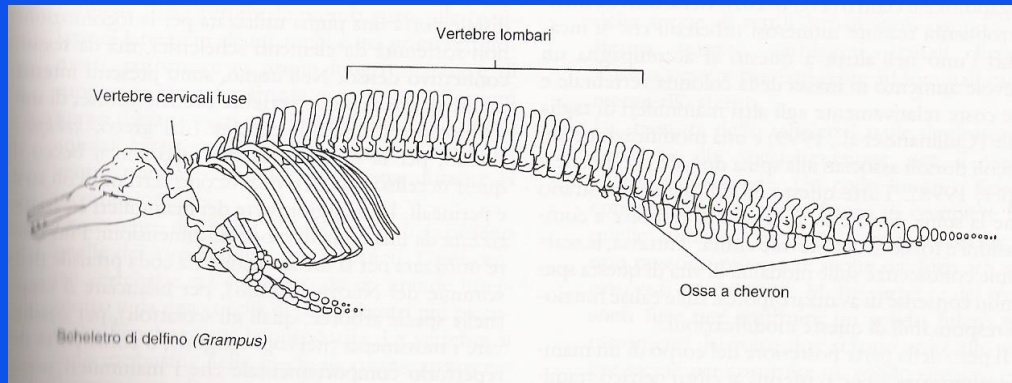
# La colonna vertebrale dei mammiferi



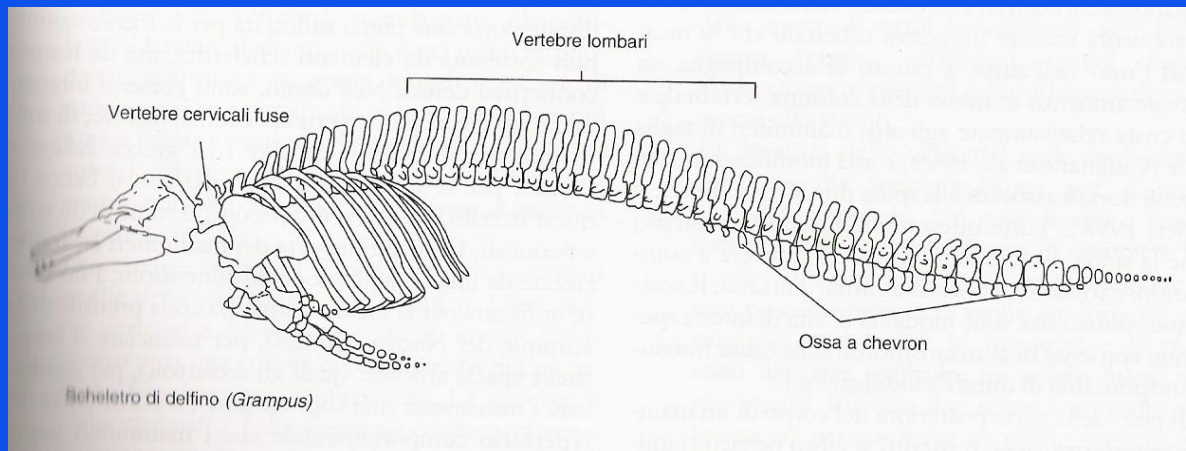
Tutti hanno sette vertebre cervicali, indipendentemente dalla lunghezza del collo.

Anche il lungo collo delle giraffe è costituito da sole sette vertebre cervicali, notevolmente allungate ad eccezione dell'atlante e dell'epistrofeo

# La colonna vertebrale dei mammiferi



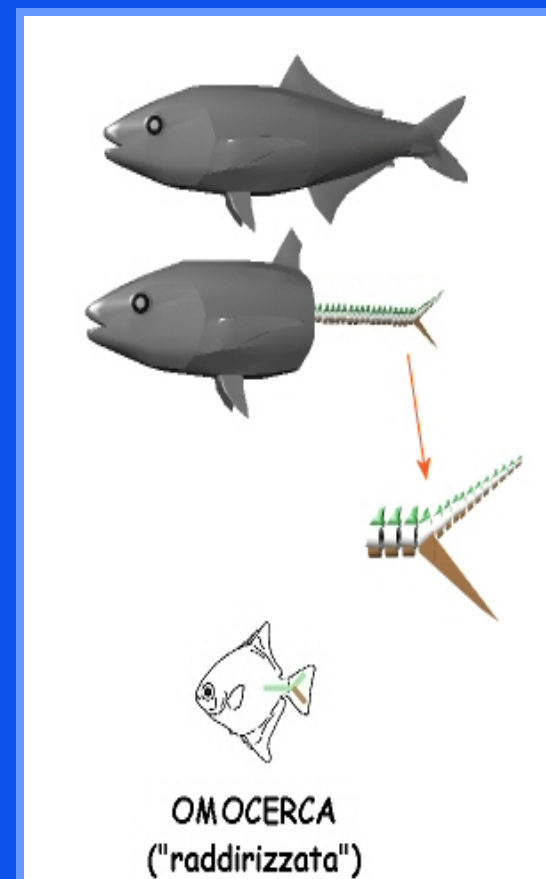
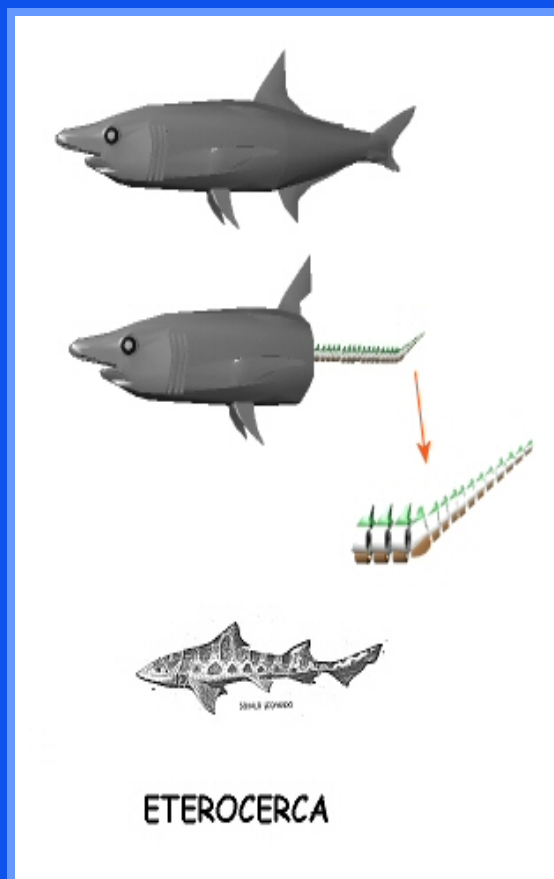
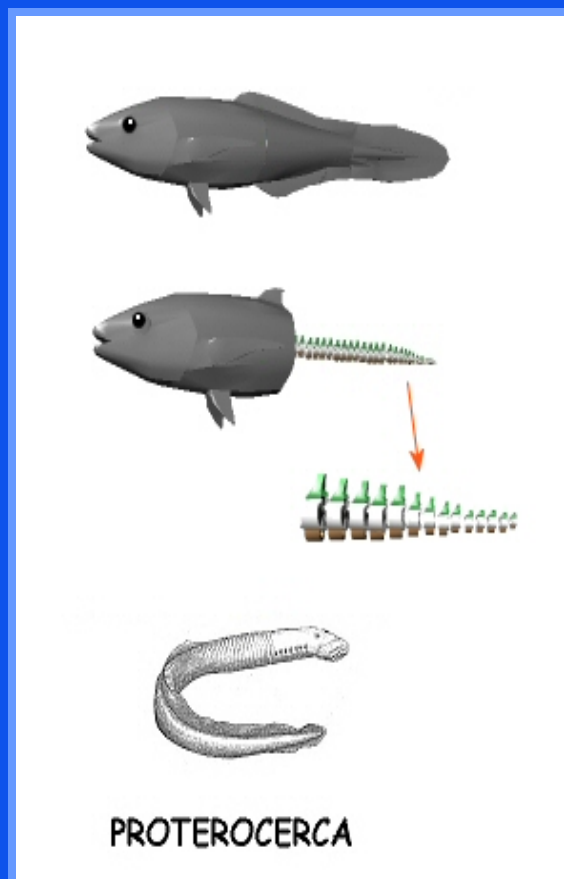
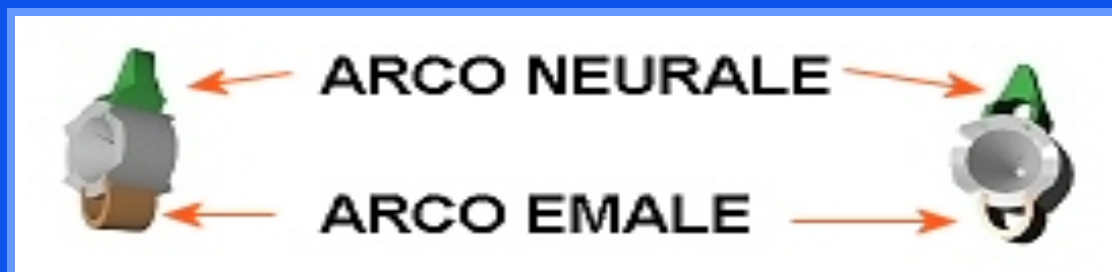
Nei cetacei al contrario le vertebre cervicali si fanno molto brevi e possono fondersi. Anche nei roditori saltatori e nei canguri vi è fusione tra le vertebre cervicali posteriori ad impedire che la testa si muova in avanti e all'indietro durante la locomozione. In alcune specie scavatrici la fusione di alcune vertebre cervicali irrigidisce ulteriormente il collo.



I cetacei mantengono ancora le sette vertebre cervicali (tipiche dei mammiferi) ma la testa si unisce direttamente al tronco perché le vertebre cervicali si sono notevolmente appiattite, in molte specie fuse in un singolo elemento.

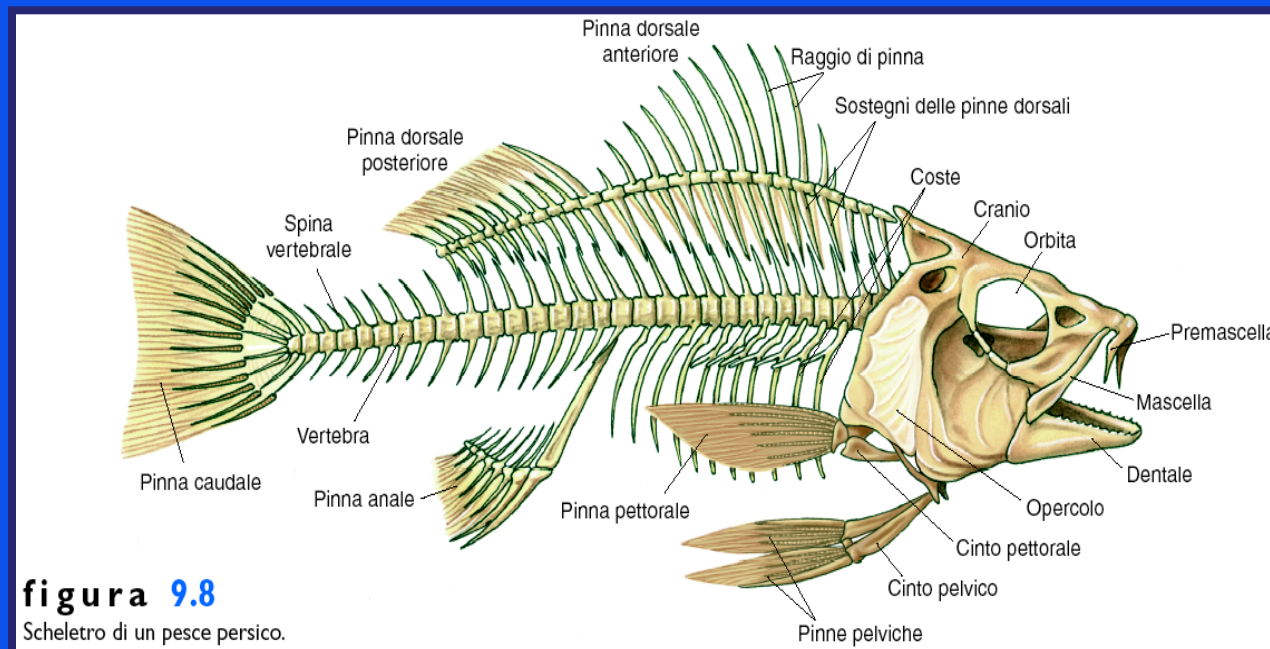
Il nuoto dei cetacei inoltre si realizza tramite oscillazioni del tronco e della coda sul piano verticale; i movimenti sono più pronunciati nella lunga regione lombare, che può comprendere fino a 21 vertebre, numero più alto delle 4-7 vertebre lombari tipiche dei mammiferi terrestri.

# Tipi di code



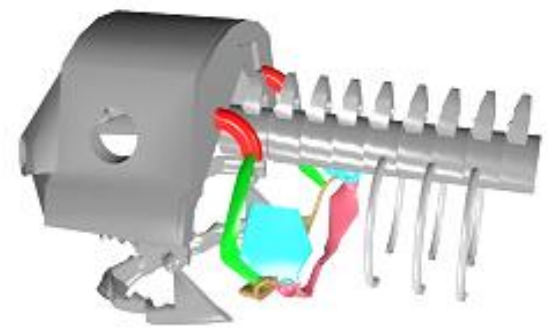
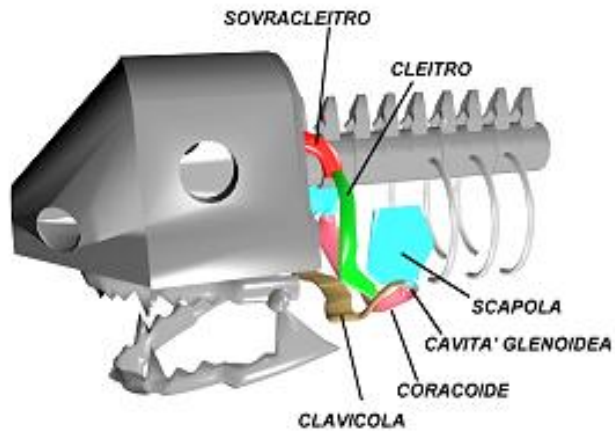


# La posizione del cinto pelvico negli Osteitti è variabile

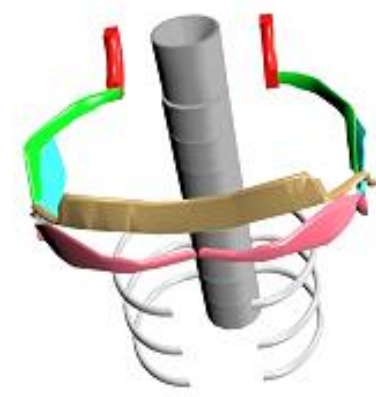
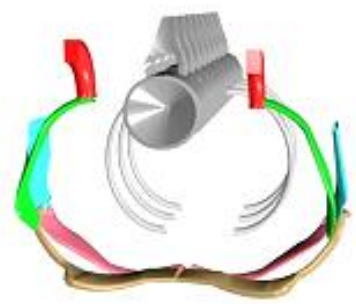
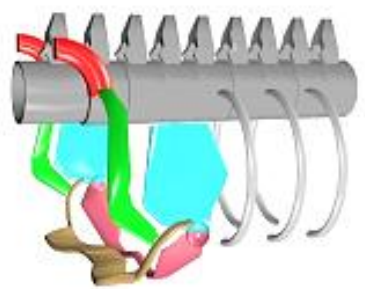


**figura 9.8**  
Scheletro di un pesce persico.

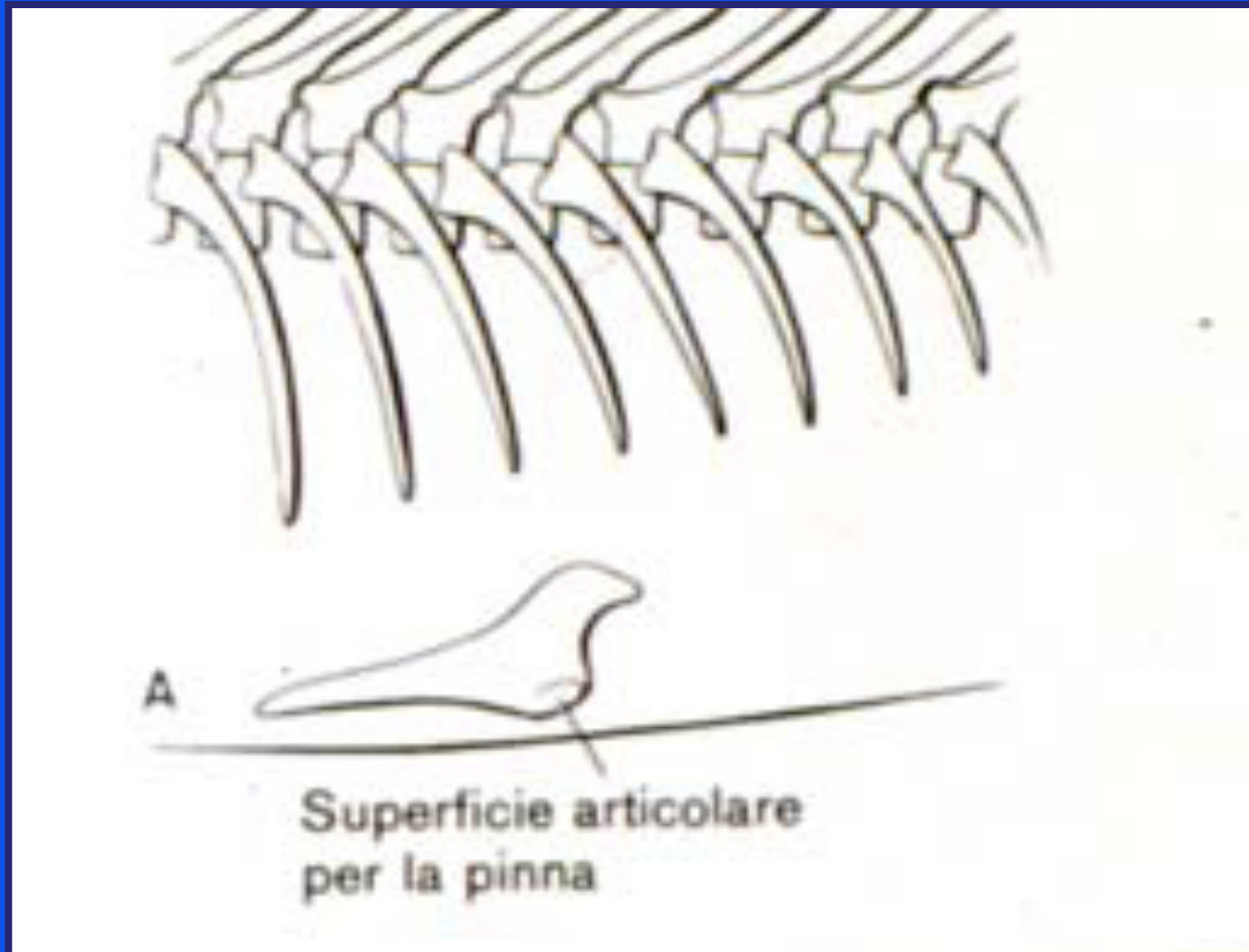
# Il cinto pettorale degli Osteitti è ancorato al cranio



## *CINTURA SCAPOLARE DI UN TELEOSTEO*



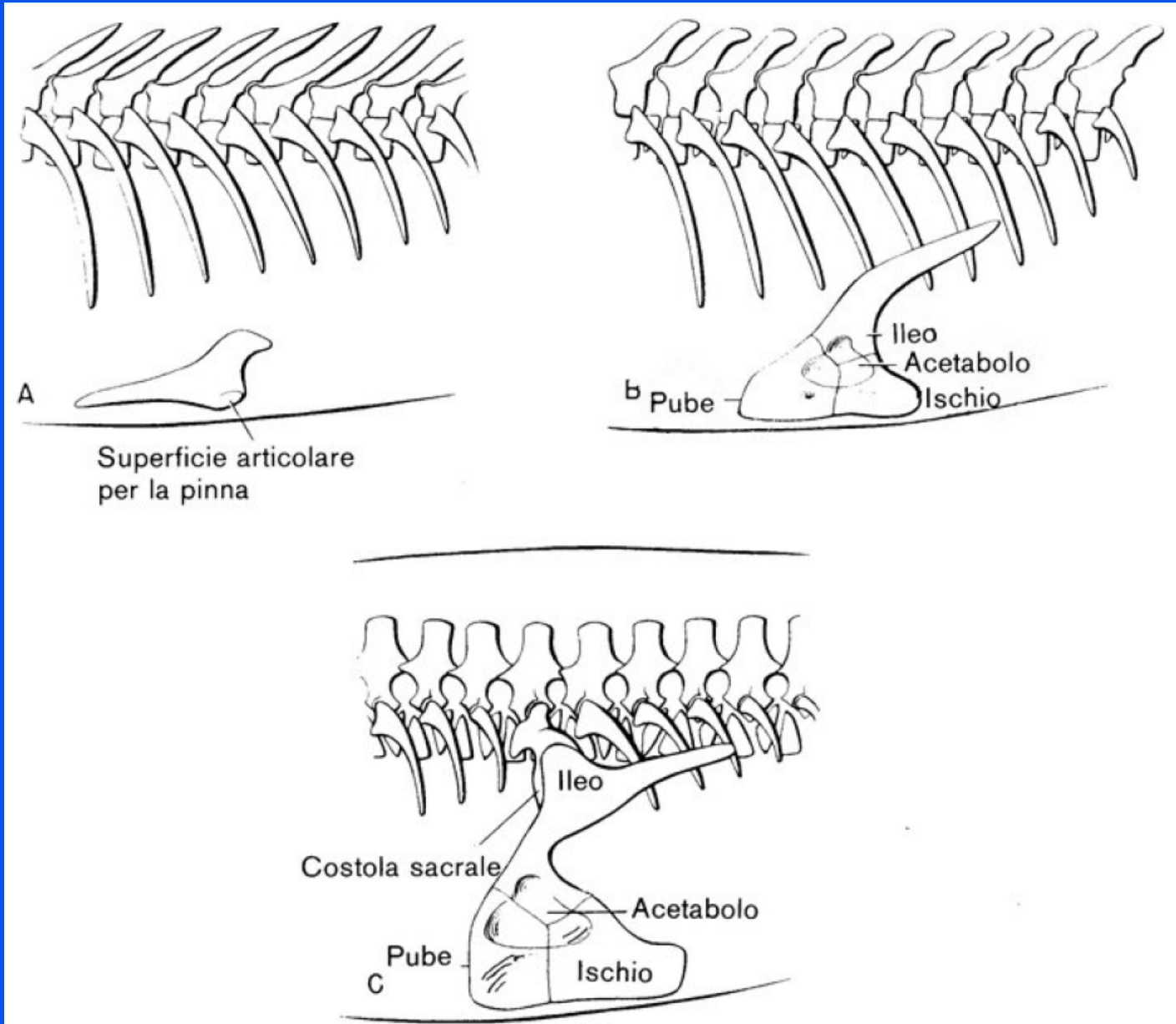
# Il cinto pelvico negli Osteitti



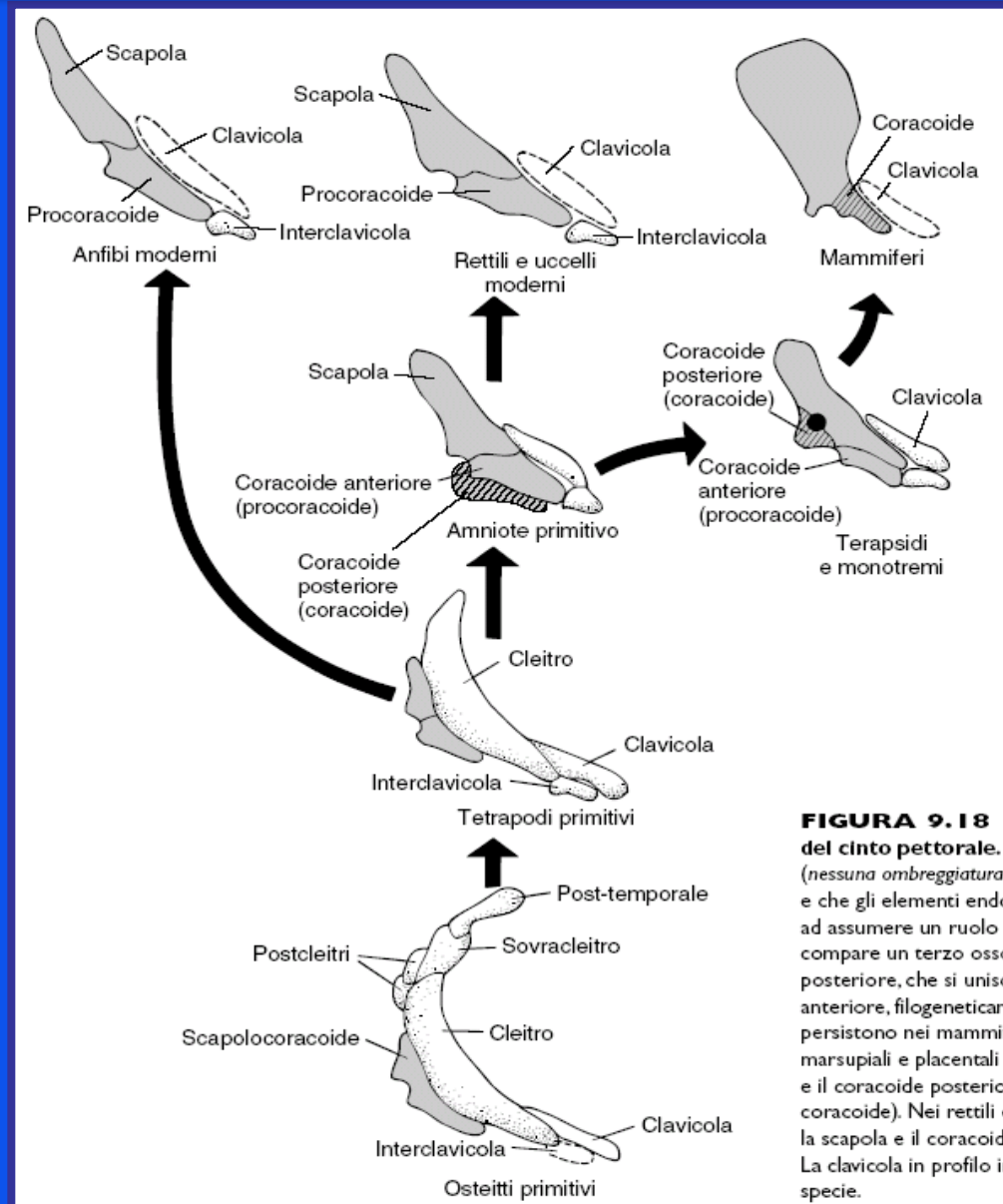
Nel Devoniano (400 milioni di anni fa), periodo in cui ebbero origine i primi tetrapodi, le terre emerse erano organizzate in unico grande continente, la Pangea. Il clima era fluttuante con temperatura ora mite ora secca, ora caratterizzata da inondazioni. In questo periodo caratterizzato da instabilità climatica incominciarono ad affermarsi i primi vertebrati terrestri. Iniziò così una lunga catena di eventi che, in milioni di anni, portò all'affermarsi di quei caratteri che li avrebbero resi idonei alla vita sulla terraferma

# Origine dei Tetrapodi

Le cinture a cui sono legati gli arti prendono contatto con la colonna vertebrale



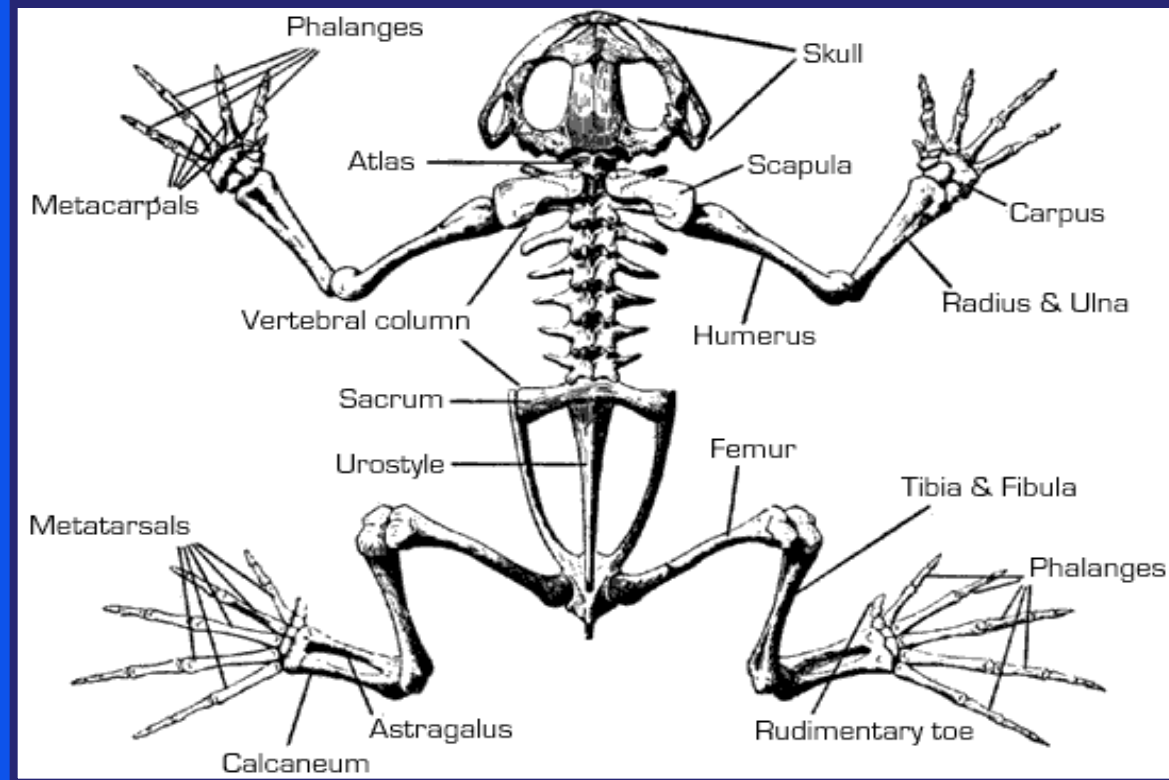
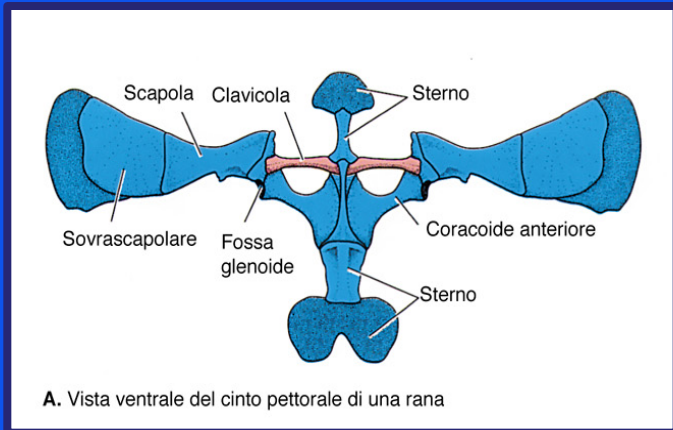
# Il cinto pettorale dei Tetrapodi



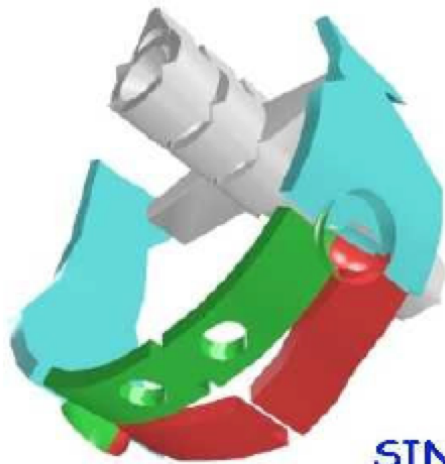
**FIGURA 9.18**  
del cinto pettorale.

(nessuna ombreggiatura) e che gli elementi endo ad assumere un ruolo p compare un terzo osso posteriore, che si unisce anteriore, filogeneticam persistono nei mammife marsupiali e placentali p e il coracoide posterior coracoide). Nei rettili e la scapola e il coracoide La clavicola in profilo in specie.

## Anfibi Anuri



# Tipi di cinture pelviche

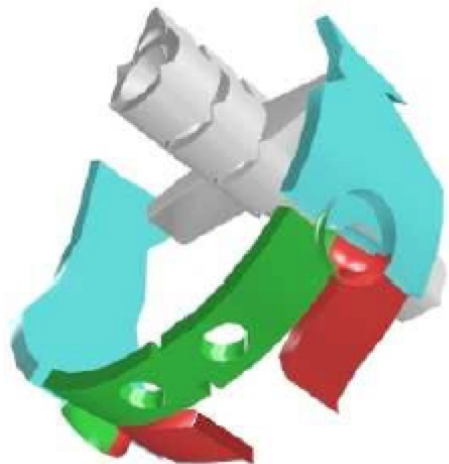


1

pube dx ⇔ pube sx

ischio dx ⇔ ischio sx

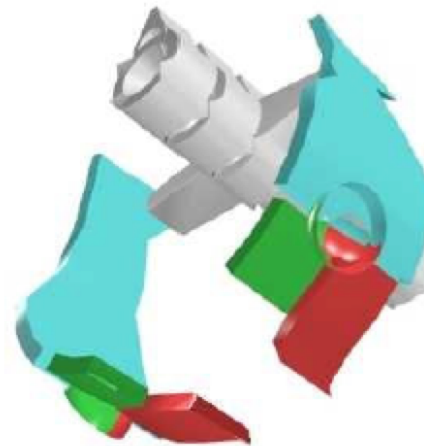
SINFISI ISCHIO-PUBICA



2

pube dx ⇔ pube sx

SINFISI PUBICA



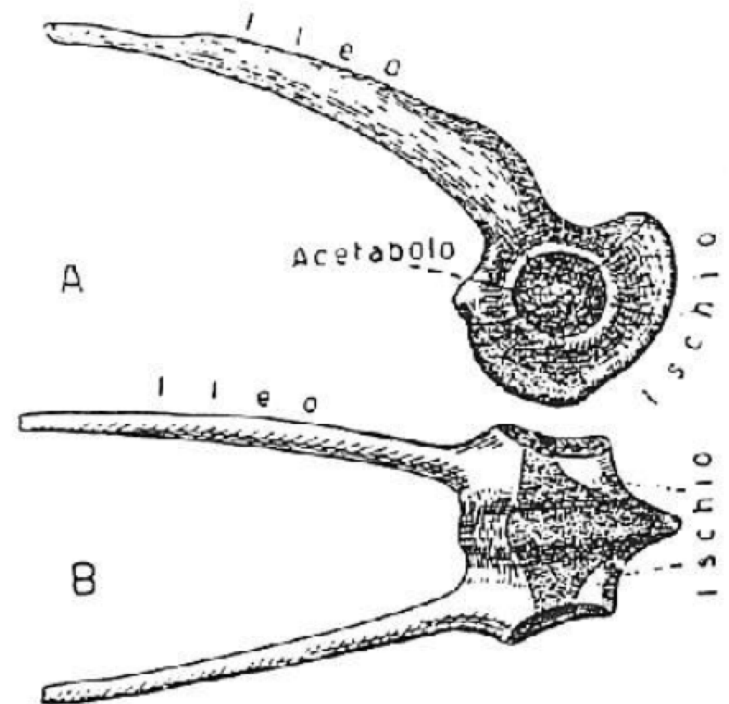
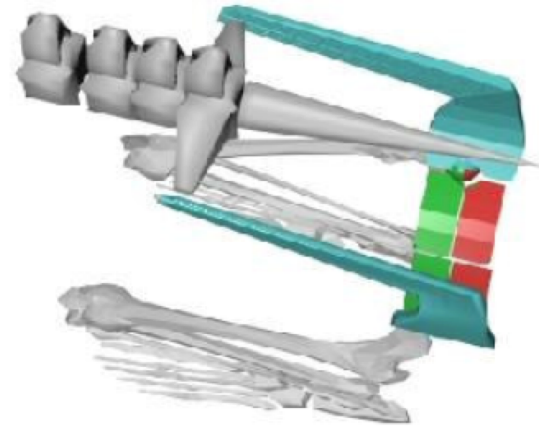
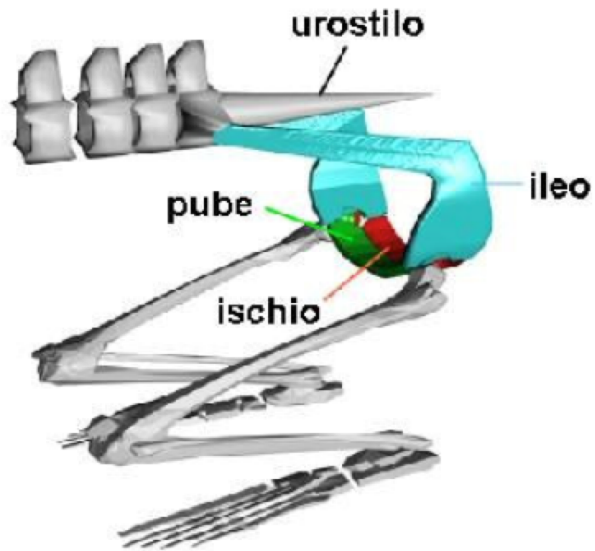
3

NO SINFISI

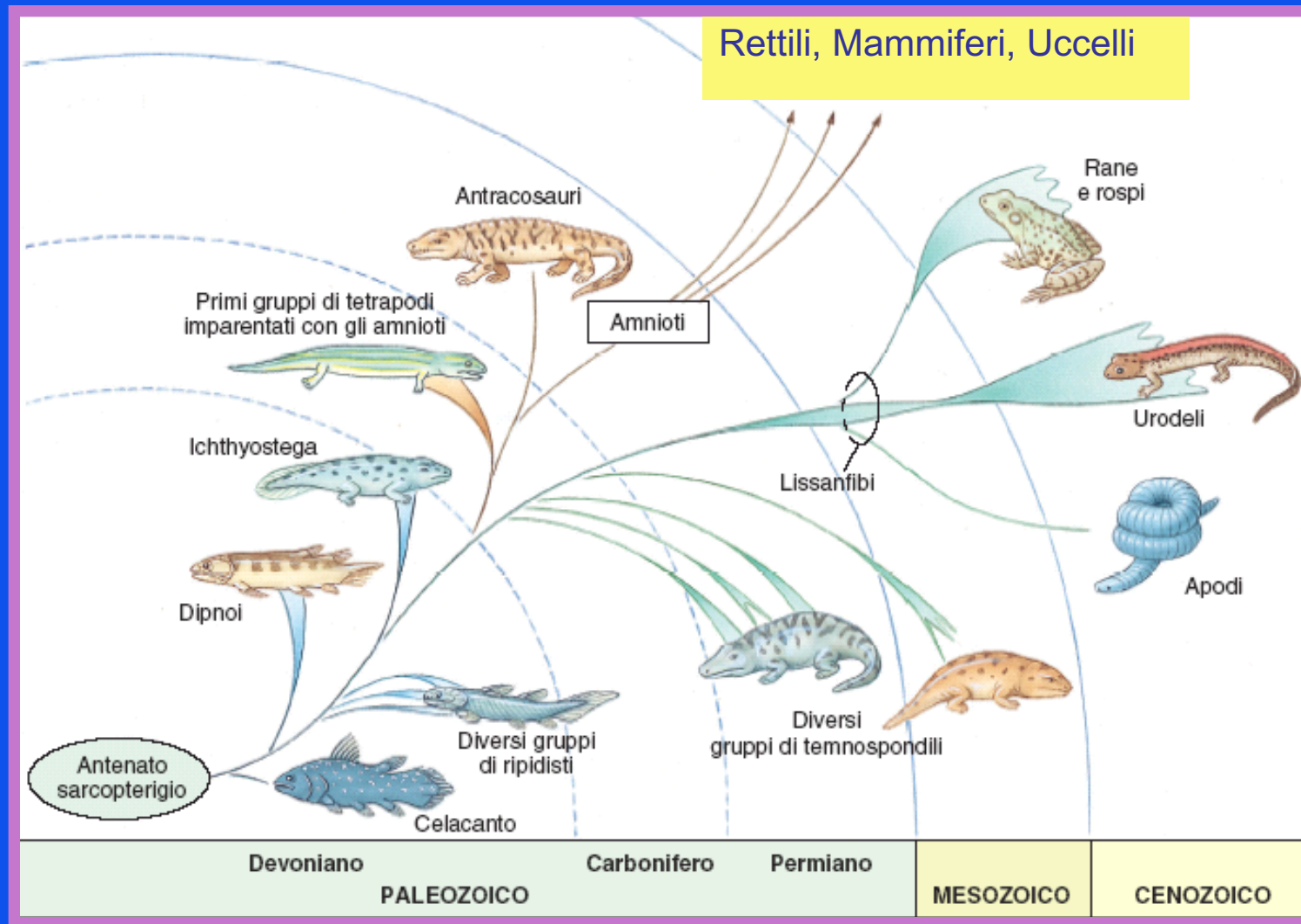
NO BACINO



# La cintura pelvica degli Anuri



# Origine dei primi Tetrapodi e Anfibi attuali



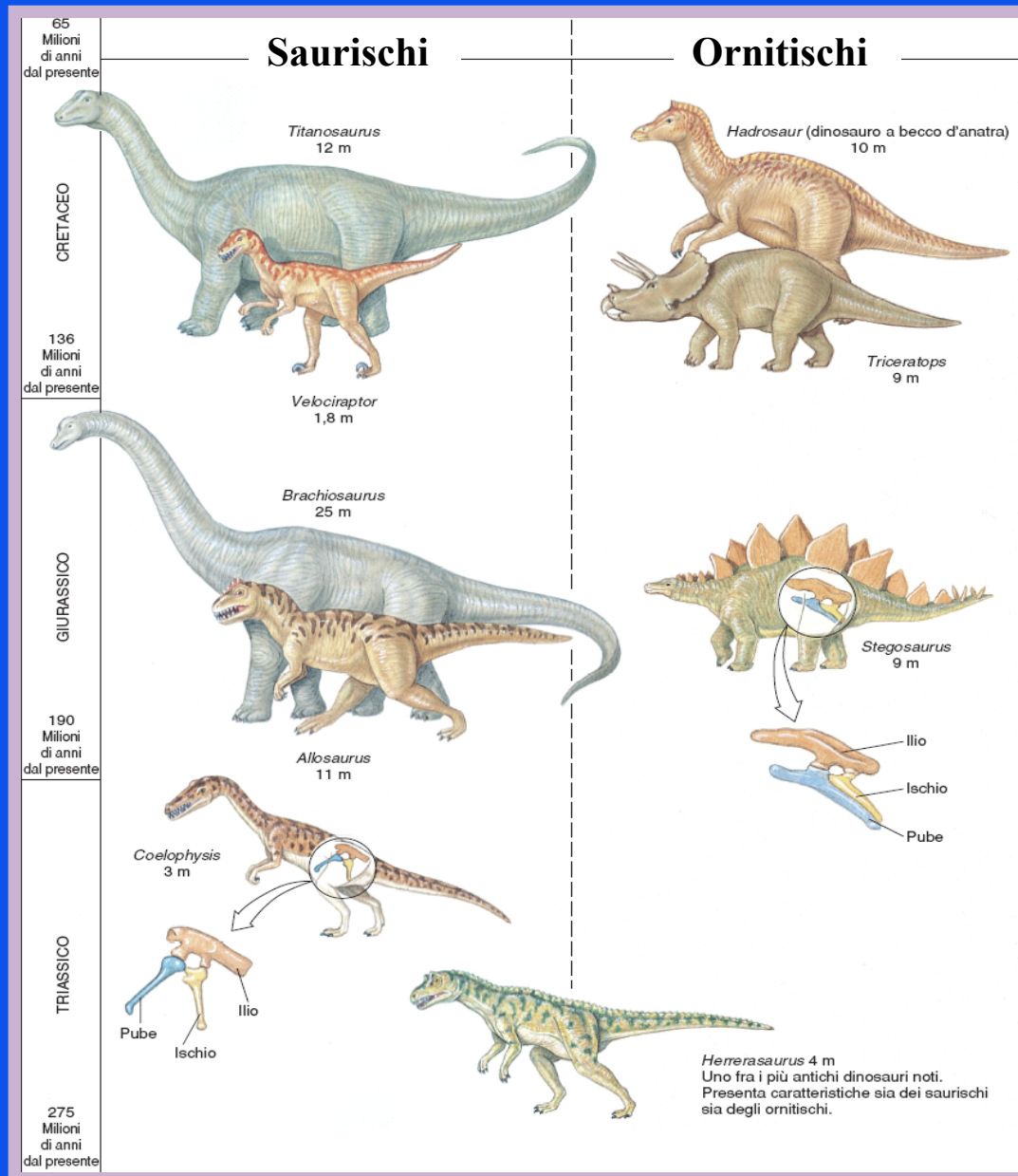
Durante il Carbonifero, dai primitivi Tetrapodi si diversificarono due linee filetiche: quella dei Temnospondili, da cui deriveranno gli Anfibi attuali, e quella degli Antracosauri, dai quali deriveranno gli Amnioti. Attualmente i dipnoi sono i Vertebrati viventi più vicini agli Amnioti.

# Scheletro dei più comuni Anfibi

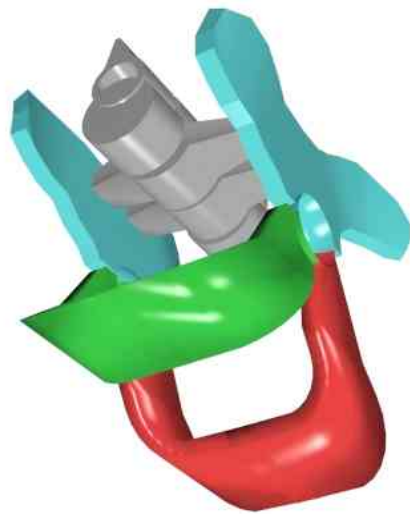
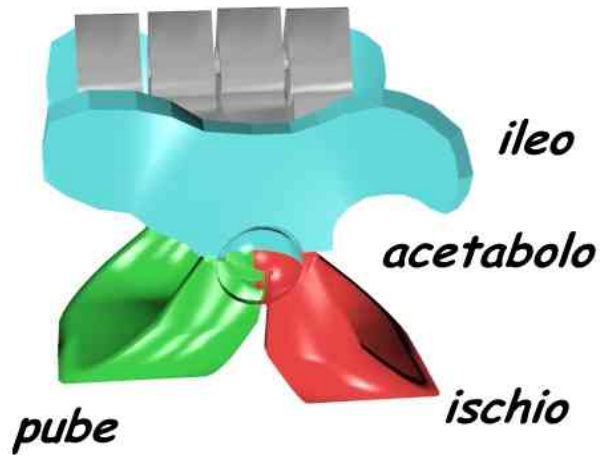
Apodi o Gimofioni  
o Cecilie



# Dinosauri Saurischi ed Ornitichi

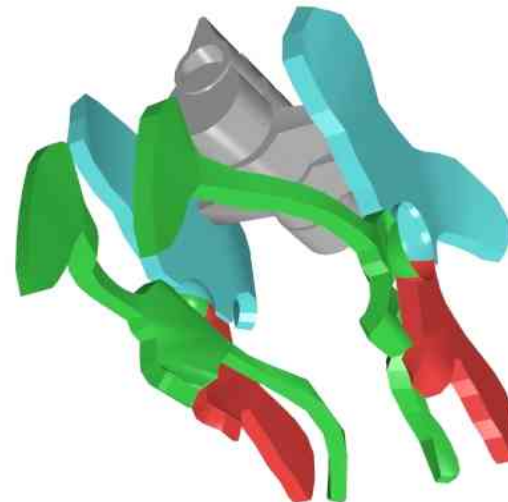
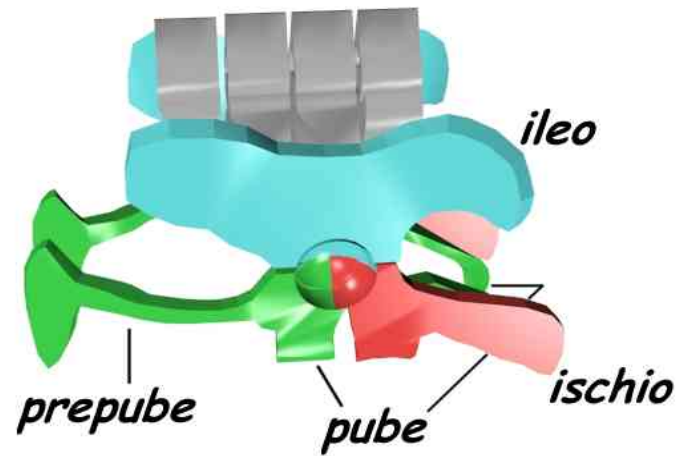


# SAURISCHI



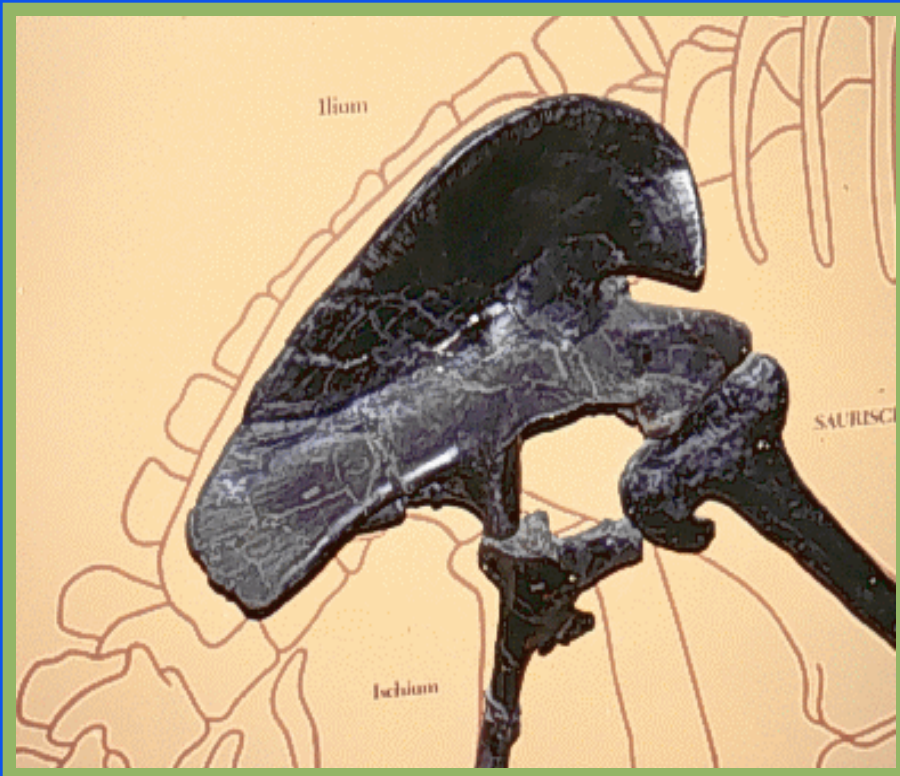
**BACINO**

# ORNITISCHI



**"NON" BACINO**

# La cintura pelvica dei rettili

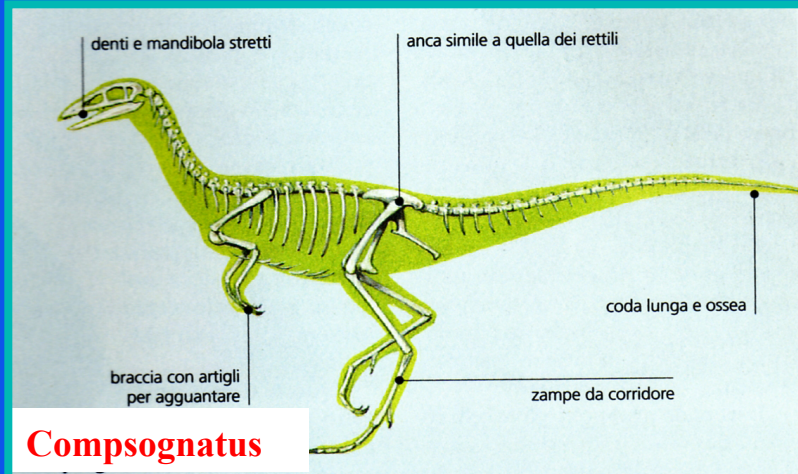


La Cintura Saurisca è tipica dei grossi dinosauri erbivori e carnivori. In questa cintura il pube ventrale è rivolto verso la cintura toracica, l'ischio, anche ventrale, è rivolto verso la coda.

La Cintura Ornitica è tipica dei dinosauri erbivori, del *Ceratops* e attualmente degli Uccelli. In questa cintura il pube ventrale è rivolto verso la coda ed è parallelo all'ischio.

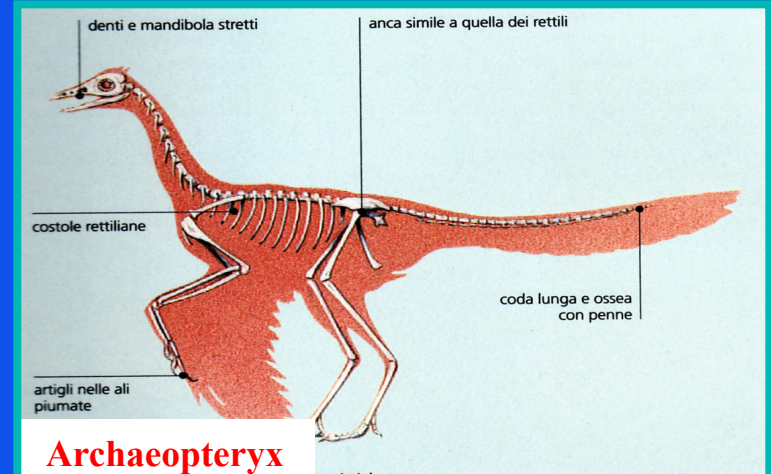
# Da Dinosaurio ad Uccello attraverso Archaeopteryx

L'adattamento al volo interessò un gruppo di piccoli dinosauri carnivori che correvano su due zampe e con le "braccia" agguantavano la preda. L'Archaeopteryx convertì il movimento di presa in planata.



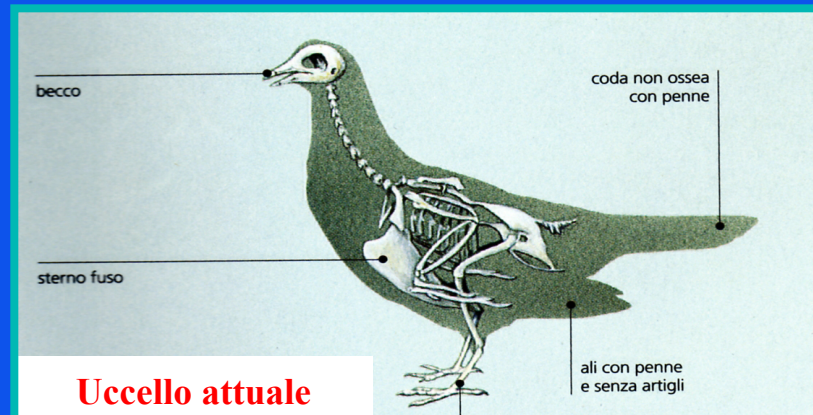
**Compsognatus**

**Piccolo dinosauro carnivoro che correva eretto sulle zampe lunghe e magre**



**Archaeopteryx**

**L'anello perduto con alcuni caratteri di rettile ed altri di uccello.**



**Uccello attuale**

**Gli uccelli hanno ossa cave, vertebre caudali vestigiali, becco e sterno con carena.**

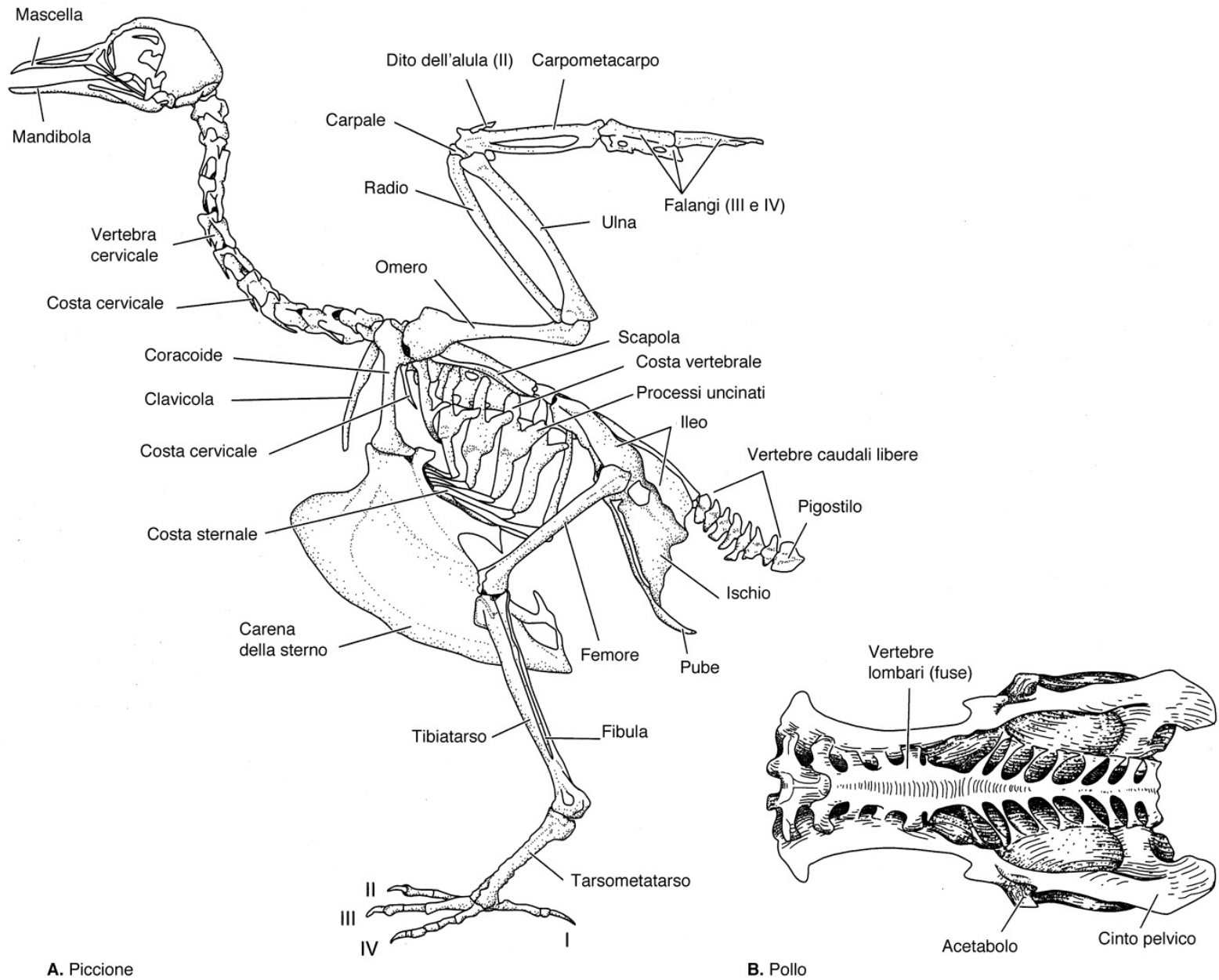
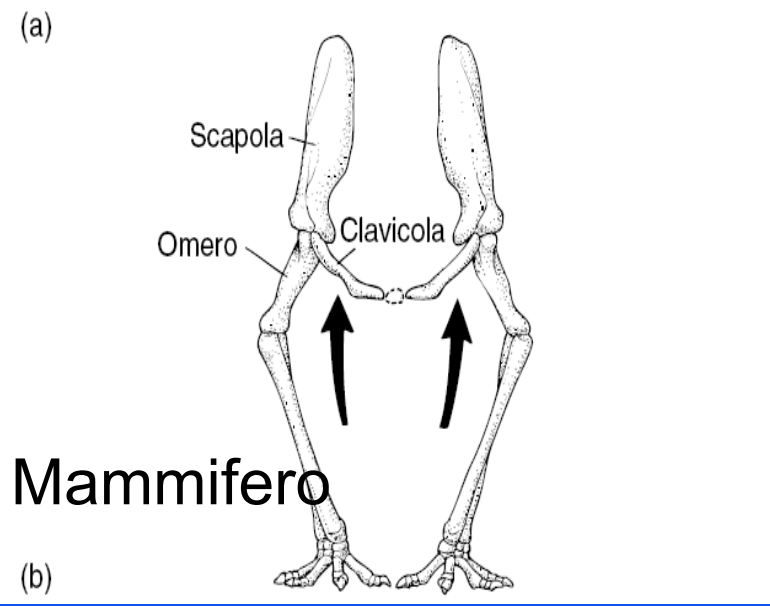
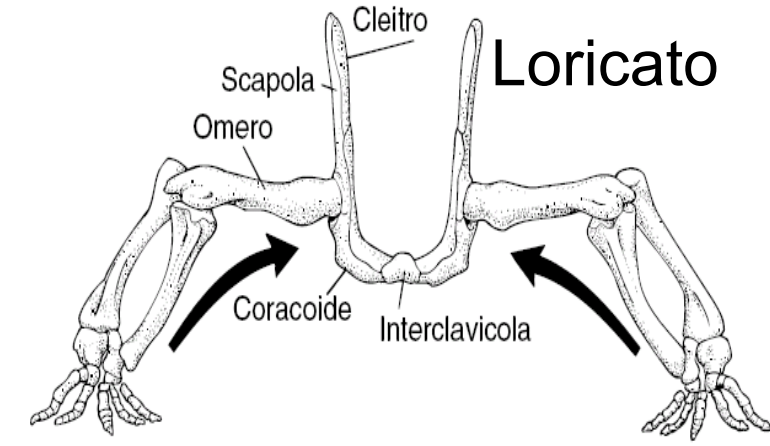
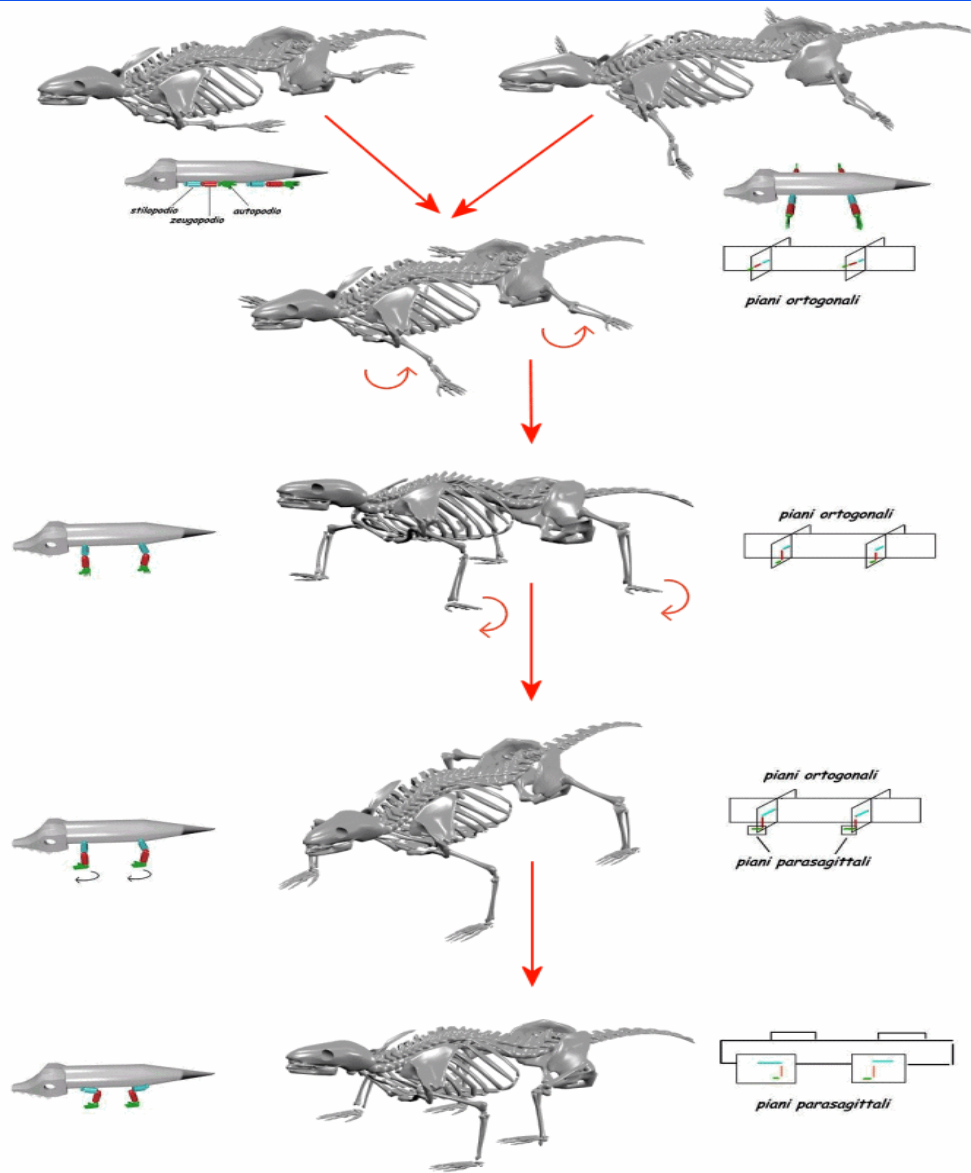


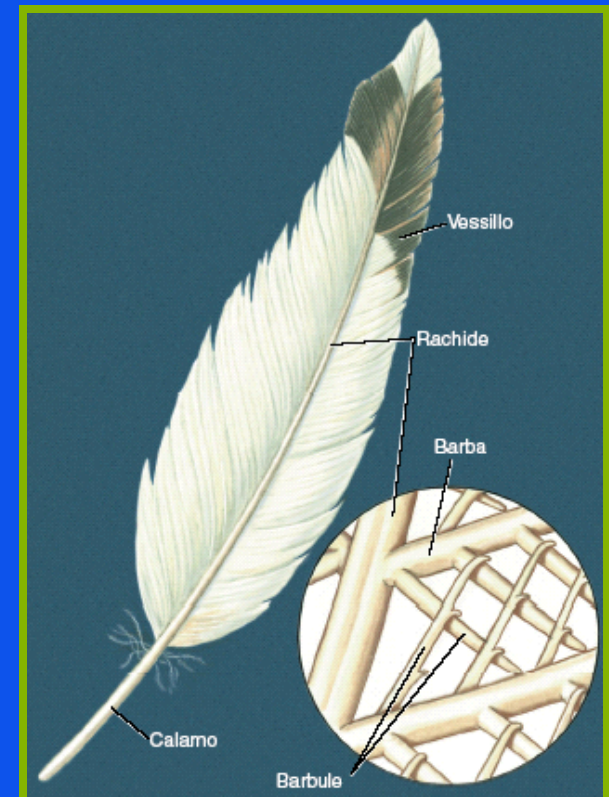
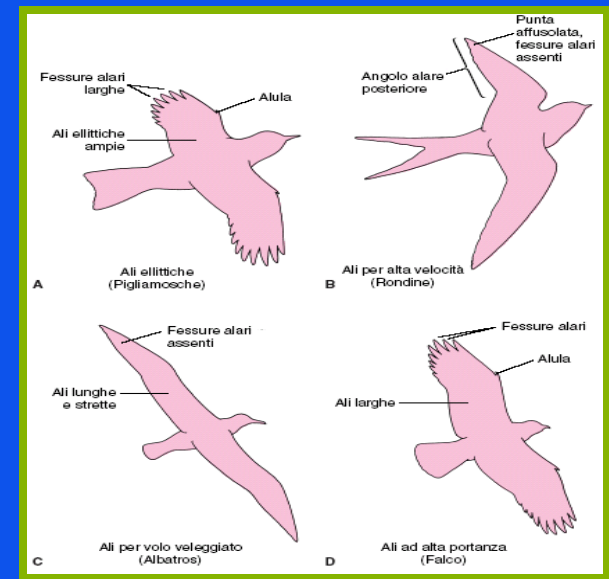
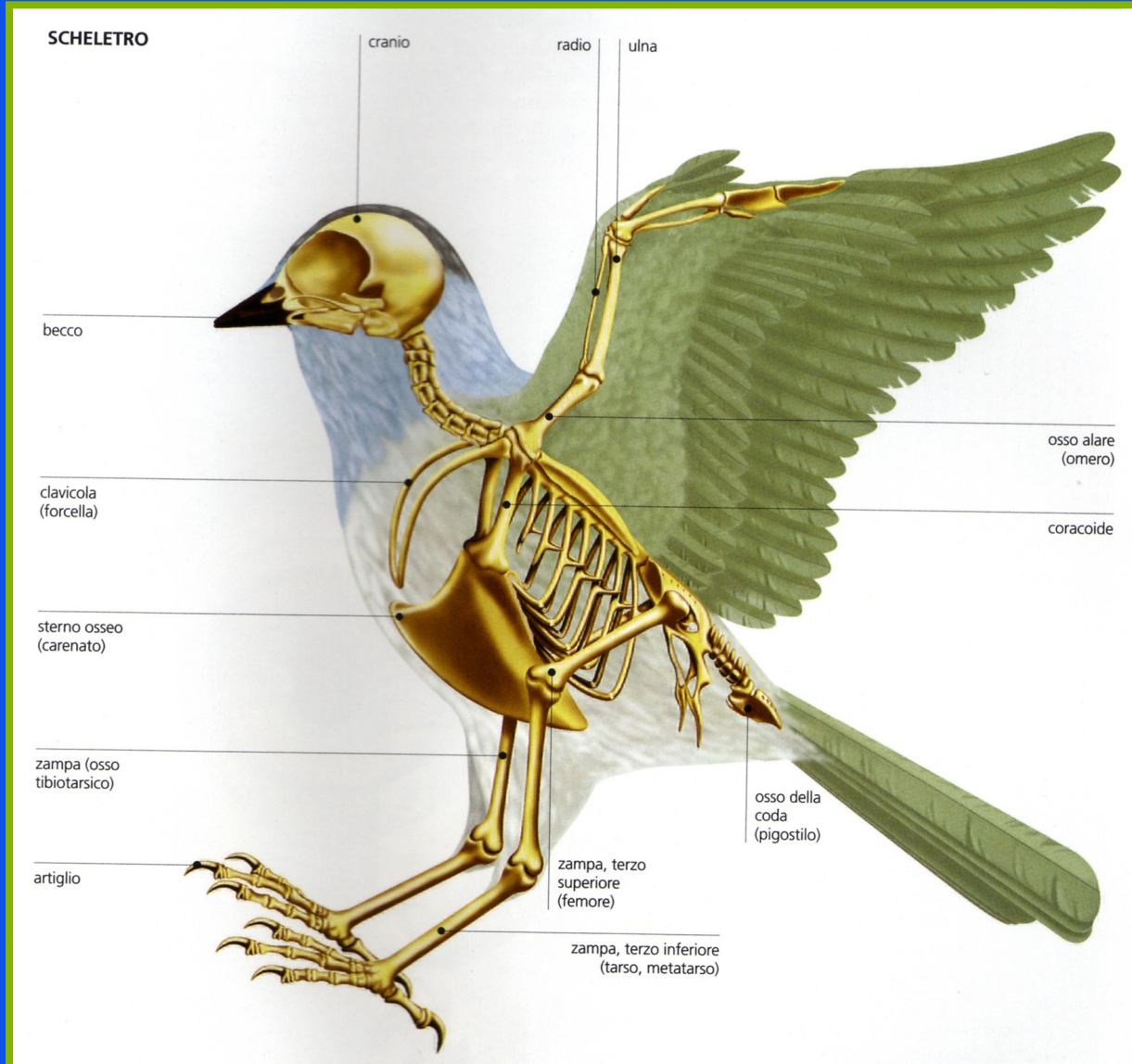
FIGURA 8-17

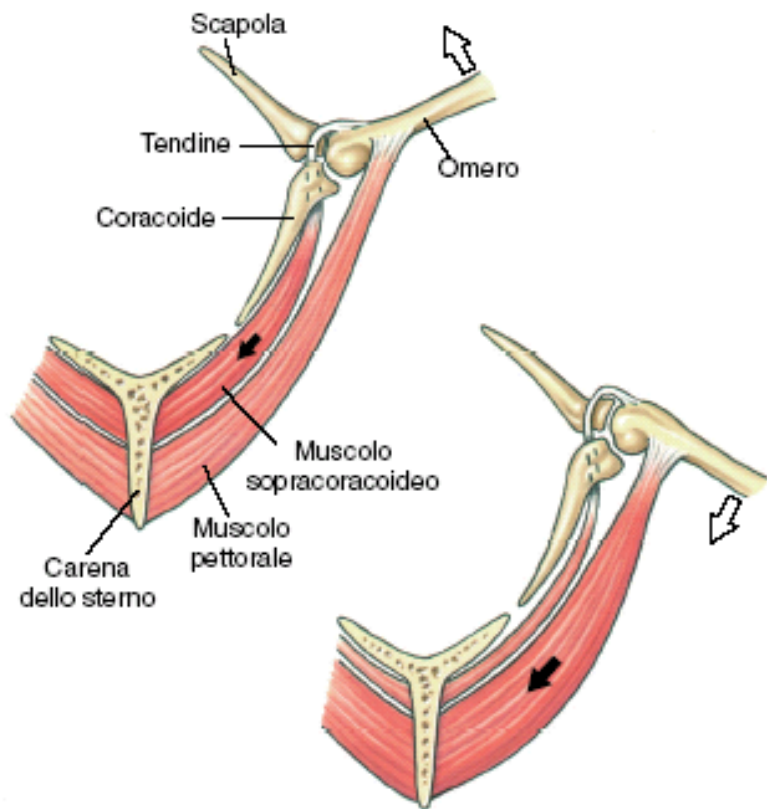


# La postura nei Rettili



# Lo scheletro e il piumaggio degli Uccelli





**figura 19.7**

I muscoli del volo negli uccelli sono disposti in modo da mantenere basso il baricentro. Entrambi i grandi muscoli del volo sono ancorati allo sterno carenato. La contrazione dei muscoli pettorali tira le ali verso il basso. Poi, quando il pettorale si rilassa, il sopracoracoideo si contrae e, agendo come un sistema a carrucola, spinge le ali verso l'alto.



**figura 19.6**

Osso cavo dell'ala di un passeriforme che mostra le travature rigide e le cavità che sostituiscono il midollo osseo. Queste ossa "pneumatiche" sono straordinariamente leggere e robuste.