



ETOVET

ANATOMIA E FISIOLOGIA DEGLI ANIMALI UTILIZZATI A FINI SPERIMENTALI (PESCI E ANFIBI)

ANGELO GAZZANO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE VETERINARIE

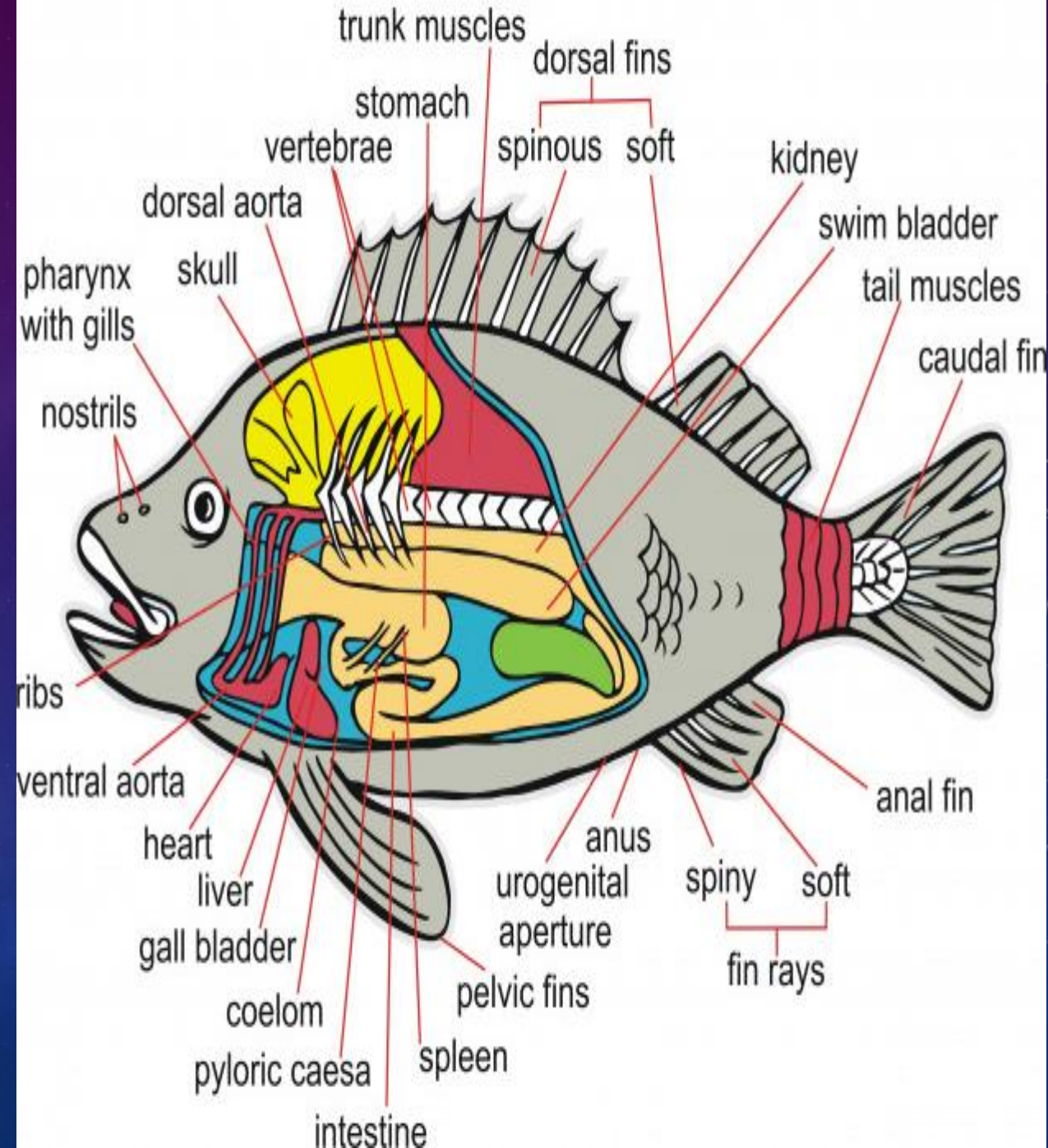
UNIVERSITÀ DI PISA

Anatomia dei pesci

I pesci sono animali acquatici a sangue freddo, dotati di colonna vertebrale, branchie e pinne.

Le specie conosciute sono quasi 28.000, circa la metà di tutte le specie di vertebrati.

Il più piccolo vertebrato conosciuto è il *Paedocypris progenetica* lungo circa 10 mm, scoperto nel 2006 a Singapore.



Anatomia dei pesci

I pesci sono classificati in tre Classi:

Agnati: pesci privi di mascelle, come missine e lamprede;

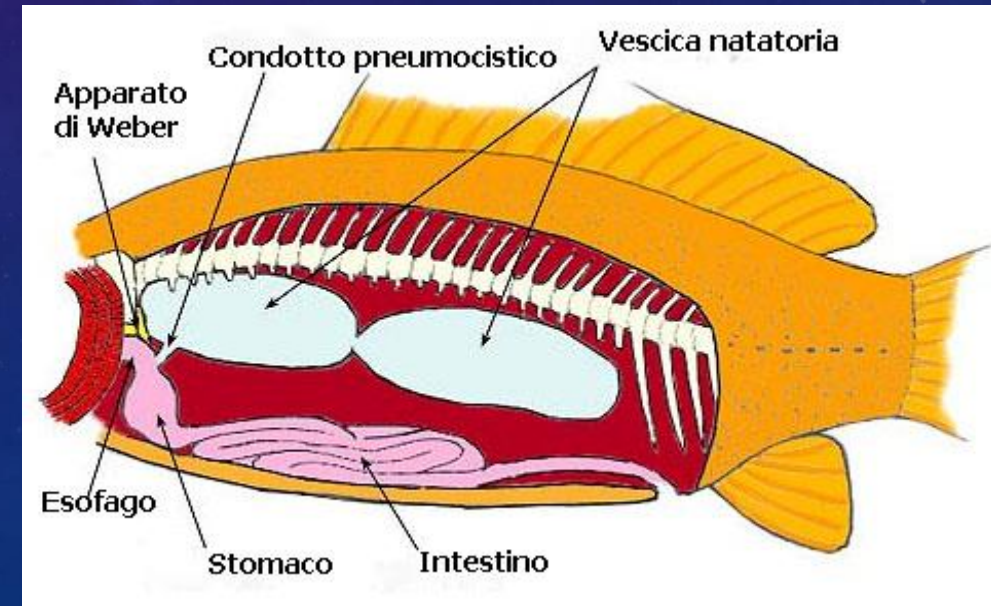
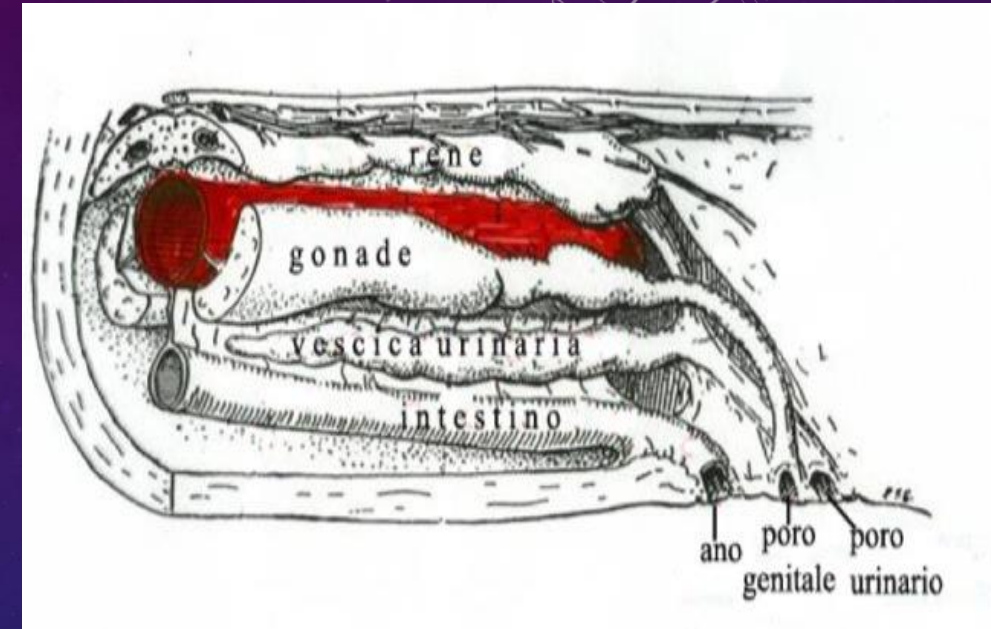
Condroitti o pesci cartilaginei, il cui scheletro è fatto di cartilagine, come squali e razze;

Osteitti o pesci ossei, dotati di scheletro osseo che si forma per ossificazione dello scheletro cartilagineo embrionale. Rappresentano la stragrande maggioranza delle specie ittiche.



La vescica natatoria

- Molti pesci possiedono una vescica natatoria, una struttura interna piena di gas che facilita il galleggiamento.
- È situata ventralmente al rene e può essere più o meno estesa nella cavità addominale e talora estendersi nella muscolatura della coda.
- In alcuni pesci la vescica natatoria presenta un dotto pneumatico il cui sbocco è situato dorsalmente sulla parete dell'esofago (teleostei) o dello stomaco (storione).
- La parete della regione anteriore si specializza per la produzione di gas mentre la parete della regione posteriore si specializza per l'assorbimento del gas.



La vescica natatoria

La vescica natatoria può andare incontro a infezioni batteriche oppure presentare problemi di funzionamento dovuti alla presenza eccessiva di feci, cibo o aria nell'intestino che esercitano una compressione su di essa.

I sintomi di malfunzionamento della vescica natatoria sono:

- difficoltà nel nuoto
- difficoltà nel mantenere la posizione naturale
- mancanza di appetito
- galleggiamento o stazionamento sul fondo
- rigonfiamento addominale



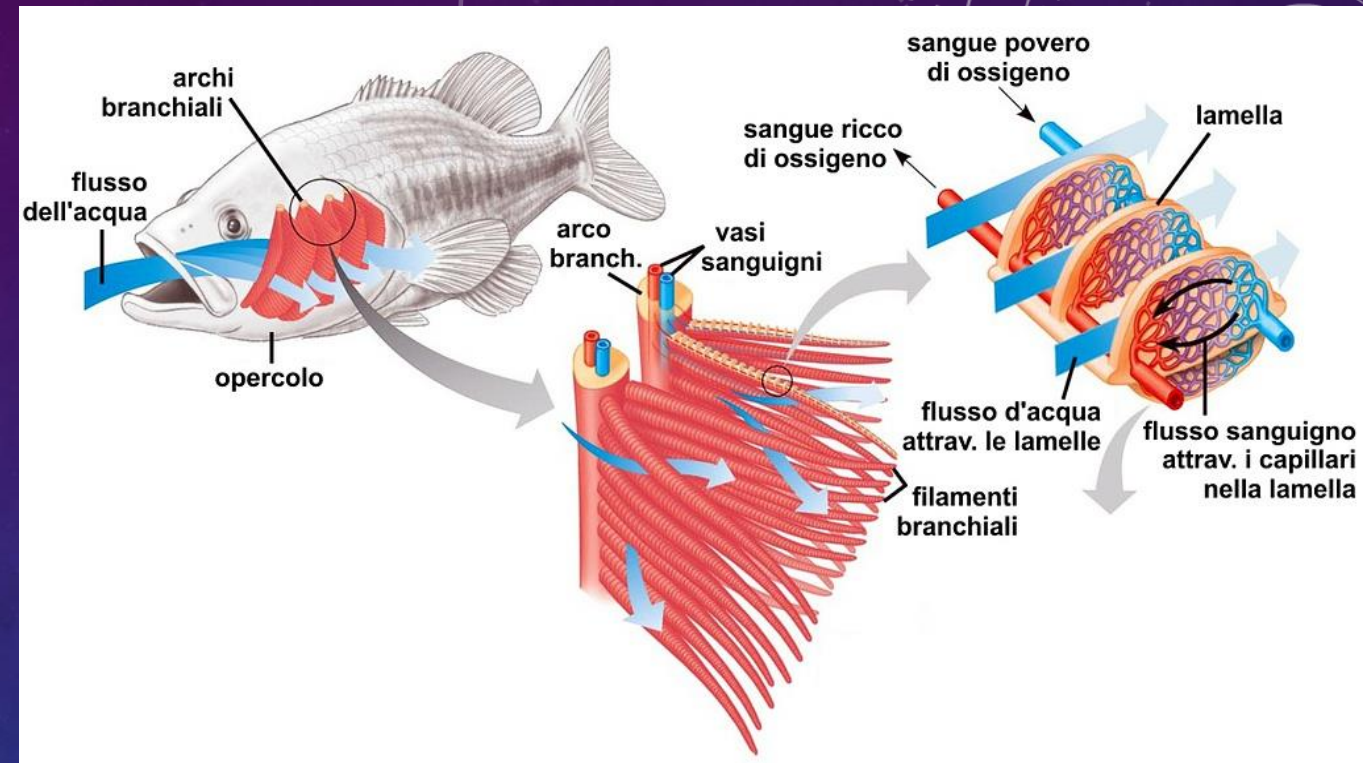
La respirazione dei pesci

I pesci ricavano l'ossigeno dall'acqua attraverso le branchie, strutture pari poste ai lati della faringe.

Le branchie sono organi vascolarizzati, molto efficienti nell'estrarre l'ossigeno dall'acqua.

L'acqua entra dalla bocca, passa nel faringe e viene pompata attraverso le branchie, nei cui capillari avviene lo scambio gassoso.

Le branchie sono organizzate intorno agli archi branchiali, strutture rigide che forniscono sostegno e protezione, oltre a contenere i vasi sanguigni dove scorre il sangue che va e viene dai filamenti branchiali.



Le branchie si differenziano in due principali tipi:

Branchie settate dei pesci condroitti (cartilaginei)

Branchie opercolate dei pesci osteitti (ossei).

Le branchie dei pesci

- **Branchia settata:** gli archi branchiali sono allungati e raggiungono la superficie dell'animale. La divisione in setti li rende visibili all'esterno come fessure.

La parte interna degli archi branchiali presenta delle spine, che fungono da “filtri” per eventuali particelle/impurità contenute nell'acqua, in quanto potrebbero danneggiare i delicatissimo filamenti branchiali.

Le branchie vere e proprie si inseriscono sulla faccia interna (anteriore e posteriore) di ogni singolo setto.

Il flusso d'acqua attraverso le branchie avviene secondo due modalità:

1. aspirazione attraverso la bocca
2. propulsione in avanti (squalo)



Le branchie dei pesci

Aspirazione attraverso la bocca.

Questo tipo di respirazione viene detta "a pompa". Quando il pesce inghiotte l'acqua, le lamelle branchiali aderiscono al corpo, chiudendosi. Non appena la bocca viene chiusa, la faringe si espande, risucchiandola, quindi l'acqua così compressa viene costretta a uscire velocemente attraverso le branchie, che si aprono.

Propulsione in avanti.

Il movimento continuo serve per alimentare una circolazione ininterrotta di acqua attraverso le branchie. Molti squali sono costretti a questo moto perpetuo, per poter soddisfare il loro fabbisogno di ossigeno



Le branchie dei pesci

- **Branchia opercolata:** grazie all'opercolo (organo mobile, osseo o cartilagineo, che funge da coperchio protettivo per la branchia) non vi è più la divisione esterna in setti.

Il movimento di apertura-chiusura dell'opercolo, lavorando in sincronia con quello della bocca, instaura un flusso d'acqua all'interno delle branchie anche quando l'animale è totalmente fermo.

Il tipico e frequente “boccheggiare” dei pesci osteitti deriva proprio da tale meccanismo.

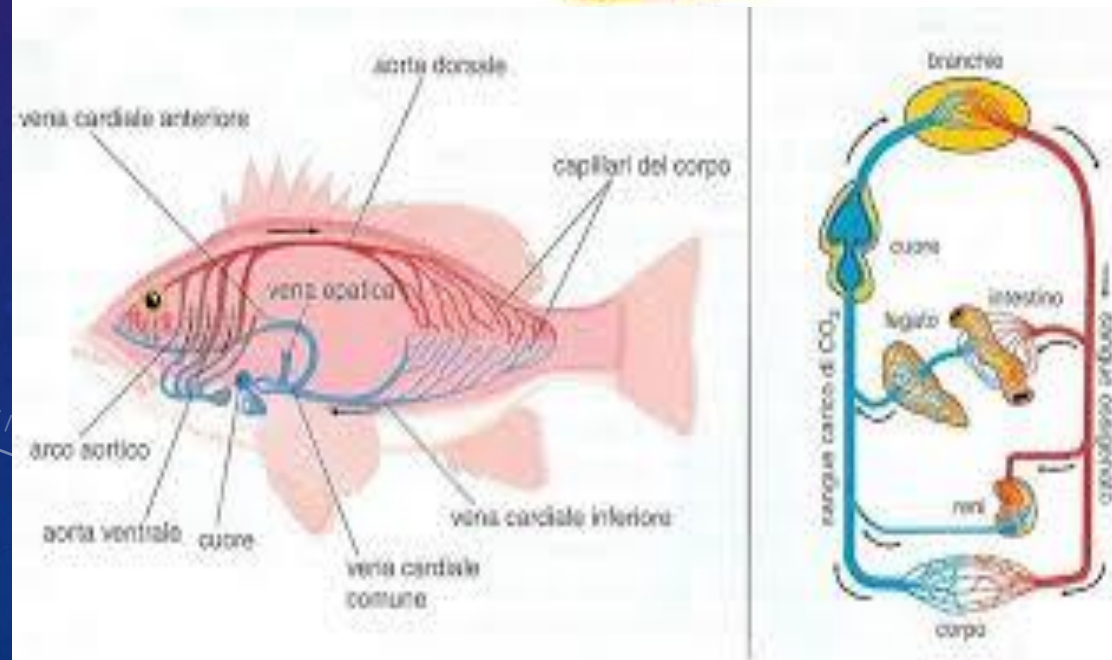
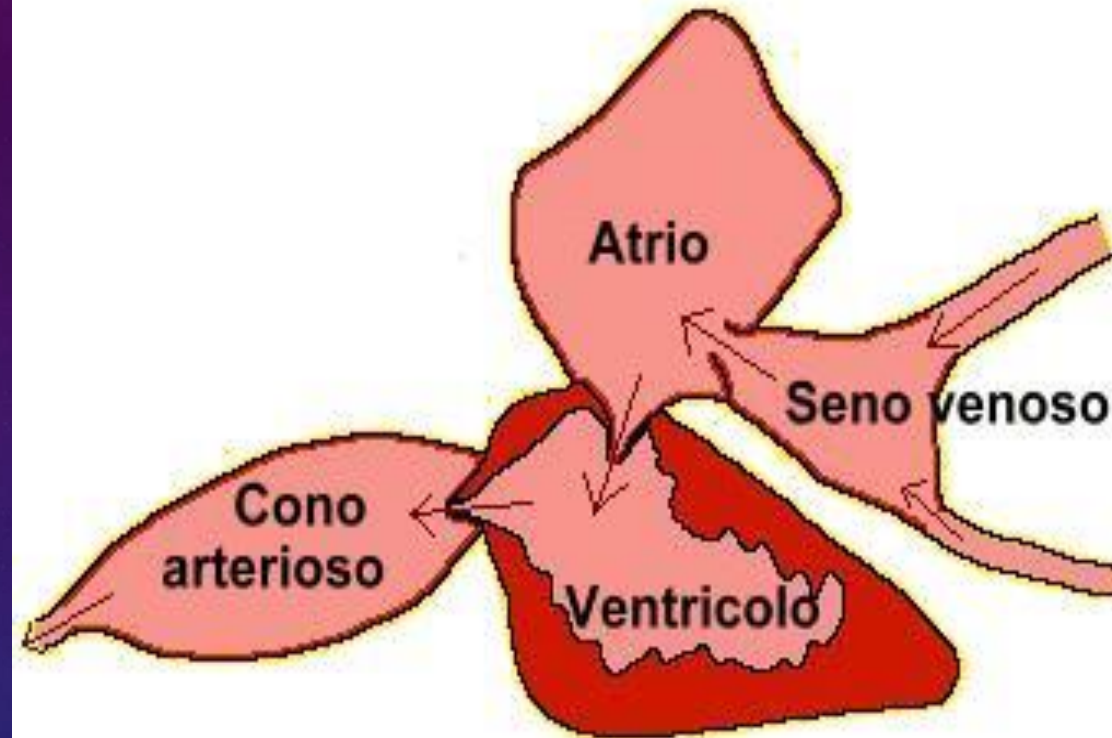


La circolazione sanguigna dei pesci

La circolazione nei Pesci è di tipo semplice: il sangue venoso arriva al cuore, da questo viene pompato alle branchie (per gli scambi gassosi) e distribuito (senza passare nuovamente per il cuore) a tutti i distretti del corpo.

Il cuore comprende quattro camere, che però sono in sequenza e non appaiate come nei mammiferi: seno venoso, atrio, ventricolo, cono arterioso.

Il seno venoso raccoglie il sangue deossigenato che proviene dal corpo attraverso le vene epatica e cardinale.

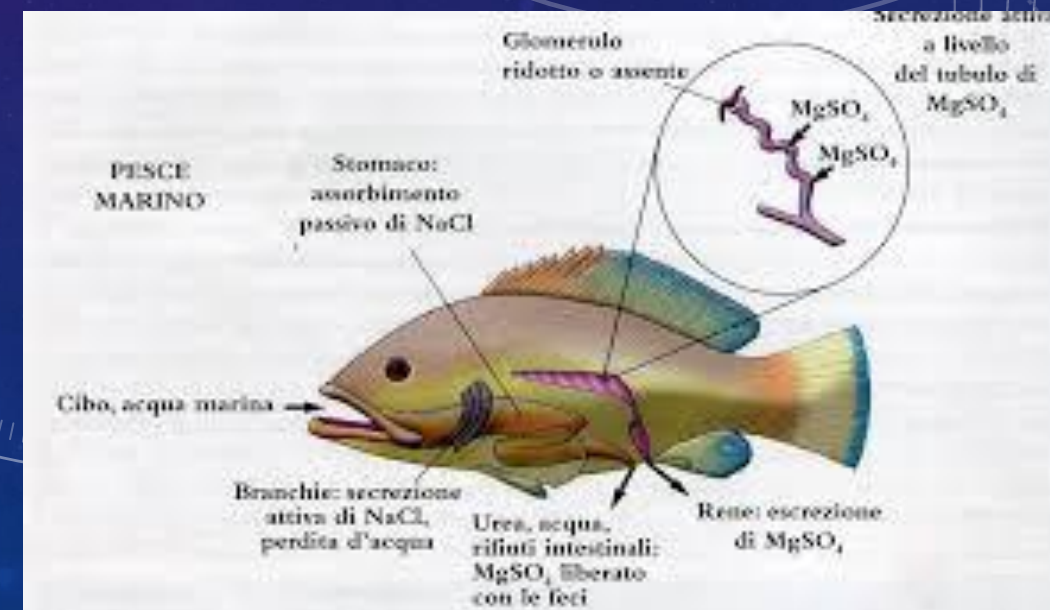
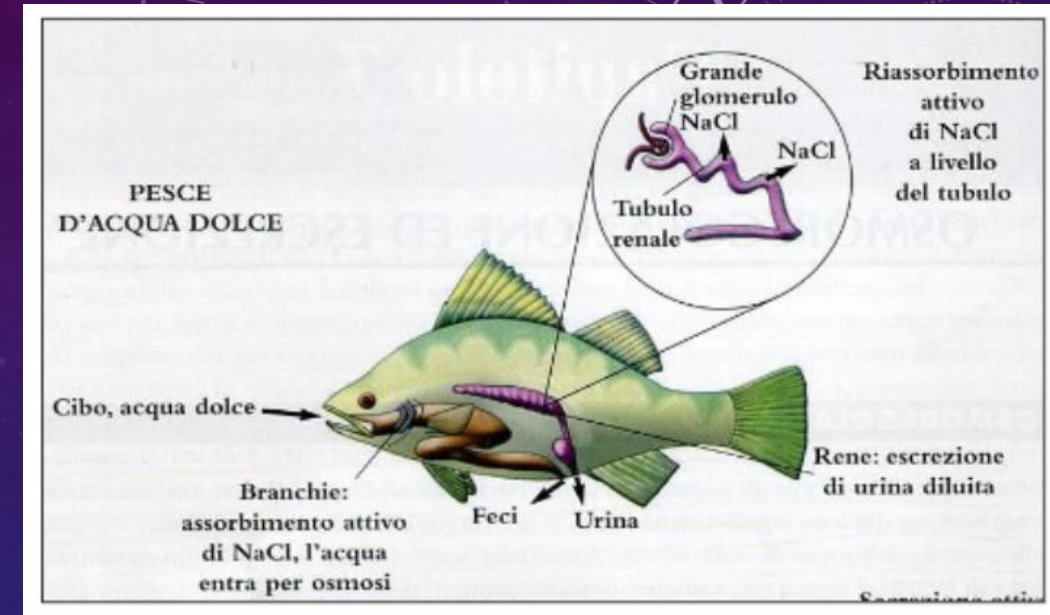


Apparato escretore dei pesci

Il principale prodotto terminale del metabolismo proteico dei pesci è l'ammoniaca, che per l'80-90% è eliminata nell'acqua attraverso le branchie. Il resto viene convertito in urea e filtrato dai reni.

I pesci d'acqua dolce vivono in un ambiente che contiene meno sali del loro organismo e per diffusione l'acqua tende ad entrare nelle cellule. In questi pesci l'acqua in eccesso nel corpo viene eliminata attraverso i reni che producono un'urina molto diluita.

I pesci marini vivono in un ambiente in cui la concentrazione di sali è maggiore di quella del loro corpo; ciò porta a perdere acqua per diffusione dalle cellule all'acqua marina. Questi pesci quindi bevono costantemente per rimpiazzare l'acqua persa e producono poca urina.





LA RIPRODUZIONE DEI PESCI

- I pesci possono avere diverse modalità di riproduzione.
- Il 97% delle specie sono ovipare, vale a dire che depongono uova che si sviluppano al di fuori del corpo materno.
- Di norma la fecondazione è esterna, vale a dire che maschi e femmine depongono i gameti nell'acqua.
- Alcune specie praticano la fecondazione interna: il maschio depone lo sperma all'interno del corpo della femmina.
- La fecondazione interna è resa possibile dalla modificazione nel maschio della pinna anale in organo copulatore (gonopodio).

La riproduzione dei pesci

La maggior parte delle specie di pesci presenta sessi separati.

Alcune specie sono ermafrodite ed in alcune è presente l'ermafroditismo sincrono, in cui le gonadi maschili e femminili si sviluppano contemporaneamente e in casi rarissimi è possibile l'autofecondazione.

In altri pesci le gonadi si sviluppano in tempi successivi (ermafroditismo sequenziale) e avviene l'inversione sessuale.

Se il pesce nasce maschio e si trasforma successivamente in femmina, si ha la proterandria, se avviene il contrario si ha la proteroginia (molto più diffusa).



L'orata (*Sparus aurata*) nasce maschio e rimane tale fino ai 2 anni; poi diventa femmina.



Le cernie nascono femmine e, dopo alcuni anni, diventano maschi.

Apparato digerente dei pesci

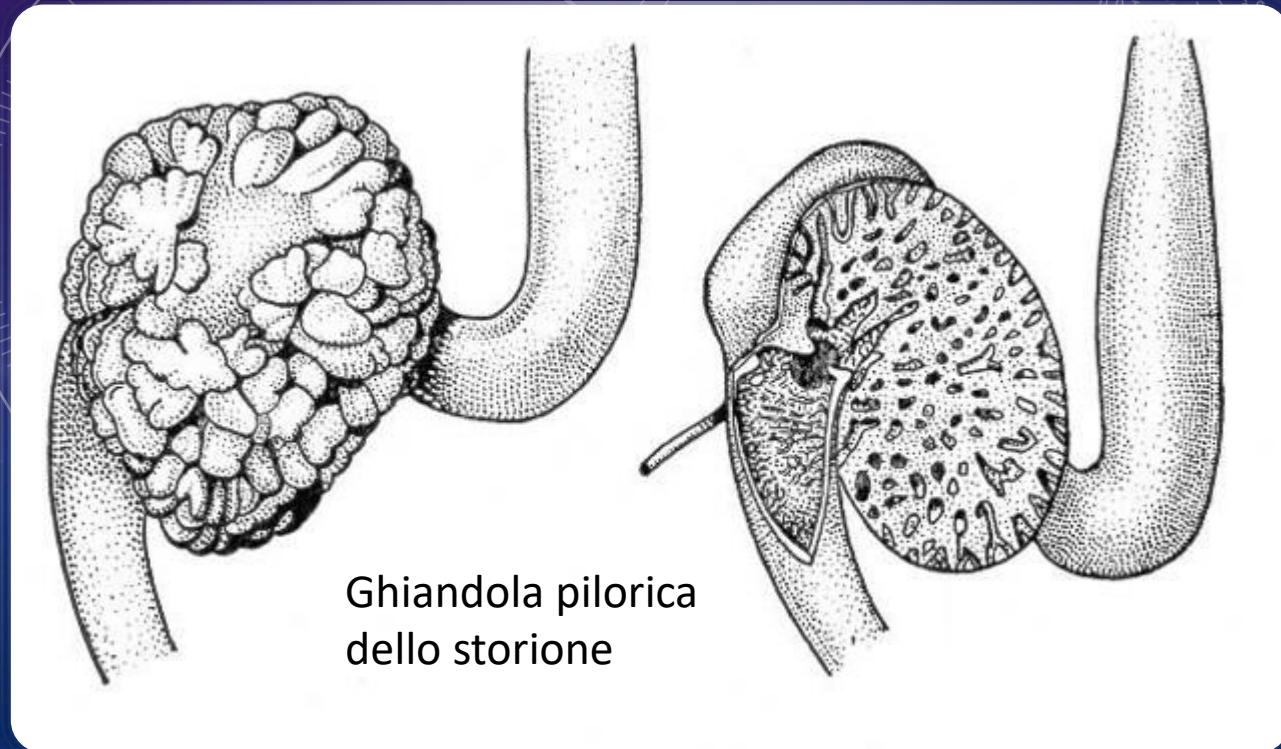
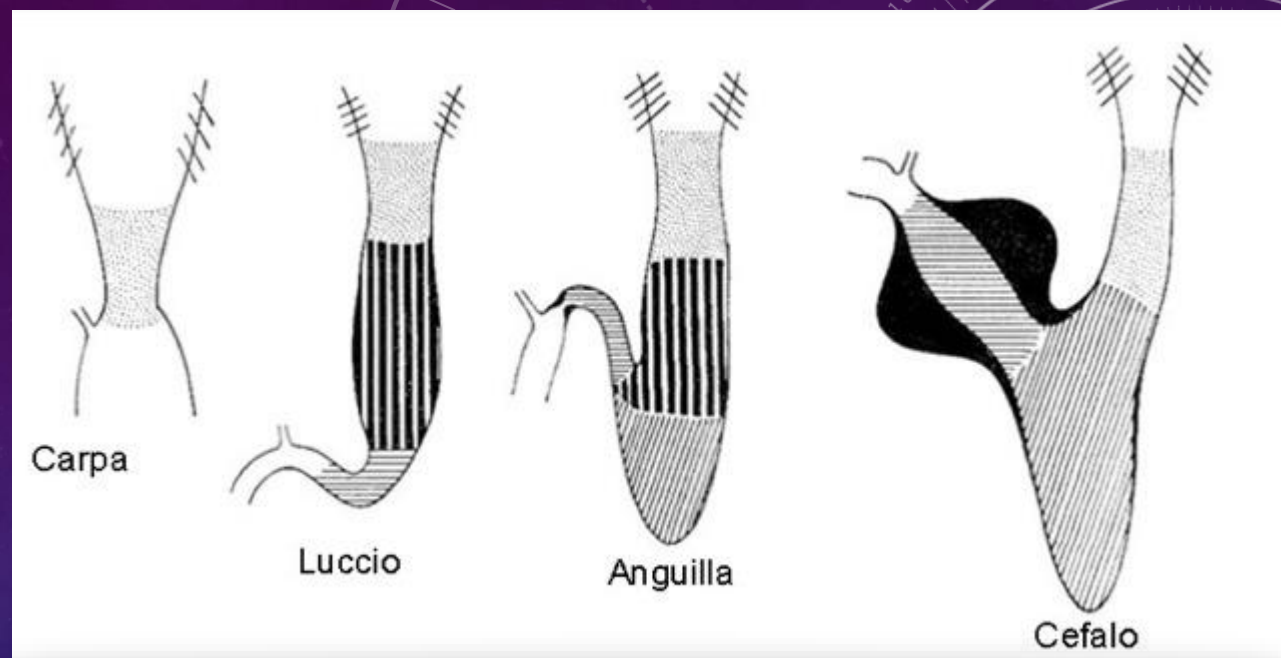
Lo stomaco nei pesci non sempre è presente: manca per esempio nei Ciprinidi (Carpa, Carassius).

Lo stomaco può avere forma varia.

In alcune specie, per esempio nel cefalo, in corrispondenza della regione pilorica vi è un ispessimento notevole della muscolatura (ventriglio).

Il limite tra stomaco ed intestino è rappresentato dalla valvola pilorica.

È formata da un ispessimento a forma di anello della mucosa intestinale, talora con un ispessimento anche della muscolatura liscia a formare uno sfintere in grado di aprirsi e chiudersi).



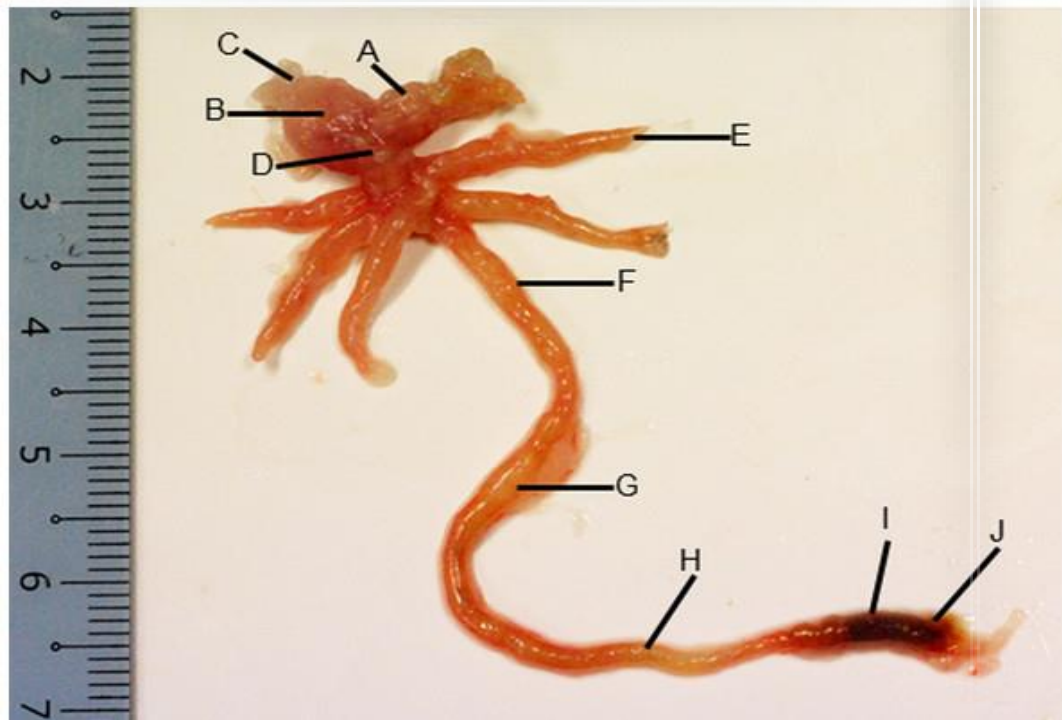
APPARATO DIGERENTE DEI PESCI

I ciechi pilorici sono sacchi a fondo cieco posti tra lo stomaco e l'intestino, presenti in alcune specie.

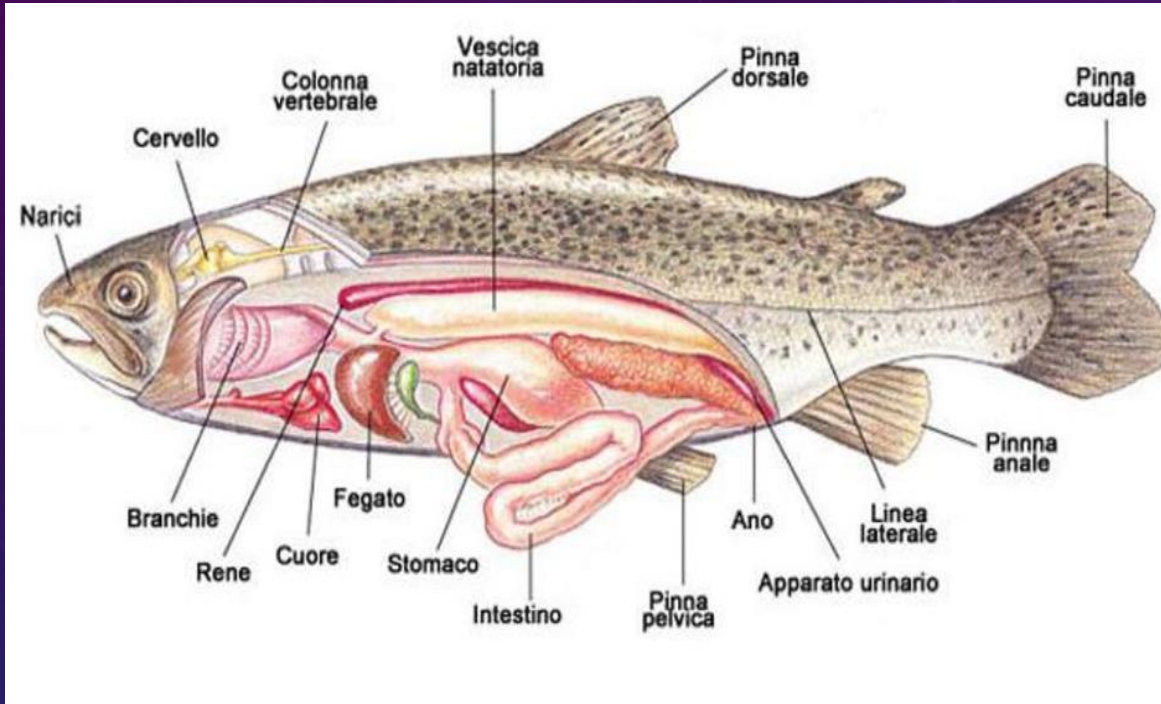
Il loro numero è variabile secondo la specie e va da 1 a 200.

La loro funzione è quella di aumentare la superficie digerente.

Possono essere strutture isolate (tonno) o fuse a formare un'unica struttura (ghiandola pilorica dello storione).



APPARATO DIGERENTE DEI PESCI



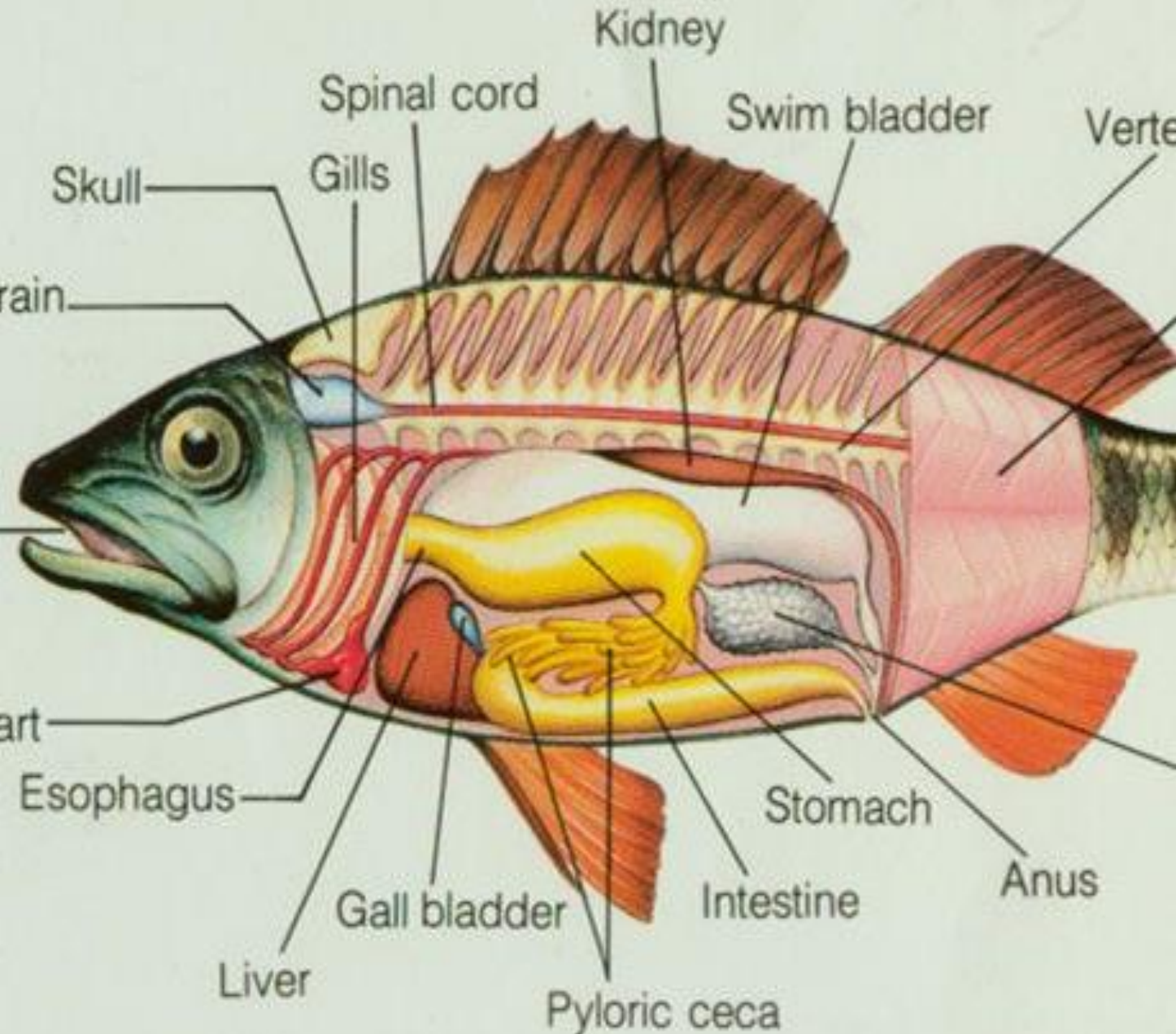
La lunghezza dell'intestino varia con il regime alimentare: come regola generale i pesci carnivori hanno l'intestino più corto e quelli vegetariani più lungo.

Nei pesci che assumono alimenti vegetali parte della digestione è effettuata da batteri e funghi che si alimentano della cellulosa producendo sostanze utili che sono assorbite dall'intestino dei pesci.

Il retto è la parte terminale dell'apparato digerente e raccoglie le feci prima di eliminarle nell'acqua.

Nella maggior parte dei pesci si apre all'esterno attraverso l'ano, un'apertura situata anteriormente a quelle riproduttiva e urinaria.

38. The Internal Anatomy of a Fish



APPARATO DIGERENTE DEI PESCI

Il fegato ha attività emopoietica, poiché il midollo osseo nei pesci non vi è deputato.

Il tessuto emopoietico è disposto intorno ai principali vasi sanguigni del fegato.

Il pancreas secerne nell'intestino enzimi digestivi come tripsina (che digerisce le proteine), amilasi (per la digestione dei carboidrati) e lipasi (che attacca i grassi).

Le specie agastriche non secernono HCl o pepsinogeno per la digestione delle proteine che avviene ad opera degli enzimi pancreatici tripsina e chimotripsina.

Lo zebrafish

Lo zebrafish è un pesce d'acqua dolce originario dell'Asia meridionale (India, Pakistan, Bangladesh, Nepal e Bhutan).

Questo pesce deve il suo nome a 5 strie blu orizzontali e che si estendono fino a tutta la pinna caudale.

Il maschio si distingue dalla femmina per il corpo affusolato e per la presenza di strie dorate intercalate alle blu.



Phylum: Chordata
Classe: Actinopterygii
Ordine: Cypriniformes
Famiglia: Cyprinidae
Sottofamiglia: Danioninae
Genere: Danio
Specie: Danio rerio

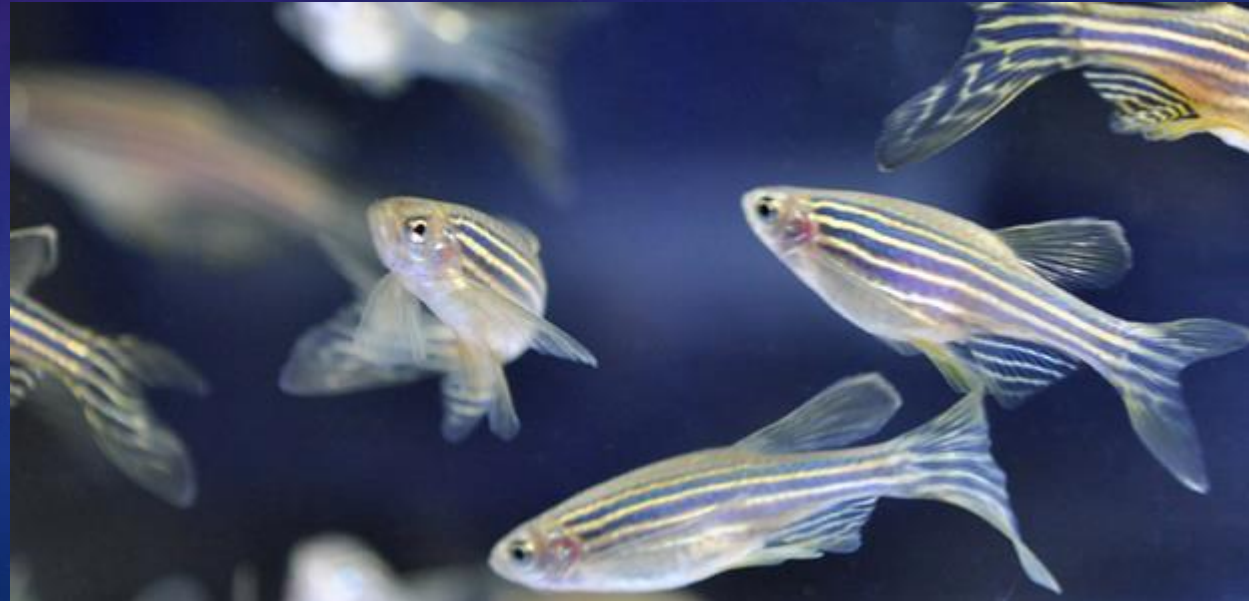
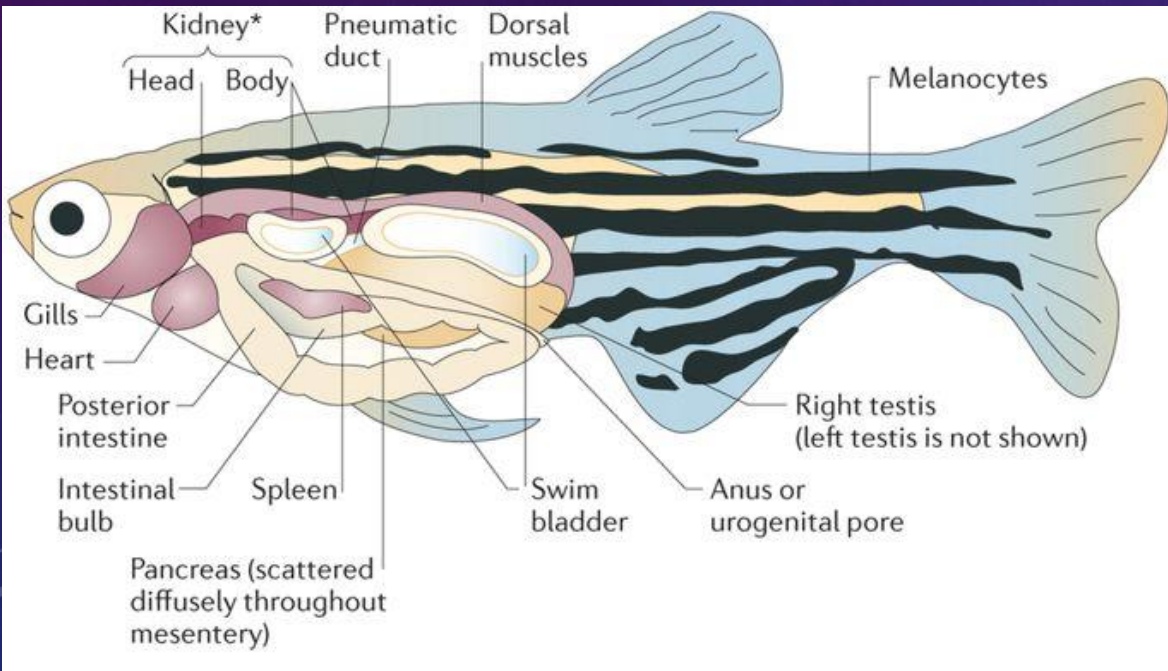


Lo zebrafish

Lo zebrafish può raggiungere 4-5 cm di lunghezza.

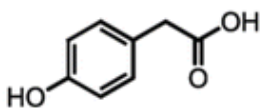
La vita media è di circa 3 anni ma ci sono dati relativi a pesci che hanno vissuto fino a 5 anni.

È un animale che vive in branchi ma può presentare aggressività territoriale e durante la riproduzione. L'animale dominante nuota nella colonna superiore dell'acqua e pattuglia attivamente la vasca.

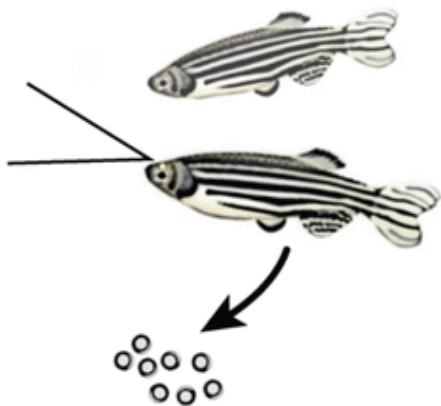


A pathway to oviposition

p-hydroxyphenylacetic acid



ORA1



LA RIPRODUZIONE DELLO ZEBRAFISH

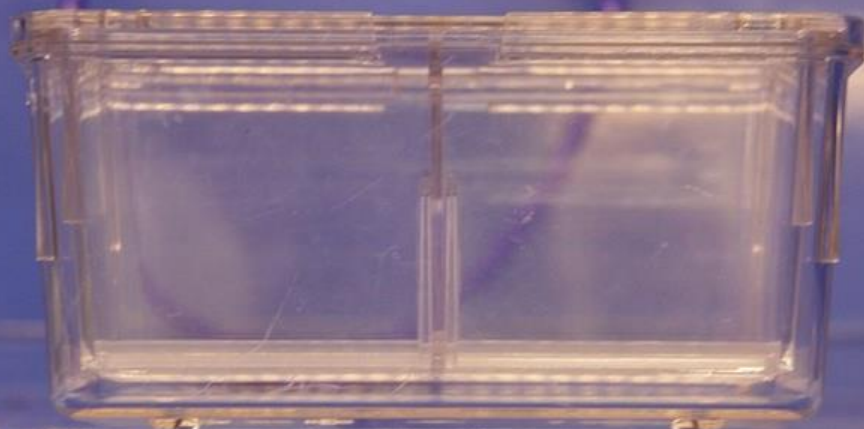
L'attività riproduttiva è continua tutto l'anno in acquario.

La maturità sessuale è raggiunta intorno ai 3 mesi di vita, con fertilità massima tra i 7 e 18 mesi.

È necessaria la presenza del maschio per indurre l'ovulazione che può avvenire a distanza di circa 1,5 giorni l'una dall'altra e con la produzione in media di circa 180 uova.

Il maschio e la femmina (anche più di una) sono posti nella vasca per l'accoppiamento e separati per una notte.

Alla mattina si toglie il divisorio e si attende che la femmina deponga le uova che saranno fecondate dal maschio.



LA RIPRODUZIONE DELLO ZEBRAFISH



LA RIPRODUZIONE DELLO ZEBRAFISH

Per evitare il cannibalismo delle uova da parte degli adulti è necessario porre sul fondo della vasca per la riproduzione una rete di plastica attraverso la quale possano passare le uova.

L'altezza dell'acqua nella vasca può essere limitata a 5 cm per impedire ai pesci di nuotare agevolmente e di mangiare le uova.

Le uova fecondate sono poste in piastre Petri con un liquido di coltura E3 (5 mM NaCl, 0.17 mM KCl, 0.33 mM CaCl₂, 0.33 mM MgSO₄ e 1-5% Methylene Blue).

Gli embrioni diventano larve dopo tre giorni di sviluppo, schiudono dall'uovo e cominciano ad alimentarsi a partire dal 4° giorno dalla fecondazione.

A 21 giorni le larve possono essere trasferite in una vasca.



Lo sviluppo dello zebrafish

L'alimentazione dello Zebrafish in laboratorio si basa sulle larve di Artemia salina appena schiuse perché ricche delle proteine del tuorlo.

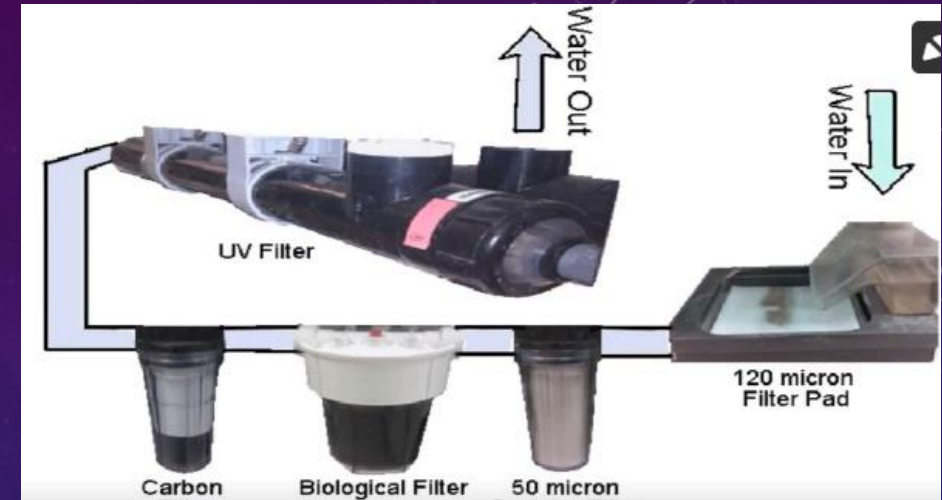
Non avendo uno stomaco, il regime alimentare migliore per lo Zebrafish consiste in piccoli pasti frequenti.

Le larve crescono molto velocemente e dovrebbero essere alimentate 2-3 volte al giorno.

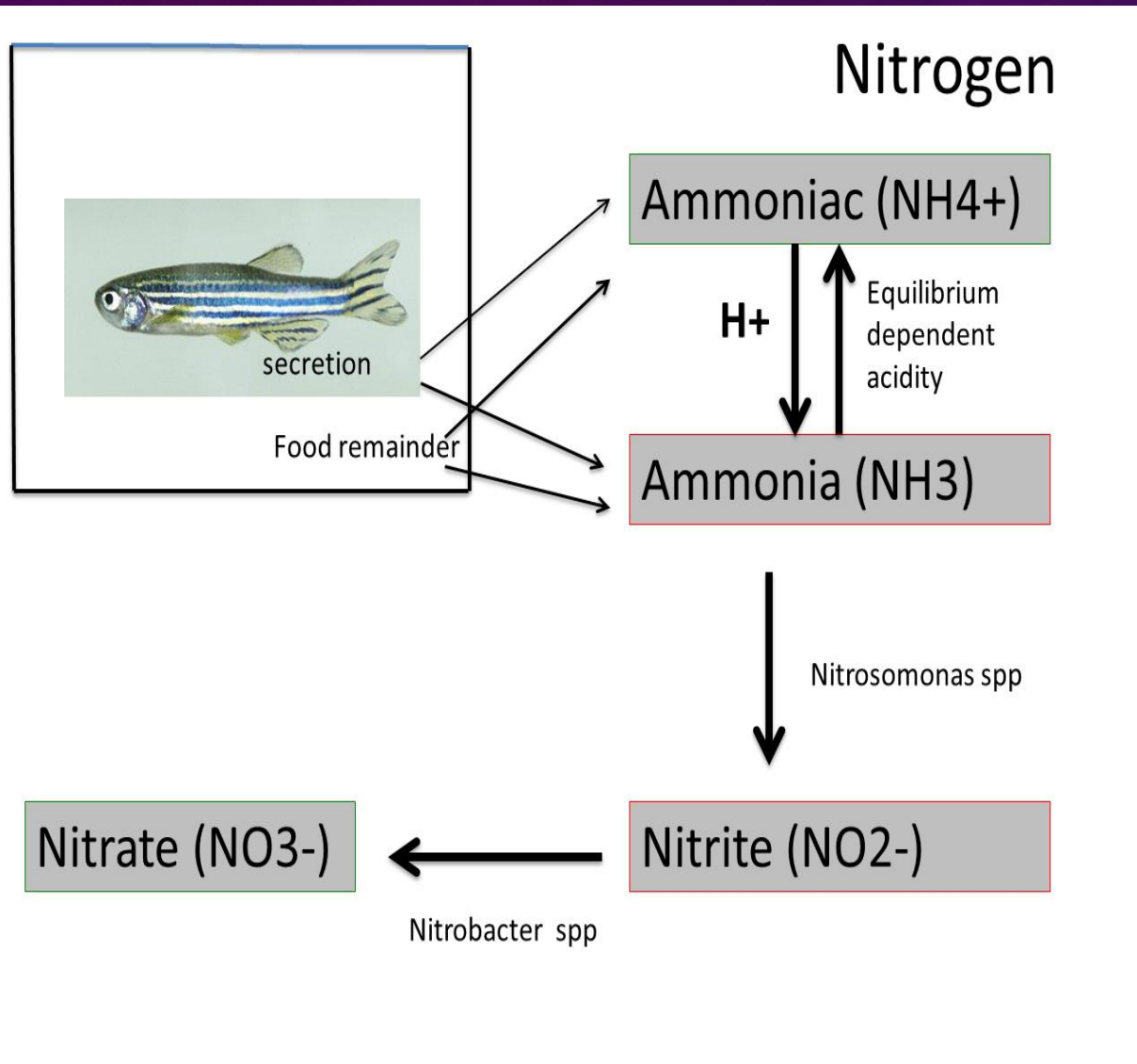


La stabulazione dello zebrafish

- Gli zebrafish sono mantenuti in vasche con acqua in circolazione continua e filtrata.
- I filtri, oltre a depurare l'acqua dalle sostanze di scarto prodotte dai pesci, sono utili per eliminare anche gli eccessi di cibo non consumato dagli animali.
- La temperatura dell'acqua è mantenuta tra 26 e 28,5 °C.
- L'illuminazione è mantenuta per 14 ore.
- Il pH dell'acqua deve essere controllato quotidianamente e mantenuto tra 7 e 8.
- 6-7 pesci per litro d'acqua.
- L'acqua deve essere profonda almeno 25 cm.
- I pesci sono sensibili alle vibrazioni per cui è consigliabile posizionare ad una certa distanza motori e pompe.



La stabulazione dello zebrafish



I filtri biologici ospitano colonie di batteri che convertono i prodotti di rifiuto, derivanti dal metabolismo del pesce o da avanzi di cibo (ammoniaca e ione ammonio) in nitriti e quindi in nitrati.

Ammoniaca e nitriti sono particolarmente tossici per i pesci.

Gli zebrafish sono molto sensibili al rame e al cloro.

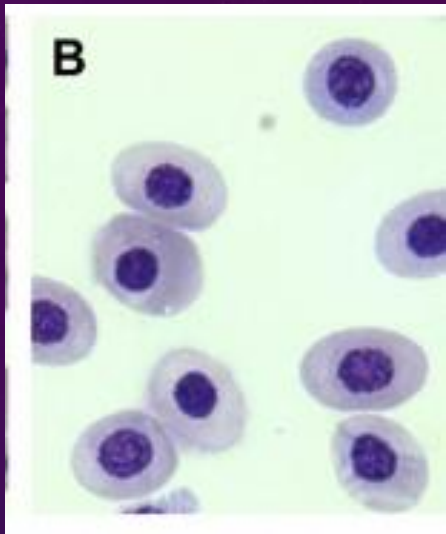
Prestare attenzione durante la disinfezione delle vasche che sia effettuato un adeguato risciacquo se si usano composti a base di cloro.

STABILIZZAZIONE DELLO ZEBRAFISH

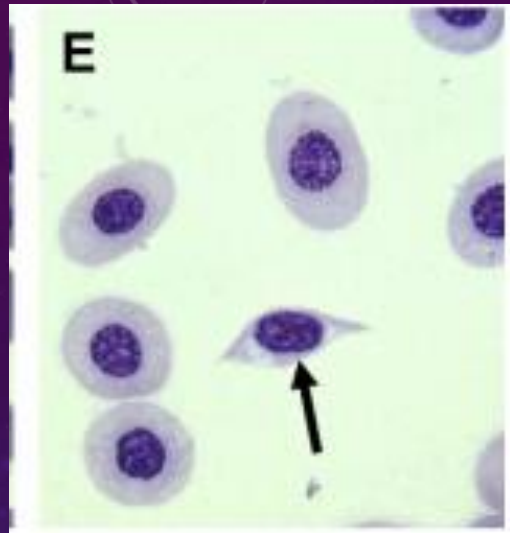
| Parametro | Frequenza del suo monitoraggio | Valore |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Temperatura dell'acqua | giornaliera | 28-28,5°C |
| pH dell'acqua | giornaliera | Tra 7 e 8 |
| Durezza dell'acqua | mensilmente | 50-150 mg/L CaCO ₃ |
| Ammoniaca | settimanalmente | 0,02mg/L |
| Nitriti | settimanalmente | < 0,1mg/L |
| Nitrati | settimanalmente | < 50 mg/L |
| | | |

PARAMETRI FISIologici DELLO ZEBRAFISH

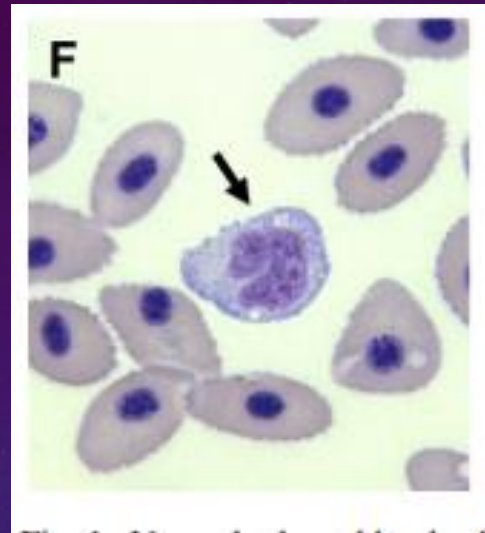
| Parametro | |
|--|--|
| Volume ematico totale ($\mu\text{l}/\text{pesce}$) | 20-25 |
| Emoglobina (g/dl) | 13 |
| Ematocrito (%) | Maschio: $30,9 \pm 5,5$ Femmina: $26,4 \pm 4,4$ |
| Leucociti totali/ mm^3 | 80.000 |
| Linfociti % | 71-92 |
| Monociti % | 5-15 |
| Neutrofili % | 2-18 |
| Eosinofili % | 0-2 |
| Basofili % | 0-2 |
| Globuli rossi milioni/ mm^3 | 3,0 (range 2,9-3,2) |
| Glucosio (mg/dl) | $82,2 \pm 12,0$ |



eritrociti



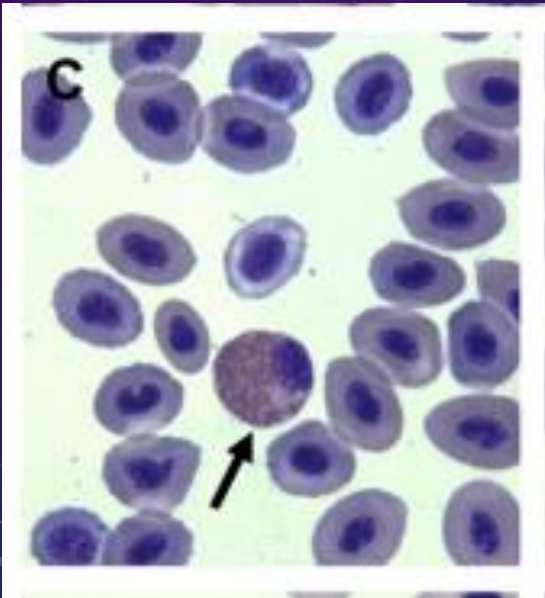
trombocita



monocita



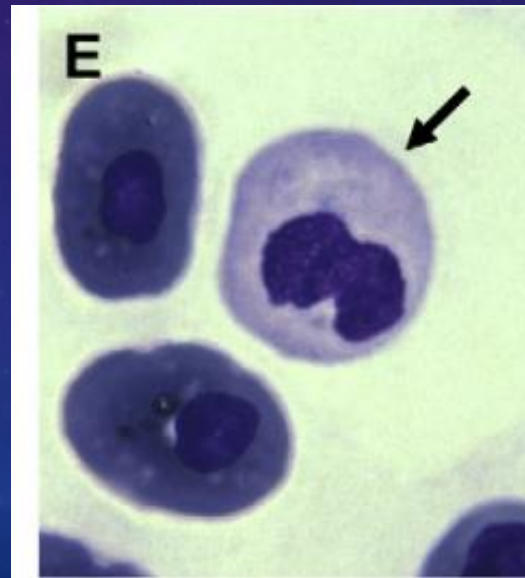
linfocita



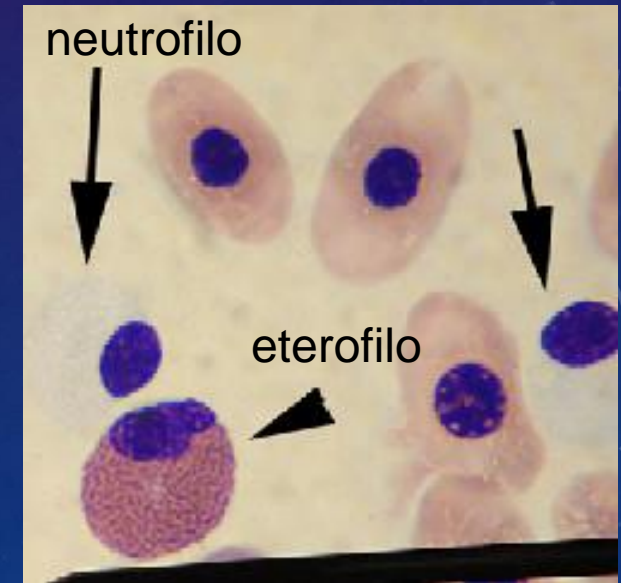
eosinofilo



eterofilo



neutrofilo



ANATOMIA DEGLI ANFIBI

La maggior parte delle specie di anfibi presentano uno stadio acquatico sotto forma di larve che respirano con le branchie e vanno poi incontro a metamorfosi trasformandosi in adulti che respirano aria atmosferica con i polmoni.

La maggior parte delle specie è ovipara e depone uova prive di guscio in acqua o almeno in ambienti molto umidi.



ANATOMIA DEGLI ANFIBI



Gli Anfibi sono divisi in tre Ordini:

Ordine Anura (rane e rospi): 48 famiglie comprendenti circa 5.600 specie

Ordine Caudata o Urodela (salamandre e tritoni): 9 famiglie comprendenti 571 specie

Ordine Gymnophiona o Apoda (cecilie): 3 famiglie comprendenti 174 specie.



ANATOMIA DEGLI ANFIBI



© Gary Nafis



Anura: (senza coda) nella forma adulta sono privi di coda o presentano una coda molto ridotta; non hanno branchie esterne.

Le zampe posteriori in genere sono più lunghe di quelle anteriori, adattate al salto, e presentano dita palmate e prive di unghie.

La cute può essere liscia o bozzellata. La bocca è molto grande, per consentire l'ingestione delle prede.

Le forme larvali hanno una morfologia completamente diversa dagli adulti, sono prive di arti e hanno una lunga coda, e vengono dette girini.

LA PELLE DEGLI ANFIBI

L'epidermide è molto sottile; il suo strato più superficiale, lo strato corneo può essere composto da un singolo strato di cellule.

Per questo motivo la pelle degli anfibi è molto delicata e si danneggia facilmente se questi vengono maneggiati in modo indelicato.

Come i rettili, anche gli anfibi compiono regolarmente la muta, che consiste nel ricambio simultaneo di tutto lo strato corneo della pelle, rimpiazzato da un nuovo strato che si forma al di sotto.

Alcuni anfibi ingeriscono la pelle vecchia dopo il suo distacco.

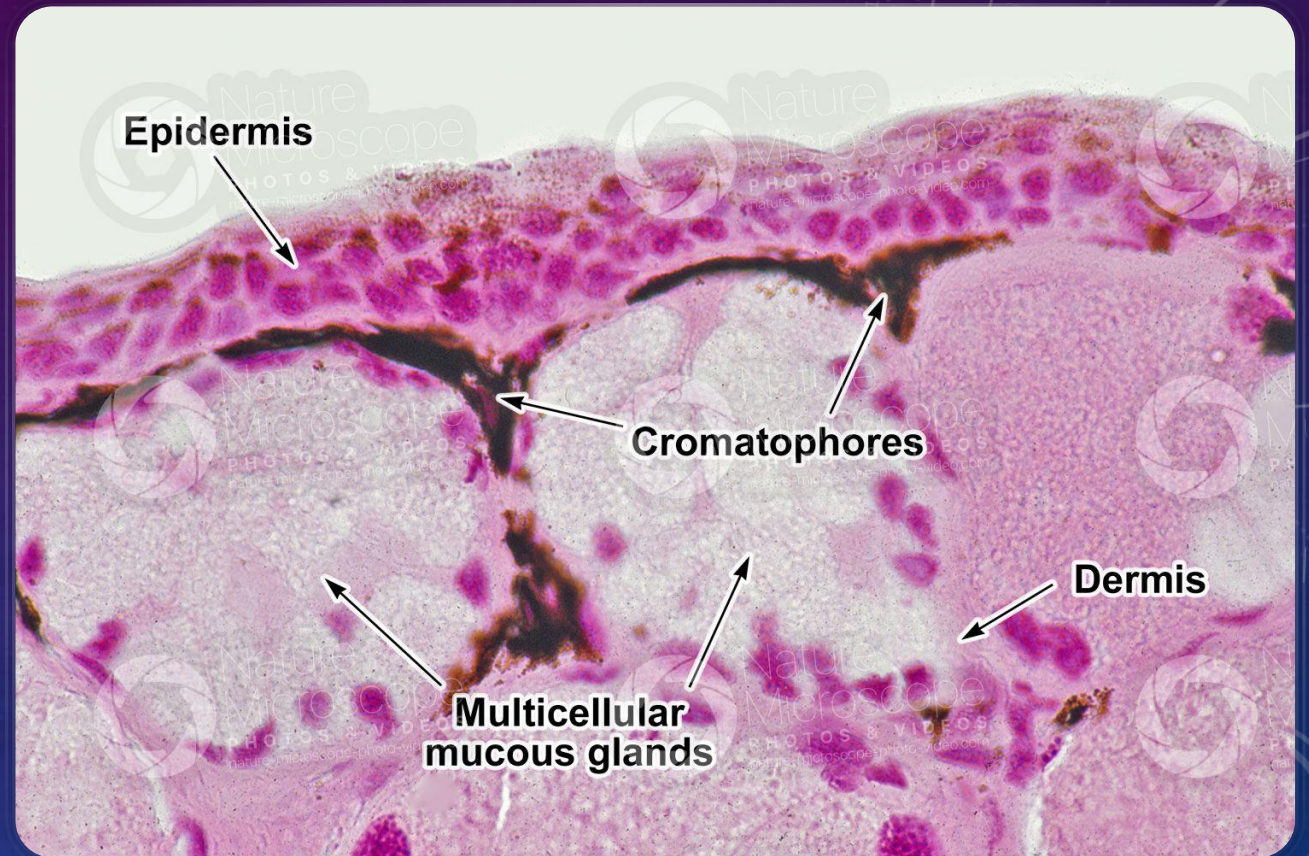


LA PELLE DEGLI ANFIBI

Il derma è uno strato ricco di vasi e terminazioni nervose e contiene le cellule responsabili della colorazione cutanea, i cromatofori.

La pelle degli anfibi contiene ghiandole che producono un muco protettivo, atto a prevenire la perdita di acqua per evaporazione.

Molte specie possiedono un secondo tipo di ghiandole, che produce sostanze tossiche o irritanti per chi ne viene a contatto, come meccanismo di difesa.



LA PELLE DEGLI ANFIBI

Tutti i rospi possiedono voluminose ghiandole velenose, le ghiandole PAROTOIDI, dietro gli occhi.

Il loro secreto contiene alcaloidi, le BUFOTOSSINE, ad azione neurotossica.



LA VISTA DEGLI ANFIBI

La vista è ben sviluppata.

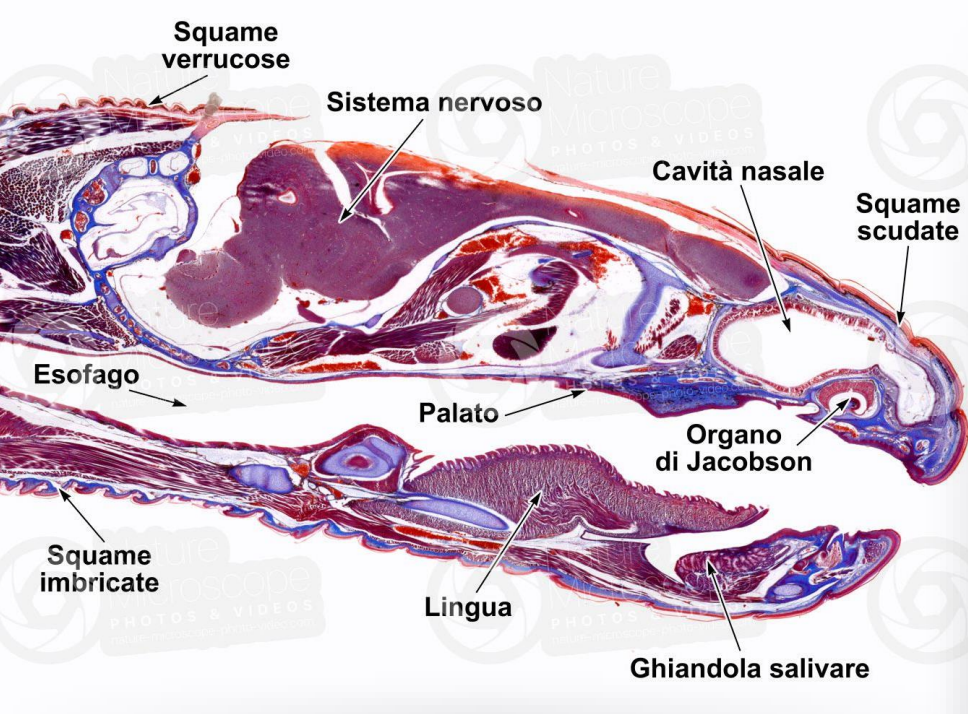
Le pupille possono essere verticali, a forma di cuore, orizzontali o rotonde.

L'accomodamento (messa a fuoco) avviene grazie a movimenti in avanti e indietro della lente, anziché alla modificazione della sua forma come nei mammiferi.

La pupilla cambia di diametro in risposta all'intensità luminosa e contiene una muscolatura striata che è sotto controllo volontario.

I caudata hanno un range visivo che arriva allo spettro dell'ultravioletto. Anuri e caudati si basano primariamente sulla vista per cacciare le prede.



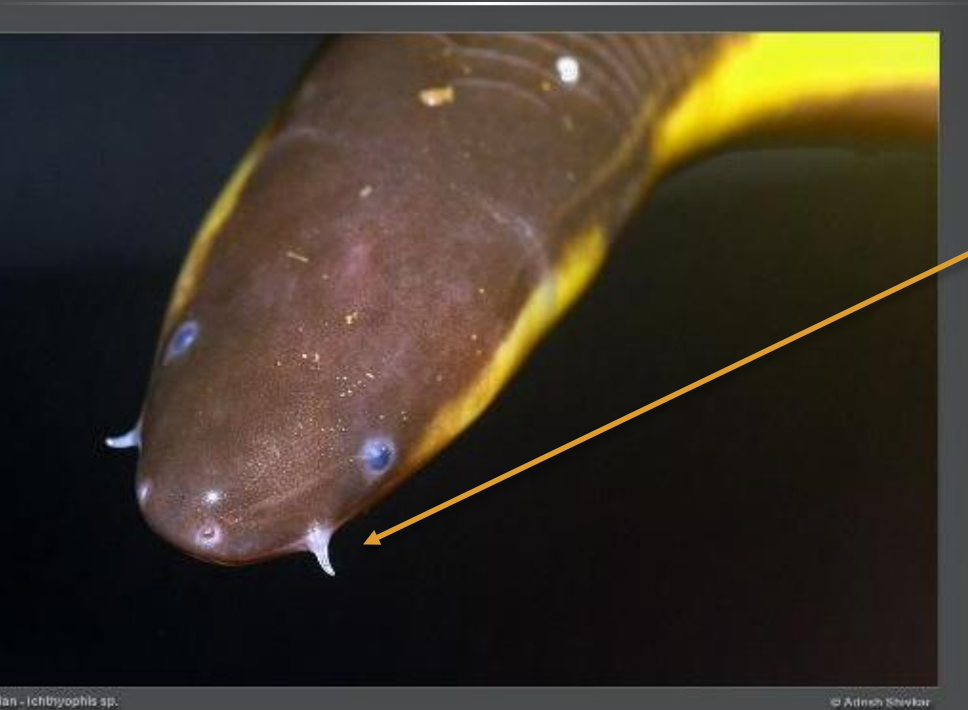


ORGANO DI JACOBSON DEGLI ANFIBI

Gli anfibi possiedono l'organo di Jacobson (presente anche nei rettili). Si tratta di una struttura pari, a fondo cieco, connessa alle cavità nasali, con cui gli anfibi percepiscono sostanze chimiche presenti nell'aria, in particolare i feromoni.

Nelle cecilie tra occhi e narici si trovano un paio di piccoli tentacoli con funzione tattile e olfattoria, collegati all'organo di Jacobson; sono gli organi principali coinvolti nella ricerca del cibo.

I caudati possiedono l'organo della linea laterale, come i pesci, un recettore che percepisce differenze di pressione nell'acqua e quindi gli ostacoli.

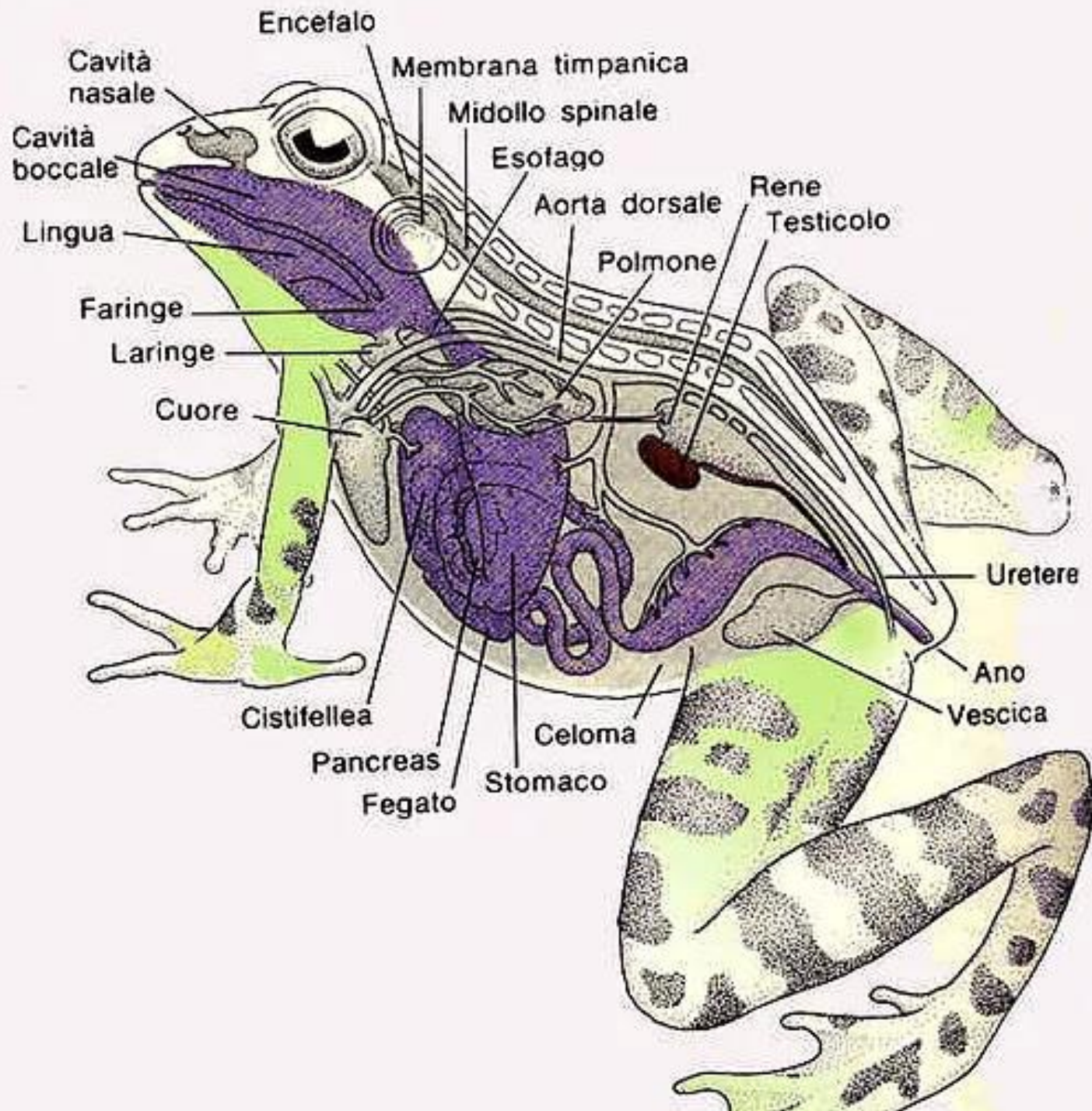




LA COMUNICAZIONE NEGLI ANFIBI

Molti maschi di anuri possiedono corde vocali e pieghe cutanee della gola dette sacche vocali, con cui comunicano.

Tenendo la bocca chiusa, questi anfibi forzano l'aria avanti e indietro sulle corde vocali, producendo i caratteristici gracidii, diversi per ogni specie.



GLI ORGANI INTERNI DEGLI ANFIBI

Gli anfibi non possiedono un diaframma che separa la cavità toracica da quella addominale pertanto gli organi interni sono contenuti in un'unica **CAVITÀ CELOMATICA**.

Gli anfibi adulti sono tutti carnivori, mentre le forme larvali di alcune specie di anuri sono vegetariane.

L'APPARATO DIGERENTE DEGLI ANFIBI

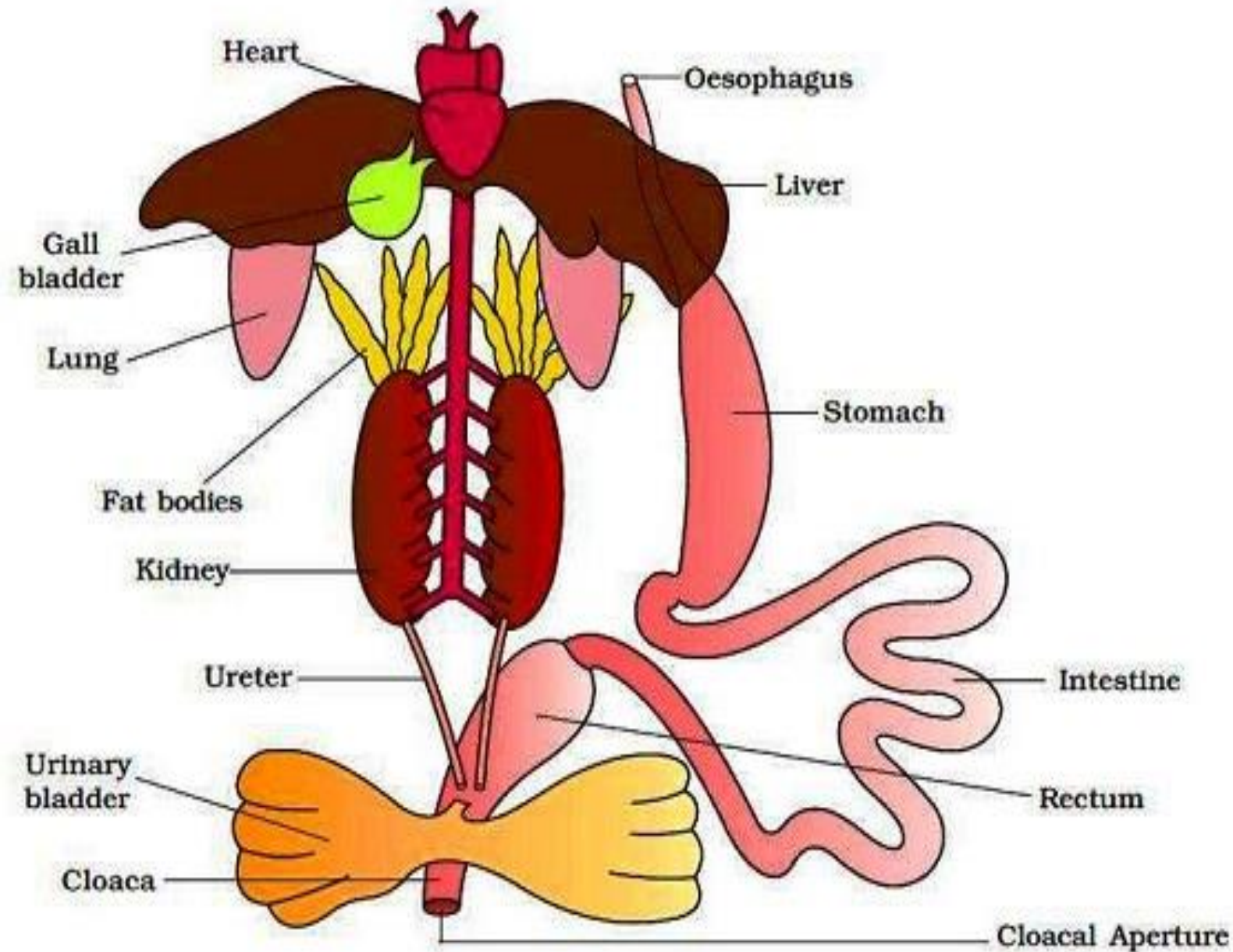
L'apparato digerente è corto e semplice.

È composto da stomaco, intestino tenue, colon e retto.

Il tratto terminale viene detto cloaca, in cui terminano anche i dotti degli apparati riproduttore ed escretore.

Il fegato, molto grande, è costituito da due lobi negli anuri, mentre è allungato e formato da un solo lobo nei caudati; è presente la cistifellea, con un dotto che sbocca nel duodeno.

Negli anfibi il fegato ha anche la funzione di produrre globuli rossi e cellule del sistema immunitario.



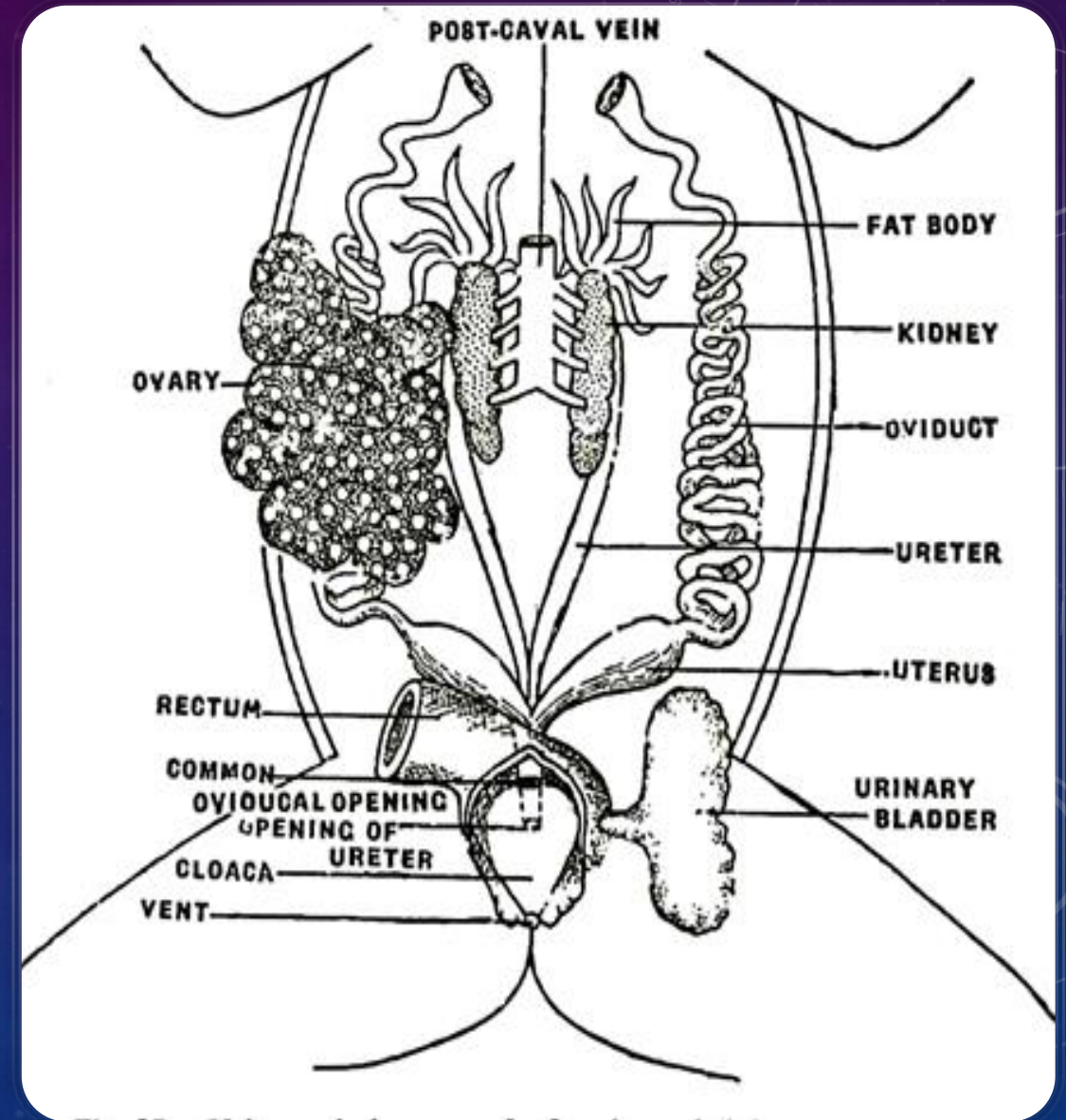
L'APPARATO RIPRODUTTORE DEGLI ANFIBI

Gli anfibi sono tutti a sessi separati. Testicoli e ovaie sono organi pari; le loro dimensioni variano secondo il periodo riproduttivo, aumentando di volume durante la stagione degli accoppiamenti.

Le uova, prodotte dalle ovaie, sono rilasciate nella cavità celomatica; ciglia presenti nel celoma dirigono le uova nell'infundibolo (posizionato vicino al polmone) da dove passano nell'ovidotto per poi arrivare all'utero.

Durante il passaggio nella parte circonvolta dell'ovidotto sono rivestite di una sostanza gelatinosa.

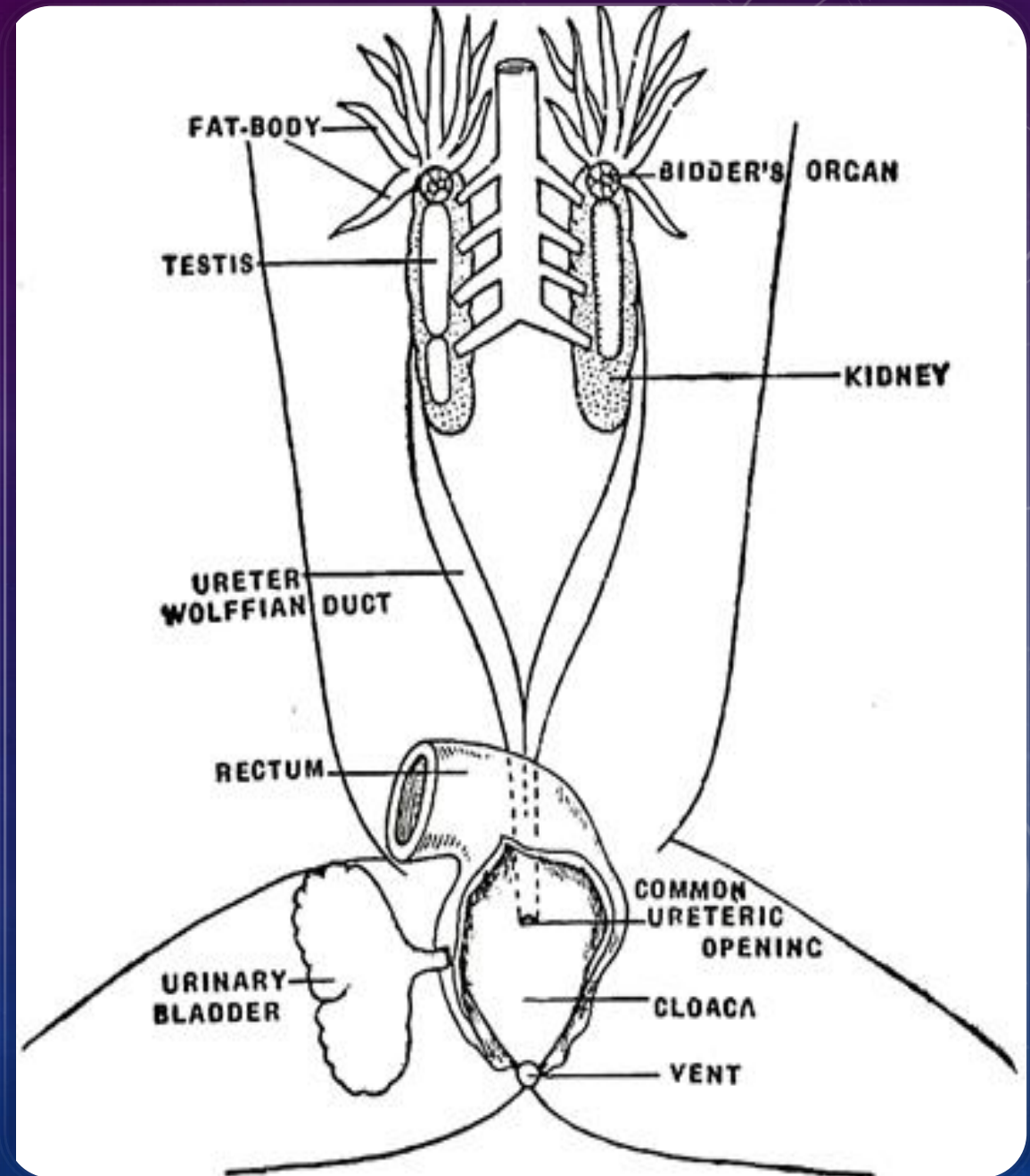
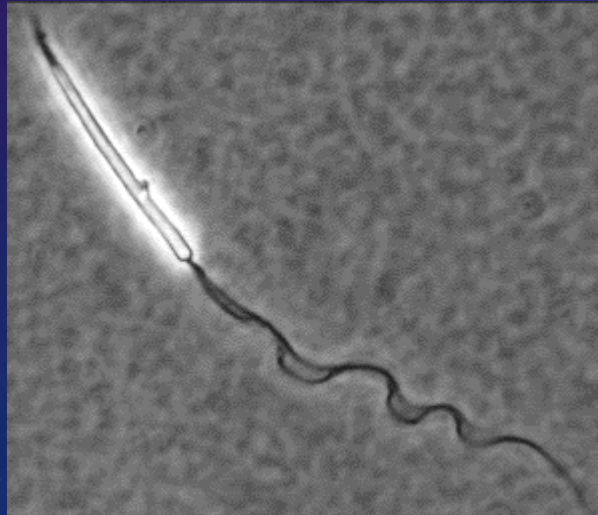
I due uteri si fondono nella parte terminale che si apre nella parete dorsale della cloaca



L'APPARATO RIPRODUTTORE DEGLI ANFIBI

Lo sperma prodotto dai testicoli viene veicolato nella cloaca.

Le uova degli anfibi non possiedono un guscio calcareo che le protegge dall'essiccazione, pertanto devono svilupparsi in un ambiente acquatico.



L'APPARATO RIPRODUTTORE DEGLI ANFIBI

La fecondazione può essere interna (Cecilie e Salamandre) o esterna (rane e rospi).

La fecondazione esterna è anch'essa preceduta dall'accoppiamento in cui il maschio cinge la femmina posteriormente ed avvicina la propria cloaca a quella della femmina, in modo da liberare gli spermatozoi contemporaneamente alla deposizione delle uova che sono quindi fecondate all'esterno del corpo.



L'APPARATO RIPRODUTTORE DEGLI ANFIBI

La segmentazione dell'embrione è molto veloce.

Le larve minuscole e immobili restano attaccate (mediante una secrezione collosa prodotta dal capo) al substrato per alcuni giorni.

Col passare del tempo il loro corpo inizia a prendere forma e il capo si separa nettamente dal tronco; in questo periodo le larve ancora molto statiche accennano solo qualche tentativo di nuoto specialmente quando infastidite e non devono essere alimentate in quanto stanno utilizzando il nutrimento contenuto nel sacco vitellino.

Le larve andranno nutrite solo quando nuotano liberamente (circa 10 giorni dopo la nascita).



L'APPARATO RIPRODUTTORE DEGLI ANFIBI

I girini impiegano da 1 a oltre 3 mesi per metamorfosare in funzione della temperatura, della qualità dell'acqua e dell'apporto di cibo.

Carenze gravi di calcio, magnesio e iodio possono inibire lo sviluppo e bloccare la metamorfosi.

Se la temperatura è troppo bassa la crescita viene quasi interrotta (adattamento evolutivo mirato a far metamorfosare i giovani nel periodo caldo, quando le risorse alimentari sono numerose)

Per un buono sviluppo dei girini si consiglia una temperatura di circa 24 °C.

I 2 principali ormoni che intervengono nel processo di metamorfosi sono: Ormoni tiroidei T3 e T4 e la Prolattina.

Essi hanno effetti opposti, in quanto gli ormoni tiroidei inducono il processo di metamorfosi mentre la prolattina ha un controllo negativo su tale evento.



Girini di 15 giorni

L'APPARATO RESPIRATORIO DEGLI ANFIBI

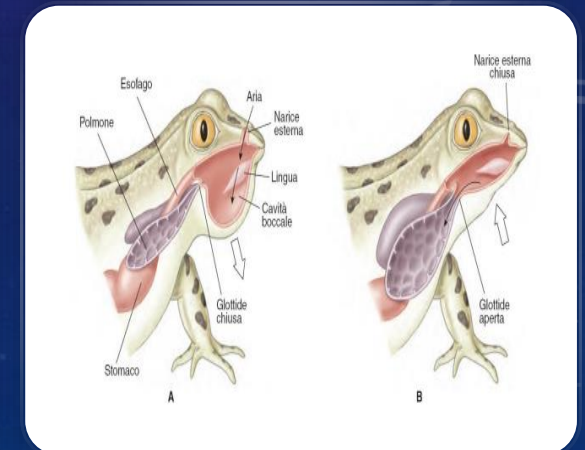
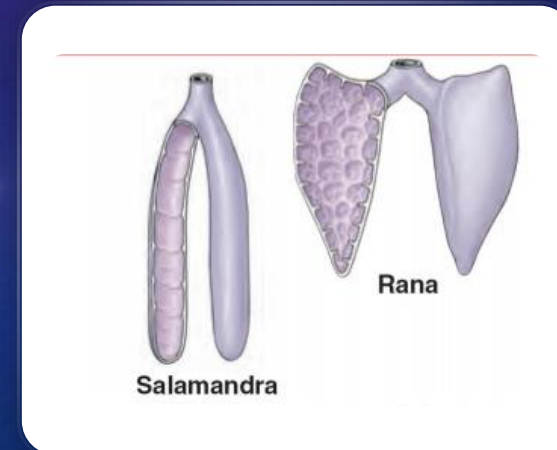
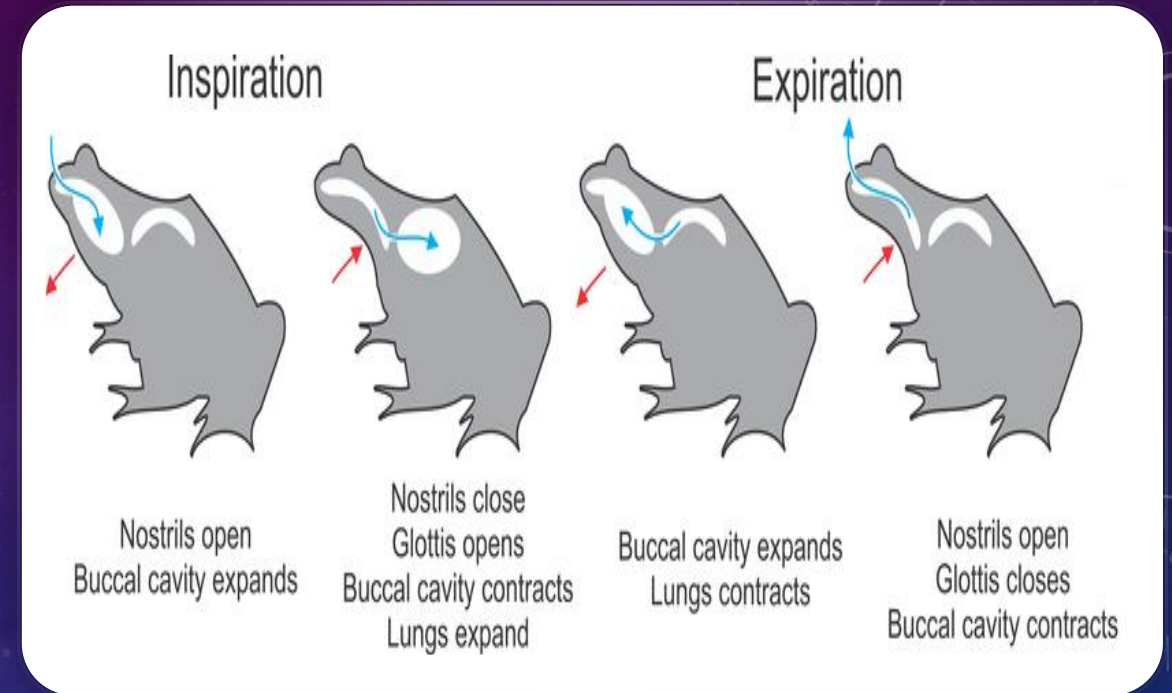
I polmoni sono primitivi negli anfibi, possedendo meno setti interni e alveoli più grandi.

La ventilazione è assicurata dal meccanismo del «pompaggio buccale», poiché non è presente il diaframma.

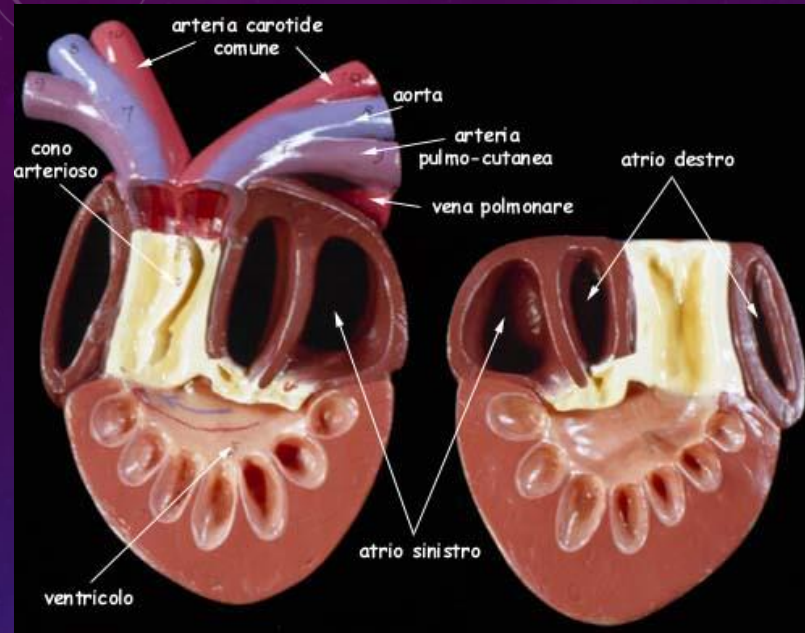
L'aria che entra in bocca è spinta dalla contrazione del pavimento buccale verso i polmoni, mentre l'animale chiude le narici.

Nell'espirazione, con le narici chiuse, il pavimento buccale abbassandosi crea una depressione che richiama l'aria dai polmoni che poi è espirata.

È anche possibile una respirazione transcutanea, soprattutto quando la temperatura dell'acqua è bassa, in quanto vi è una maggiore concentrazione di Ossigeno disciolto.



L'APPARATO CIRCOLATORIO DEGLI ANFIBI



Negli anfibio allo stadio larvale vi è una circolazione come quella dei pesci. Nelle forme adulte si ha una circolazione doppia ma incompleta: il sangue attraversa due volte il cuore, che ha due atri e un solo ventricolo.

Il ventricolo è unico ma le sue pareti sono anfrattuose, tanto che il sangue proveniente dall'atrio destro e dal sinistro si mescolano ben poco.

Dal ventricolo si passa in un cono arterioso attraverso un forame guarnito di valvole.

I globuli rossi degli anfibio hanno il nucleo, come in rettili e uccelli.

