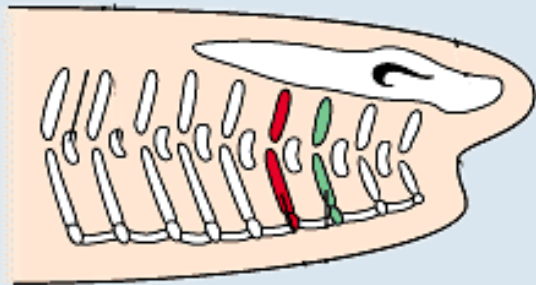
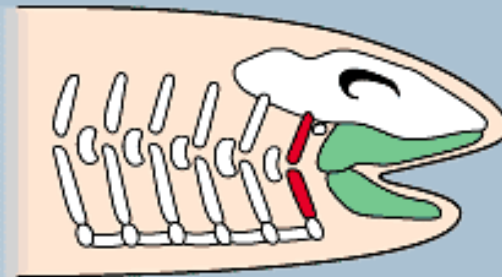


# Gnathostomata

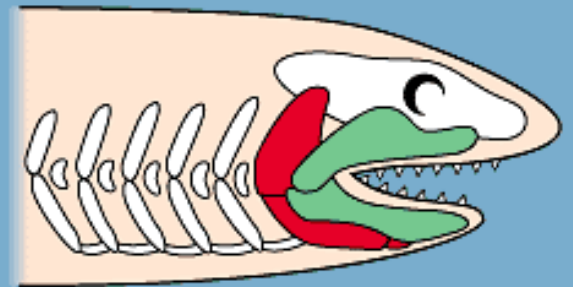
## Aparición de la mandíbula



Agnato ancestral



Gnatostomado ancestral



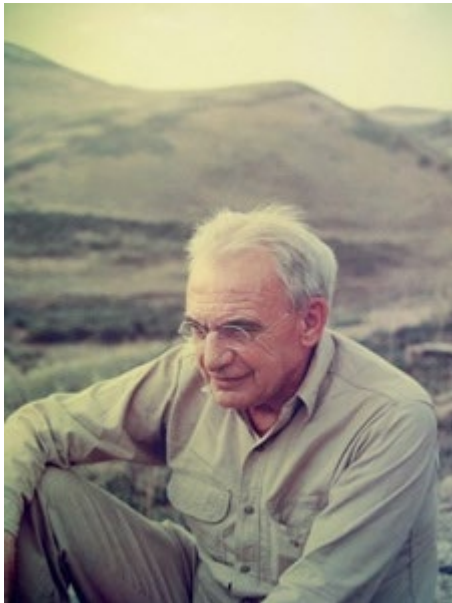
Gnatostomado derivado

## **Gnathostomata considera una radiación separada de los agnatos**

Gnatostomados descienden de grupos agnátos

## **Gnatostómados mas derivados que los agnátos**

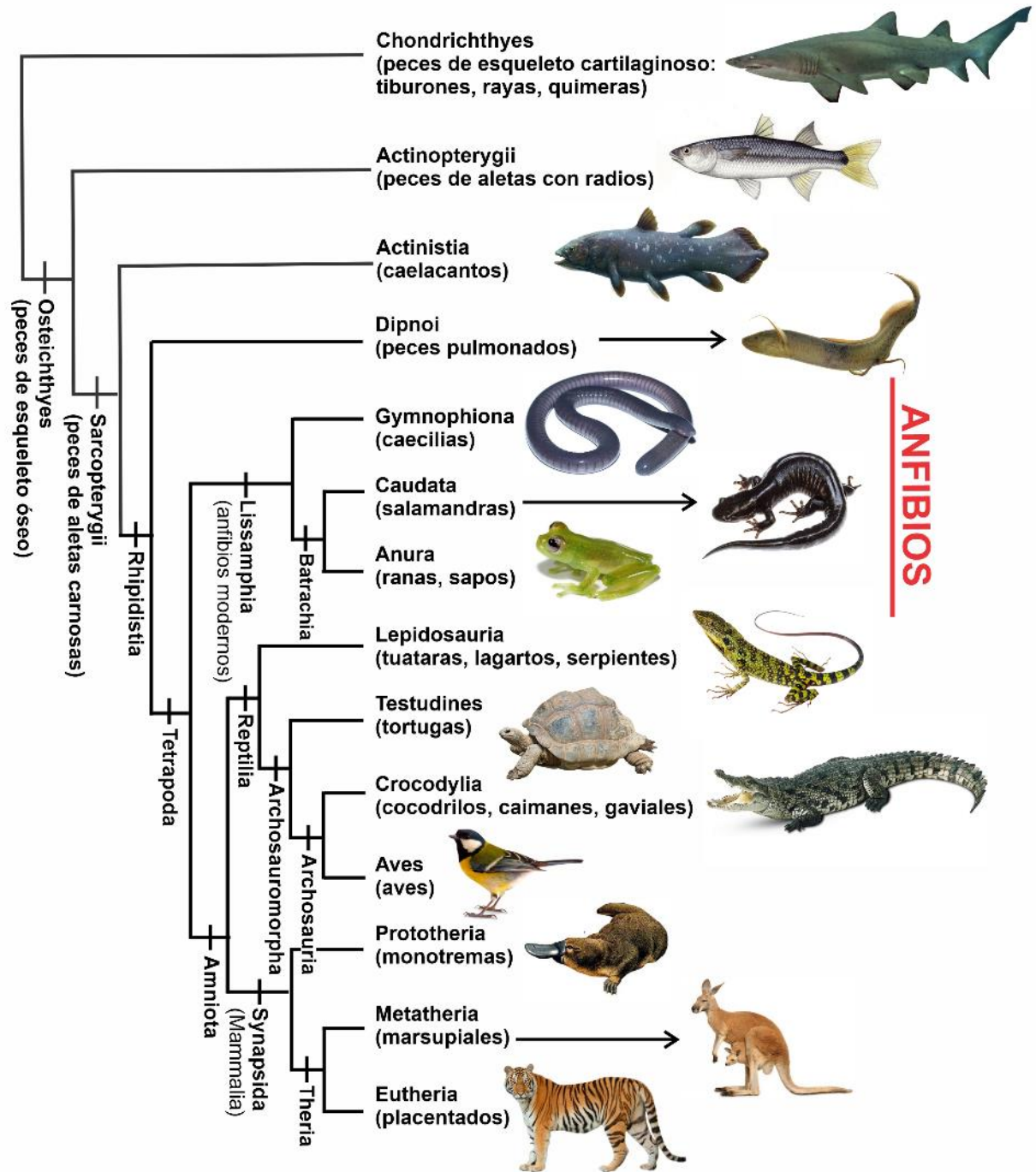
No solo por la mandíbula



Alfred Sherwood Romer (1967)

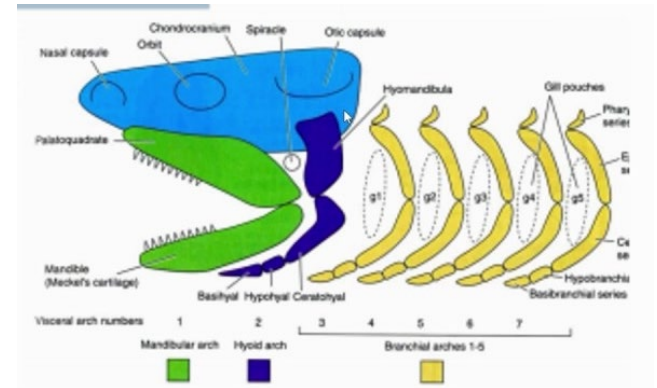
**“...el desarrollo de la mandíbula fue el avance evolutivo mas grande en la historia de los vertebrados y que impacto el desarrollo de los primeros peces...”**

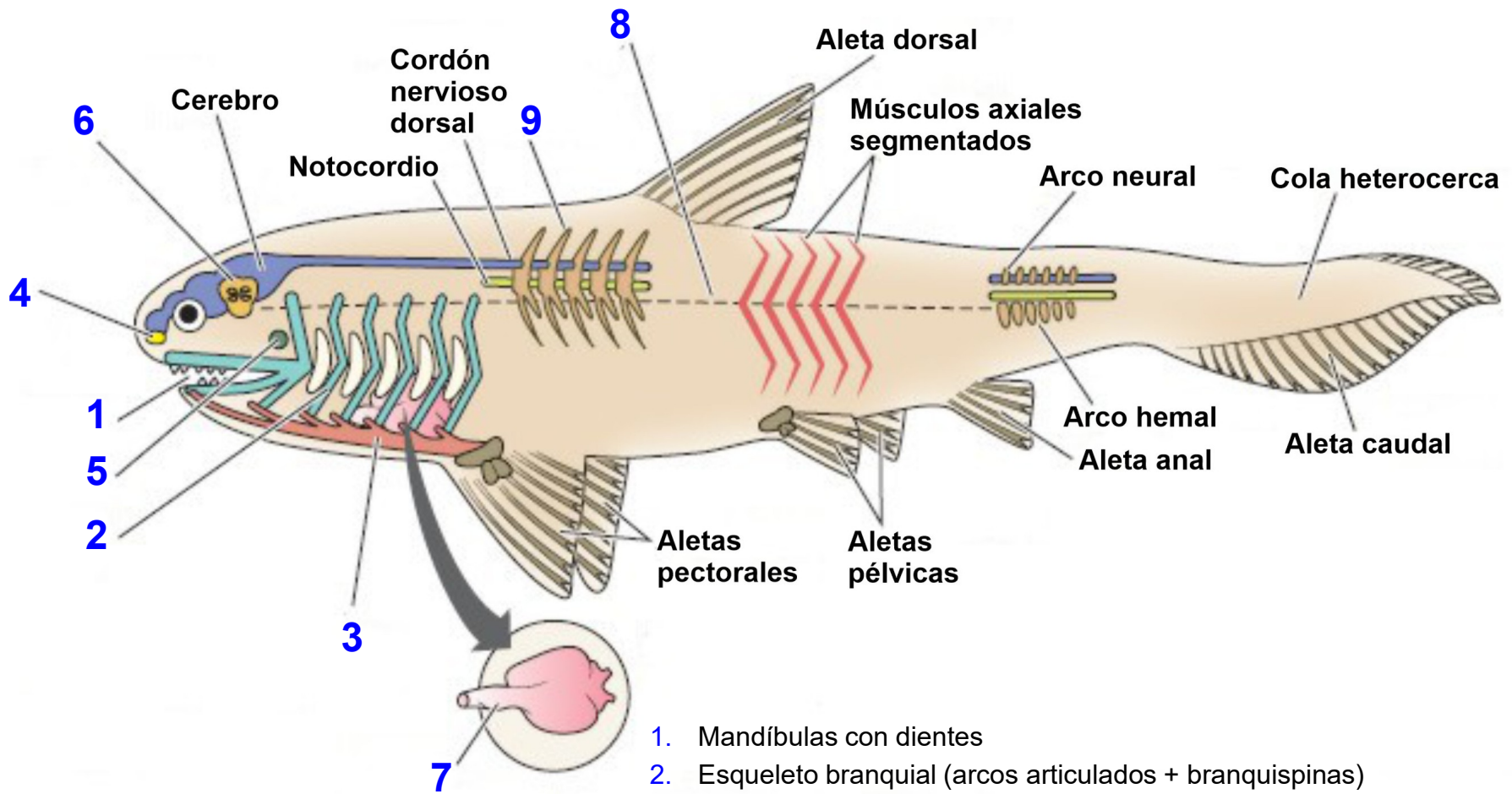
# Filogenia simplificada de Gnatostomados existentes



# Diseño básico de los gnatostómados

- Primeros gnatostomados: Silúrico temprano
- Definición básica de Gnathostomata
  - Mandíbulas articuladas
  - Dientes
  - Dos sets de aletas o extremidades pareadas
    - Apéndices anteriores o pectorales
    - Apéndices posteriores o pélvicos
- Otras características
  - Mayor actividad
  - Mayor complejidad estructural





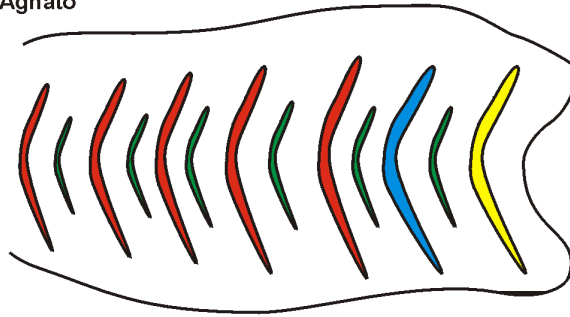
**Modelo generalizado  
Gnatostomado (9  
características  
derivadas)**

1. Mandíbulas con dientes
2. Esqueleto branquial (arcos articulados + branquispinas)
3. Músculos hipobranquiales (unidos a cintura pectoral; inhalación y succión de alimentos)
4. Dos bulbos olfatorios (+ dos narinas)
5. Espiráculo (entre arco mandibular y hioideo)
6. Tres canales semicirculares en oído interno (+ canal horizontal)
7. Cono arterioso en el corazón (entre ventrículo y aorta ventral)
8. Septo horizontal (divide músculos del tronco en epiaxiales/hipoaxiales)
9. Vertebras con *centrum* y costillas

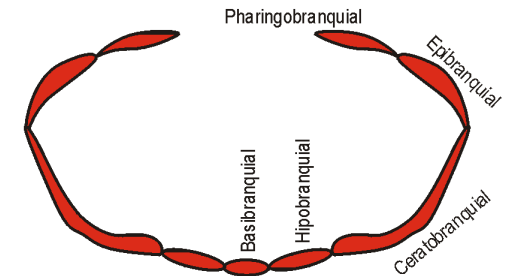
# 1. Mandíbulas con dientes

- Mandíbulas articuladas (origen en arcos branquiales)

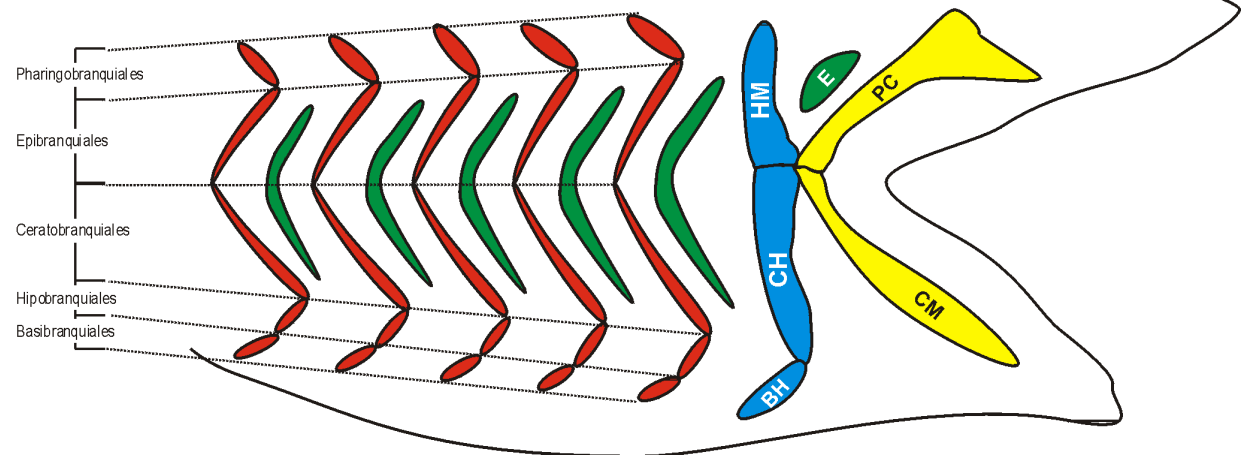
(a) Agnato



(c) Vista Frontal de un componente Cartilaginoso de un Arco Branquial de un Gnatostomado



(b) Gnatostomado (Tiburón)

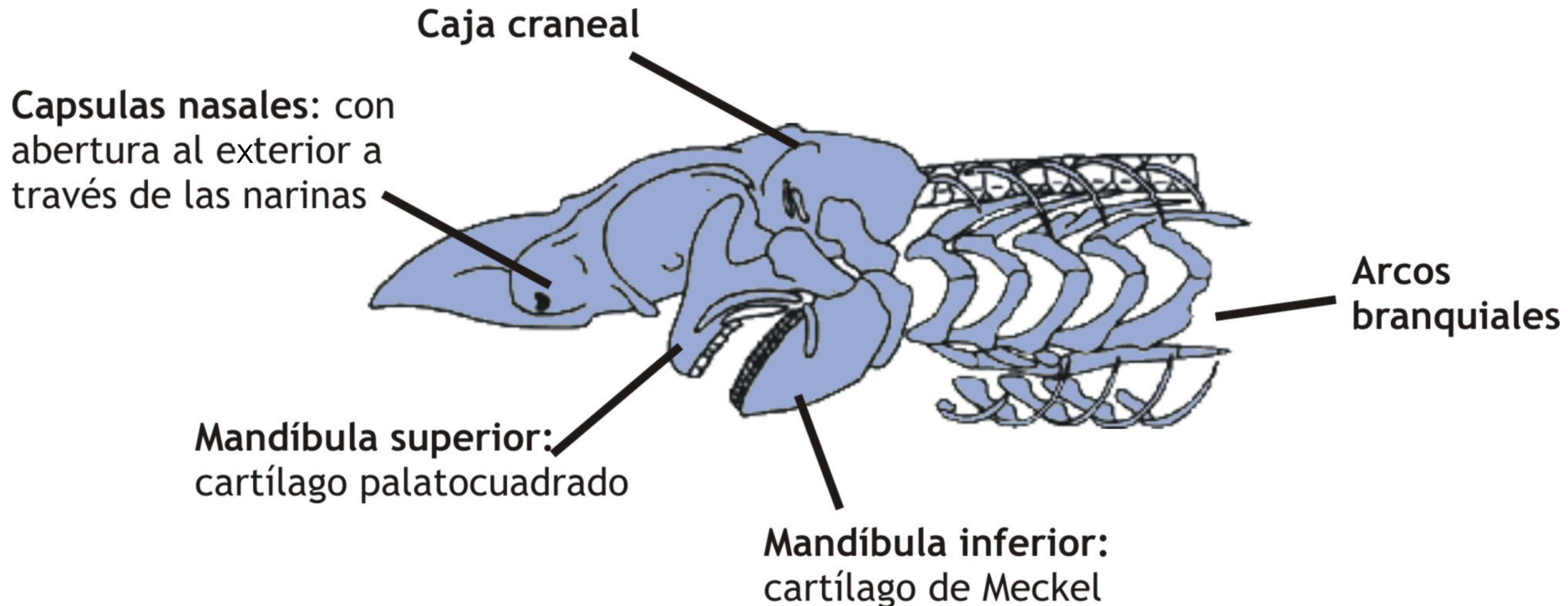


- **Dientes aparecieron después del origen de la mandíbula**
  - Placodermos sin dientes

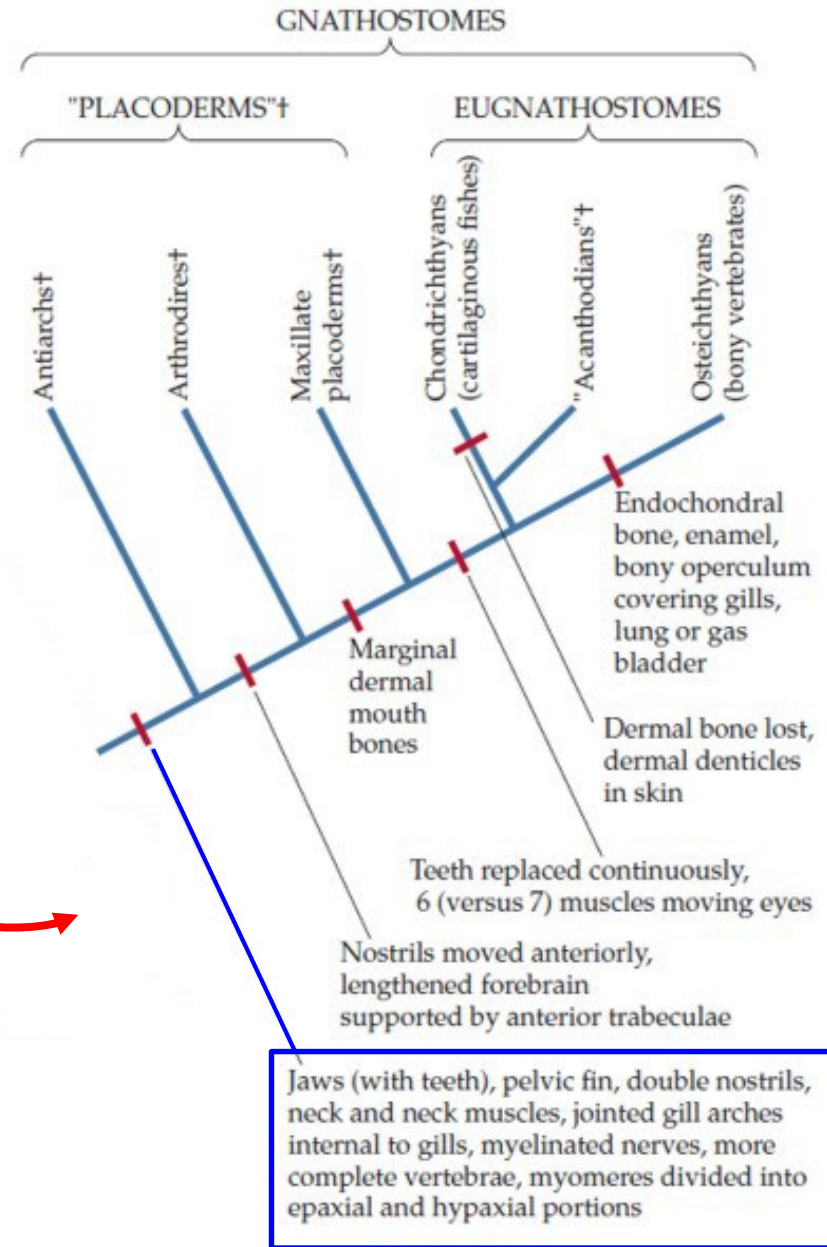
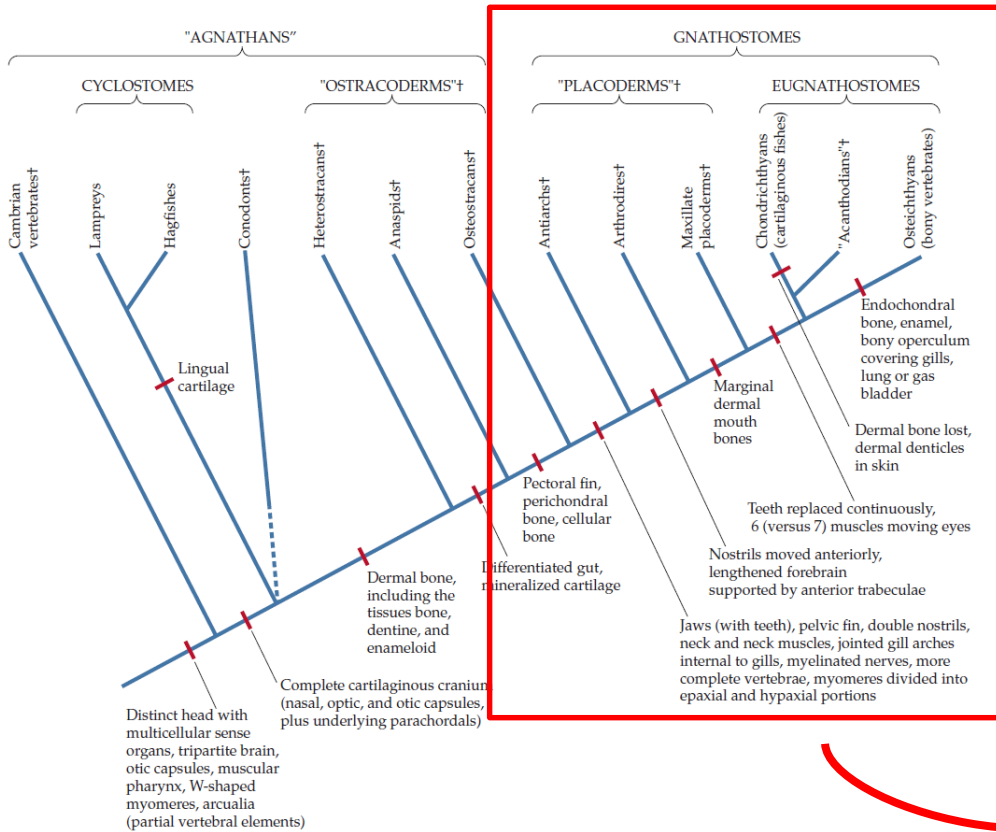
# ¿Qué es la mandíbula?

Arco con esqueleto mandibular

- Surgió de esqueleto branquial de agnatos
- Adición de dientes y otros huesos
  - ✓ Permitió la radiación de los vertebrados

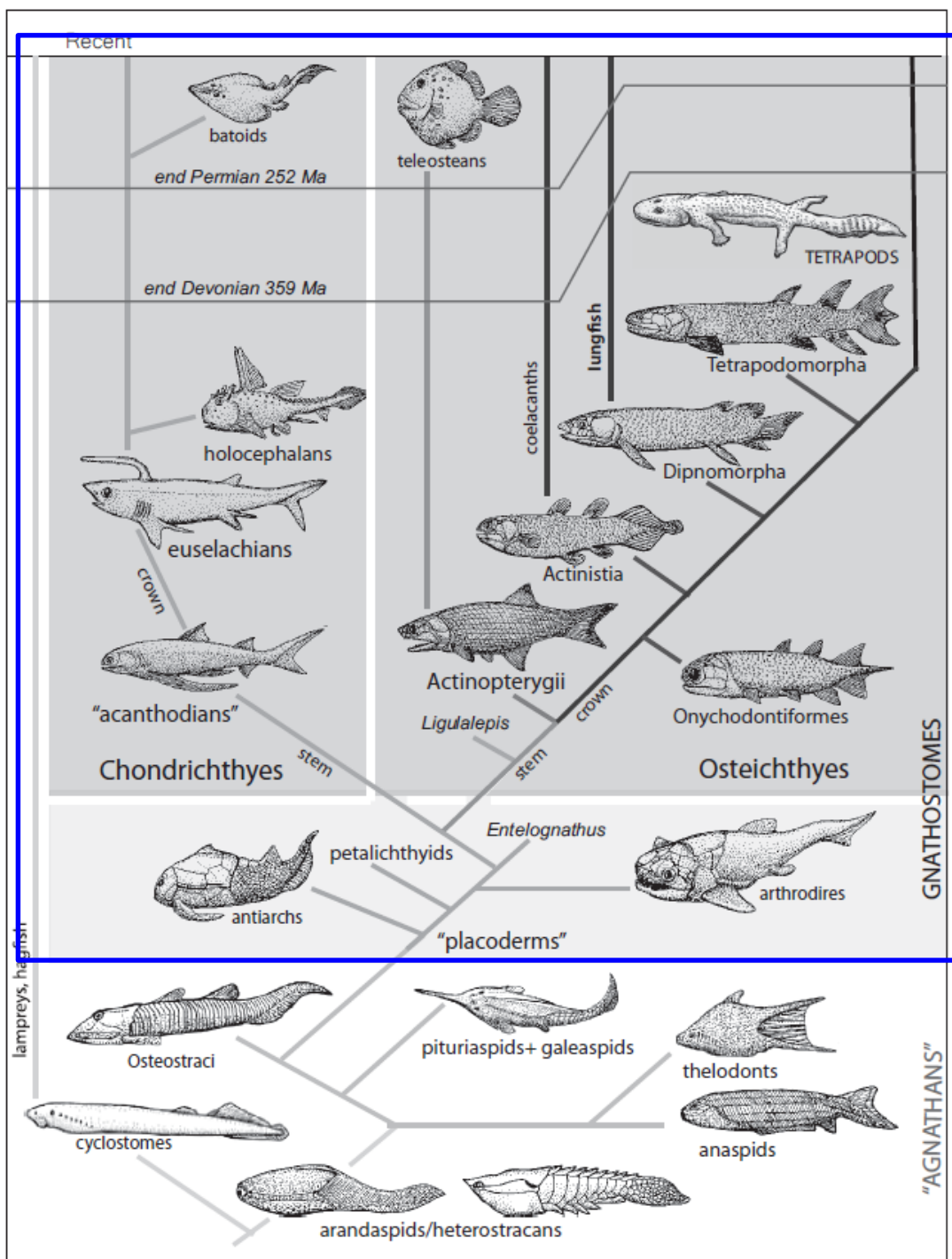


# Origen de la mandíbula



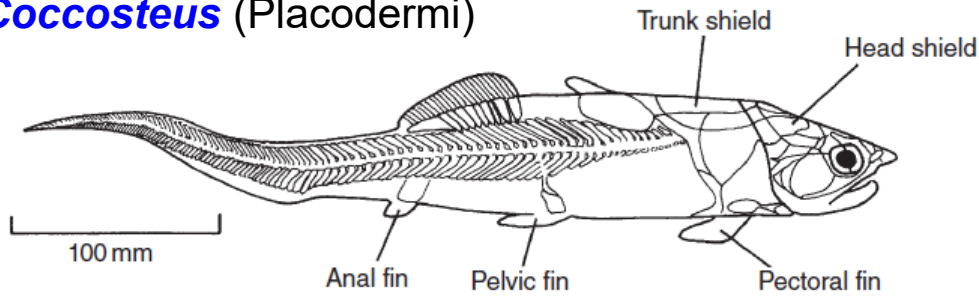
**Primera vez en Placodermi y Acanthodii**



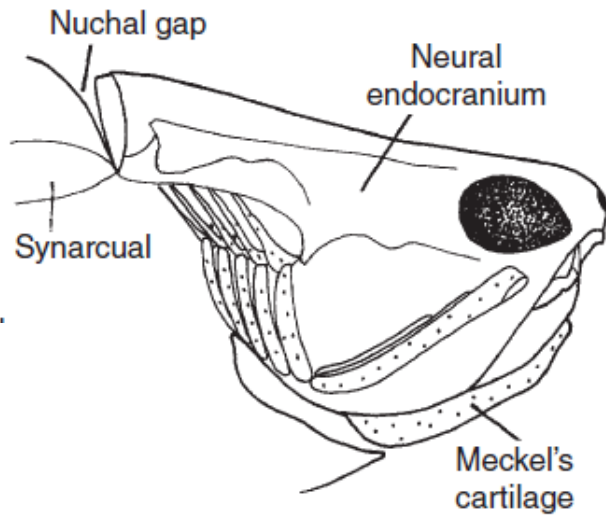


Long, J.A., Choo, B. & Clement, A. 2019. The evolution of fishes through geological time. Pp. 3-29. In: Evolution and development of fishes (C. Underwood, Richter, M. & Johanson, Z., eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

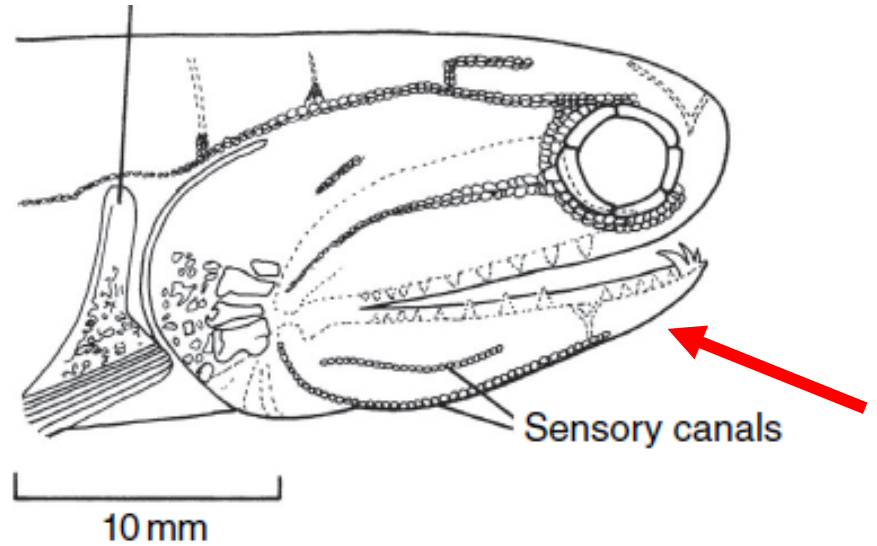
**Coccosteus** (Placodermi)



- ✓ Atrapar y/o triturar alimento
- ✓ Permitted ser depredadores mas activos en aguas abiertas



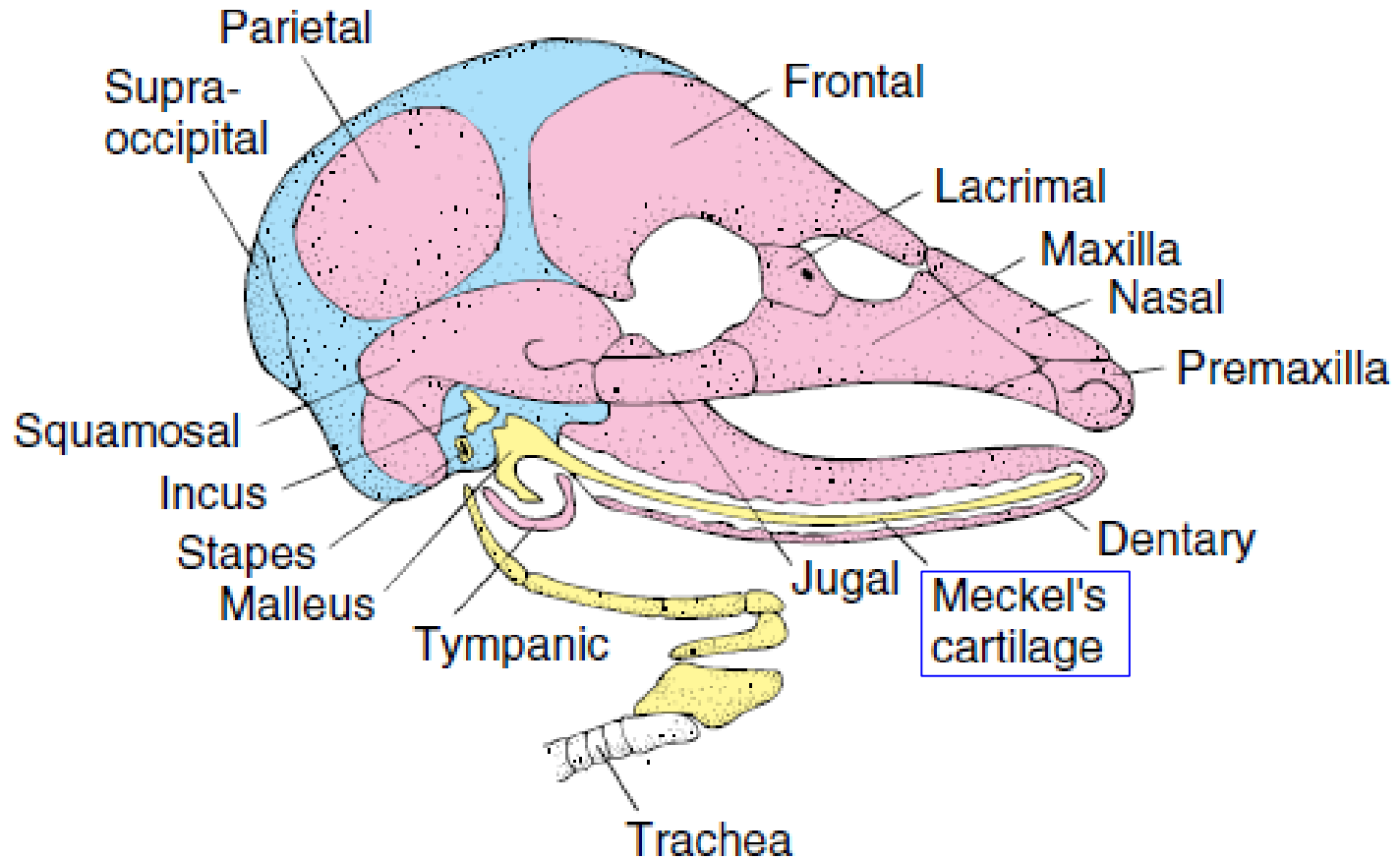
**Ischnacanthus** (Acanthodii)



# Presencia en grupos actuales

La historia evolutiva en la actualidad:

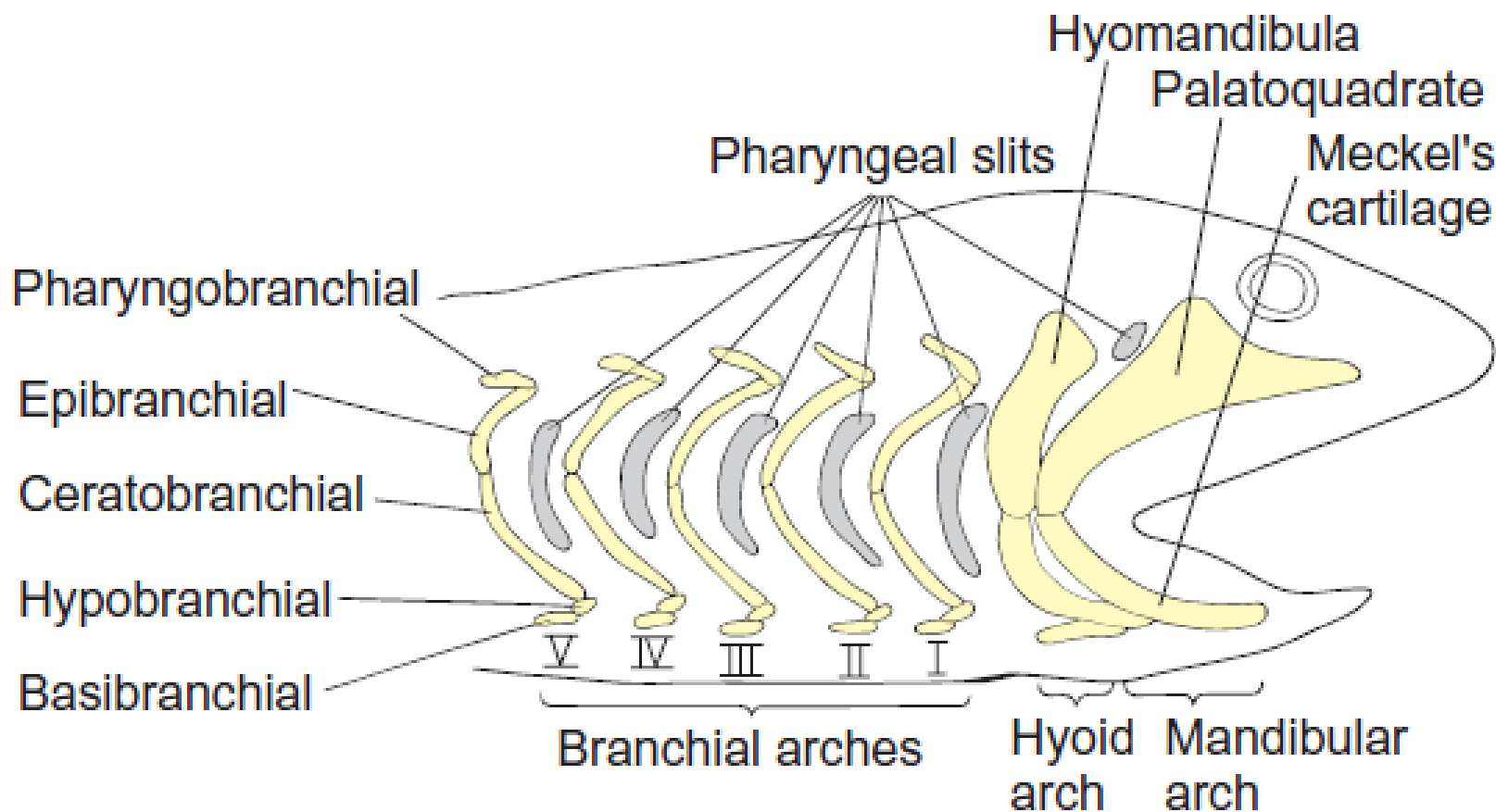
- Cráneo del feto de un mamífero mostrando el cartílago de Meckel



# Embriología

## Arcos branquiales y sus partes

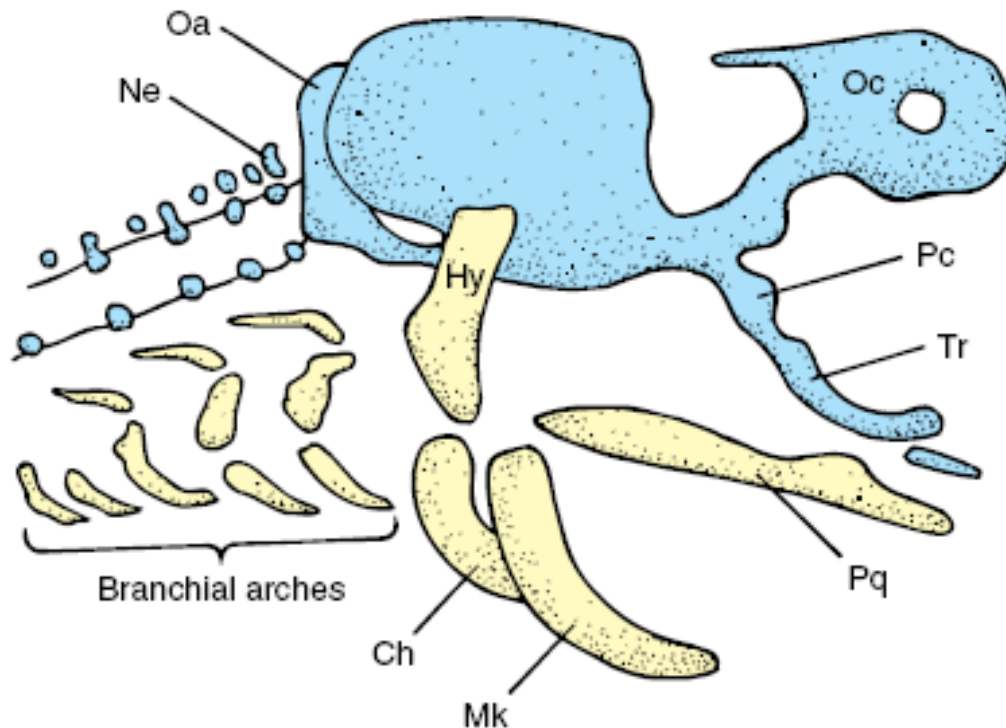
- ✓ Primer arco: mandibular (cartílagos palatoc cuadrado y Meckel; **sostiene la boca**)
- ✓ Segundo arco: hioideo (elemento hiomandibular; **sostiene la mandíbula**)



# Origen de la mandíbula: teorías

**Evidencias:** origen en los primeros arcos branquiales

1. Mandíbulas y arcos se forman en series semejantes homologas y proceden de arcos neurales



Mandíbulas aparecen en series con los arcos branquiales

**Primero:** arco mandibular (Pq, cartílago palatocuadrado; Mk, cartílago de Meckel)

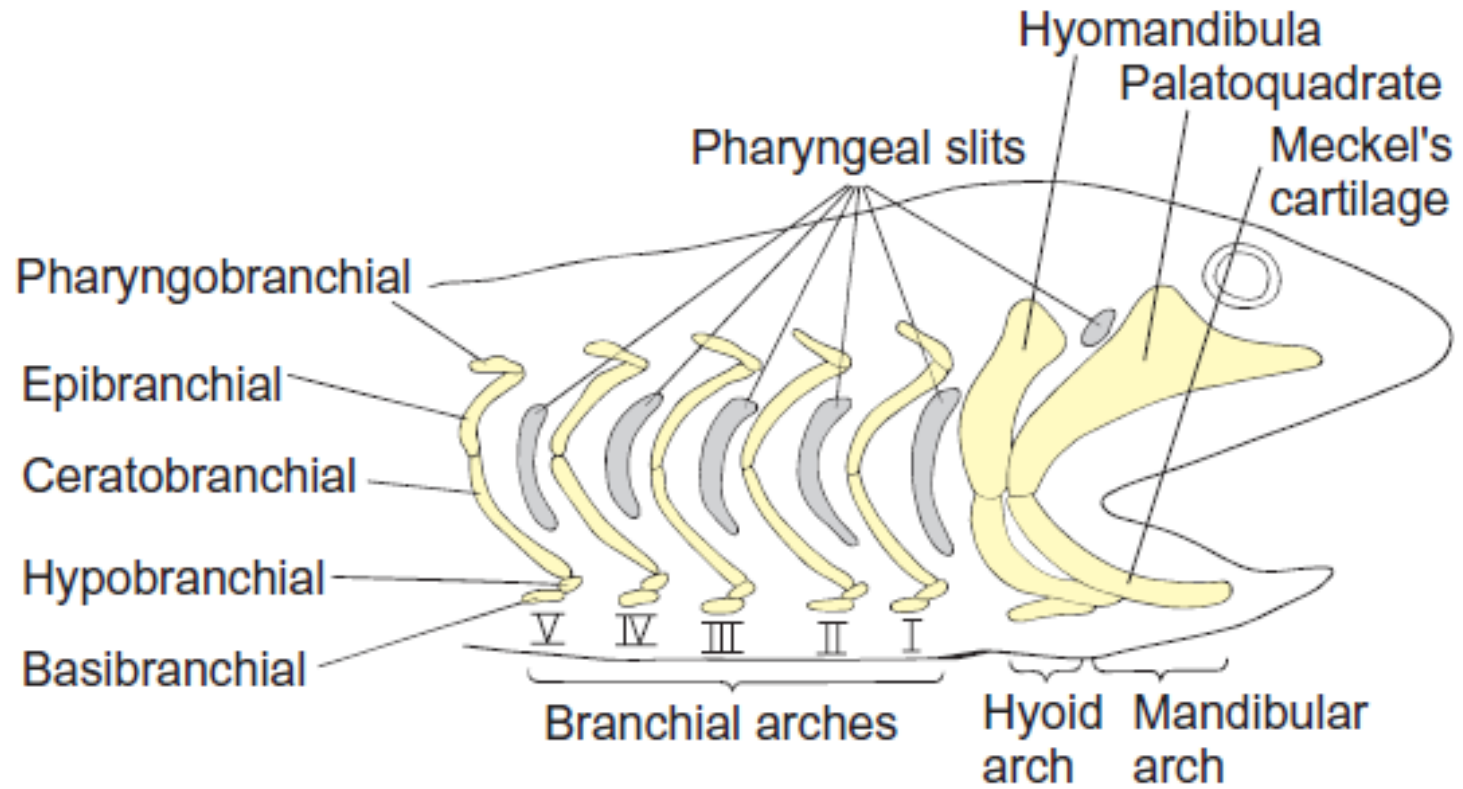
**Segundo:** arco hioideo (Hy, elemento hyomandibular; Ch, elemento ceratohial)

Posteriormente: otros arcos branquiales.

La posición de las mandíbulas, en series con los arcos, es evidencia de que las mandíbulas derivan del arco branquial mas anterior.

Otras abreviaturas: arco neural (Ne), arco occipital (Oa), cartílago orbital (Oc), cartílago polar (Pc), trabécula (Tr). (Kardong 2012)

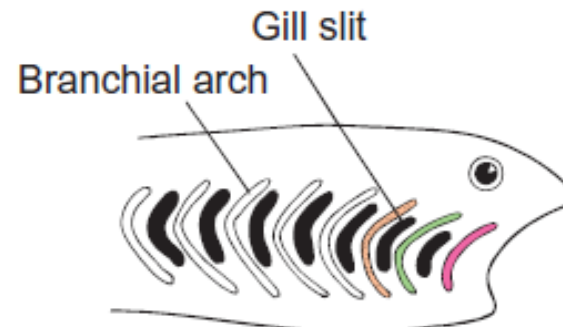
## Algo clave!: articulación de los elementos de los arcos



Favoreció el desarrollo de una faringe fuerte para el bombeo de agua a través de las branquias

- ✓ Aumento de capacidad metabólica
- ✓ Mejoro captura de presas

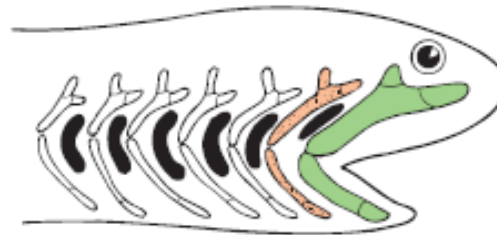
2. Distribución de nervios y vasos sanguíneos similar
3. Musculatura modificada a partir de la de los arcos branquiales



Agnathan

Teoría serial

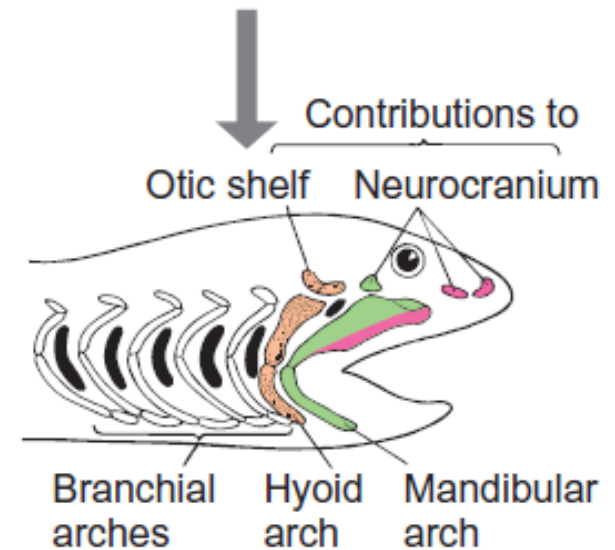
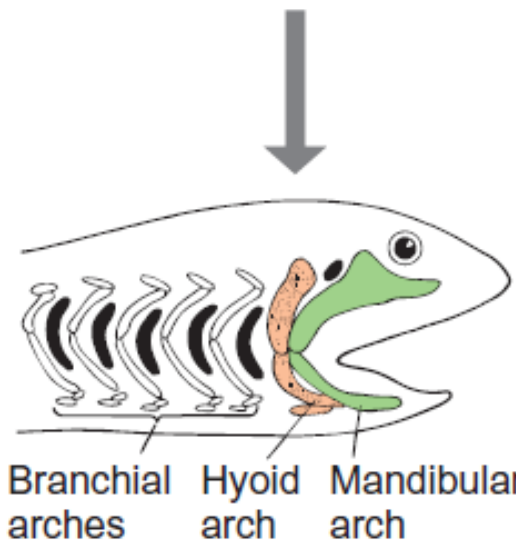
Teoría compuesta



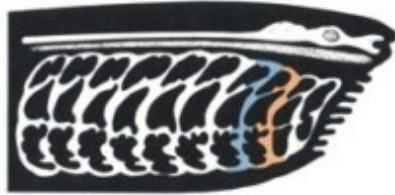
Aunque la evidencia da claridad sobre el origen en los arcos, no es claro a partir de cuales!

2 teorías

1. Teoría serial
2. Teoría compuesta (Erik Jarvik)



# Mandíbula como un gran avance evolutivo



La evolución de la mandíbula comenzó con ancestros filtradores de los vertebrados. Los cilios alrededor de la boca dirigieron el agua y el alimento hacia la cavidad bucal, los cuales fueron filtrados a través de una cavidad faríngea.



En el siguiente estado, se perdieron los cilios. Los filtros fueron modificados a un aparato que bombea agua y alimento a través de filtros, y comenzó a funcionar como branquias. Las escamas del cuerpo migraron hacia el área bucal.



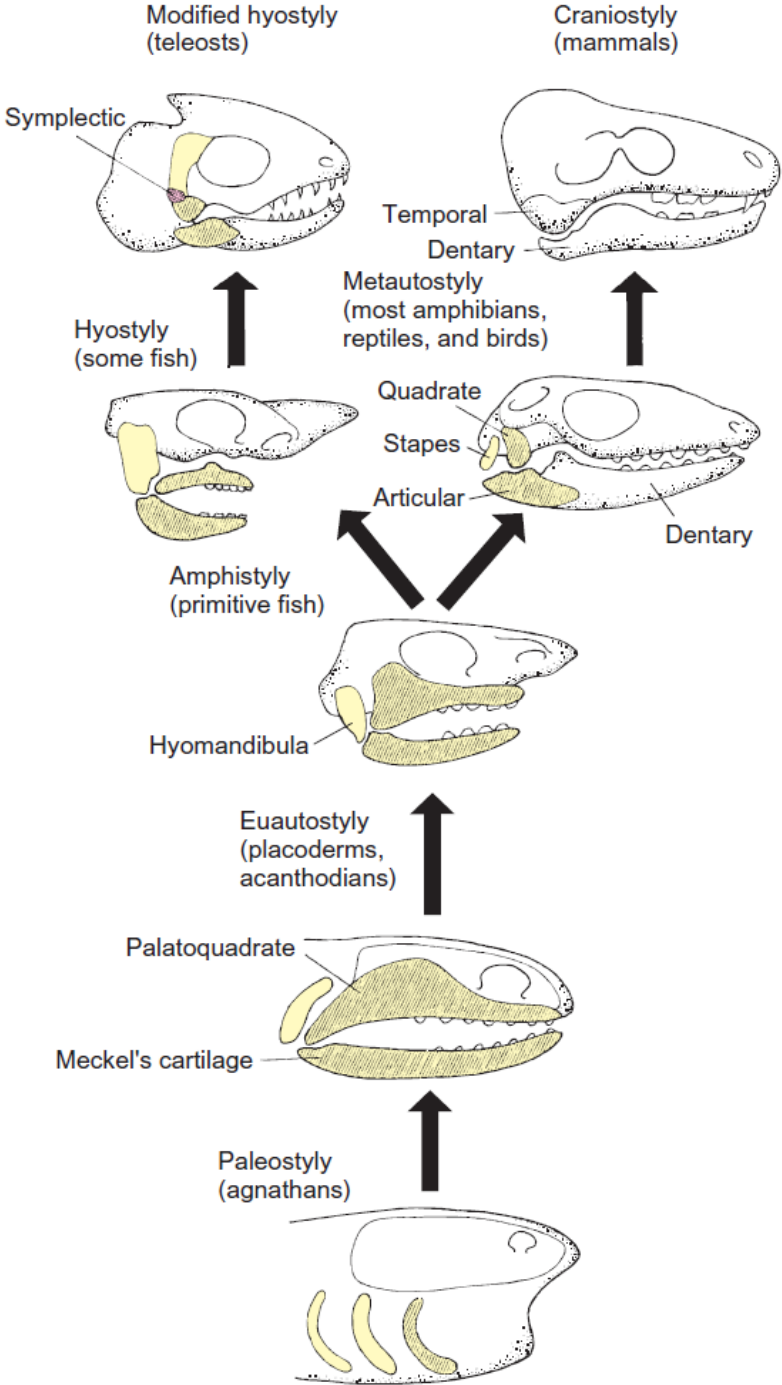
Los huesos del arco branquial más anterior se convirtieron en las mandíbulas superior e inferior. Las escamas alrededor de la boca se transformaron en dientes a medida que los animales cambiaron de filtradores a raspadores con las mandíbulas.



Finalmente, el segundo arco branquial (el arco hioideo) se desplazó hacia adelante, abrazando las mandíbulas por detrás del cráneo, y los dientes y la musculatura se volvieron más desarrollados, permitiendo un alimentación depredatoria sobre grandes presas.



# Tipo de articulación (suspensión) de las mandíbulas

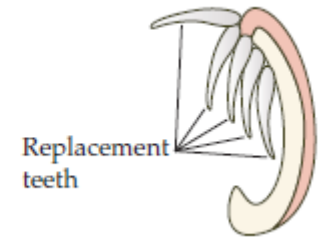
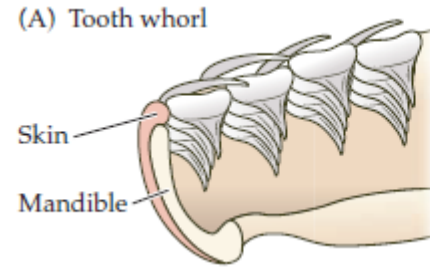
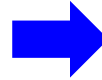


Tiempo (antiguo >> reciente)

# Formación de dientes

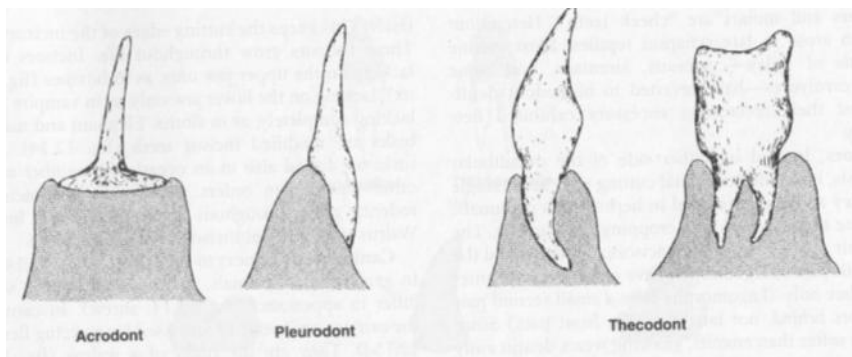
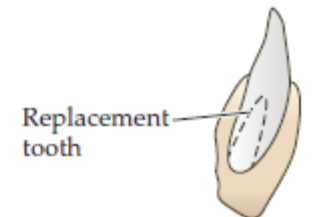
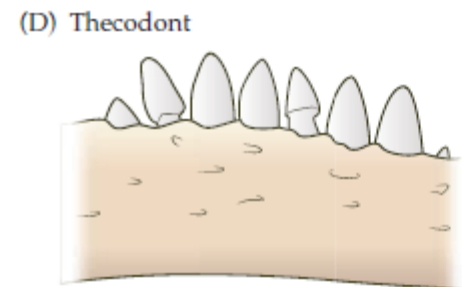
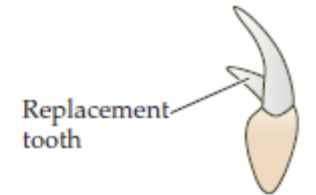
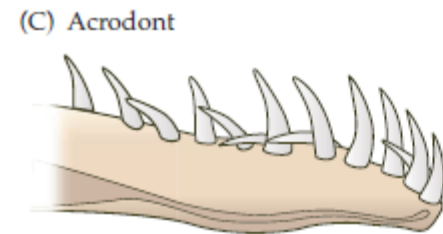
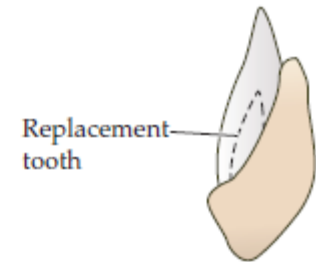
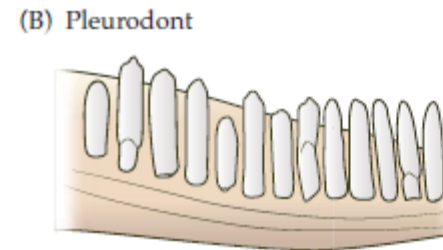
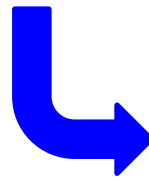
## ■ Condrictios

- En la piel (origen dérmico)
- Cinta de dientes (reemplazables)
  - Sobre el hueso dérmico



## ■ Osteíctios y tetrápodos

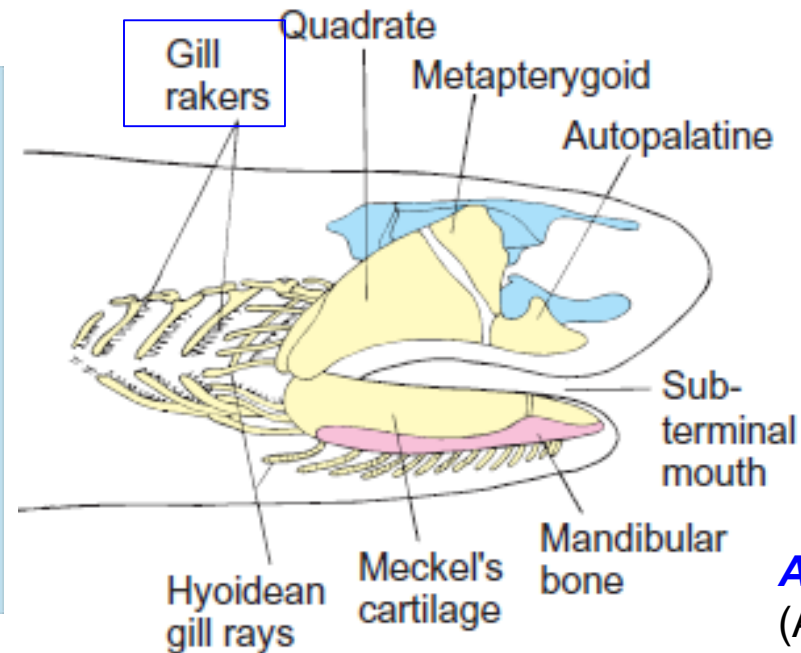
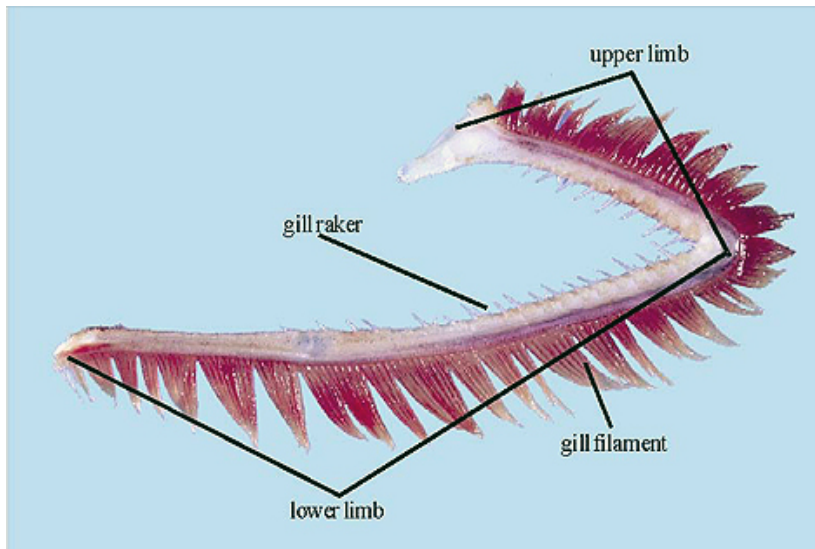
- Origen en el hueso dérmico
- Tres tipos de dientes



## 2. Esqueleto branquial

Arcos branquiales articulados (+  
branquispinas = *gill rakers*)

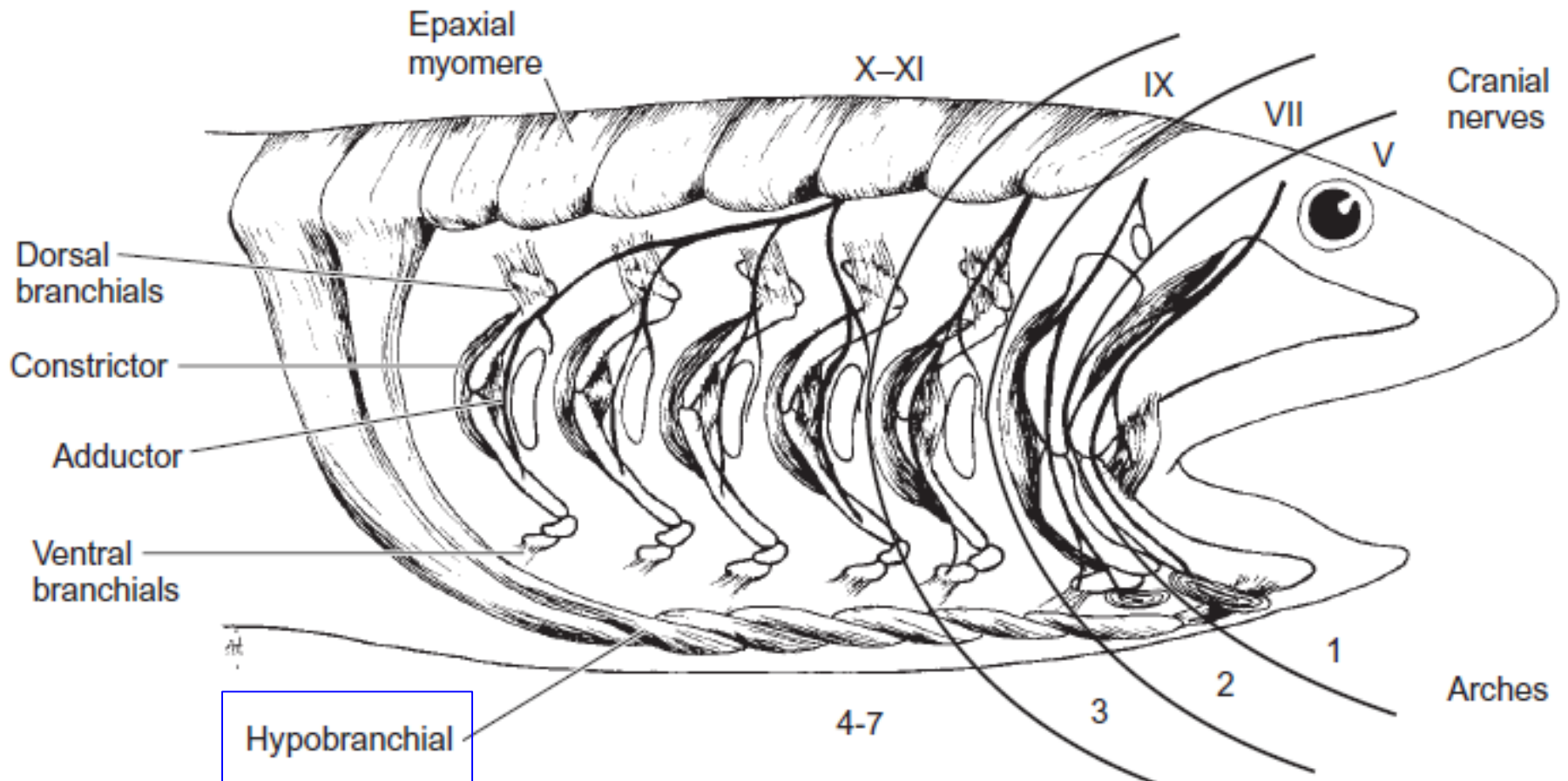
Musculatura branquial desarrollada



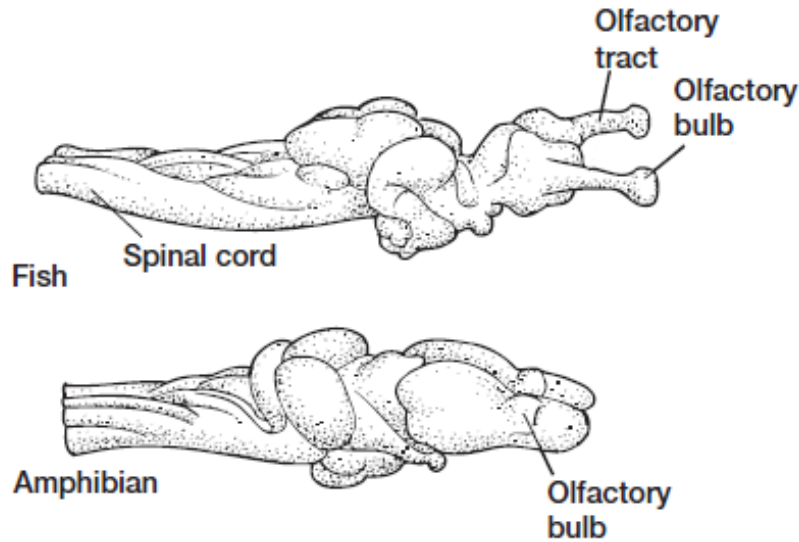
***Acanthodes***  
(Acanthodii)

### 3. Músculos hipobranquiales

- Mejoran fuerza de succión
- Alimentación por succión en peces
- Inhalación de aire en tetrápodos

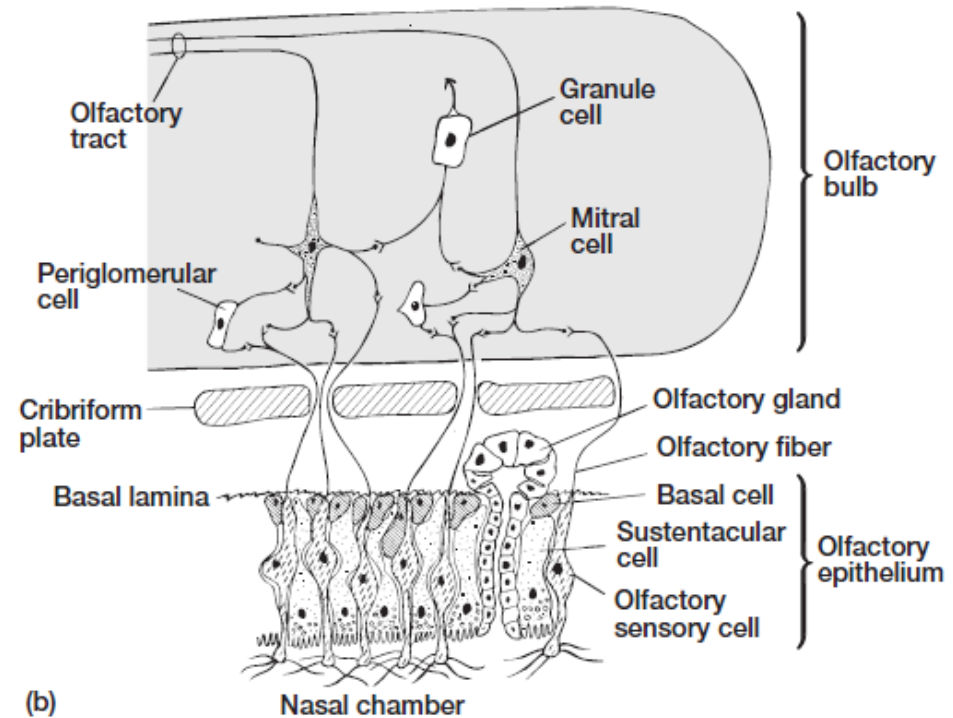


## 4. Desarrollo de bulbos olfatorios



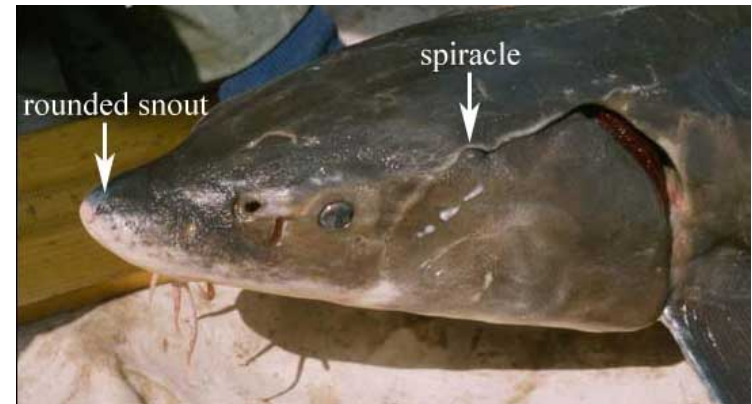
- Narinas con **función ancestral olfatoria**
  - Tetrápodos: **función respiratoria**

- Conducen a dos narinas frontales (en agnatos es única y dorsal)



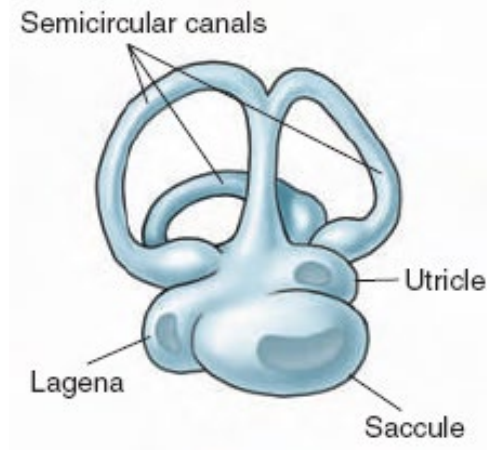
## 5. Espiráculo

- Formado a partir de la hendidura faríngea (hendidura hiomandibular) del primer arco branquial ancestral
- Presente entre los arcos mandibular y hioideo (2º arco ancestral)



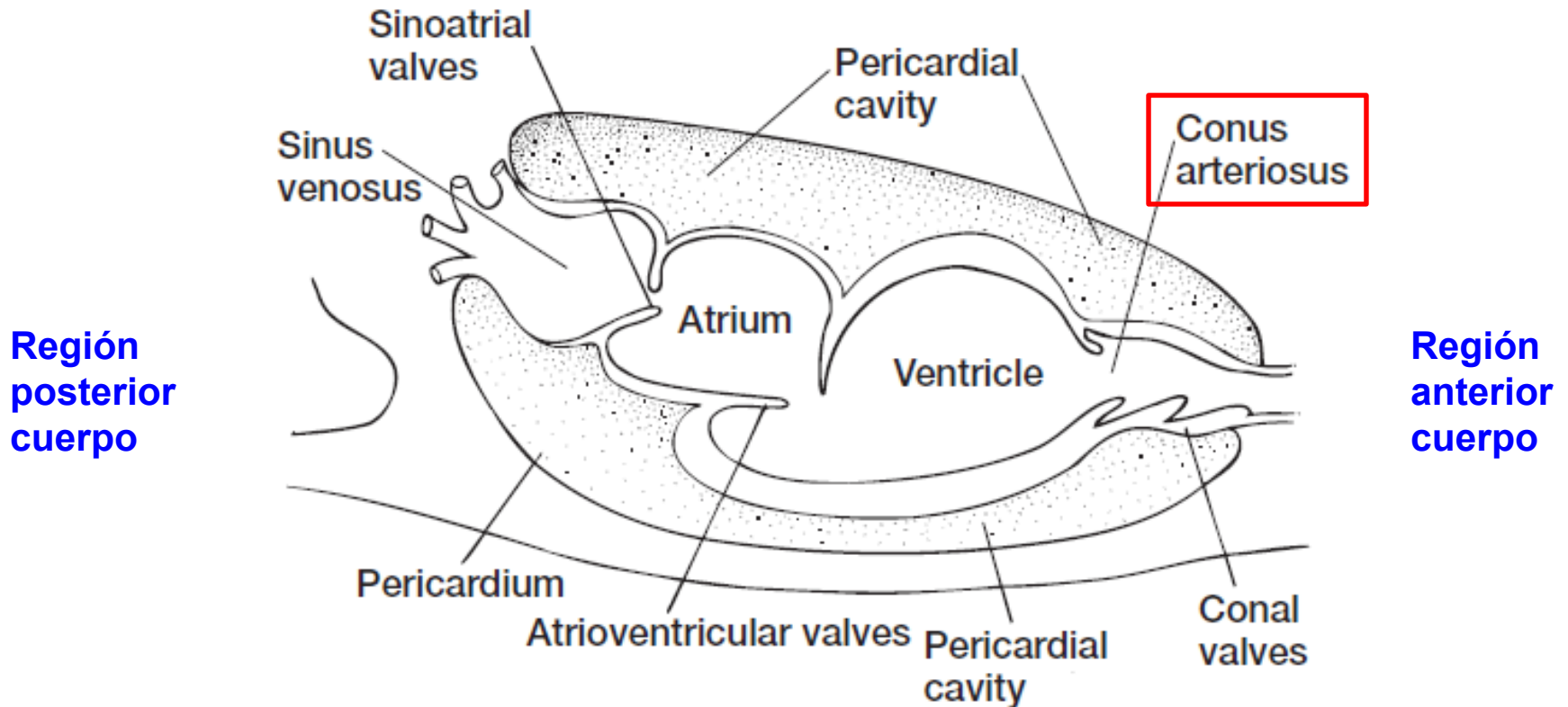
## 6. Tres canales semicirculares

- Oído interno
- Adición de un canal horizontal a los dos verticales presentes en lampreas

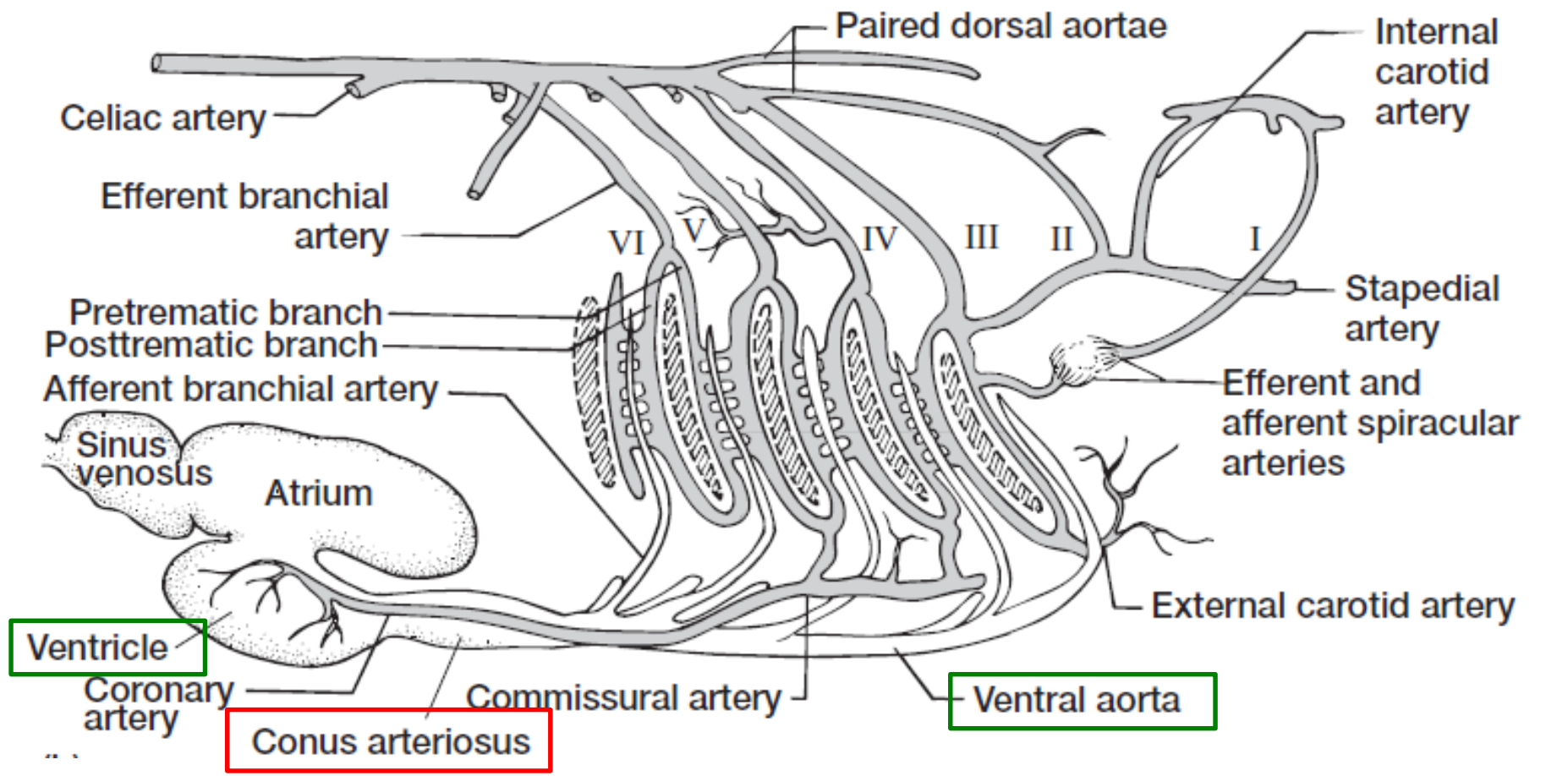


## 7. Cono arterioso

- Sector adicionado entre el ventrículo y la aorta ventral
- Reservorio elástico
  - Reducir la presión de bombeo del ventrículo



# Cuerpo de un pez: posición del corazón respecto al cuerpo en la región anterior del cuerpo



Región posterior cuerpo

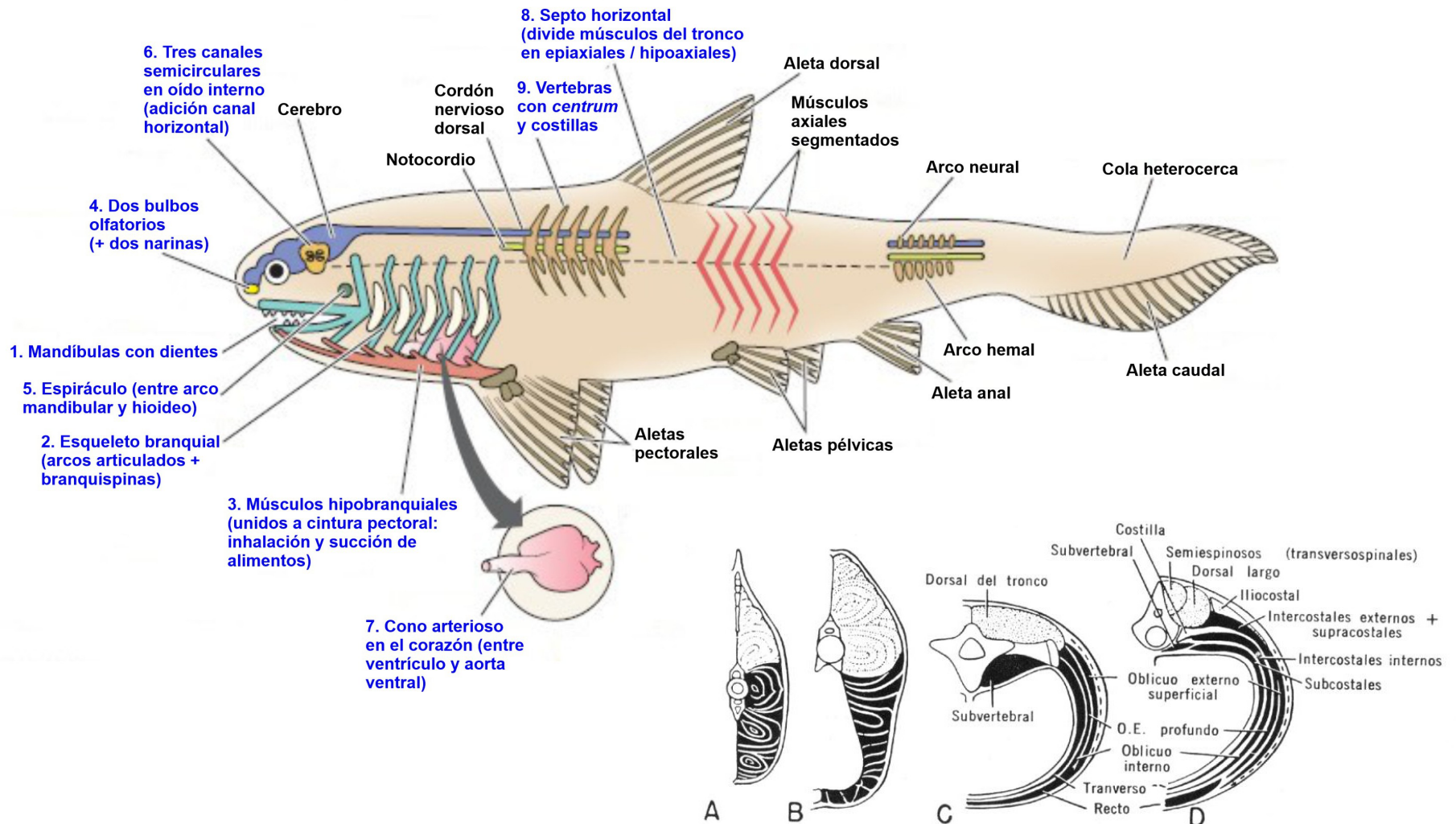
(Entre ventrículo y aorta ventral)

Región anterior cuerpo



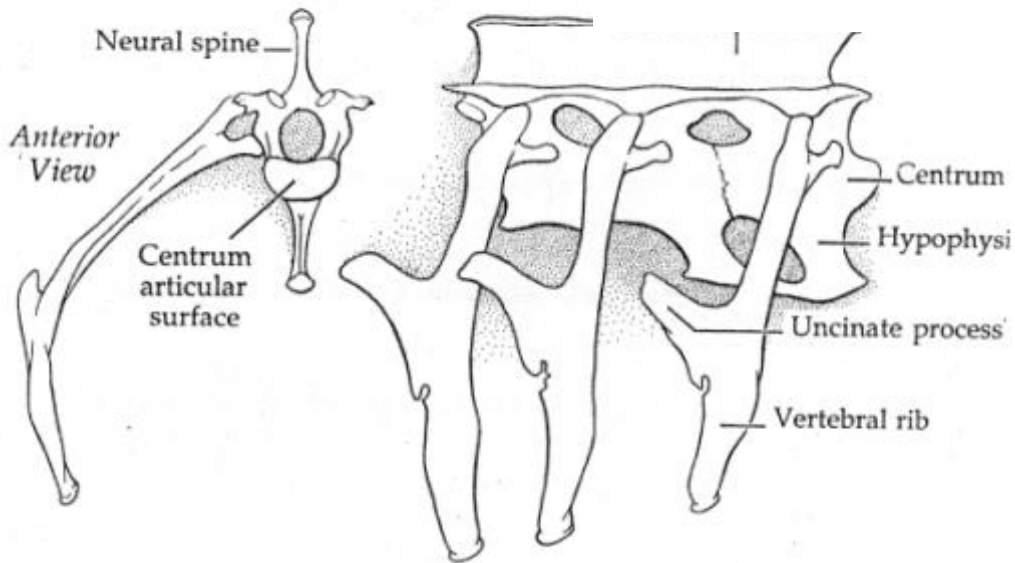
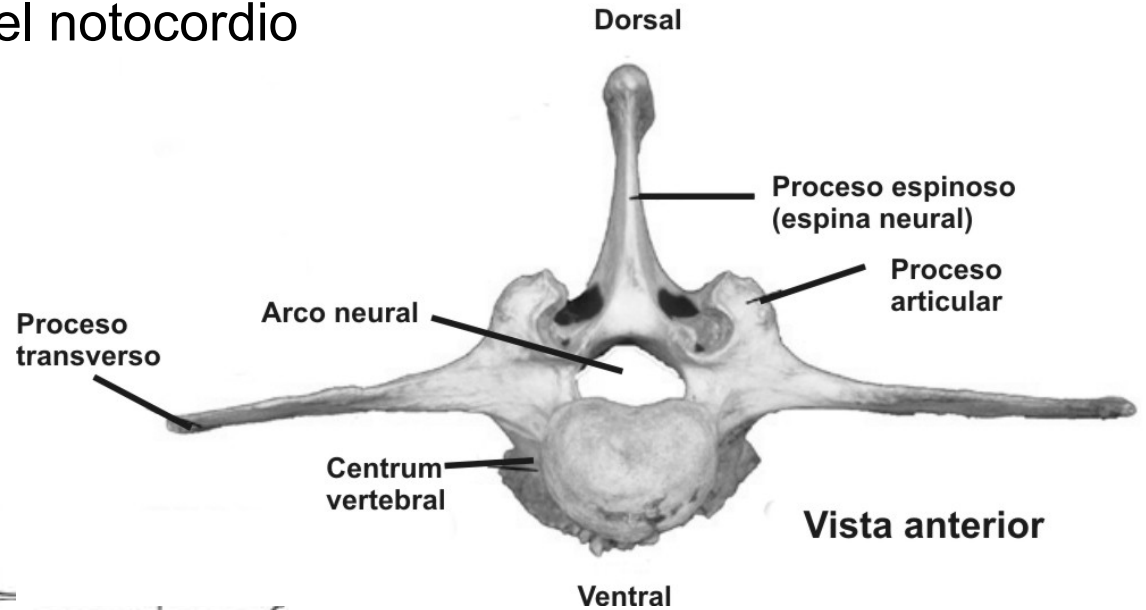
# 8. Septo horizontal

- Tejido conectivo que divide los músculos troncales en regiones epiaxial (dorsal) e hipoaxial (ventral)



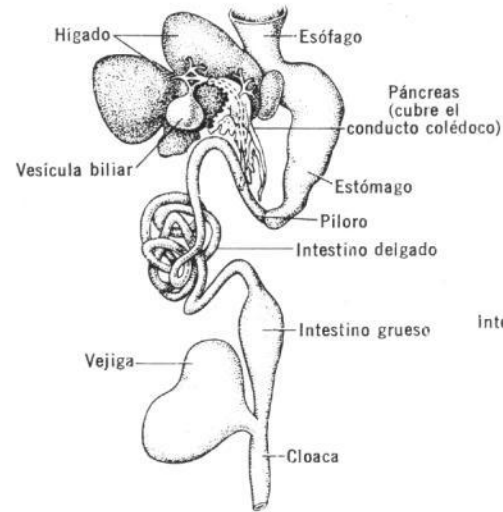
## 9. Vertebrae with centrum

- Osificación alrededor del notocordio
- Arcos neural y hemal
- Costillas

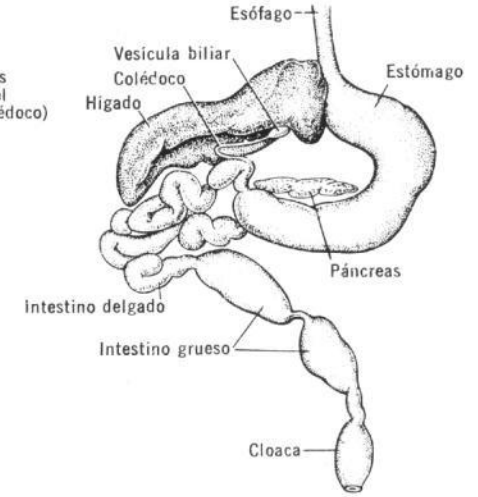


# 10. Estomago verdadero

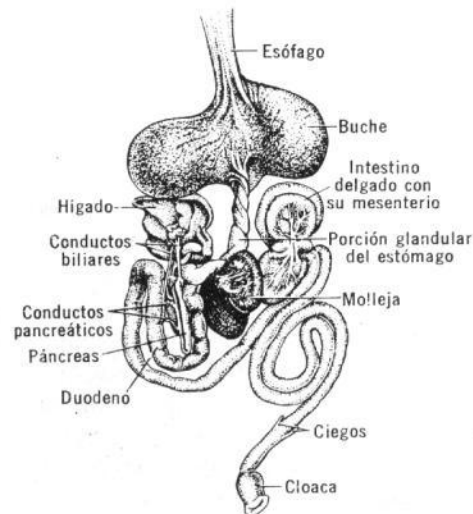
- Necesario para digestión de alimentos complejos



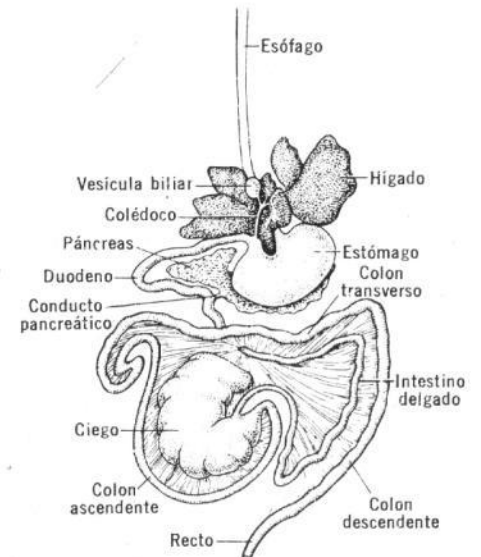
A, Rana



B, Phrynosoma



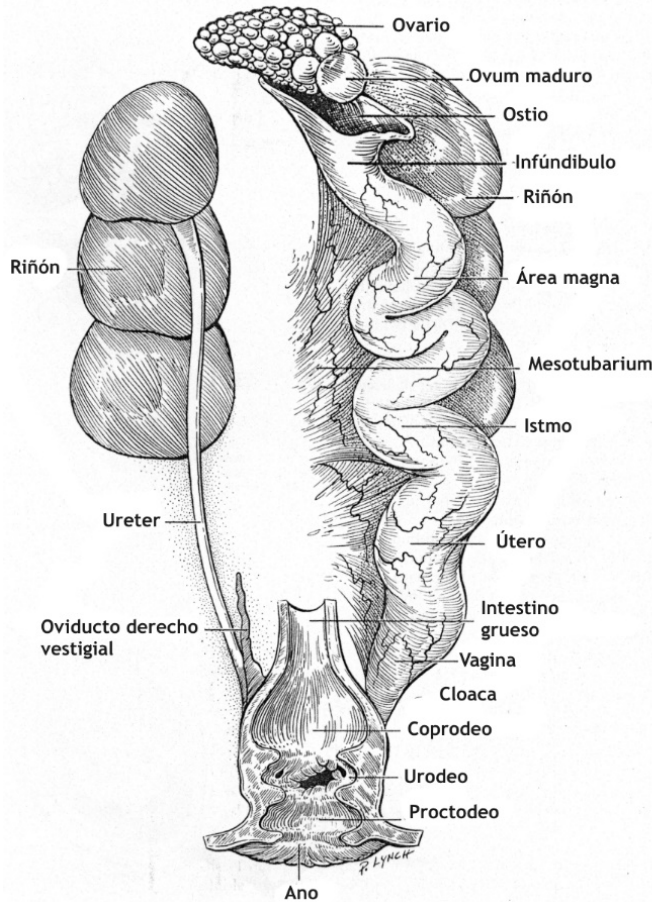
C, Columba



D, Cavia

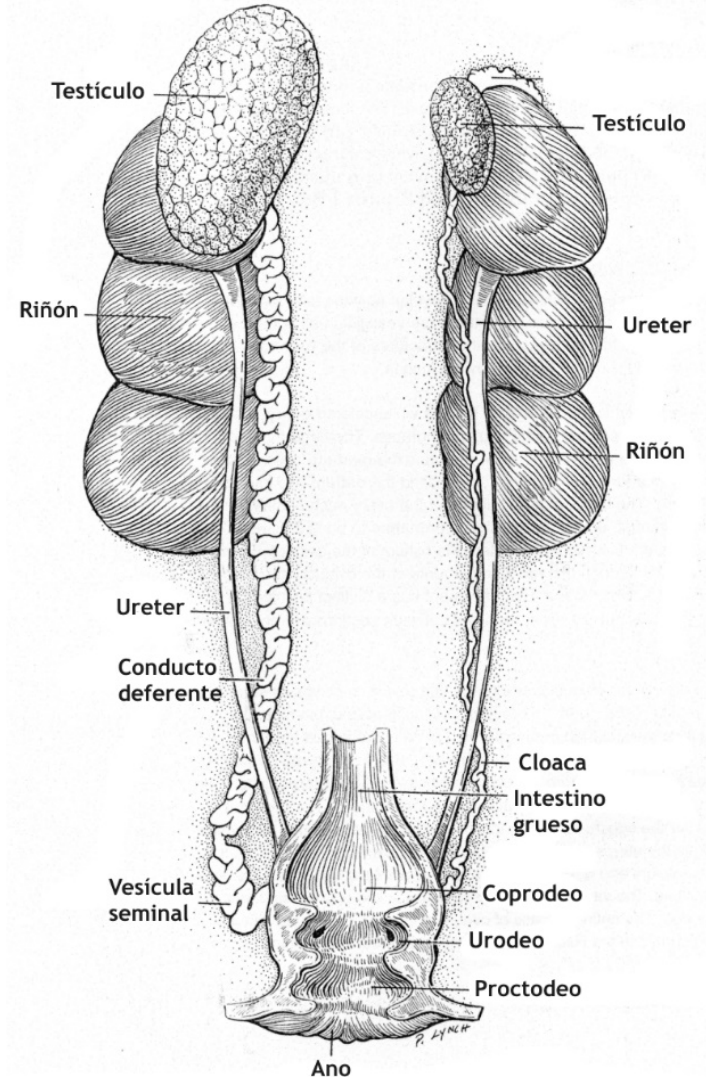
# 11. Gónadas con ductos especializados

- Ductos desembocan en la cloaca
- Espermiductos + testículos
- Oviductos + ovarios

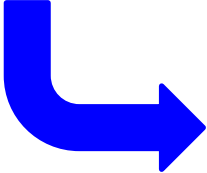


1. ESTADO REPRODUCTIVO

2. ESTADO NO-REPRODUCTIVO



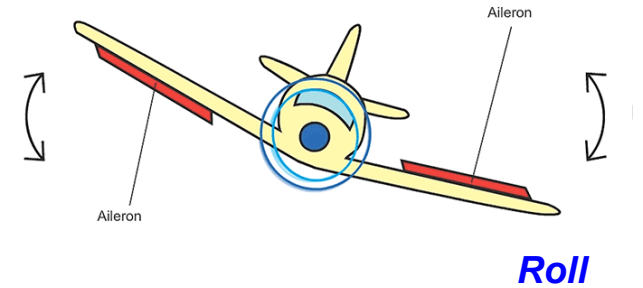
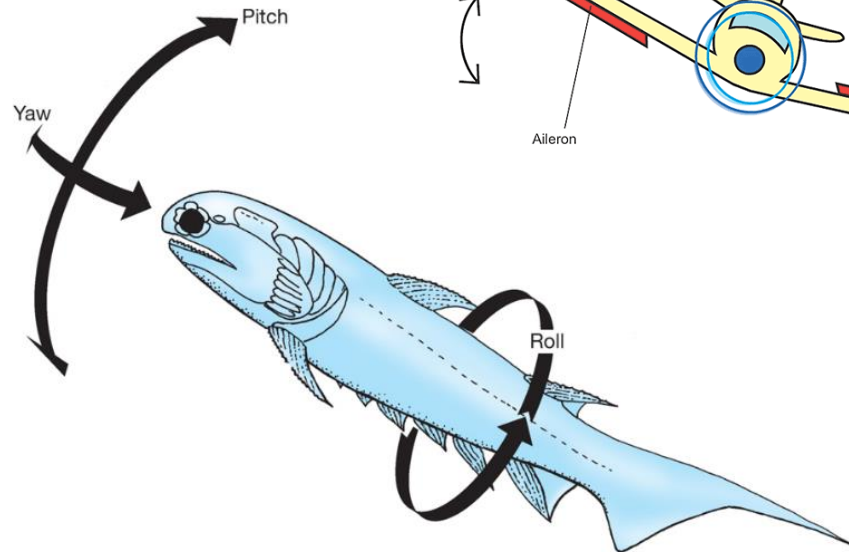
# Origen de las aletas

- Mayor actividad: mejoramiento de la respiración
  - Selección natural condujo al desarrollo de estructuras para locomoción en un medio tridimensional
    - Aletas pareadas
    - Ejercen presión sobre el agua
- 
- Agua: fluido no comprimible
    - Presión aplicada por aleta en dirección contra el agua produce empuje en dirección opuesta
- Aletas hacen ajustes de la posición del cuerpo
    - Importante en peces activos y depredadores

# Control del movimiento

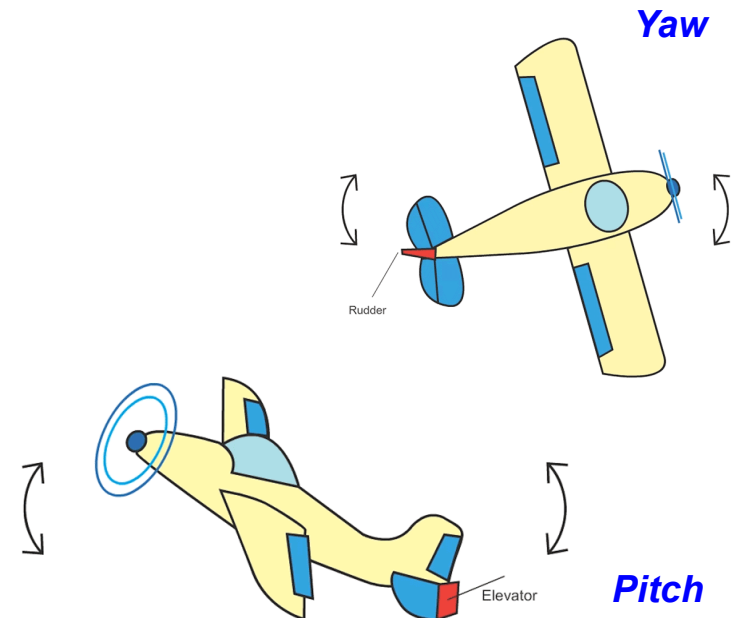
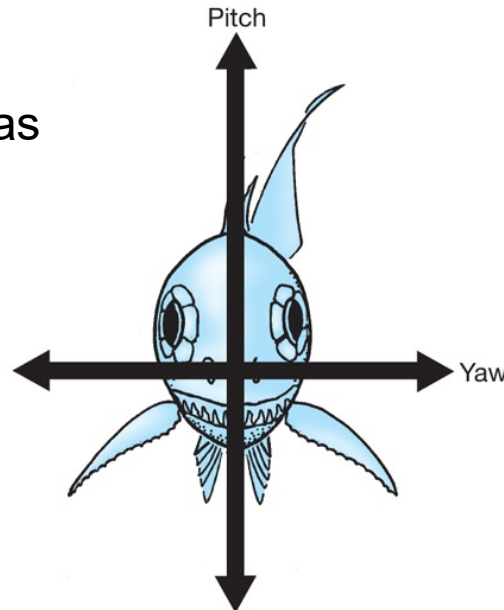
## ■ Aletas no-pareadas

- Dorsal y anal
- Control del **roll** (rotación sobre el eje axial)
- Control del **yaw** (movimiento hacia derecha/izquierda)



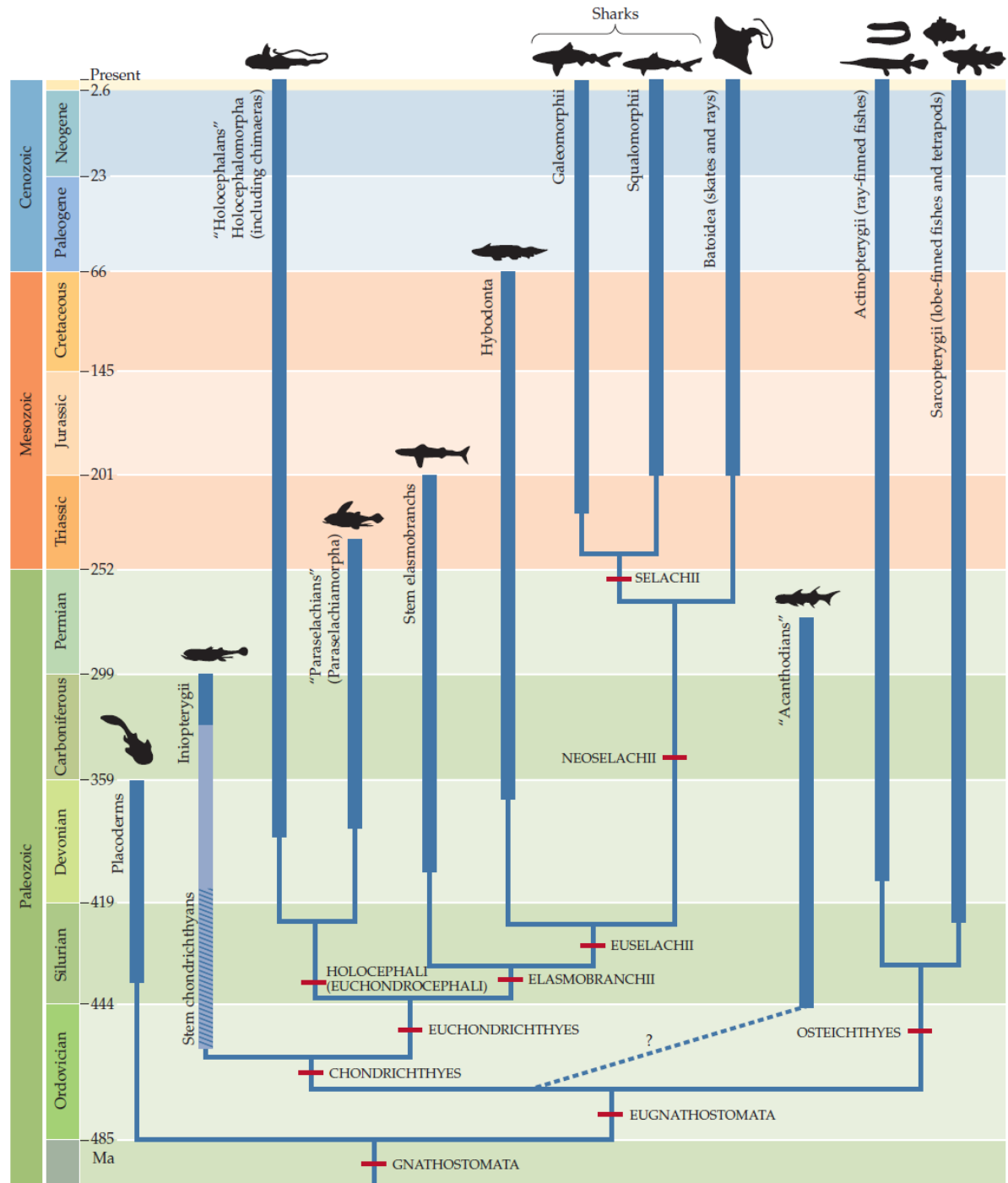
## ■ Aletas pareadas

- Pectorales y pélvicas
- Control del **pitch** (rotación hacia arriba/abajo)



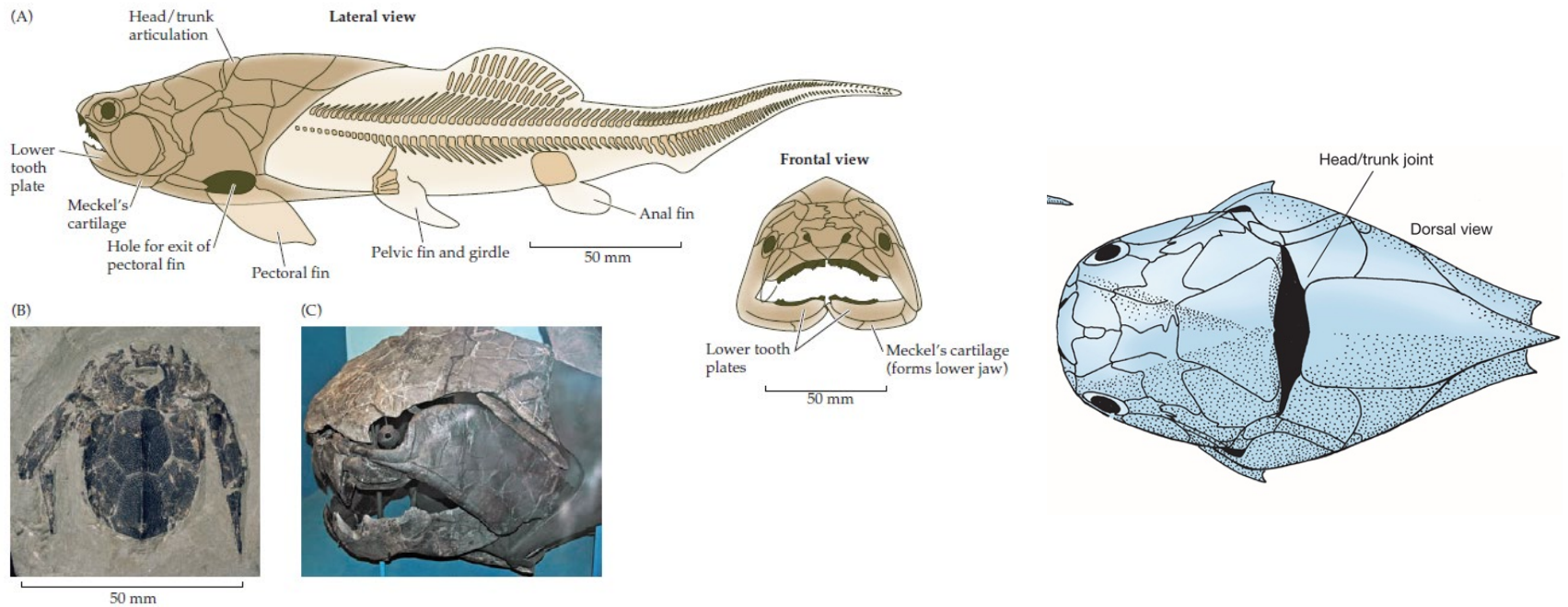
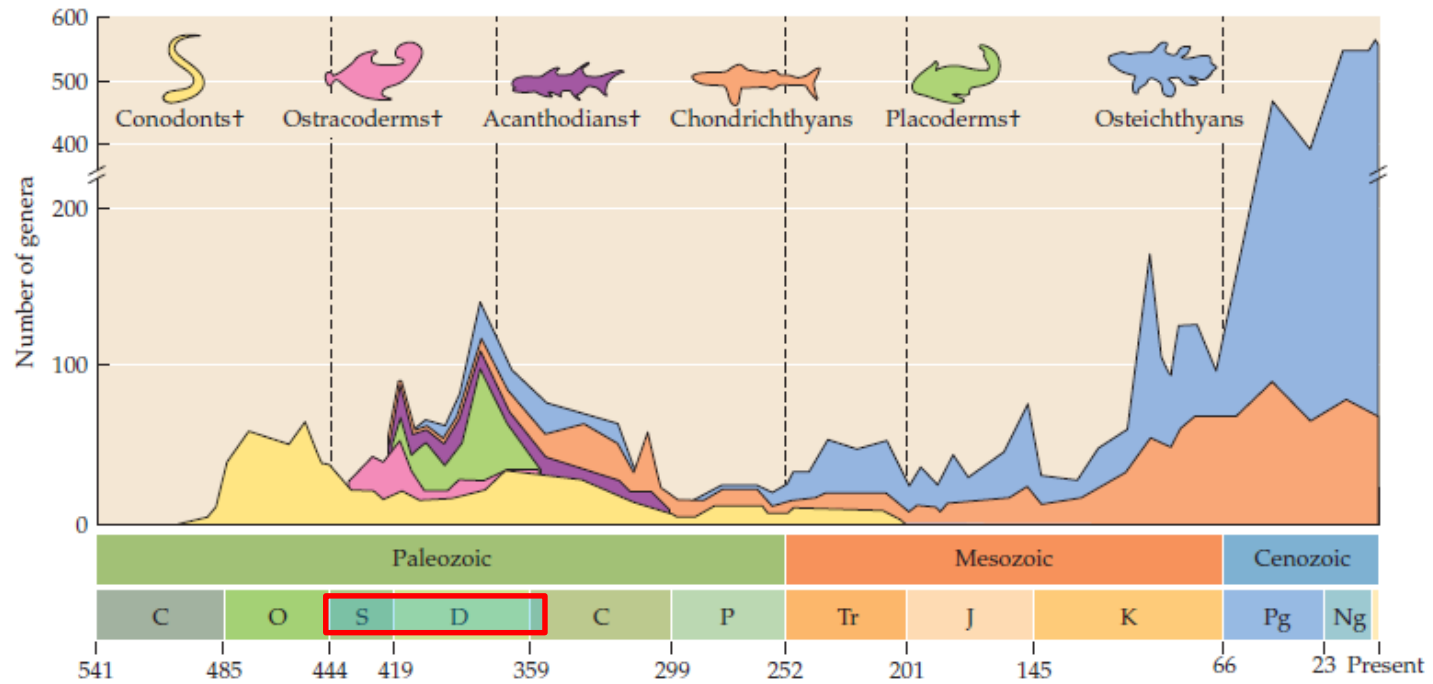
# Peces paleozoicos extintos

- Placodermi
  - Silúrico (hace 438 m.a.)
  
- Acanthodii
  - Ordovícico (hace 460 m.a.)



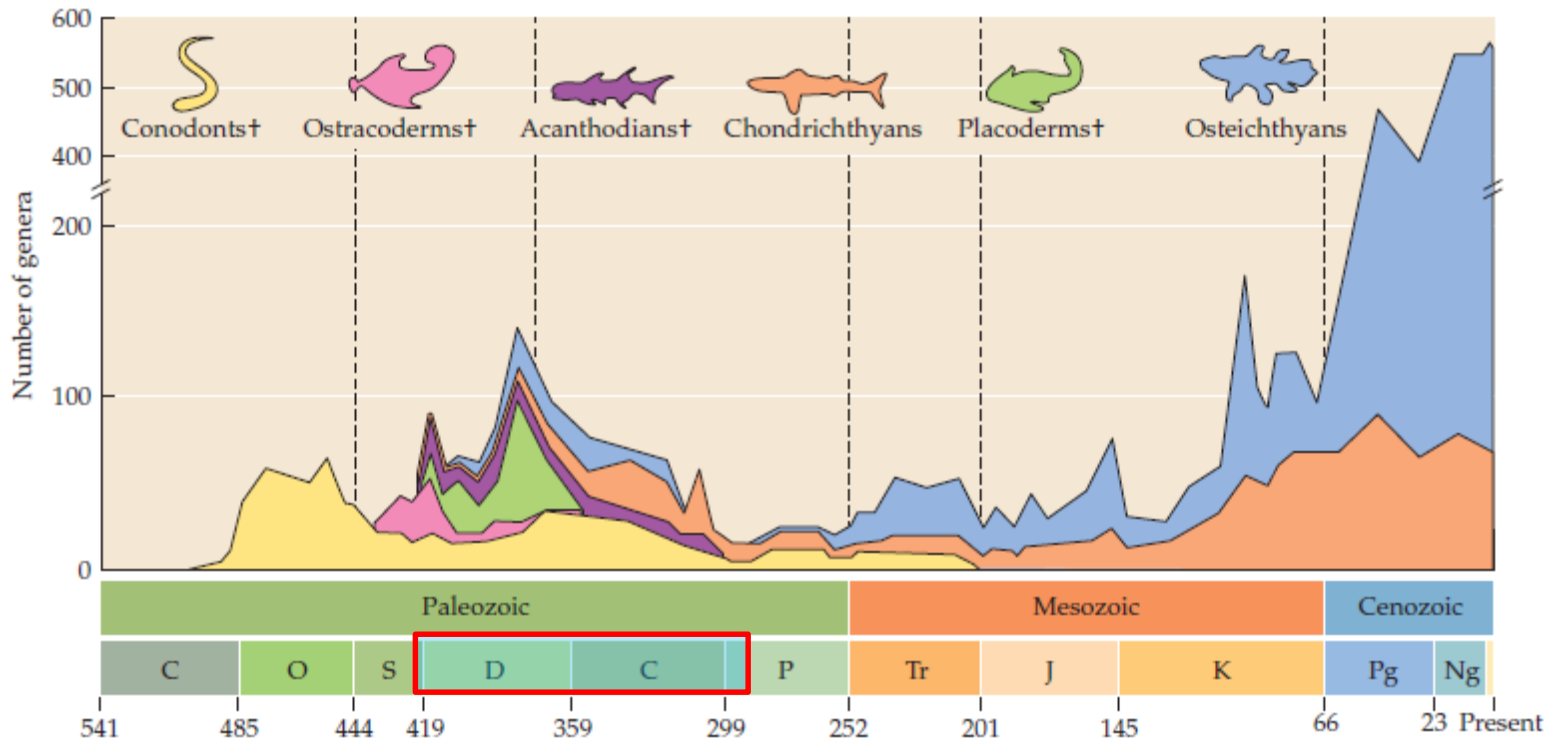
Pough, F.H. & Janis, C.M. 2019. Vertebrate life. Tenth edition. Oxford University Press, New Jersey. 552 pp.

# Peces Placodermi

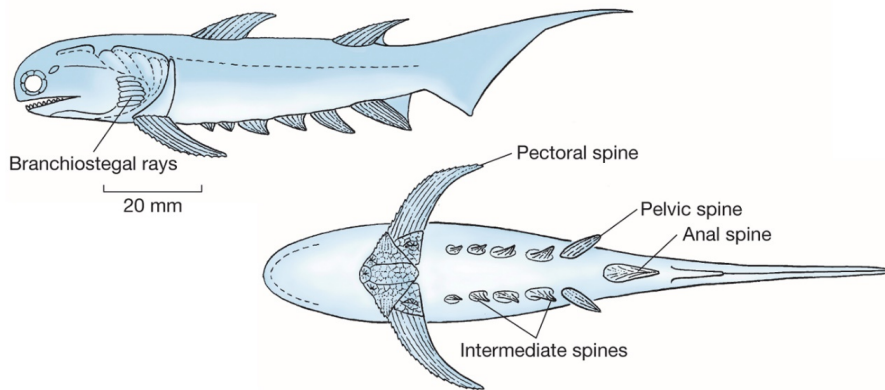




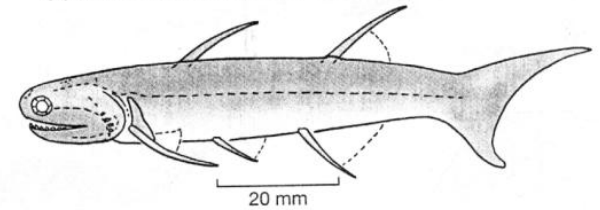
# Peces Acanthodii



(d) The Early Devonian *Climatius*, a generalized acanthodian



(b) *Ischnacanthus*, an Early Devonian predacious form



(c) *Acanthodes*, a Permian filter-feeding form

