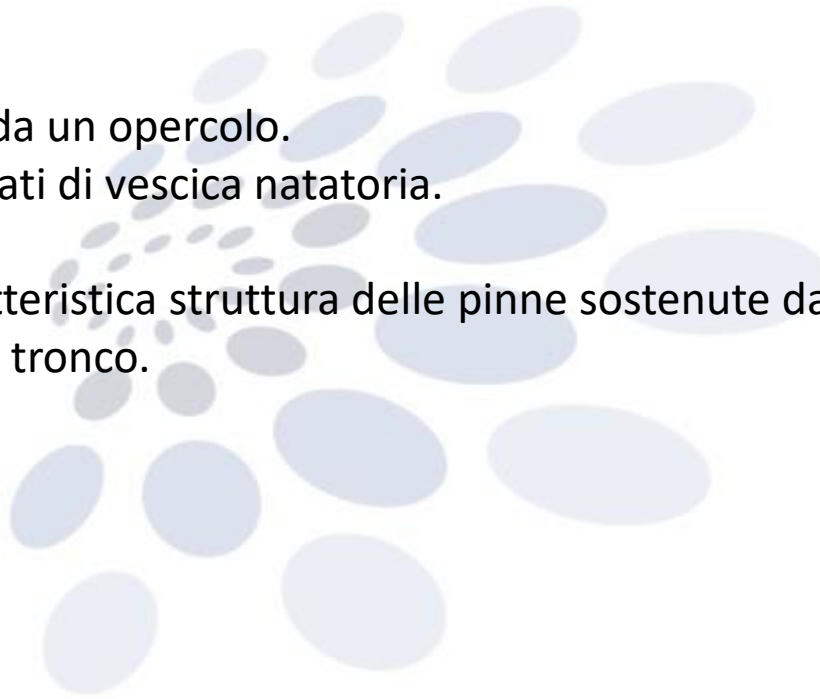


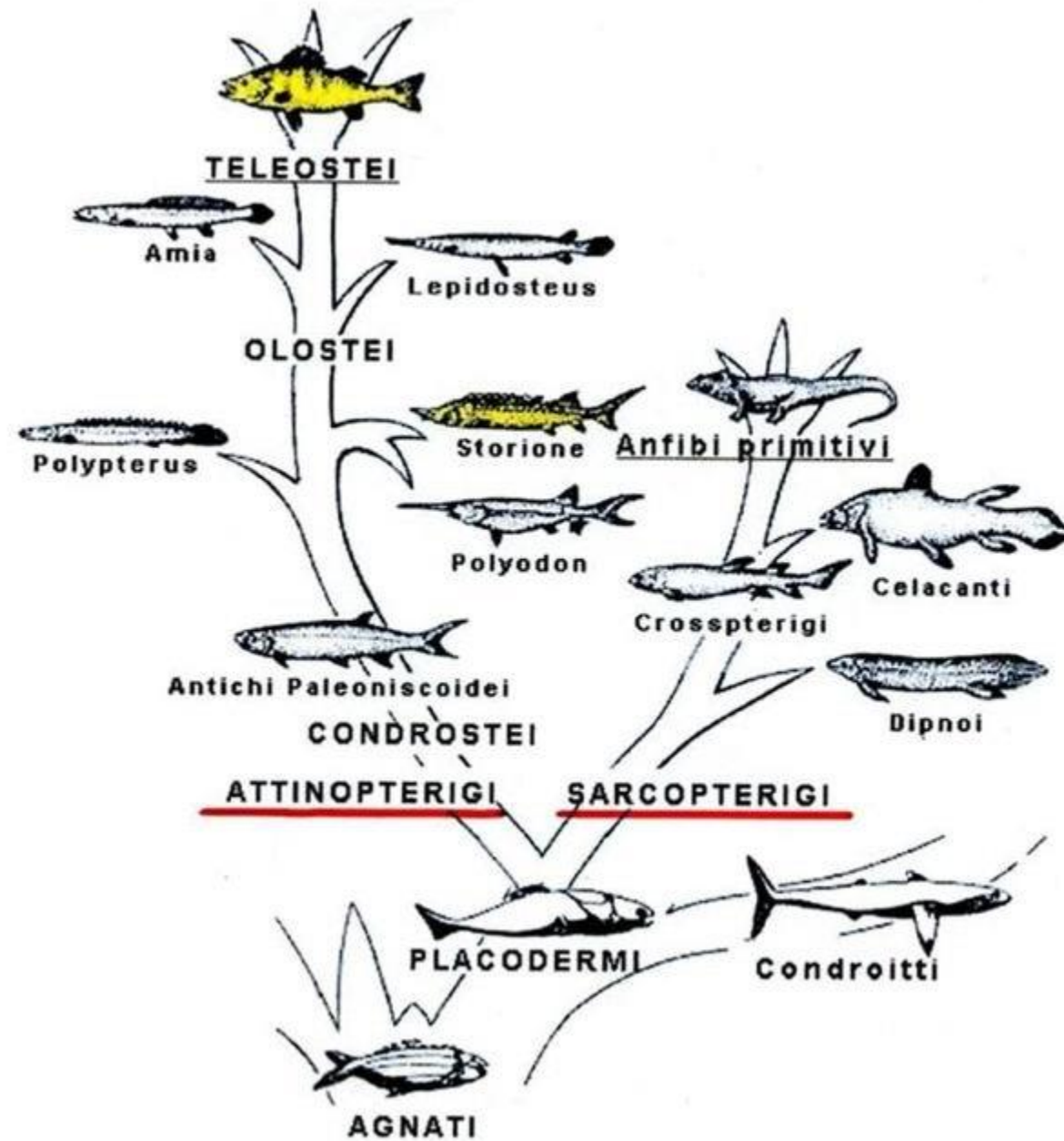
SUMMARY OSTEITTI –

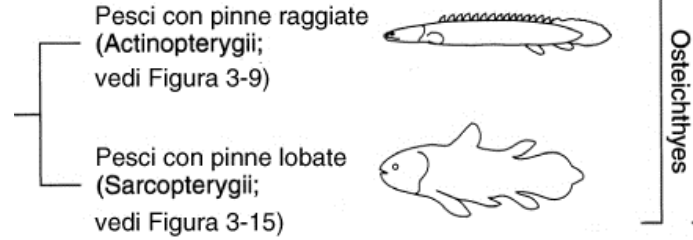
Sono inclusi in questa Classe i pesci dotati di un endoscheletro osseo o cartilagineo con parziali ossificazioni encondrali e con squame ossee.

Le loro fessure branchiali sono ricoperte da un opercolo.
Possiedono pinne pari e sono spesso dotati di vescica natatoria.

Actinopterigi Derivano il nome dalla caratteristica struttura delle pinne sostenute da sottili raggi (lepidotrichi) e mosse da muscoli inseriti nella parete del tronco.







- Sarcopterygi paleozoici avevano un' articolaz. intracranica
- I dipnoi ancestrali e i primi ripidisti avevano scaglie cosmoidi romboidali, prive di dentelli e con struttura simile alle piastre ossee degli agnati primitivi.
- pinna monobasica: sempre omero e femore
- coda eterocerca → dificerca

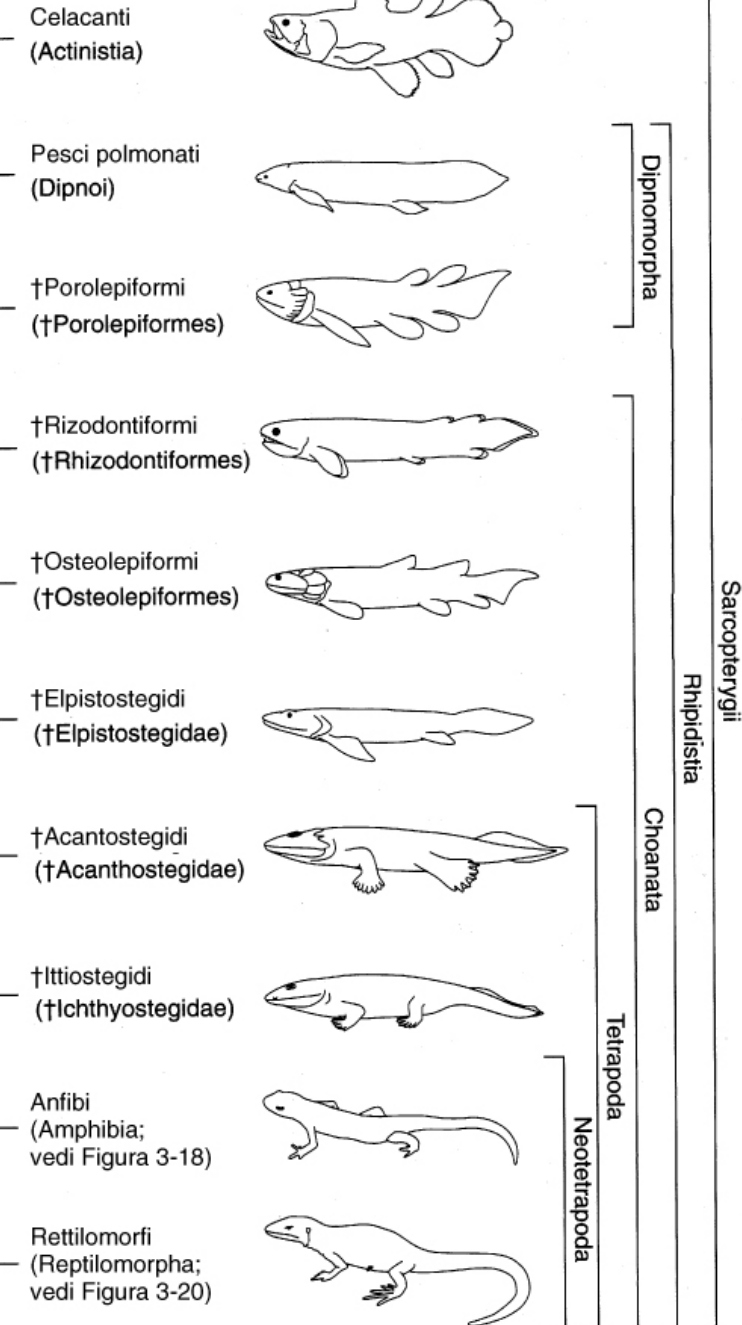
Liem, Bemis, Walker, Grande
Anatomia comparata dei Vertebrati
EdiSES

FIGURA 3-15

Filogenesi dei sarcopterygi (Sarcopterygii) viventi e fossili, nella quale viene messa in evidenza l'origine dei coanati (Choanata), dei tetrapodi (Tetrapoda) e dei neotetrapodi (Neotetrapoda).

Dalla Figura 3-2

DEV.



Sarcopterigi

A differenza degli Actinopterigi, hanno pinne pari formate da elementi ossei interni di sostegno e dotate di una muscolatura propria, donde il nome di “pesci dalle pinne carnose” cui fa riferimento la denominazione della sottoclasse.

Da loro hanno preso origine i primi tetrapodi.

Questi pesci, molto diffusi nel Paleozoico, sono oggi ridotti a tre Generi di Dipnoi di acque dolci tropicali e dalla sola specie *Latimeria calumnae*.

Crossopterigi *Latimeria*, Ordine Actinisti, è un vero fossile vivente

Presenta tipicamente pinne carnose, coda trilobata, corpo rivestito da scaglie cicloidi. Possiede un diverticolo intestinale sacciforme posto dorsalmente (forse omologo al polmone dei Dipnoi) ed è ovovivipara e uricotelica.

I Ripidisti sono tutti estinti, ma costituiscono un gruppo importante poiché da essi si sarebbero evoluti gli Anfibi. Dotati di robuste pinne carnose sostenute da uno scheletro interno monoseriato, avevano, oltre alle branchie, coane con narici interne connesse a polmoni e possedevano denti caratterizzati da una serie di invaginazioni (Labirintodonti). Vivevano in acque lagunari o salmastre in prossimità di coste (i.e. *Eusthenopteron*.)

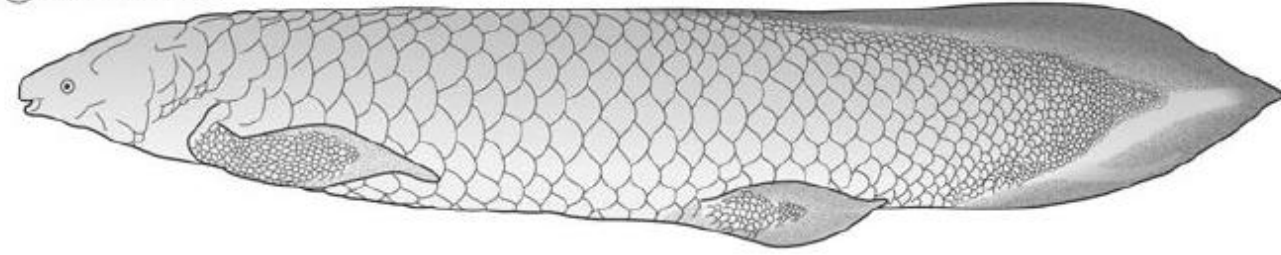
Dipnoi comprendono i Generi *Neoceratodus* (australiano), *Lepidosiren* (sudamericano), *Protopterus* (africano).

Sono tutti caratterizzati da una doppia respirazione: polmonare e branchiale;

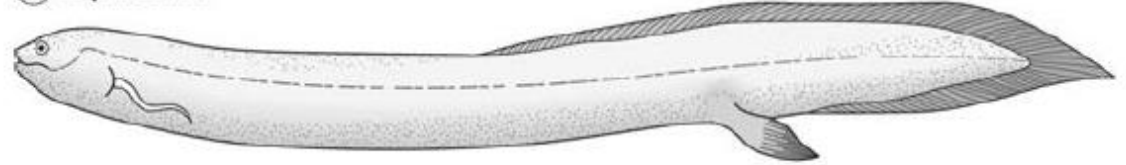
modificazioni nella struttura del cuore e degli archi branchiali che portano ad una circolazione doppia e incompleta.

Le pinne pari, biseriate in *Neoceratodus*, sono filiformi o ridotte negli altri due Generi.

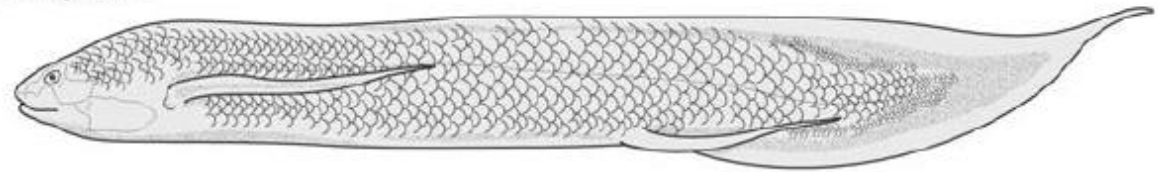
A *Neoceratodus*



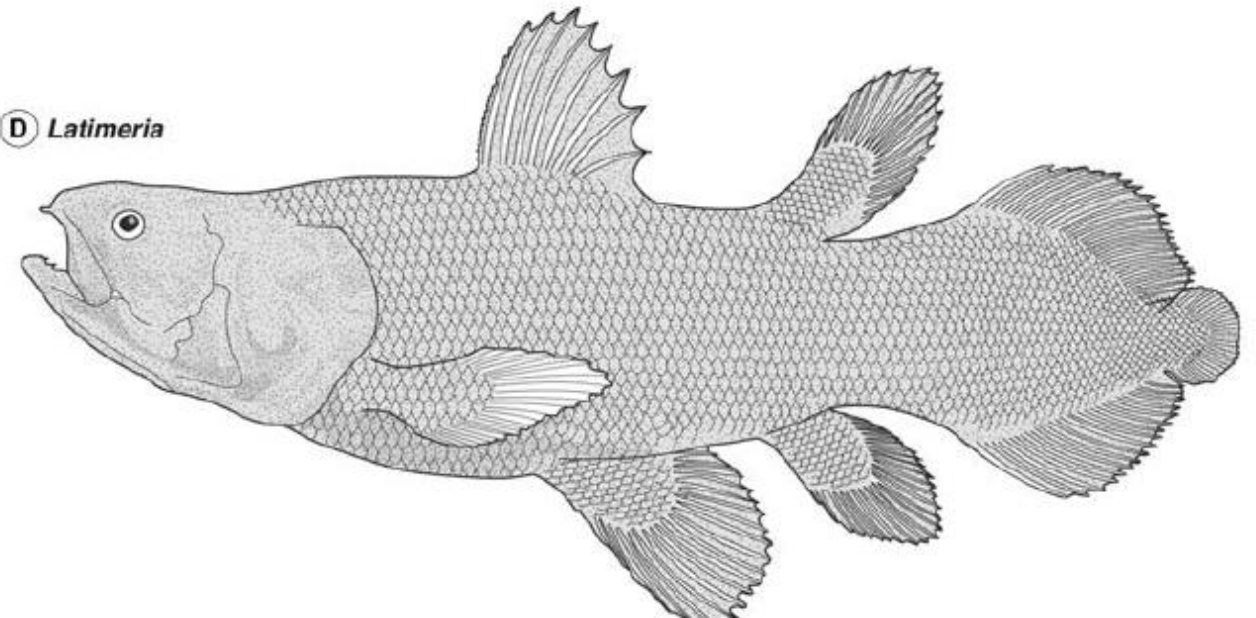
B *Lepidosiren*



C *Protopterus*



D *Latimeria*



200 m

Sc. Cosmoidi, polmone grasso,

Art. intracranica

Sarcopterigi

Sarcopterigi rappresentati: A, *Latimeria*, il genere di Celacanto vivente, **mostrante i grandi lobi muscolari delle pinne pari**, la pinna anale e la seconda pinna dorsale.

B, ricostruzione di un †porolepiforme †*Holoptychius*.

C, ricostruzione di un dipnoo del Devoniano,

†*Dipterus*, in vista laterale; notare che sono presenti tutte le quattro pinne mediane.

D, il pesce polmonato vivente in Australia, *Neoceratodus*; notare che è presente soltanto una singola pinna mediana.

E, una delle quattro specie di pesci polmonati africani del genere *Protopterus*. I pesci polmonati africani hanno pinne pari filiformi allungate.

DEVONIANO

SCH. INTERNO PARZ. OSSIFICATO

ATTUALI: SCARSAMENTE

AUTOSTILIA

NARICI ANT. INTERNE AL LABBRO SUP.

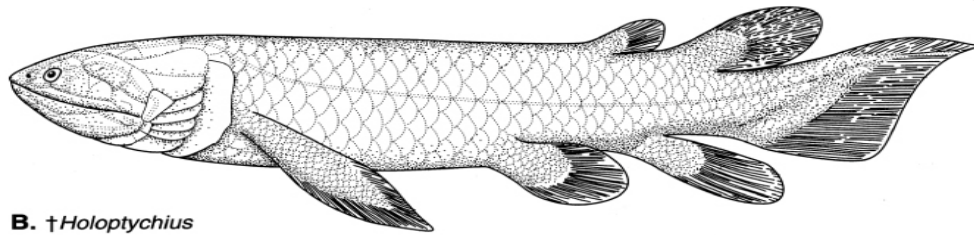
PIASTRE DENTARIE TRIANGOLARI

Scaglie cicloidi che si sono evolute indipendentemente da quelle dei teleostei

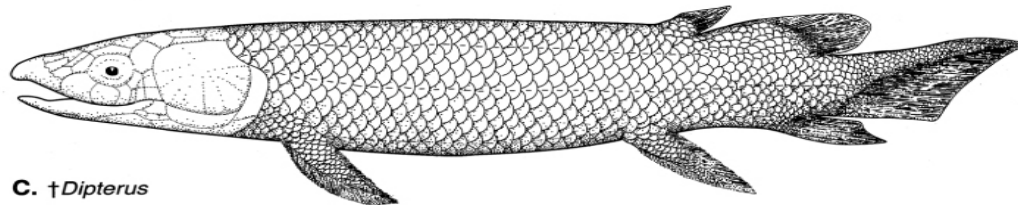
Organo
Rostrale elettrosensorio

A. *Latimeria* *chalumnae*
menadoensis

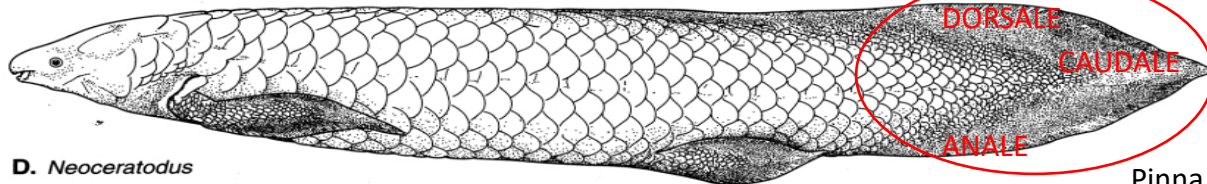
Pinna
gefirocerca



B. †*Holoptychius*

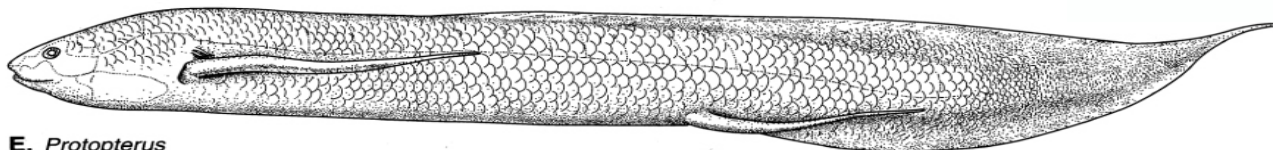


C. †*Dipterus*



D. *Neoceratodus*

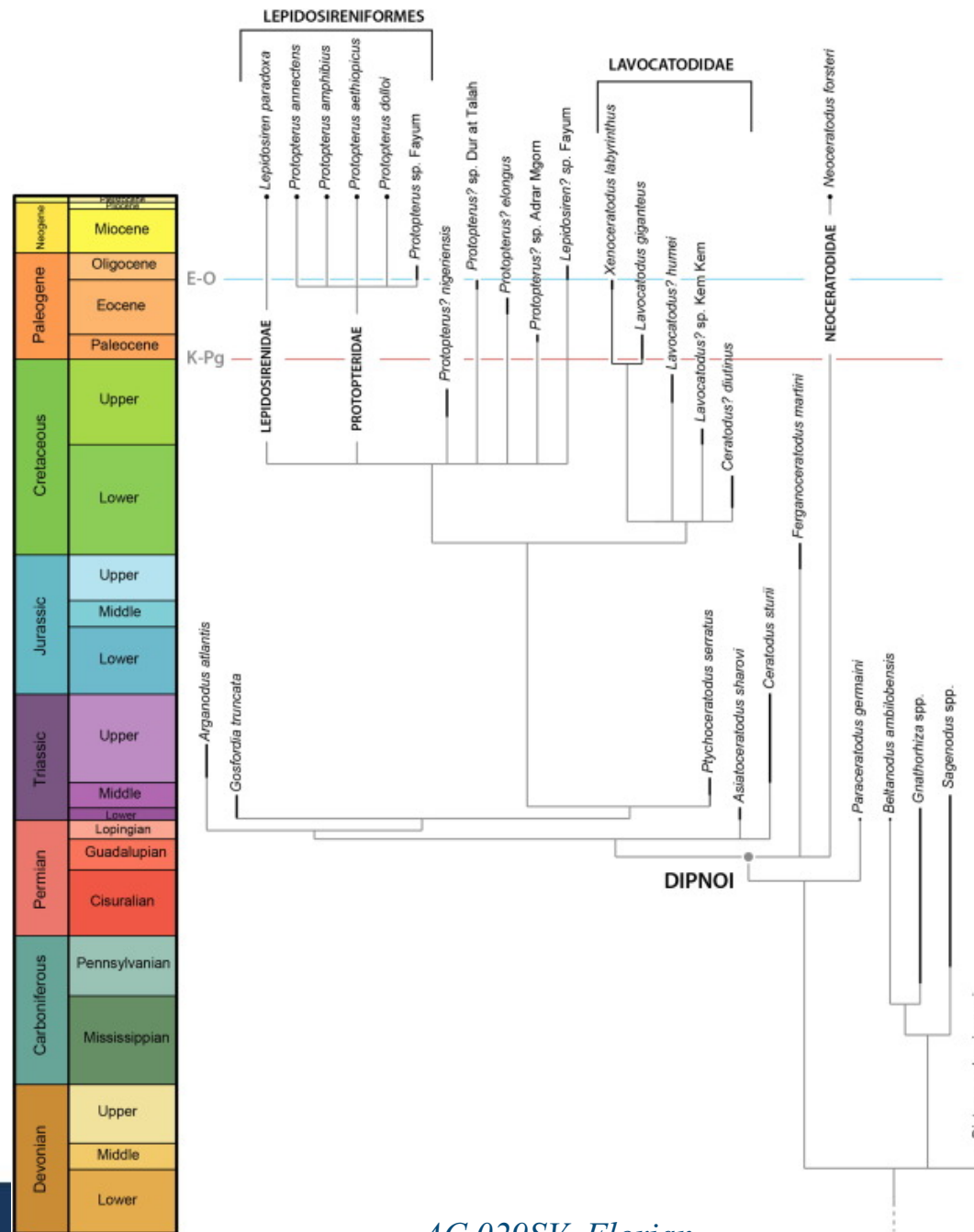
Pinna
difercerca



E. *Protopterus*



Lepidosiren paradoxa



A wide range of Cretaceous and Cenozoic lungfish from Africa referred to *Protopterus* and *Lepidosiren* are unresolved in the phylogeny, and likely represent stem members of Protopteridae, Lepidosirenidae, or Lepidosireniformes.

Analysis of the African coelacanth genome sheds light on tetrapod evolution

C. T. Amemiya et al. (Proff. Marco Gerdol- Alberto Pallavicini)

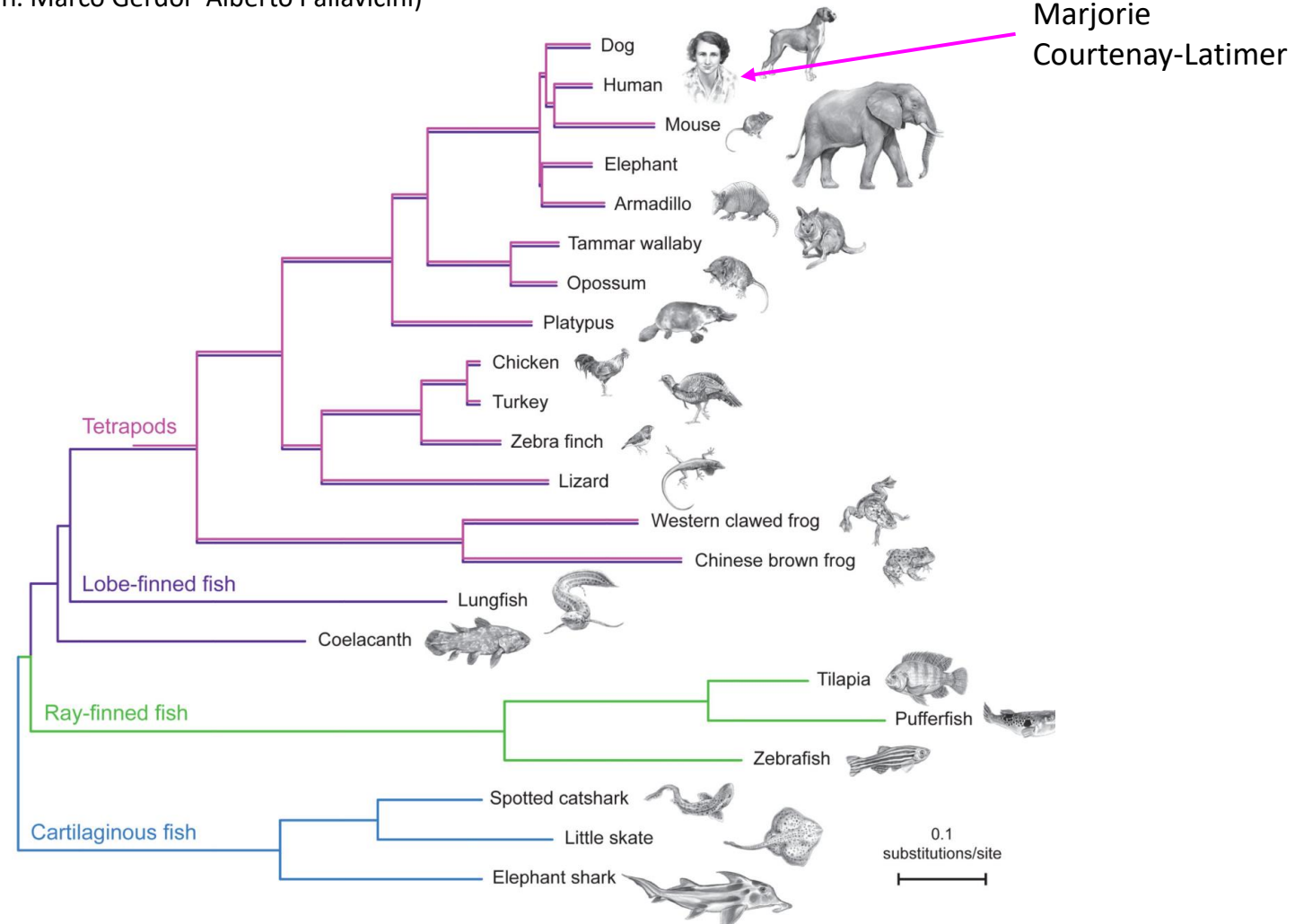
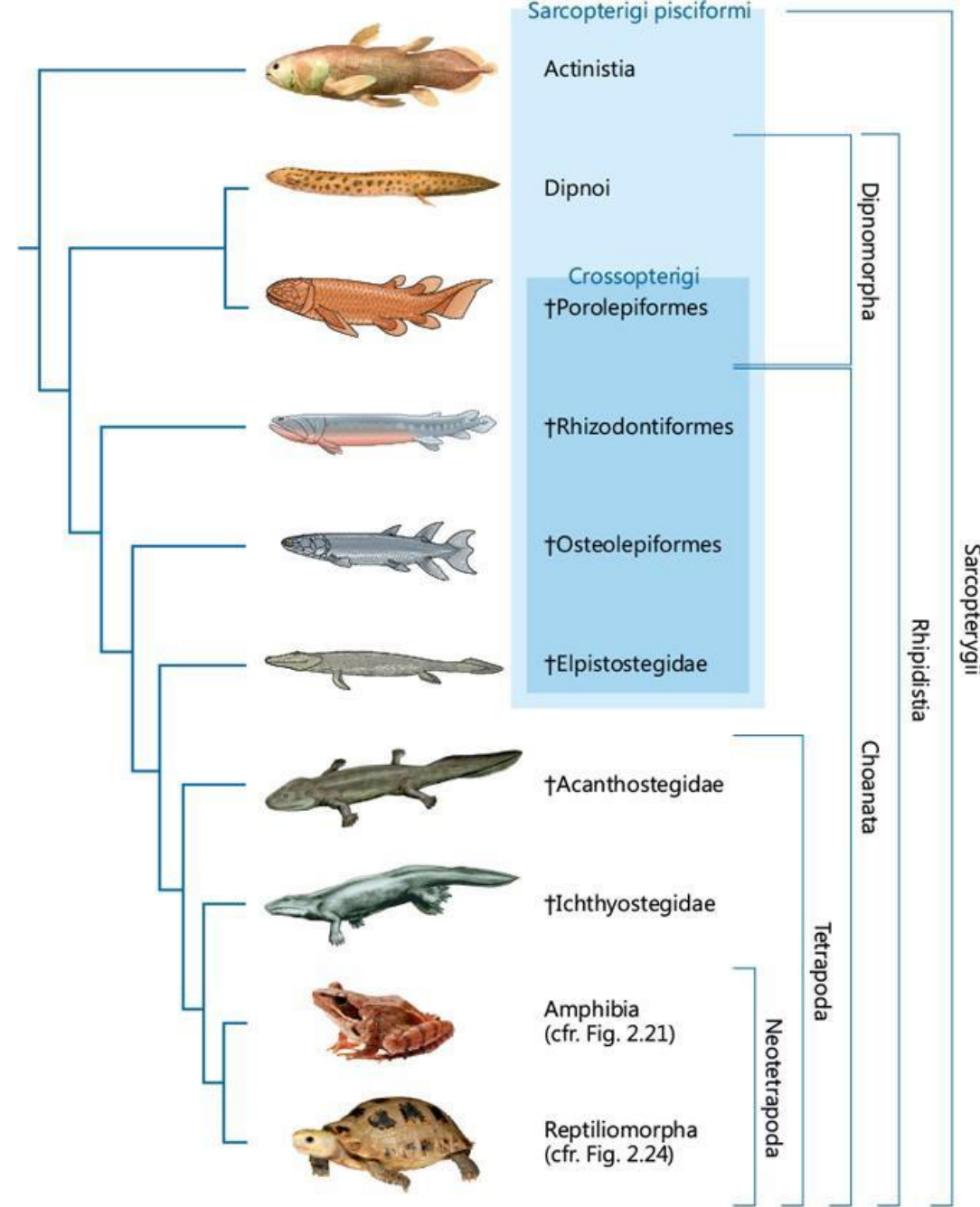


Figure 1. A phylogenetic tree of a broad selection of jawed vertebrates shows that lungfish, not coelacanth, is the closest relative of tetrapods. Multiple sequence alignments of 251 genes present as 1-to-1 orthologs in 22 vertebrates and with a full sequence coverage for both lungfish and coelacanth were used to generate a concatenated matrix of 100,583 unambiguously aligned amino acid positions. The tree was rooted on cartilaginous fish. It shows both that lungfish is more closely related to tetrapods than coelacanth and that the protein sequence of coelacanth is slowly evolving.



I rappresentanti del gruppo **Rhipidistia** hanno denti nei quali lo smalto si piega verso l'interno e, per questo motivo, sono stati chiamati denti labirintici.

I †Porolepiformes dal greco, poros = buco + lepis = scaglia) e i

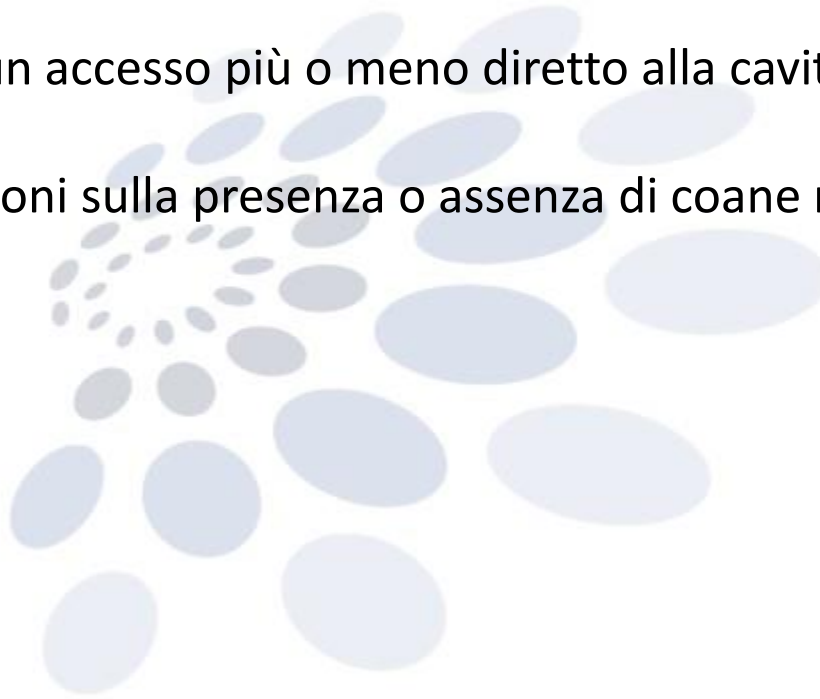
Dipnoi (pesci polmonati) costituiscono il clade di ripidisti Dipnomorpha

I dipnomorfi hanno pinne pari lunghe, con numerosi elementi assiali centrali.

I dipnoi viventi utilizzano queste pinne per “camminare” sul fondo, usando la stessa andatura che osserviamo nei tetrapodi.

I rappresentanti dei **Choanata** hanno coane, una specializzazione che permette all'aria di essere condotta nella cavità orale attraverso il naso.

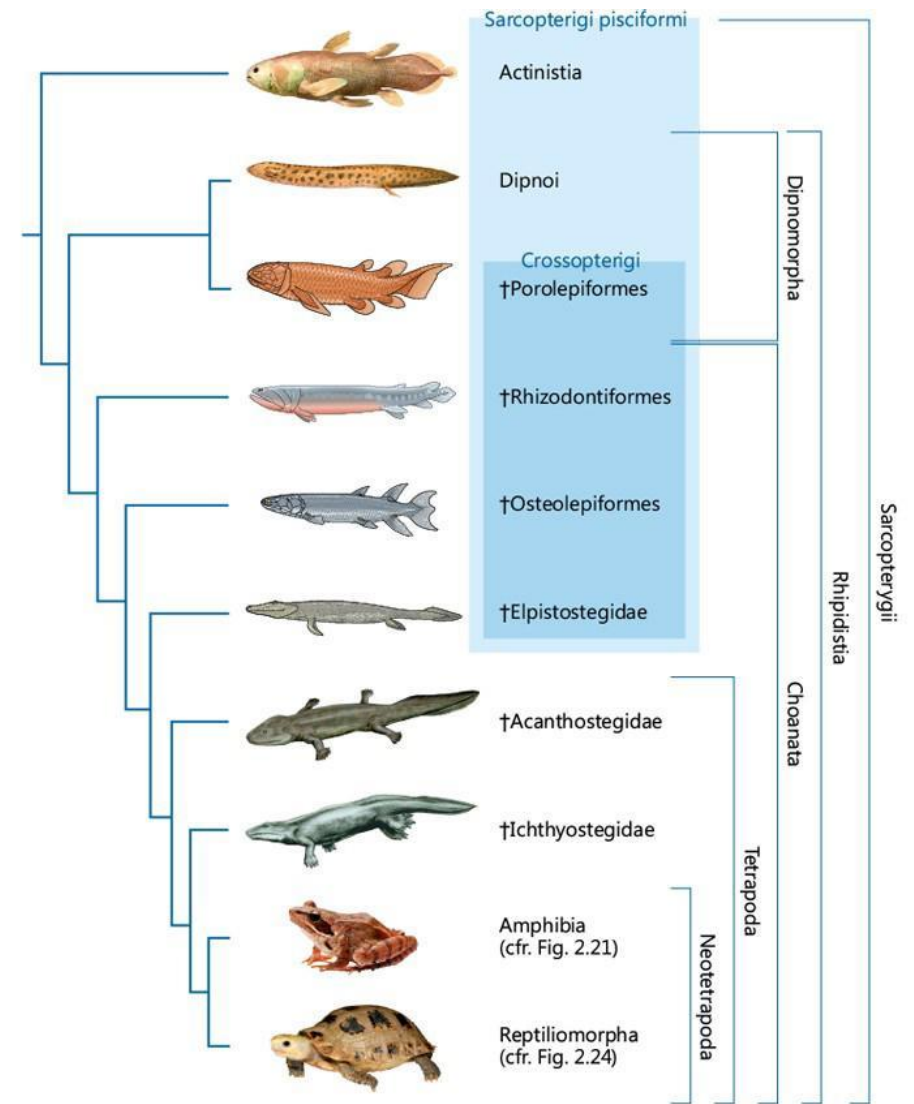
I coanati hanno solo un paio di aperture nasali esterne, chiamate narici inalanti, e l'aria che passa al loro interno ha un accesso più o meno diretto alla cavità orale e alla faringe. Ci sono state molte discussioni sulla presenza o assenza di coane nei gruppi dei sarcopterigi.



†Rhizodontiformes predatori (più di 2 metri di lunghezza)

†Osteolepiformes e †Eusthenopteron con scaglie ascellari ingrandite, come pure delle pinne pari.

†Osteolepiformi, con numerosi dettagli dello scheletro, osservati negli si conservano nei tetrapodi, come ad esempio il modello di base delle ossa della volta del cranio e delle appendici pari. †Elpistostegidae condividono con i tetrapodi primitivi numerosi caratteri, quali l'organizzazione delle ossa della volta del cranio, un omero allungato, la perdita della pinna dorsale, e la perdita della pinna anale.



© edi.ermes, milano

Edi.Ermes in concessione a
FIORELLA FLORIAN



FIGURA 5.1

Gli ambienti d'acqua dolce del Devoniano erano infestati da grandi pesci predatori (in primo piano, un sarcopterigio), mentre gli habitat terrestri abbondavano di potenziali prede ed erano privi di competitori e predatori.

ORARI E AULE PER LEZIONI GIOVEDÌ

- 18/04 ore 11-13 aula B idraulica edif.C2
- 02/05 ore 11-13 aula B idraulica edif.C2
- 09/05 ore 11-13 aula Ciamician edif.B
- 16/05 ore 11-13 aula Ciamician edif.B
- 23/05 ore 11-13 aula Ciamician edif.B
- 30/05 ore 11-13 aula Ciamician edif.B

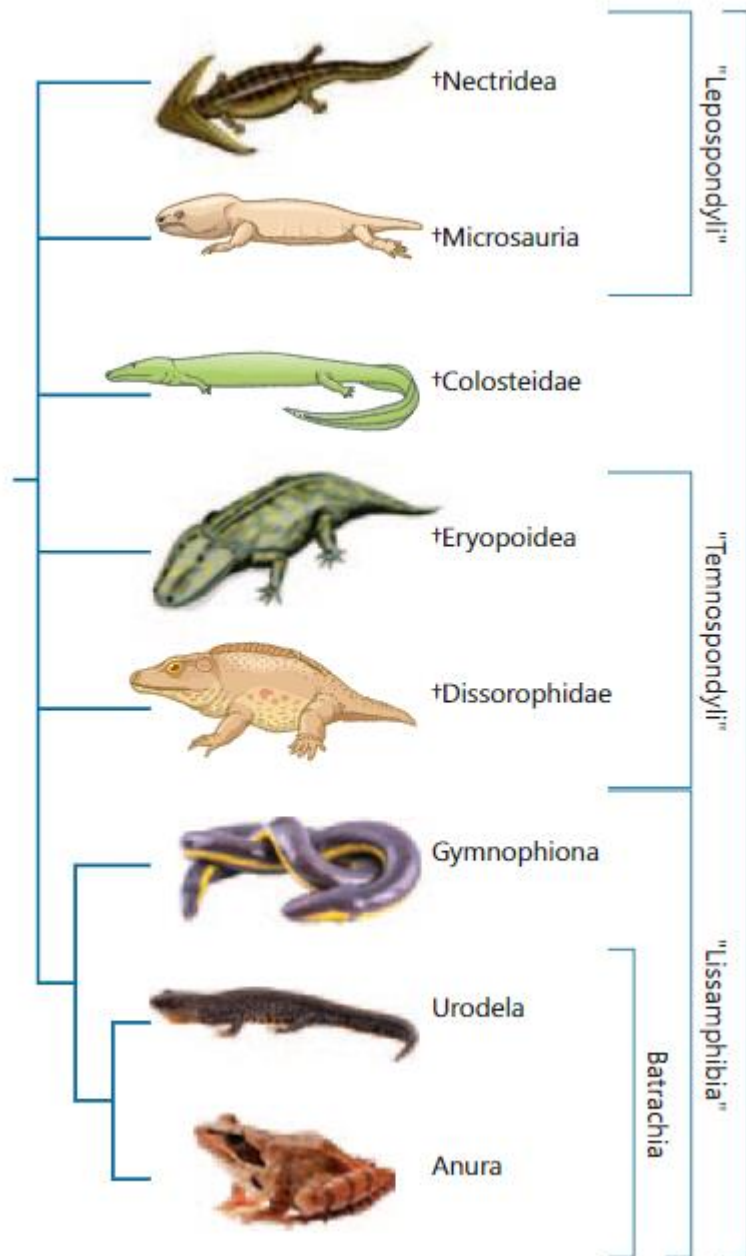
Tetrapodi

Sinapomorfie

- I tetrapodi primitivi presentano arti, forniti di tre parti: lo stilopodio, lo zeugopodio e l'autopodio. mentre i primi due segmenti sono rilevabili probabilmente anche nella pinna dei crossopterigi, l'autopodio, fornito di dita, è esclusivo di questo clade e rappresenta una novità evolutiva
- La cintura pettorale perde la connessione con il cranio e compare la regione cervicale (il collo), utile per muovere la testa indipendentemente dagli arti anteriori, una volta che questi siano appoggiati a terra per la deambulazione.
- Le vertebre si articolano tra loro tramite processi più complessi, detti zigapofisi
- La cintura pelvica prende, per la prima volta, connessione con la colonna vertebrale
- Anche gli organi di senso si modificano in relazione all'ambiente terrestre.

tetrapodi primitive

neotetrapodi (Neotetrapoda) forniti di un numero massimo di dita pari a cinque – 2 line ANFIBI e RETTILOMORFI



scompaiono dalle testimonianze fossili nel Permiano inferiore

Albero filogenetico degli anfibii.

I "temnospondili" e i "lepospondili" (gruppi parafiletici).

I temnospondili si estinsero nel Cretacico

- Forme larvali
- Mano con quattro dita
- Timpano

Anfibi:

- Lepospondili
- Temnospondili
- Lissanfibi

PREADATTAMENTI ALLA VITA TERRESTRE

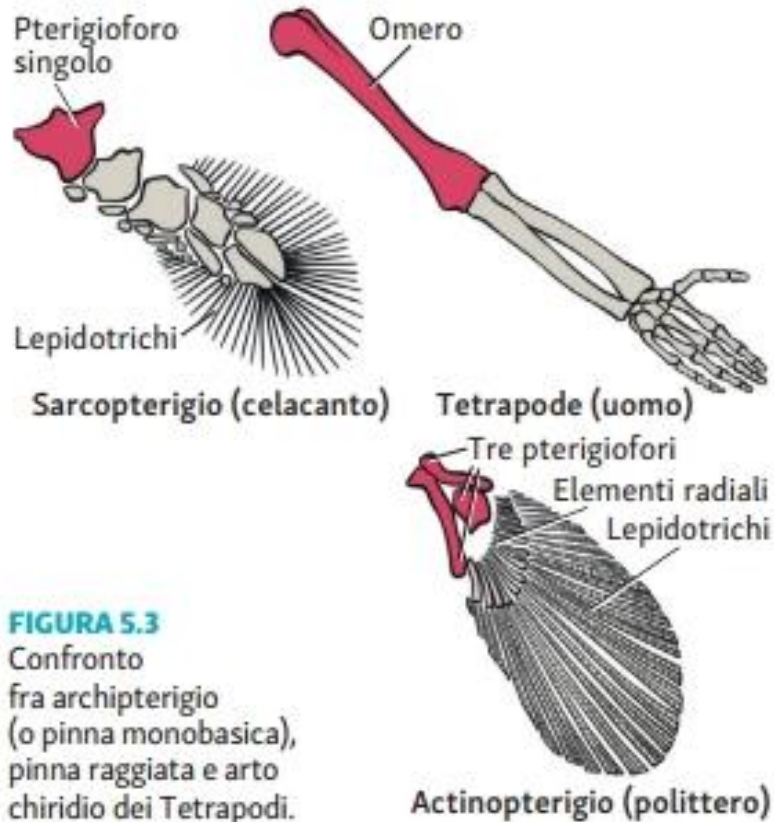


FIGURA 5.3
Confronto fra archipterigio (o pinna monobasica), pinna raggiata e arto chiridio dei Tetrapodi.

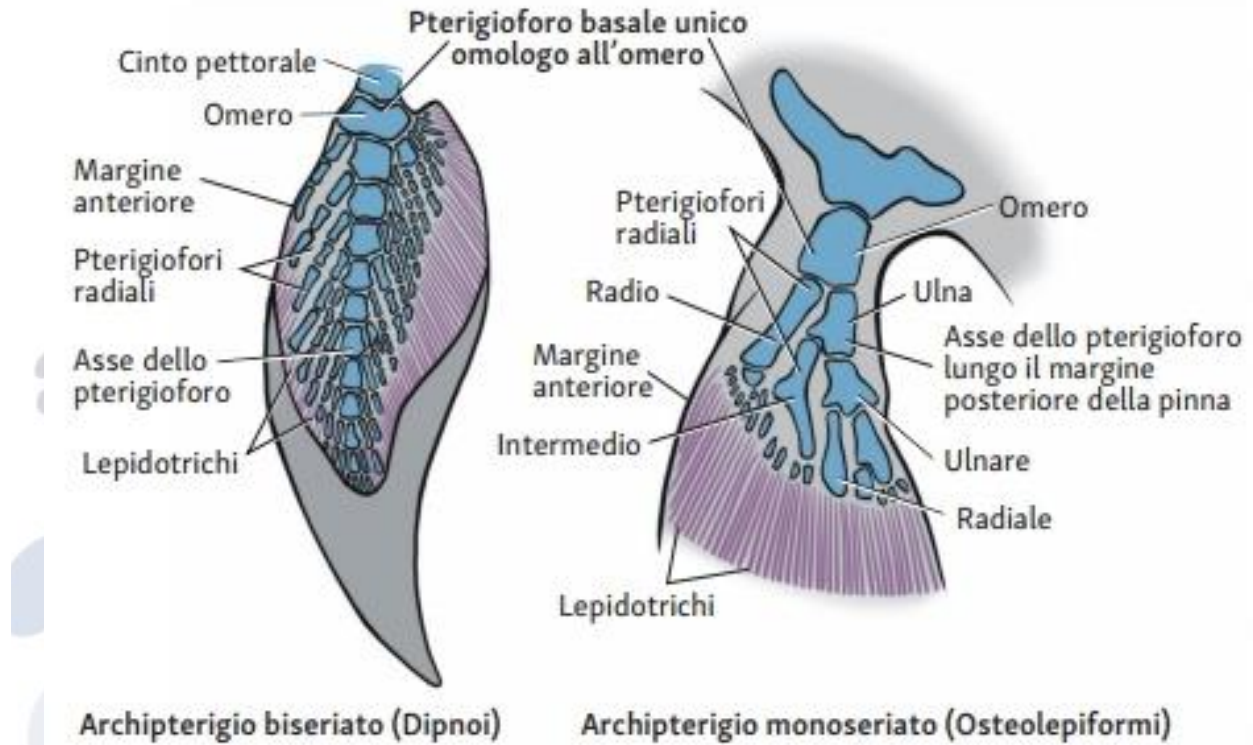


FIGURA 5.4
Confronto fra archipterigio biseriato (A) e archipterigio monoseriato (B). In quest'ultimo sono evidenti numerose omologie con le ossa dell'arto dei Tetrapodi.

PREADATTAMENTI ALLA VITA TERRESTRE

Correlate alle sacche polmonari

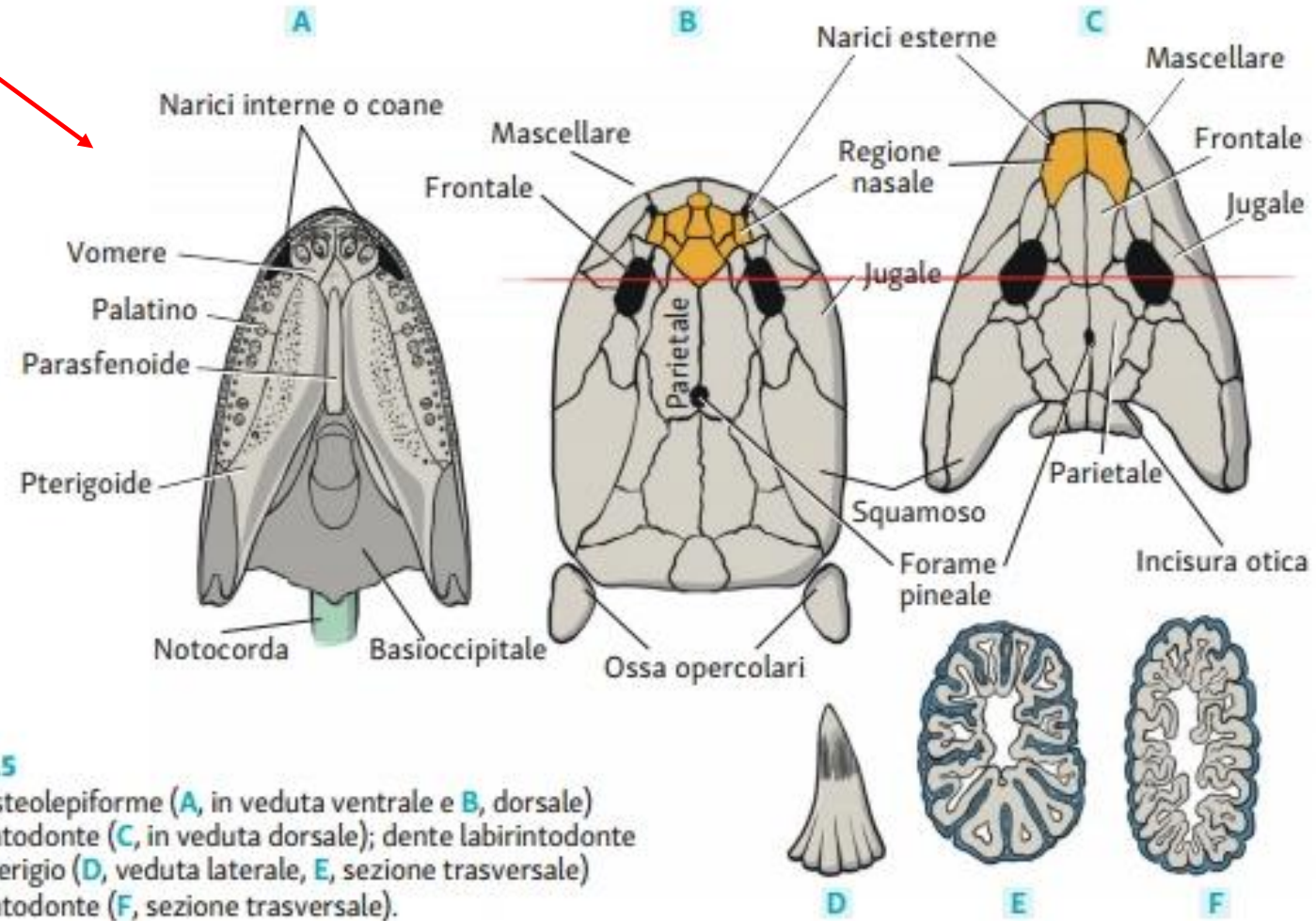


FIGURA 5.5

Crani di osteolepiforme (A, in veduta ventrale e B, dorsale) e di labirintodonte (C, in veduta dorsale); dente labirintodonte di sarcopterigio (D, veduta laterale, E, sezione trasversale) e di labirintodonte (F, sezione trasversale).

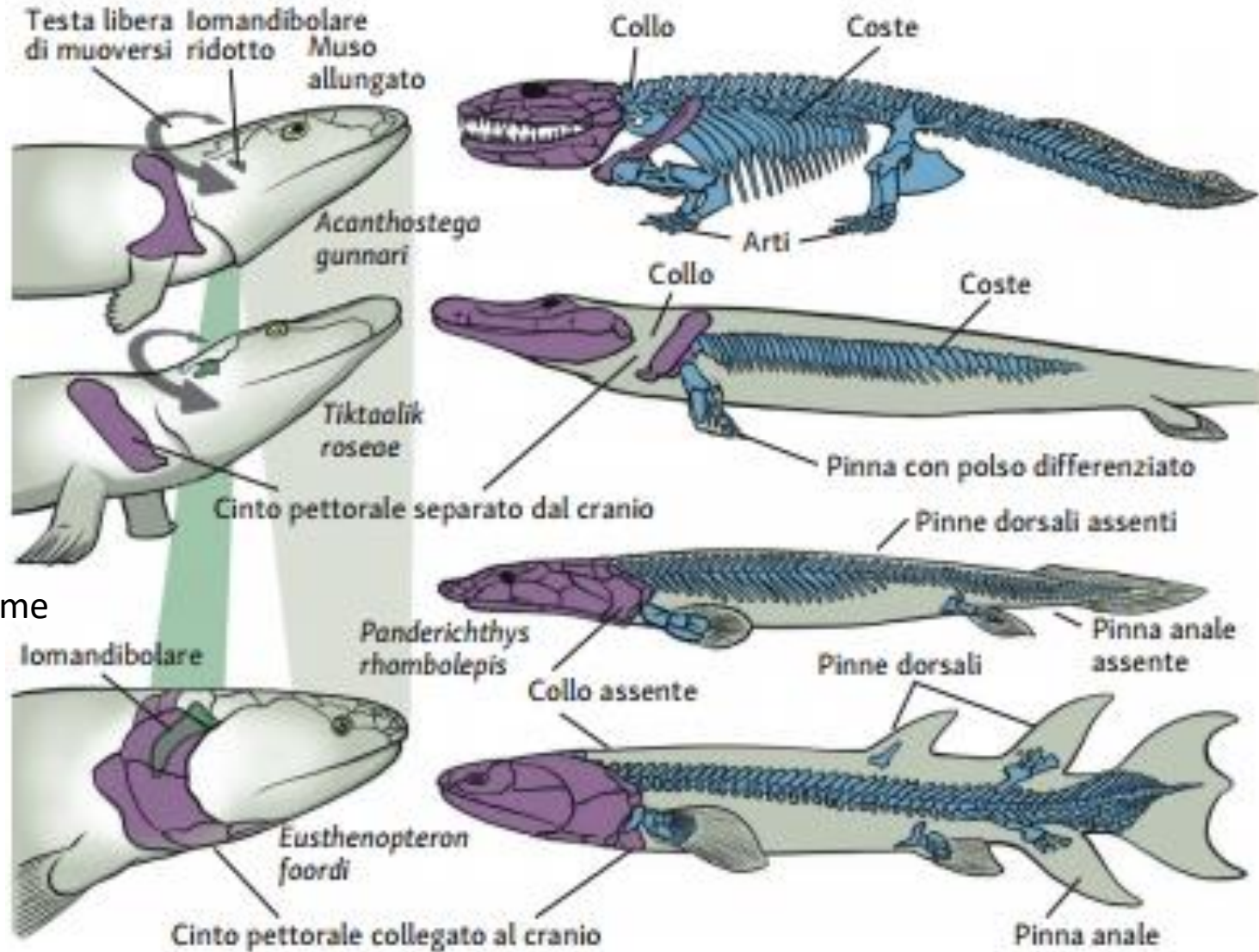


FIGURA 5.7

Adattamenti scheletrici alla vita terrestre. Le pinne si espandono per sostenere il corpo fuori dall'acqua e le coste si irrobustiscono, mentre il cinto pettorale perde la connessione con il cranio in modo che la testa sia più libera di muoversi lateralmente; il muso si allunga, mentre l'omandibolare si riduce, avendo perso il ruolo di collegamento fra mascelle e cranio.

Osteolepiforme

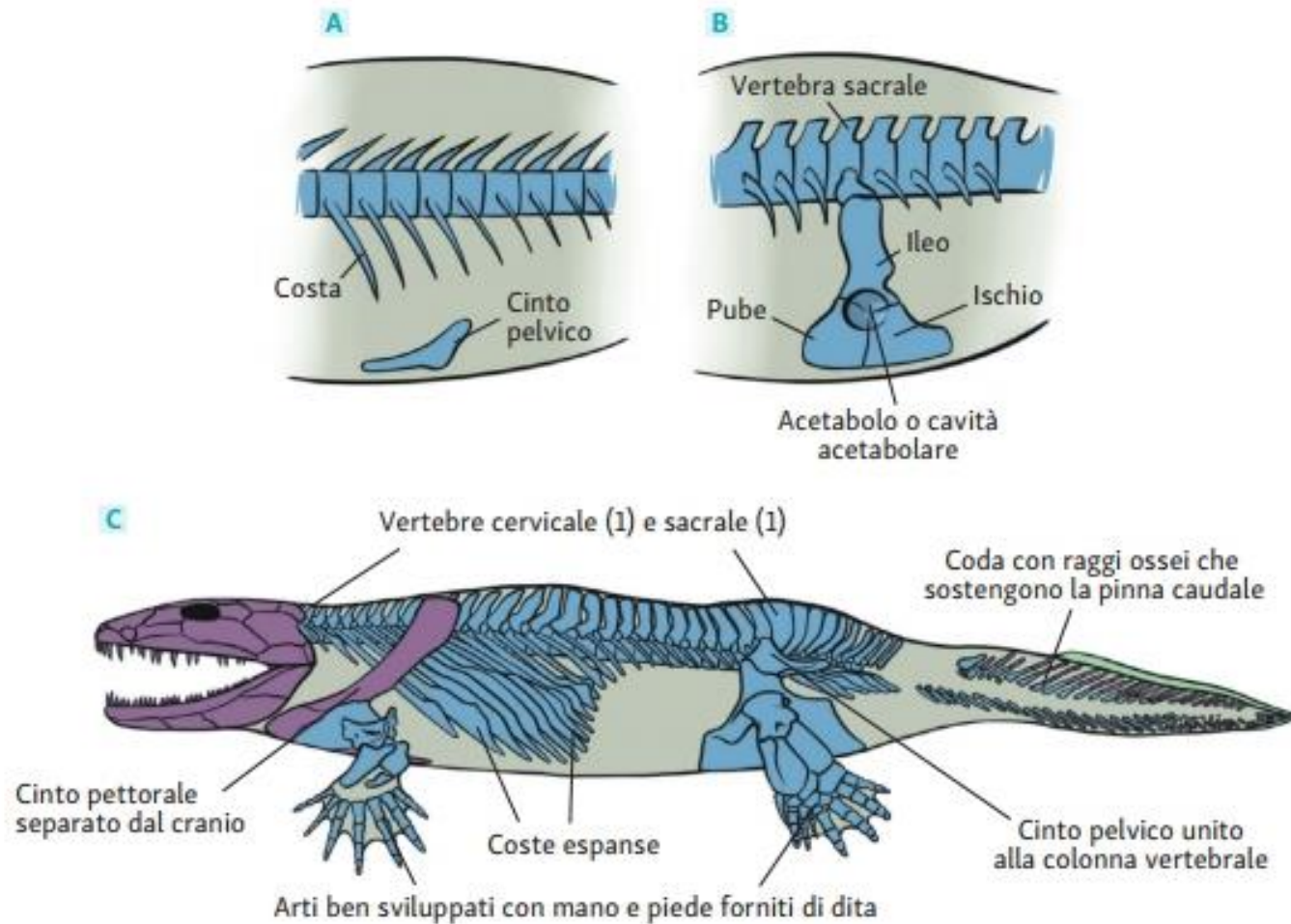


FIGURA 5.11

Colonna vertebrale e cinto pelvico di un pesce (A) e un tetrapode (B); (C) scheletro di *Ichthyostega*, esempio di evoluzione a mosaico. In viola, le ossa dermiche; in azzurro, le ossa di sostituzione.

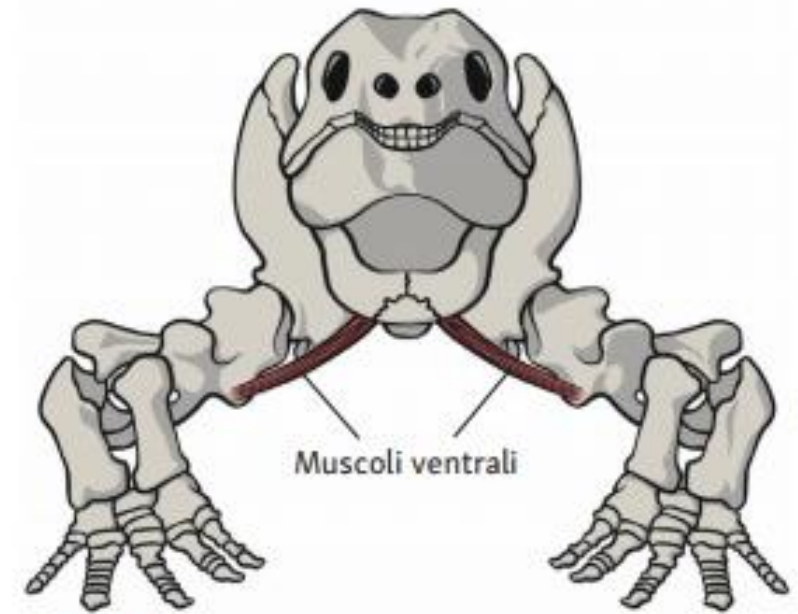


FIGURA 5.12

Gli arti trasversali dei primi Tetrapodi richiedevano potenti muscoli ventrali per sollevare il corpo dal terreno.

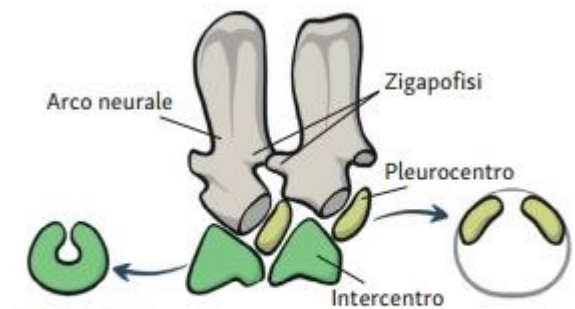
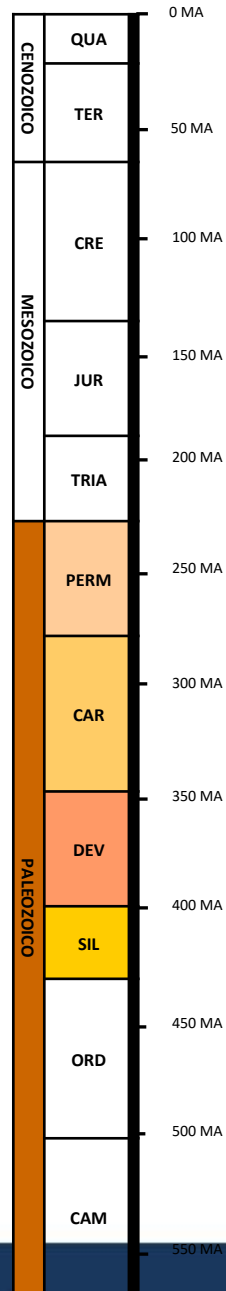


FIGURA 5.13

Nei Labirintodonti il corpo vertebrale è ancora formato da segmenti separati (intercentro e pleurocentro) ma l'articolazione fra le vertebre è rinforzata da zigapofisi.

Permane la notocorda



CHOANATA: COANE E FOSSA
GLENIOIDEA PER LA TESTA
DELL'OMERO

TARDO DEV.

FIGURA 3-15

Filogenesi dei sarcopterigii (Sarcopterygii) viventi e fossili, nella quale viene messa in evidenza l'origine dei coanati (Choanata), dei tetrapodi (Tetrapoda) e dei neotetrapodi (Neotetrapoda).

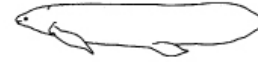
PENTADATTILIA

Dalla Figura 3-2

Celacanti
(Actinistia)



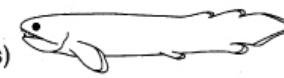
Pesci polmonati
(Dipnoi)



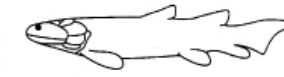
†Porolepiformi
(†Porolepiformes)



†Rhizodontiformi
(†Rhizodontiformes)
Predatori, +2m



†Osteolepiformi
(†Osteolepiformes)



†Elpistostegidi
(†Elpistostegidae)



†Acanthostegidi
(†Acanthostegidae)



Labirintodonti

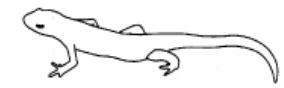
8 dita

†Ichthyostegidi
(†Ichthyostegidae)



7 dita

Anfibi
(Amphibia;
vedi Figura 3-18)



Rettileomorfi
(Reptilomorpha;
vedi Figura 3-20)



Dipnomorpha

Sarcopterygii

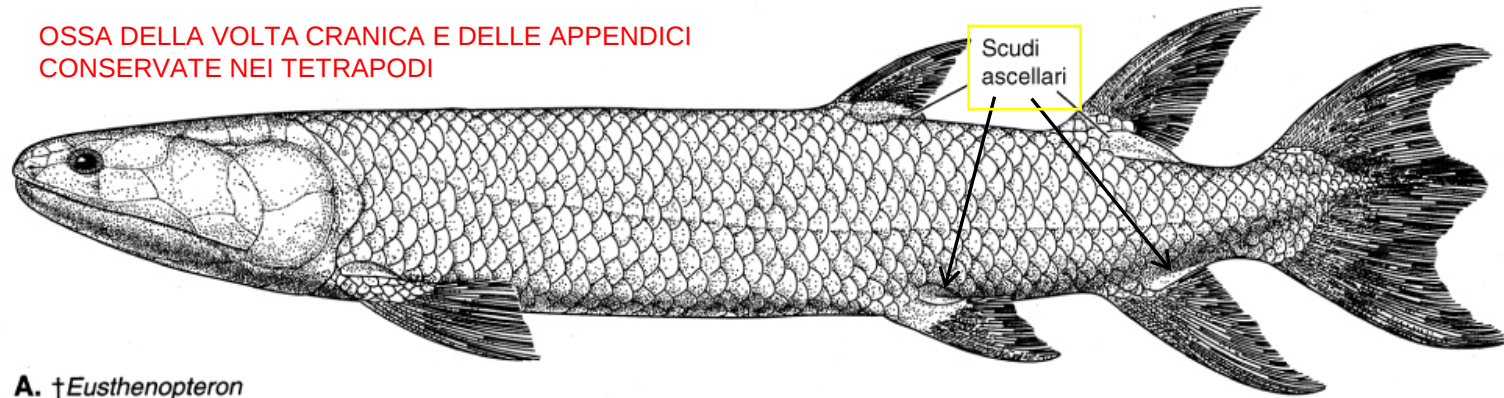
Rhipidistia

Choanata

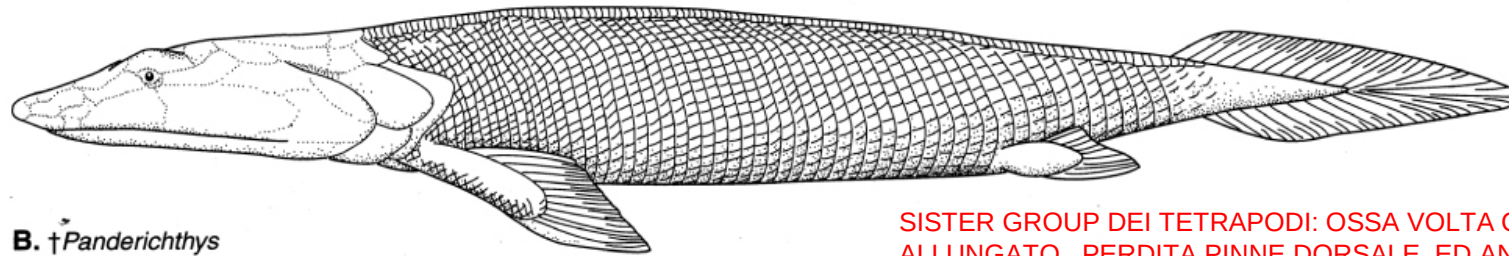
Tetrapoda

Neotetrapoda

OSSA DELLA VOLTA CRANICA E DELLE APPENDICI
CONSERVATE NEI TETRAPODI



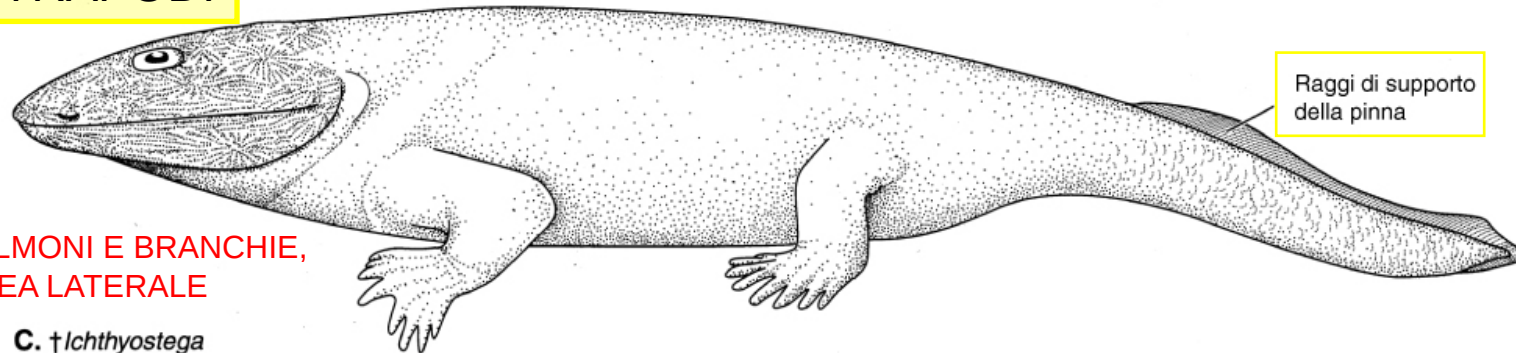
A. †*Eusthenopteron*



B. †*Panderichthys*

SISTER GROUP DEI TETRAPODI: OSSA VOLTA CRANIO, OMERO
ALLUNGATO, PERDITA PINNE DORSALE ED ANALE

TETRAPODI



POLMONI E BRANCIE,
LINEA LATERALE

C. †*Ichthyostega*
Labirintodonte

4 ARTI CON DITA, CAMBIAMENTI COLONNA E CINTURE
ZIGAPOFISI, NO CONNESSIONE CRANIO-CINTO PETTORALE

FIGURA 3-17

Coanati rappresentativi. A, Ricostruzione di †*Eusthenopteron*, uno dei meglio conosciuti tosteolepiformi del Devoniano.
B, Ricostruzione dell'telpistostegide †*Panderichthys* in vista laterale. Notare l'assenza delle pinne dorsale ed anale.
C, Ricostruzione di †*Ichthyostega*.

ADATTAMENTI ORGANODI SENSO

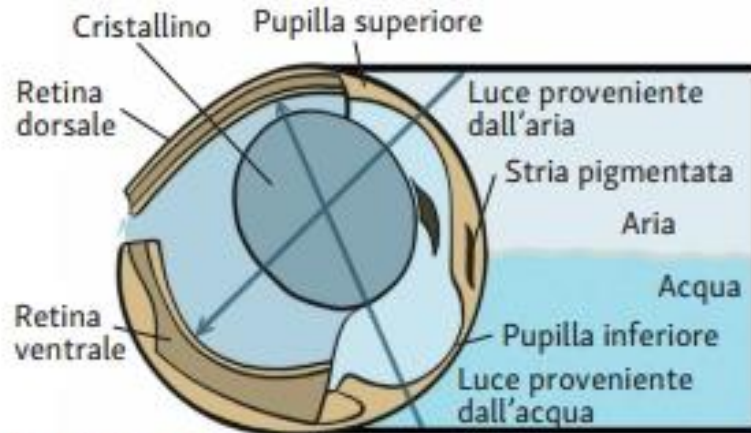
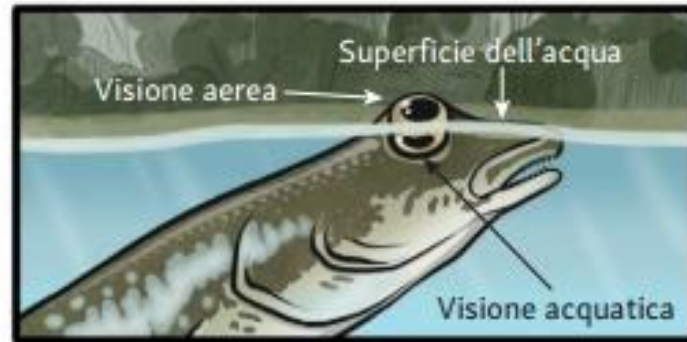


FIGURA 5.15

Il pesce quattrocchi (*Anableps anableps*) dell'America meridionale ha un occhio provvisto di due pupille e di un cristallino la cui forma consente la messa a fuoco delle immagini sia nell'acqua sia nell'aria. Quando nuota sul pelo dell'acqua, la luce che entra nell'occhio dall'aria attraversa l'asse minore del cristallino ed è focalizzata sulla parte ventrale della retina. La luce che entra nell'occhio dall'acqua attraversa l'asse maggiore del cristallino ed è messa a fuoco sulla parte dorsale della retina.

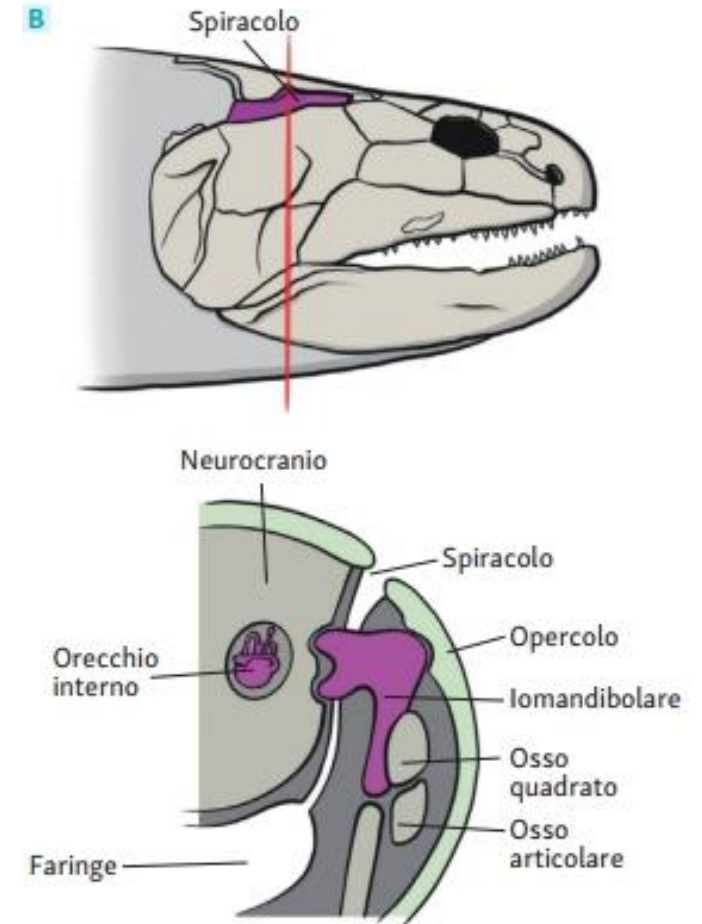
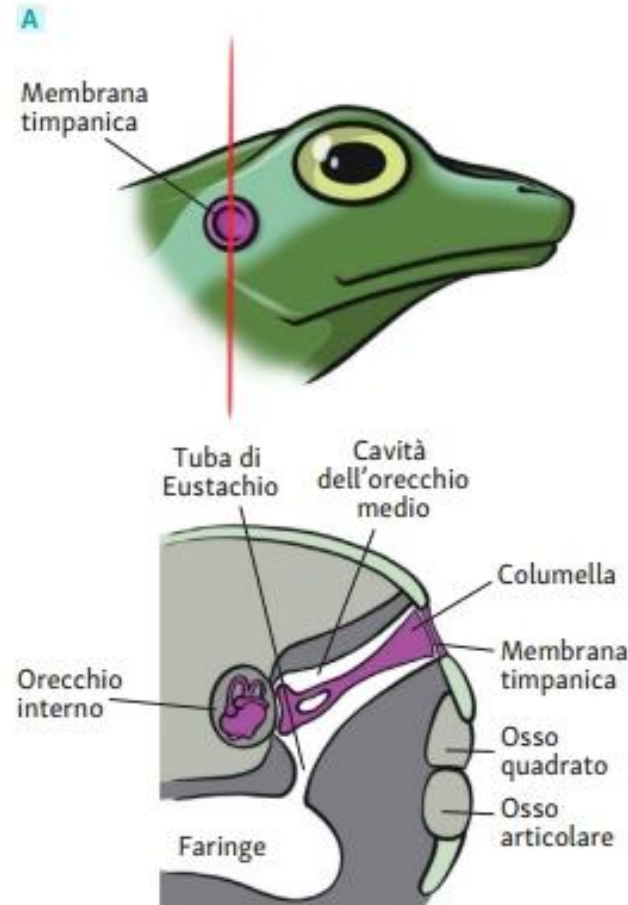


FIGURA 5.16

Confronto fra la regione faringea di un tetrapode (A, rana) e di uno gnatostoma acquatico (B, sarcopterygio). La linea verticale rossa indica il livello della sezione mostrata in basso.

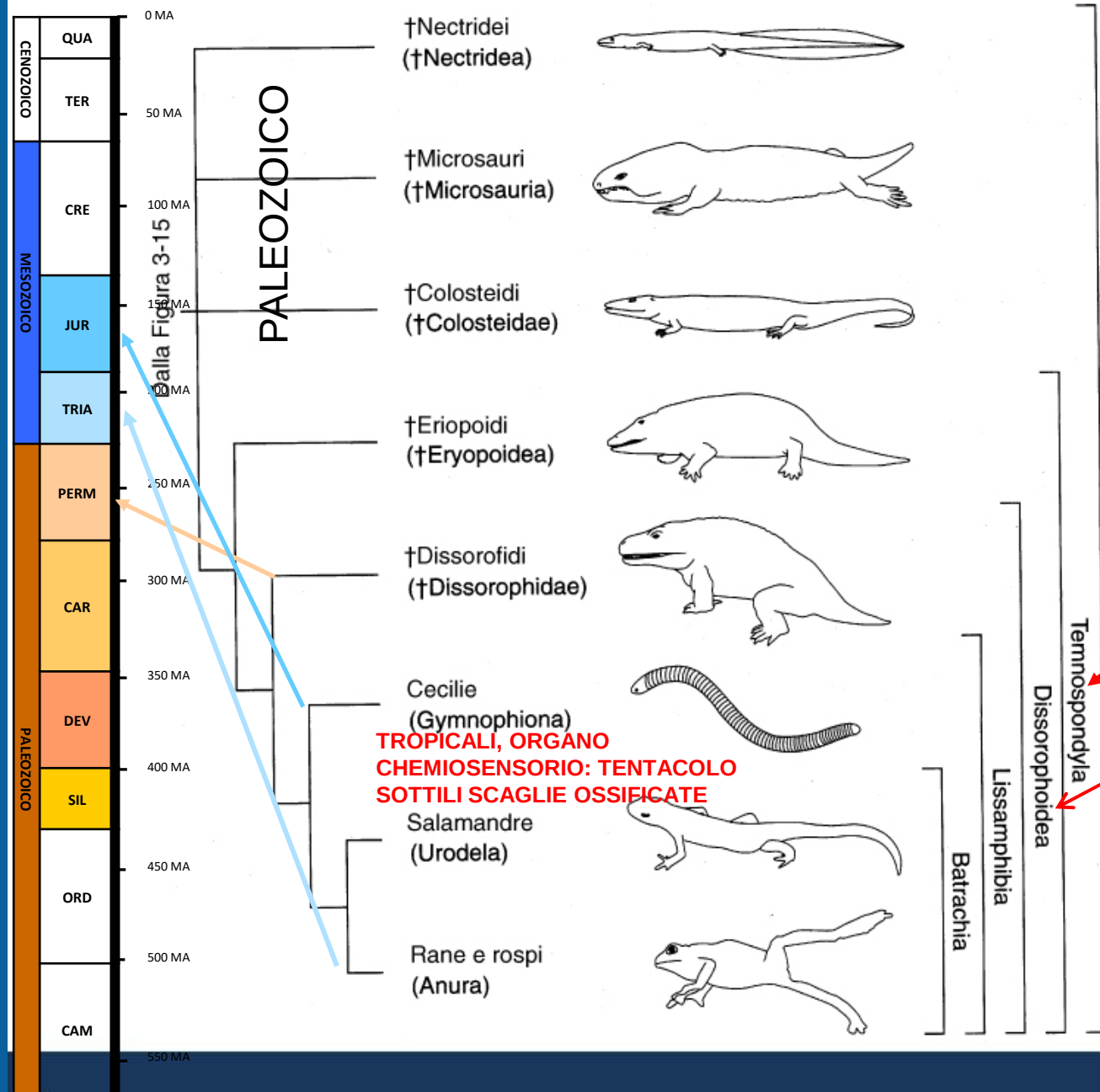


FIGURA 3-18
Filogenesi di anfibi attuali e fossili, nella quale viene messa in evidenza l'origine e la diversità dei lissanfibi (Lissamphibia).

APOMORFIA: 4 O MENO DITA
CICLO VITALE BIMODALE

VERTEBRA CON PIÙ PEZZI
COLUMELLA

DENTI BICUSPIDATI E PEDICEL-
LATI: SEPARAZ. TRA CORONA E
BASE (PEDICELLO)

SINAPOMORFIE ANFIBI

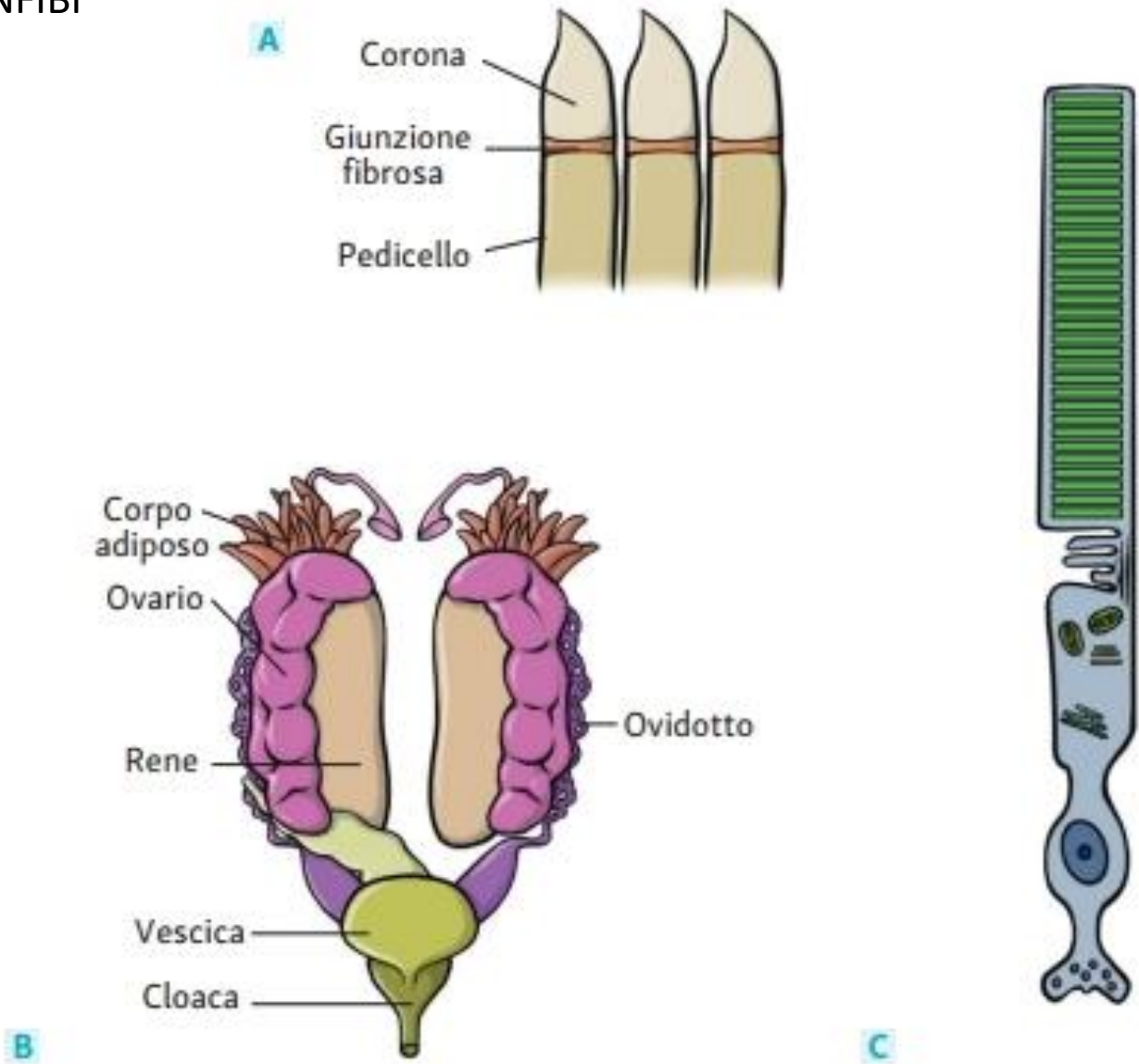


FIGURA 5.24
Alcune sinapomorfie degli Anfibi.
(A) Denti pedicellati; (B) corpo adiposo; (C) bastoncelli verdi nella retina.

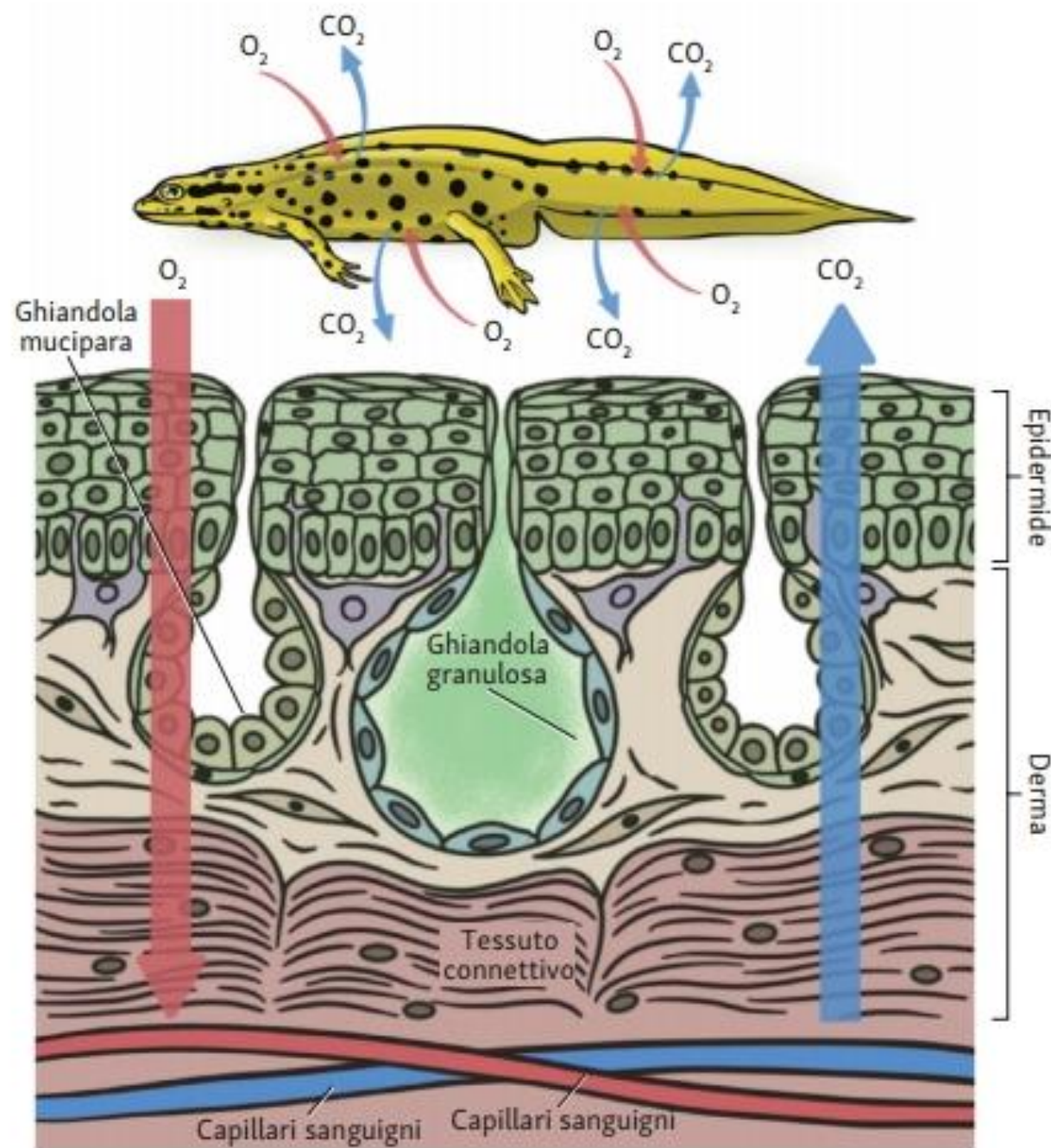


FIGURA 5.23

La pelle degli Anfibii è vascolarizzata, permeabile e costituisce il principale organo respiratorio.

ANFIBI VIVENTI:

Lissanfibi

- **Urodeli** (parte salamandre e tritoni, mantengono una morfologia generale di tipo primitivo)
- **Anuri** (numerosi modificazioni morfologiche, i.e. salto)
- **Gimnofioni** (corpo tubulare e dall'assenza di arti e cinture, per via del loro stile di vita strettamente fossorio)

RIPRODUZIONE

Anuri: quasi tutti ovipari a fecondazione esterna, alcune specie tropicali presentano forme di incubazione delle uova (A) e (B)

Urodeli: fecondazione interna, ovipari. Salamandre europee, ovovipare

Apodi: fecondazione interna. 25% ovipare, deposte in prossimità dell'acqua e sorvegliate dalla femmina (C) il restante 75% è ovoviparo

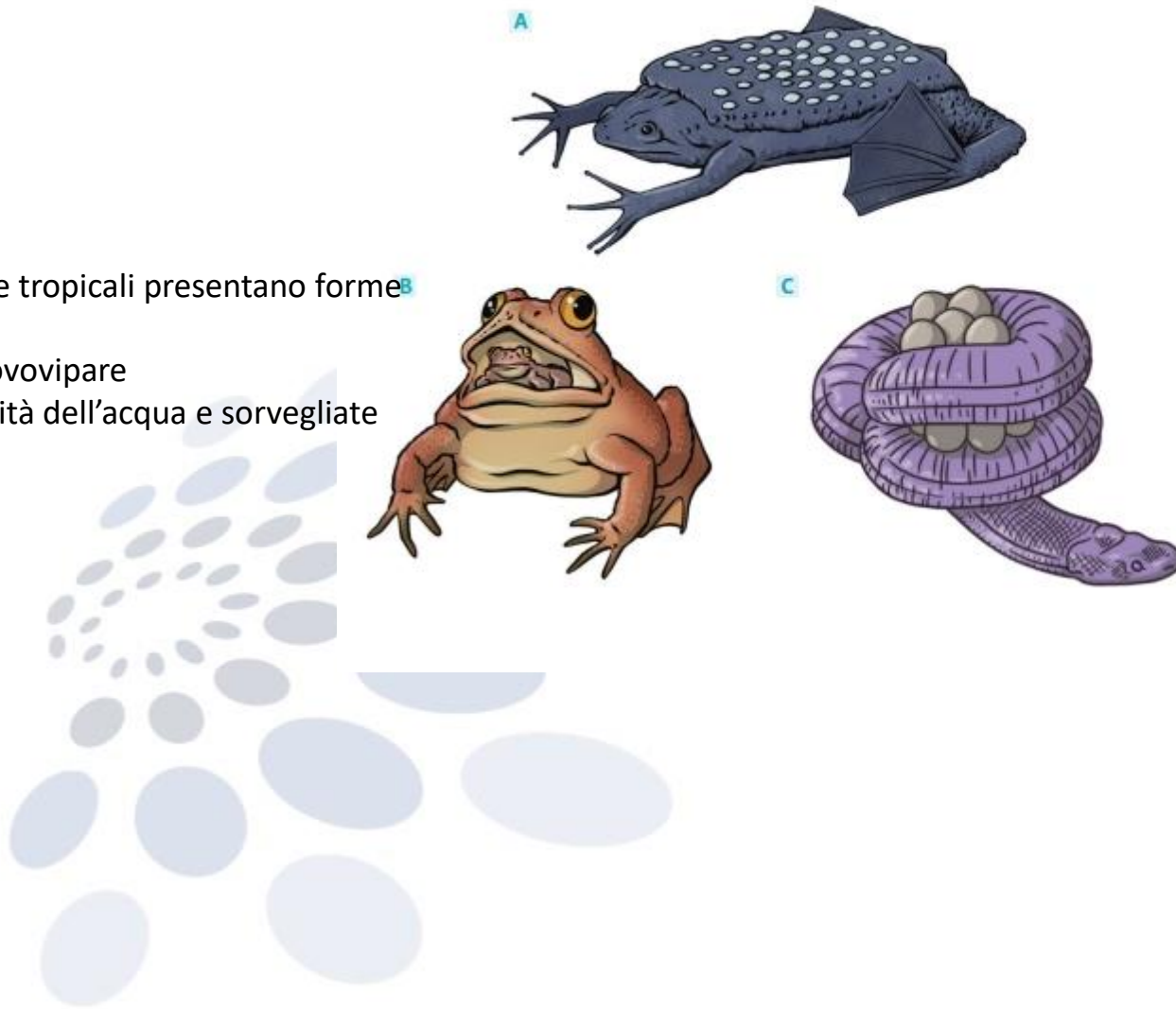


FIGURA 5.27
Incubazione delle uova
(A) nel tegumento
dorsale nel rospo del
Suriname (*Pipa pipa*),
(B) nello stomaco nella
rana australiana
Rheobatrachus silus.
(C) Sorveglianza delle
uova in un apode.

COLUMELLA A CONTATTO
CON IL TIMPANO
(CONVERGENZA)

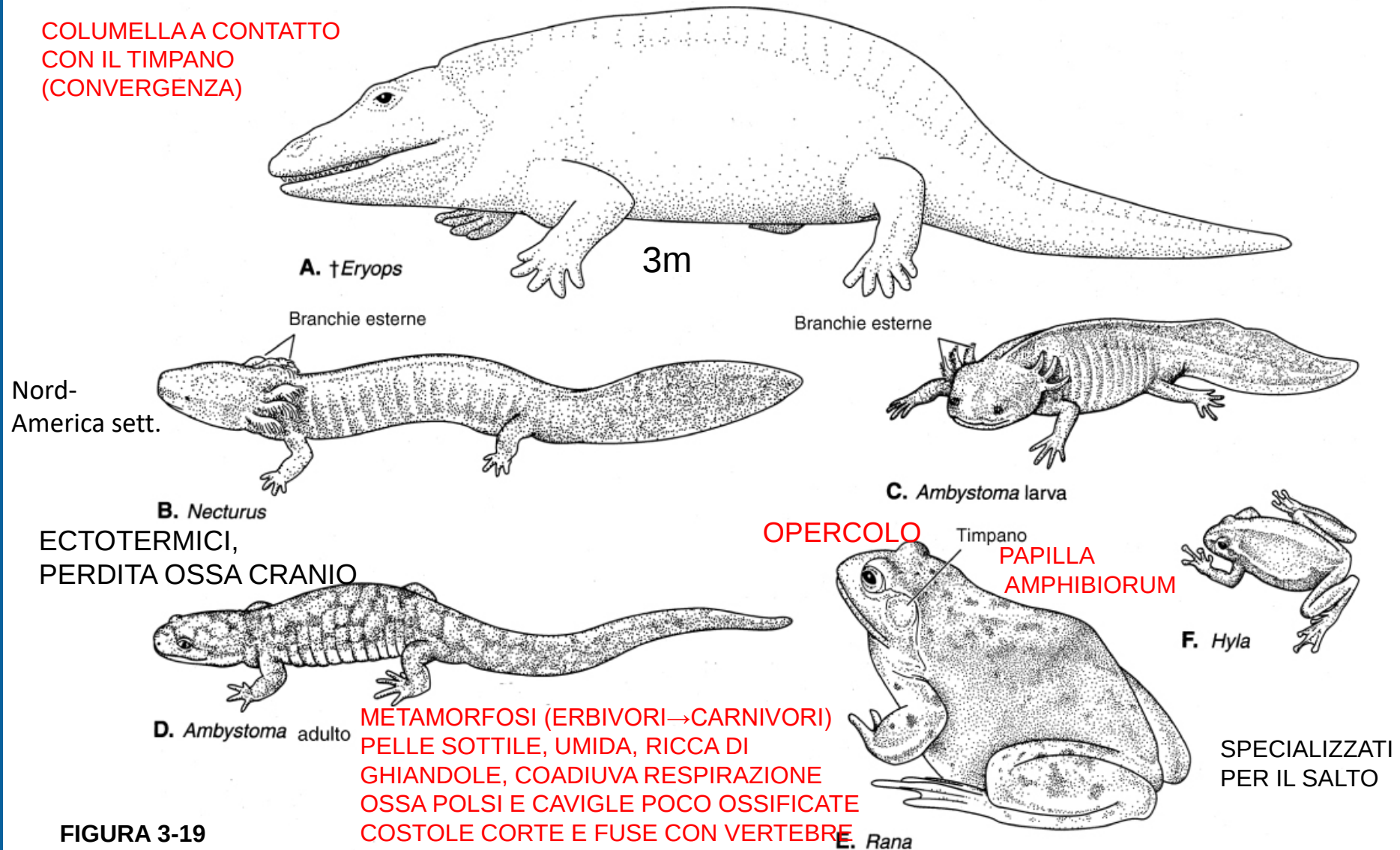


FIGURA 3-19

Anfibi rappresentativi. A, Ricostruzione di un temnospondilo primitivo, *Eryops*. B, *Necturus* che vive in acqua e mantiene le branchie per tutta la vita. C, Larva di *Ambystoma* mostrante le branchie esterne piumose. D, Adulto metamorfosato di *Ambystoma*. Le branchie e le altre caratteristiche relative alla vita acquatica sono andate perdute con la metamorfosi. E, La rana toro, *Rana*. Notare il grande timpano. F, Una raganella, *Hyla*, che ha la punta delle dita specializzata per aderire a superfici ripide.

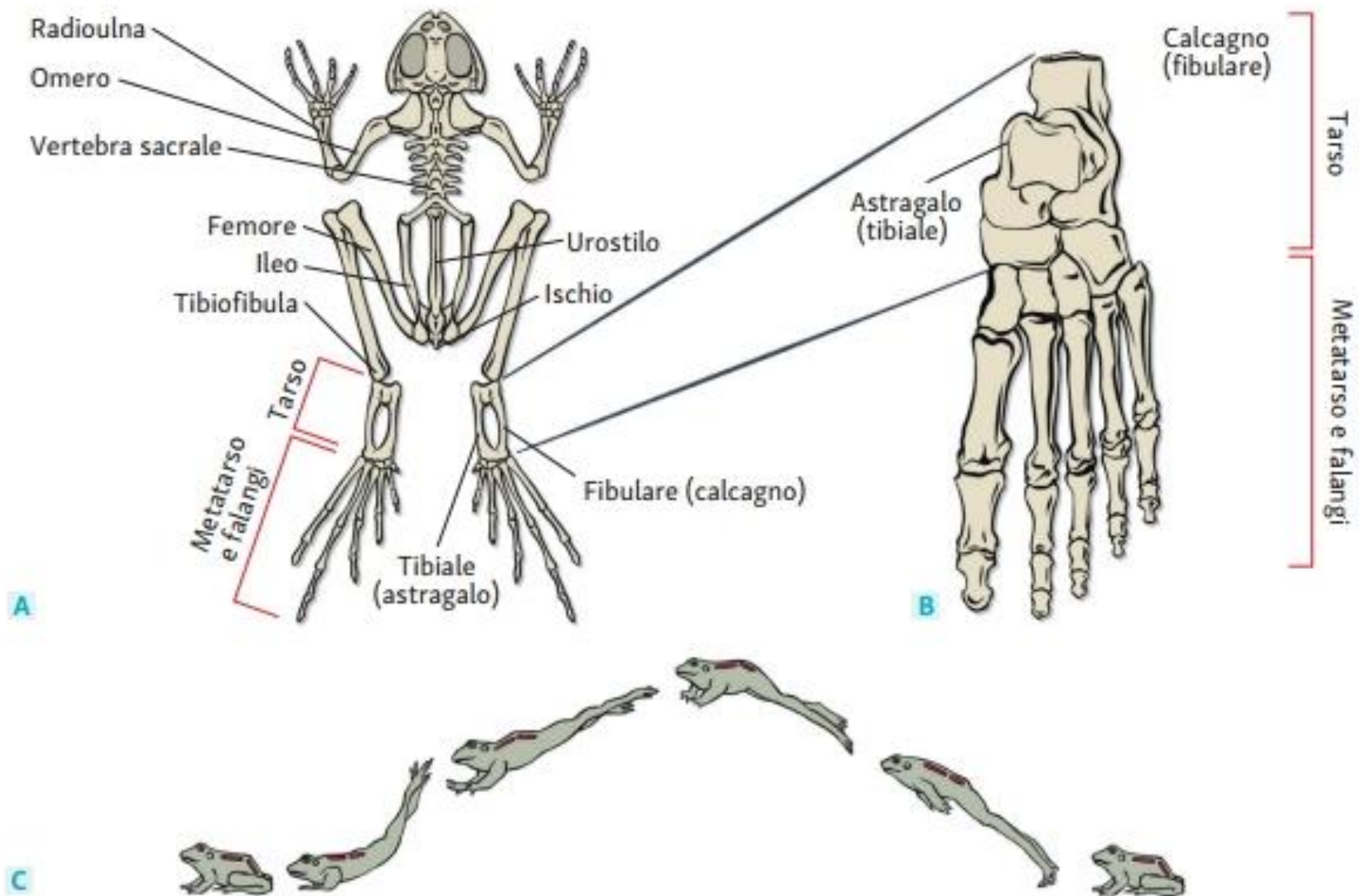


FIGURA 5.25

Struttura scheletrica di un anfibio anuro (A) e confronto con il piede di un uomo (B) per mostrare l'allungamento delle ossa del tarso (tibiale e fibulare). (C) Dinamica del salto di una rana.

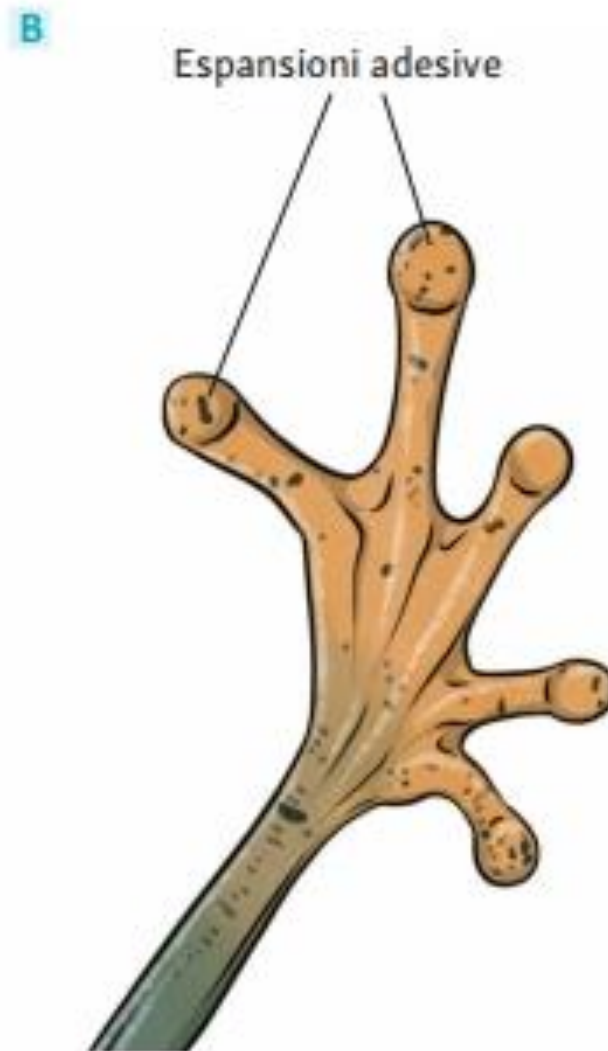


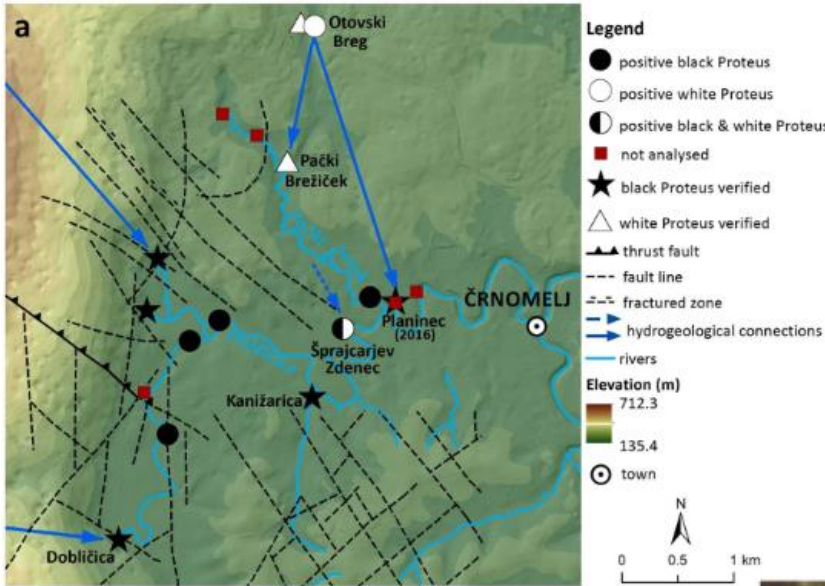
FIGURA 5.26

(A) Arto posteriore palmato di una rana; (B) espansioni adesive delle dita di un anuro arboricolo (raganella).

Environmental DNA in subterranean biology: range extension and taxonomic implications for *Proteus*

Špela Gorički^{1,*}, David Stanković^{1,2,3,*}, Aleš Snoj², Matjaž Kuntner⁴, William R. Jeffery⁵, Peter Trontelj⁶, Miloš Pavičević⁷, Zlatko Grizelj⁸, Magdalena Năpăruș-Aljančič^{1,9} & Gregor Aljančič¹

Europe's obligate cave-dwelling amphibian *Proteus anguinus* inhabits subterranean waters of the north-western Balkan Peninsula. Because only fragments of its habitat are accessible to humans, this endangered salamander's exact distribution has been difficult to establish. Here we introduce a quantitative real time polymerase chain reaction-based environmental DNA (eDNA) approach to detect the presence of *Proteus* using water samples collected from karst springs, wells or caves. In a survey conducted along the southern limit of its known range, we established a likely presence of *Proteus* at seven new sites, extending its range to Montenegro. Next, using specific molecular probes to discriminate the rare black morph of *Proteus* from the closely related white morph, we detected its eDNA at five new sites, thus more than doubling the known number of sites. In one of these we found both black and white *Proteus* eDNA together. This finding suggests that the two morphs may live in contact with each other in the same body of groundwater and that they may be reproductively isolated species. Our results show that the eDNA approach is suitable and efficient in addressing questions in biogeography, evolution, taxonomy and conservation of the cryptic subterranean fauna.



(a) Distribution of eDNA specific for (b) black and (c) white *Proteus* in spring samples in Bela Krajina (Slovenia). Circles and squares depict the results of eDNA analyses; stars and triangles represent known localities of the black or the white *Proteus*, respectively.



Proteus anguinus parkelj

Proteus anguinus

