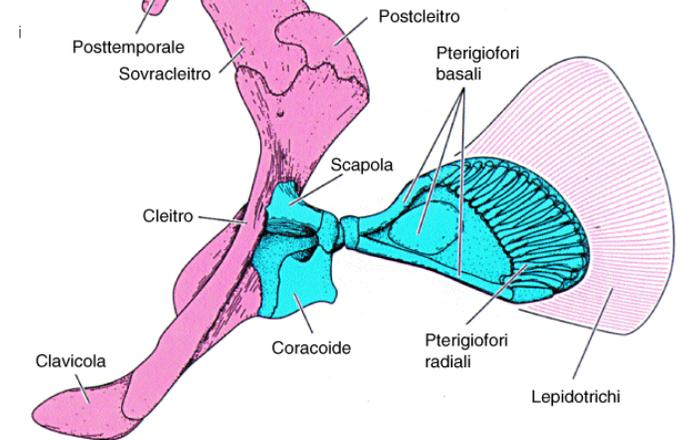
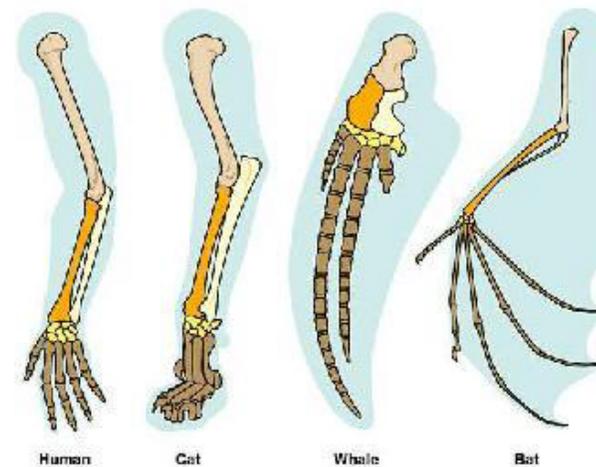
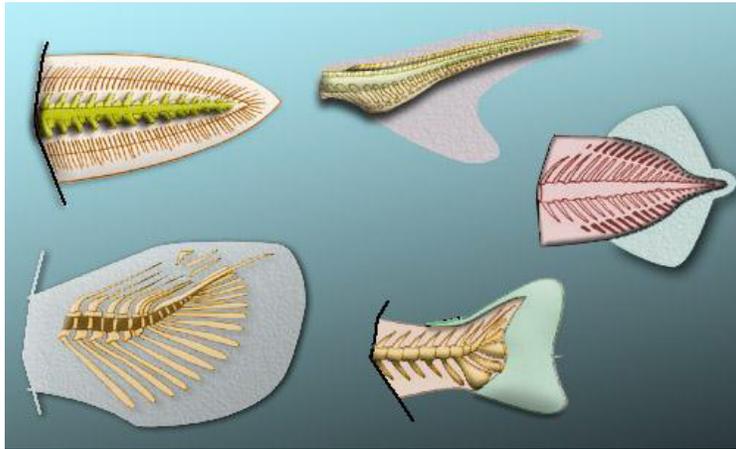


# Scheletro appendicolare

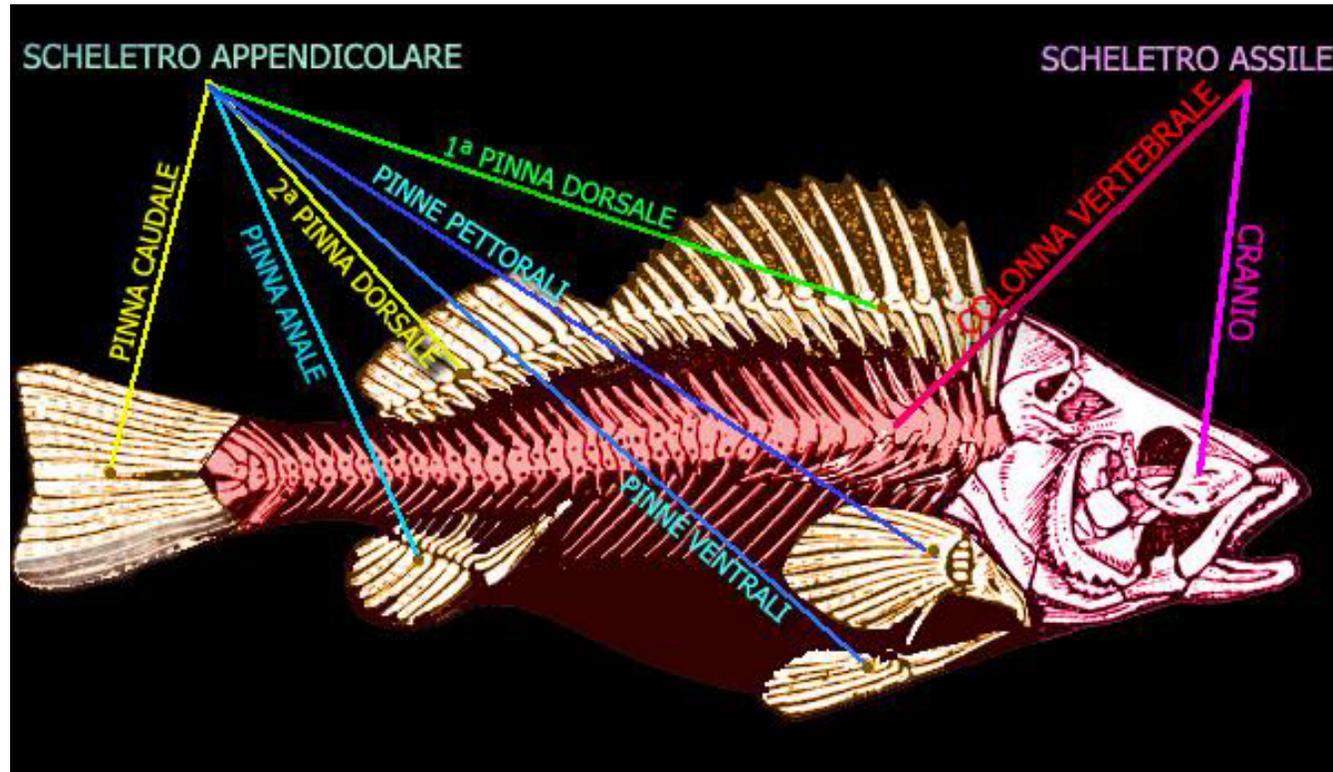
Comprende le appendici pari (pinne o arti) ed i cinti



**CINTO ANTERIORE =**  
cinto pettorale e sostiene le pinne pettorali o gli arti anteriori

**CINTO POSTERIORE =**  
cinto pelvico(o bacino) e sostiene le pinne pelviche o gli arti posteriori.

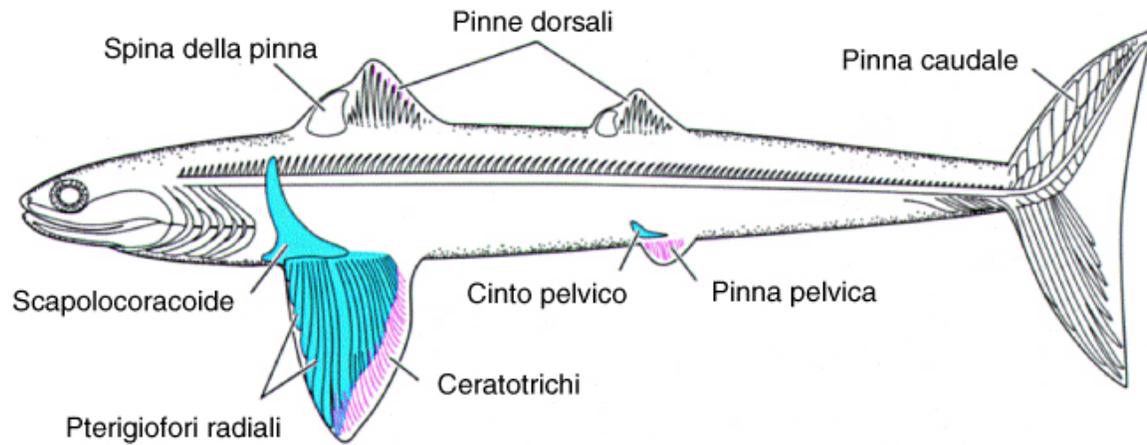
# Lo scheletro appendicolare: gli ittiopsidi



Le appendici paridegli ittiopsidi sono le pinne (membranose o carnose). Le pinne pari (pettorali e ventrali) non svolgono una funzione propulsiva nella locomozione (ruolo svolto dalla pinna caudale) ma quello di timoni o bilancieri

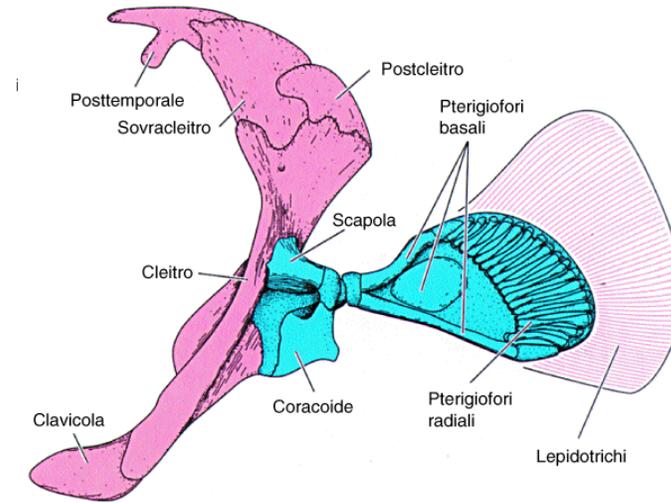
# Lo scheletro appendicolare: gli ittiopsidi

Condroitti



A. Pinne di †*Cladoselache*

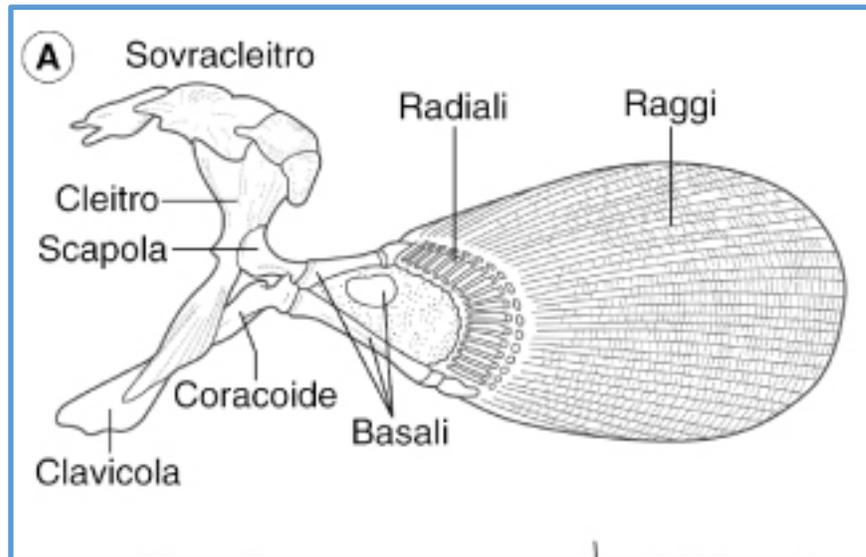
Osteitti



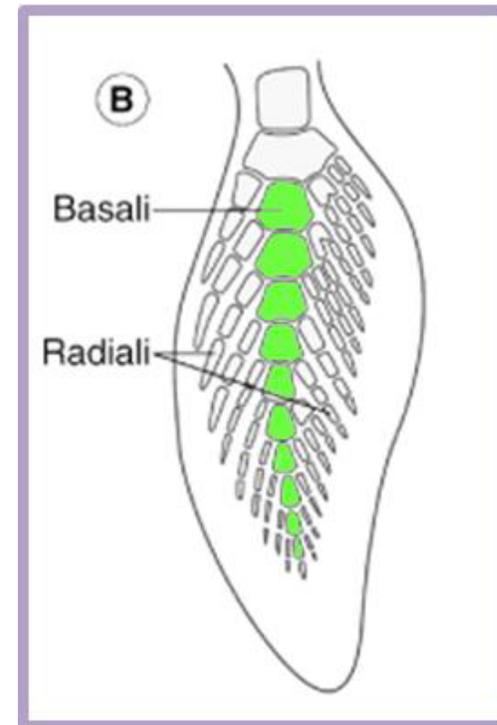
Le pinne pari sono strutture membranose sostenute da lunghi raggi, che nei condroitti sono detti ceratotrichi e sono costituiti da sottili bastoncelli cheratinizzati, mentre negli osteitti sono detti lepidotrichi e sono costituiti da strutture cartilaginee e/o ossificate.

## Lo scheletro appendicolare: gli ittiopsidi

I raggi sono sostenuti da due serie di pterigofori: i radiali, disposti a raggiera che, a loro volta, poggiano su una serie di basali, gli elementi prossimali della pinna che si articolano con il cinto.

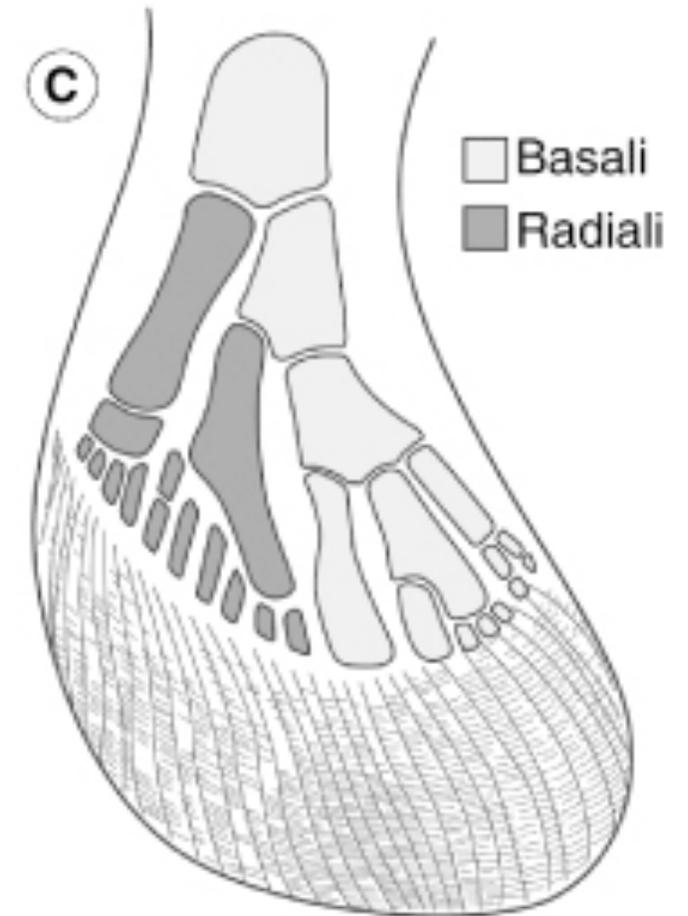


Negli osteitti con pinne carnose la struttura è diversa. Nei dipnoi, i basali si dispongono a formare un lungo asse centrale sui due lati del quale si dispongono i radiali; questa disposizione è denominata archipterigio biseriato.



## Lo scheletro appendicolare: gli ittiopsidi

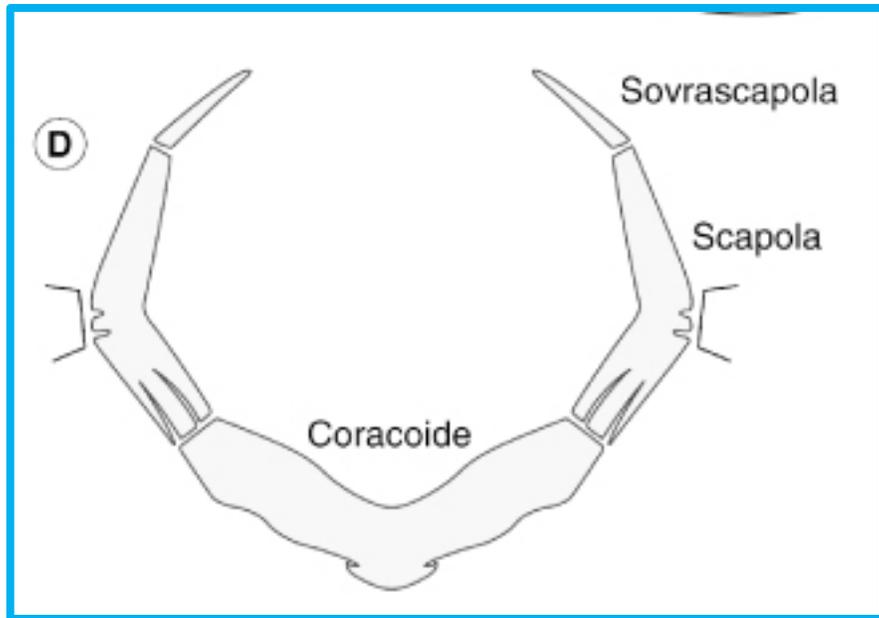
Negli antichi crossopterigi era presente un archipterigio con basali ridotti in numero e radiali disposti in un'unica fila in posizione preassiale: l'archipterigio monoseriato dal quale si sarebbe evoluto l'arto dei tetrapodi.



## Lo scheletro appendicolare: gli ittiopsidi

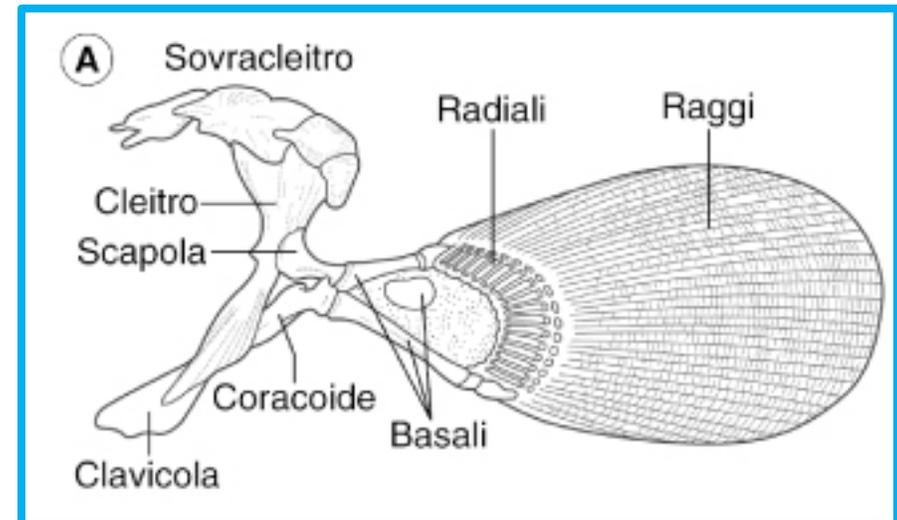
Il cinto pettorale nei condroitti è costituito da un anello incompleto cartilagineo

Si distinguono tre pezzi per lato: in senso dorso ventrale sovrascapola, scapola e coracoide.

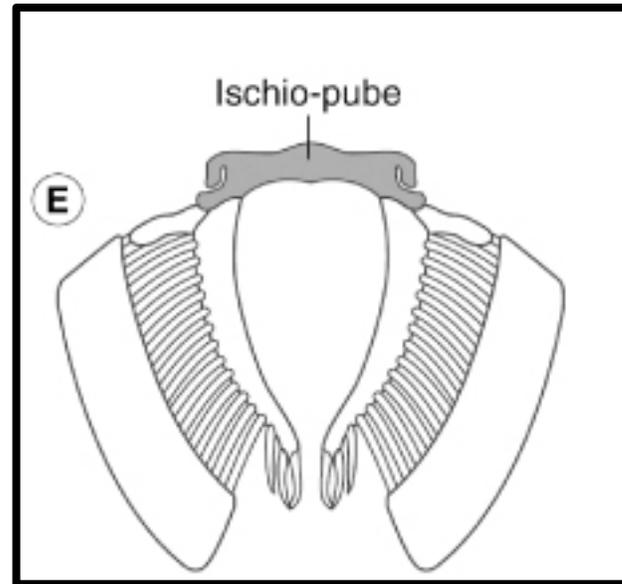


Negli osteittiil cinto anteriore è fondamentalmente formato da due emicinti. Ogni emicinto è costituito da clavicola(ventrale) cleitroe sovracleitro.

Sul cleitro si articolano una scapola ed un coracoide su cui si inseriscono i basali della pinna



## Lo scheletro appendicolare: gli ittiopsidi



**Il cinto pelvico**

In tutti i pesci il cinto pelvico è rappresentato da una lamina ischio-pubica immersa nella massa muscolare, senza alcun rapporto con la colonna vertebrale.

## Lo scheletro appendicolare: i tetrapodi

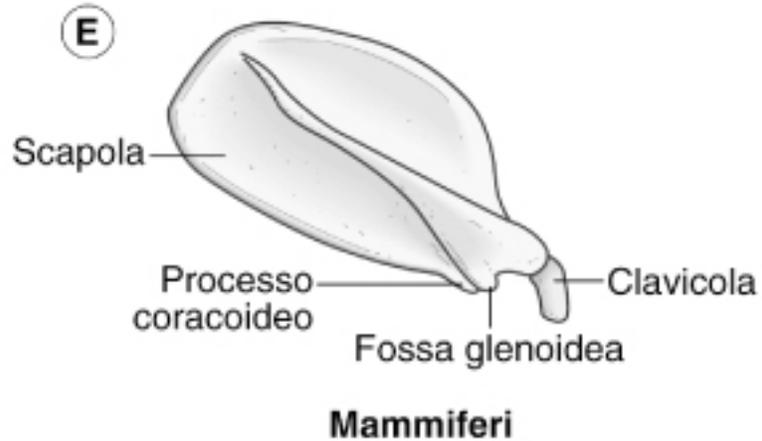


L'arto e i cinti dei tetrapodi sono modificati per la locomozione ed il sostegno del corpo sulla terraferma



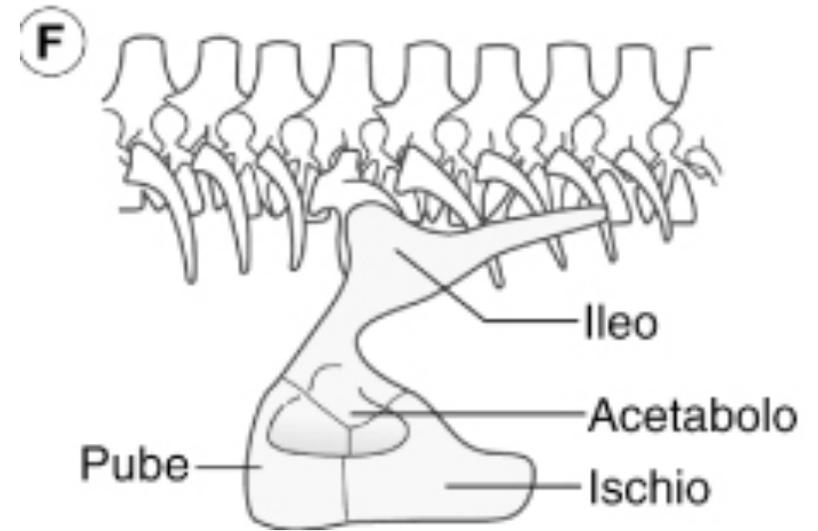
# Lo scheletro appendicolare: i tetrapodi

## Cinto pettorale



Mammiferi

## Cinto pelvico



L'arto anteriore è articolato con il cinto pettorale costituito da due ossa di sostituzione: la scapola ed il coracoide, cui può aggiungersi in posizione ventrale un osso di membrana: la clavicola.

L'omero si inserisce nella fossa glenoidea al punto di giunzione tra coracoide e scapola.

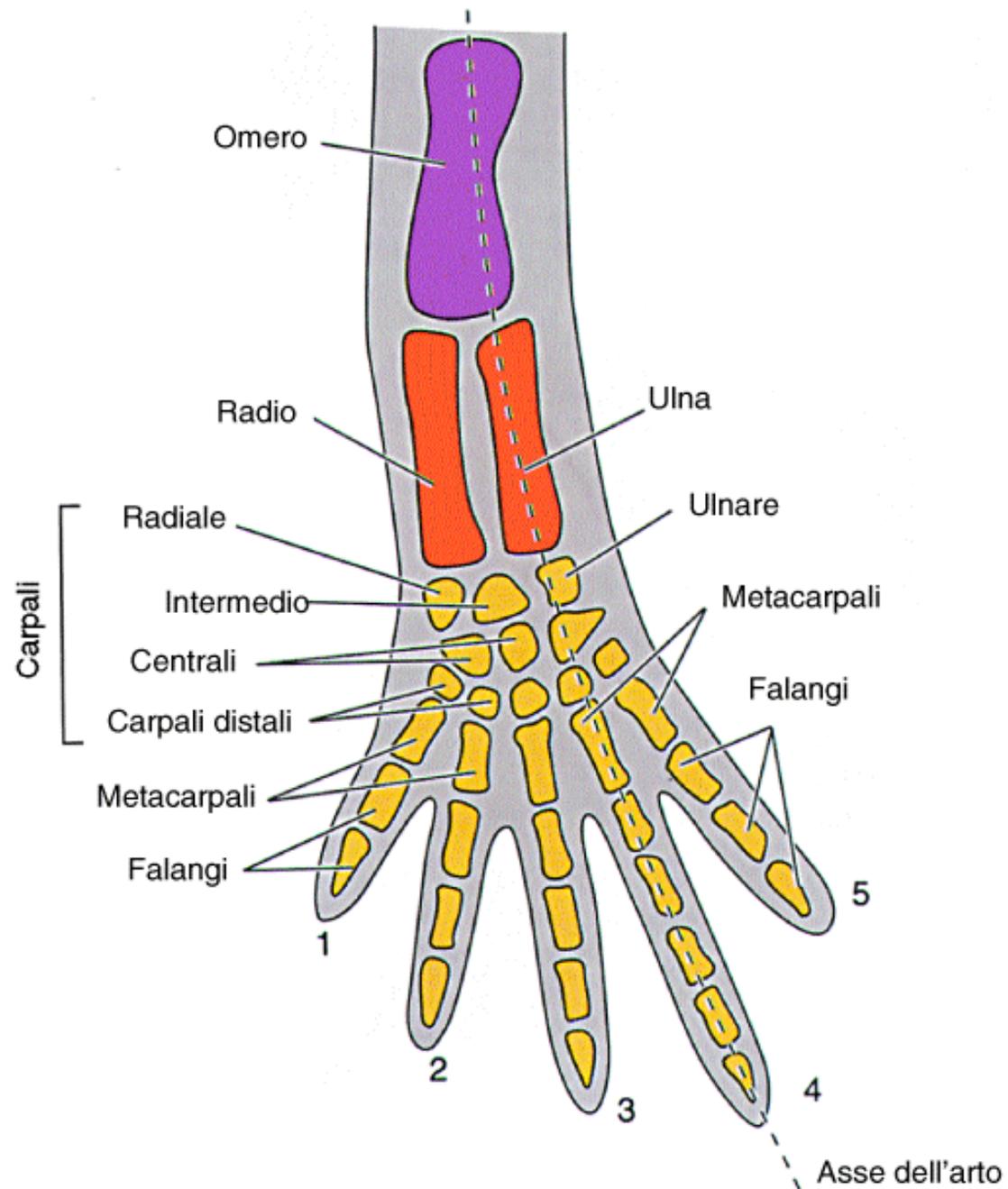
Nei mammiferi il coracoide si fonde con la scapola a formare il processo coracoideo

Il cinto pelvico è costituito da tre ossa: l'ileodorsale, l'ischioventrale posteriore ed il pubeventrale anteriore.

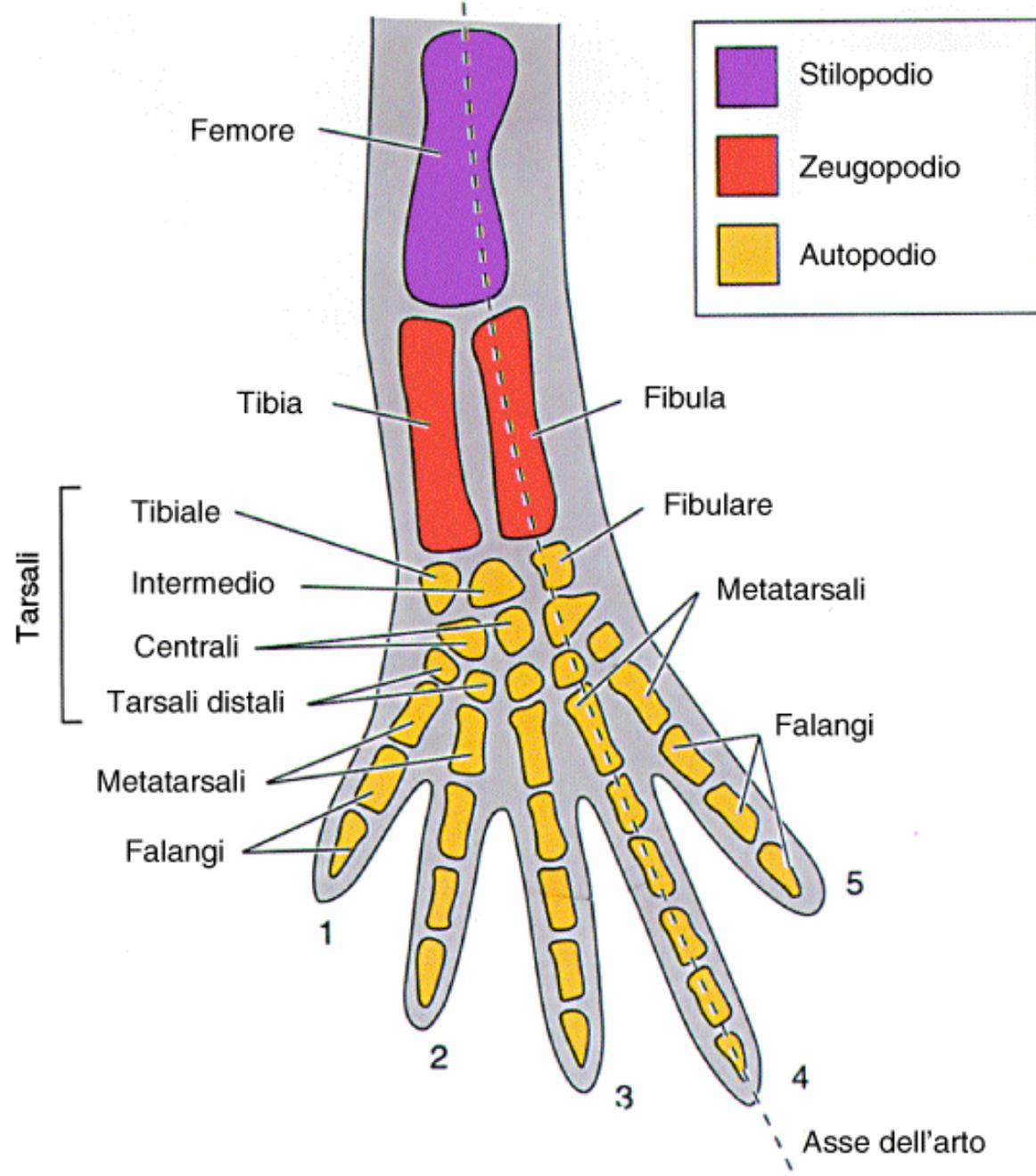
Il femore si inserisce nell'acetabolo.

Il cinto pelvico si articola alla colonna vertebrale a livello delle vertebre sacrali tramite l'ileo.

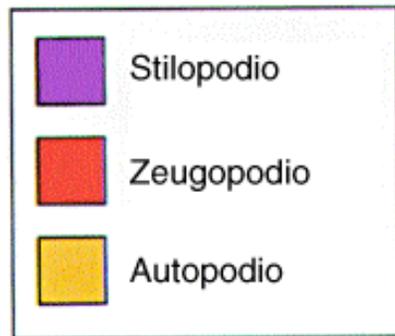
Il peso del corpo dei tetrapodi viene in gran parte scaricato tramite l'arto posteriore sulla colonna vertebrale.



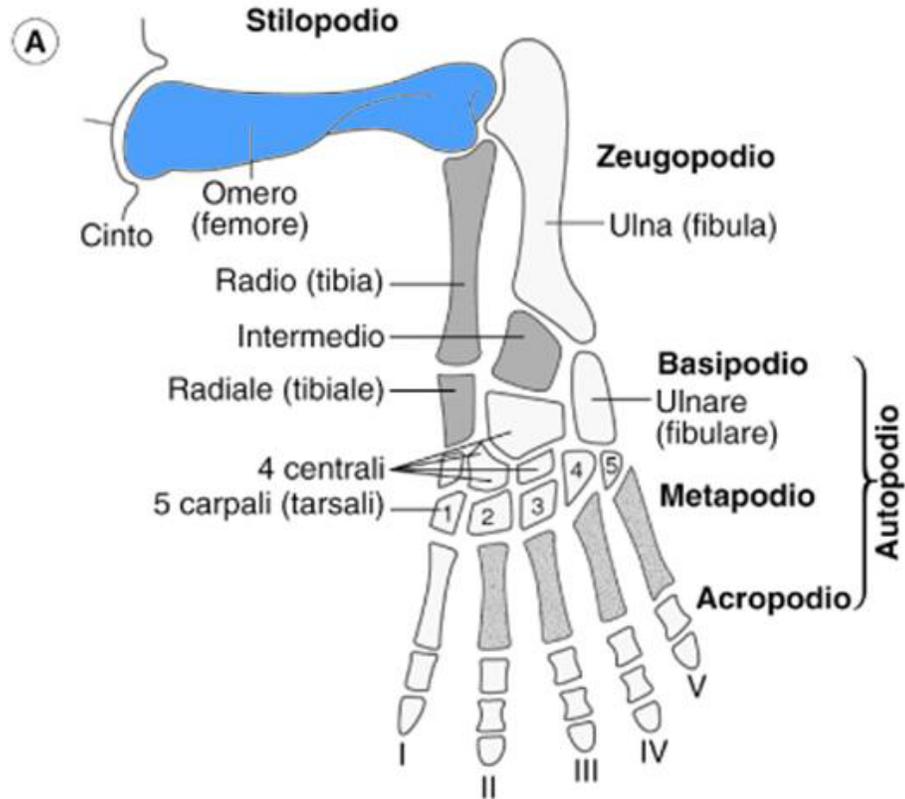
A. Terminologia per l'arto anteriore dei tetrapodi



B. Terminologia per l'arto posteriore dei tetrapodi

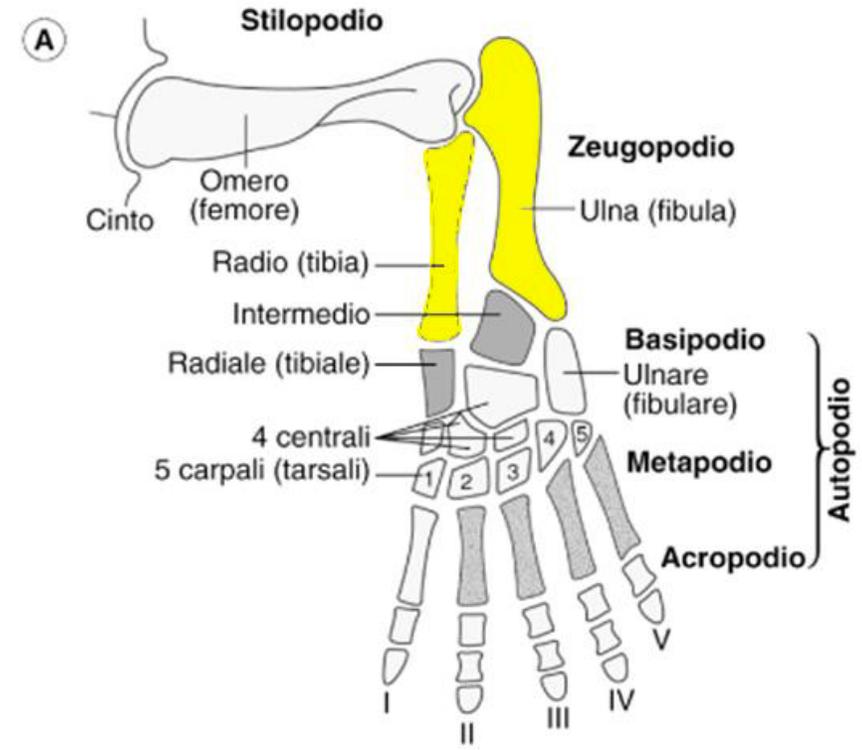


# Stilopodio



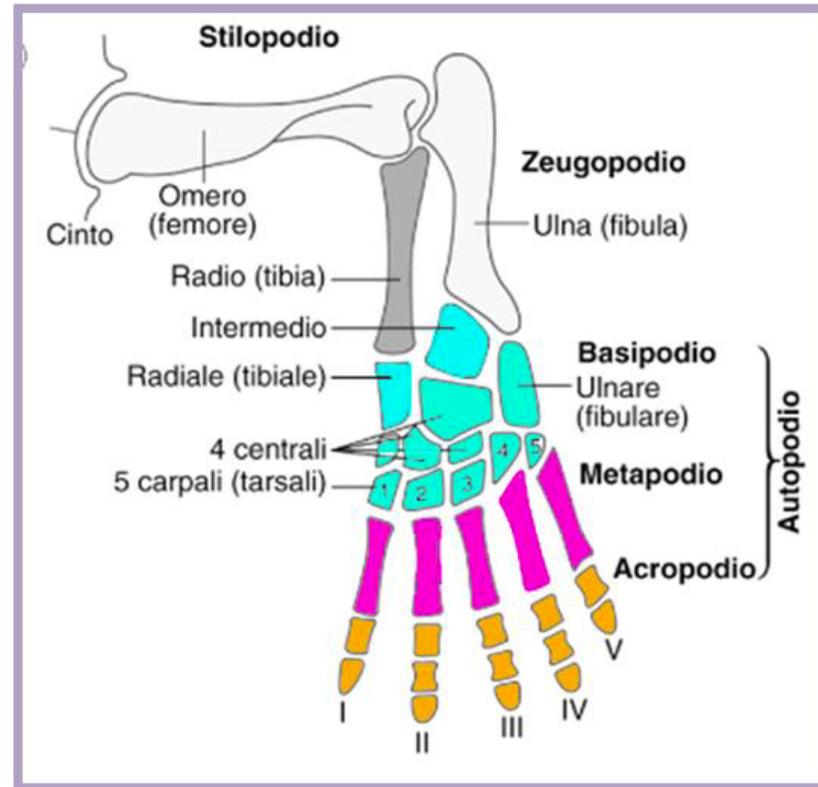
Il segmento prossimale è lo stilopodio, comprende 1 osso lungo: omero anteriore, femore posteriore.

# Zeugopodio



Il segmento intermedio è lo zeugopodio, comprende due ossa lunghe: radio e ulna anteriori, tibia e fibula posteriori.

# Autopodio



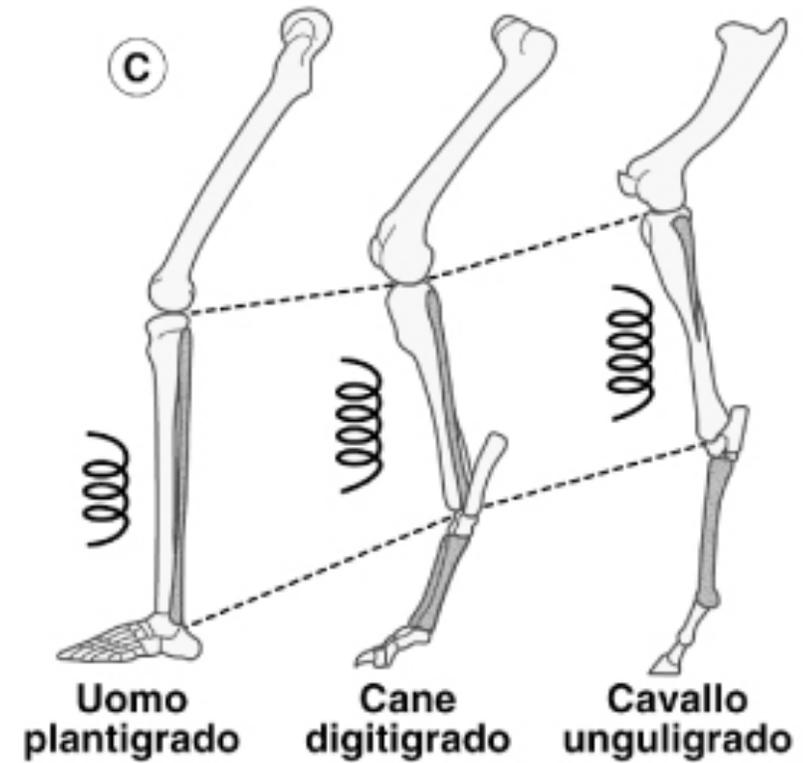
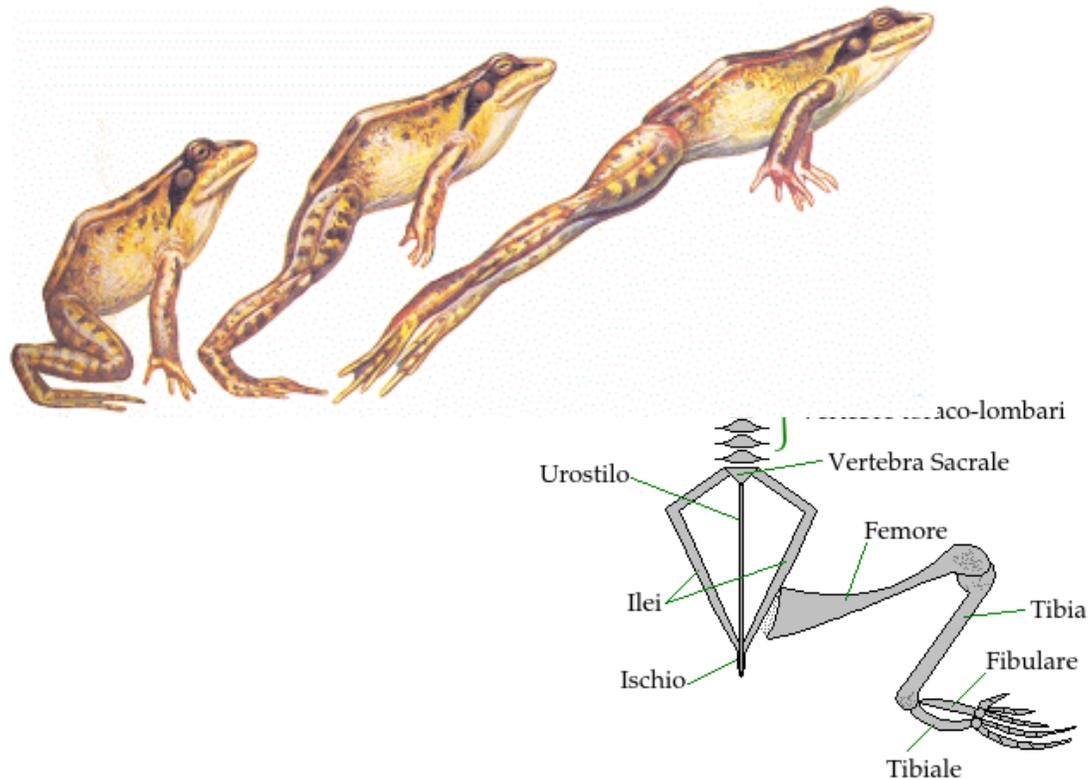
Il terzo segmento che comprende le ossa della mano o del piede costituisce l'autopodio.

Nell'autopodio si distinguono tre regioni:

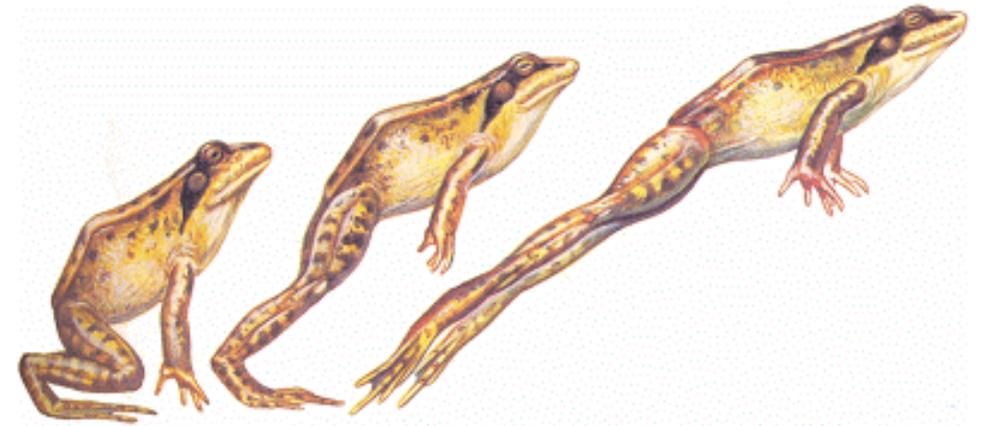
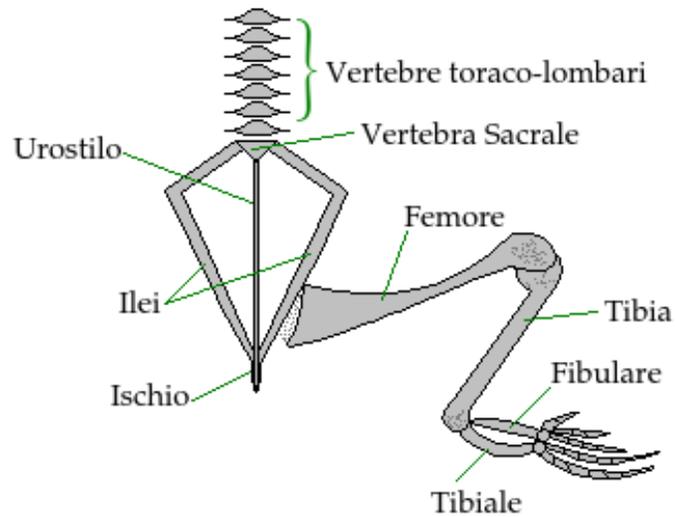
- la più prossimale, il basipodio, comprende le ossa del carpo o del tarso;
- la regione intermedia è quella del metapodio, con le ossa del metacarpo o del metatarso;
- la regione distale è quella dell'acropodio con le falangi disposte su più file .

# Adattamento dell'arto dei tetrapodi

Gli adattamenti rispecchiano gli stili di vita



# Adattamento dell'arto dei tetrapodi

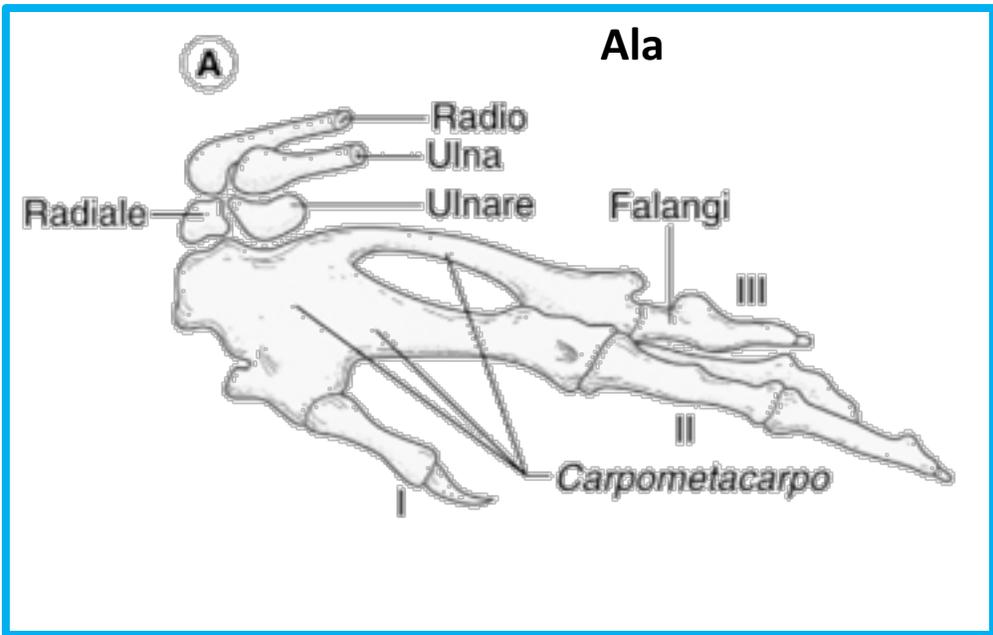


- Il bacino ha assunto una forma particolare: gli ilei sono molto allungati e sono diventati due bacchette disposte parallelamente alla colonna vertebrale.
- La regione caudale della colonna vertebrale è costituita da una protuberanza denominata urostilo, formata dalla fusione delle vertebre caudali.
- All'arto si aggiunge un nuovo segmento costituito da due pezzi ossei, il tibiale ed il fibulare, che derivano dall'allungamento di componenti del tarso (autopodio) le dita risultano notevolmente allungate.

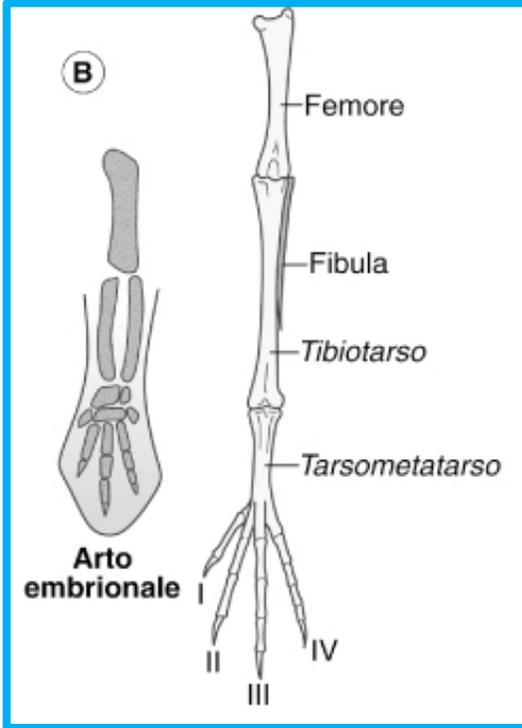
# L'adattamento al volo ha indotto profonde modificazioni, sia all'arto anteriore sia a quello posteriore

## Uccelli

### Arto Anteriore



### Arto posteriore



Deve sostenere il peso del corpo dare propulsione al decollo e offrire sostegno all'atterraggio.

autopodios: riduzione e fusione degli elementi. Si individuano solo tre ossa carpali e tre metacarpali fuse tra loro. Vi sono tre sole dita

la parte distale della tibia si fonde con la prima serie di ossa tarsali formando un nuovo pezzo scheletrico detto tibiotarso. La seconda serie delle ossa tarsali si fonde con le ossa del metatarso a formare una struttura unica: il tarsometatarso su cui si articolano le falangi delle dita

Nei mammiferi: si osservano vari tipi di specializzazione dell'arto. L'arto generalizzato è quello dei plantigradi, quali i primati e lo stesso uomo.

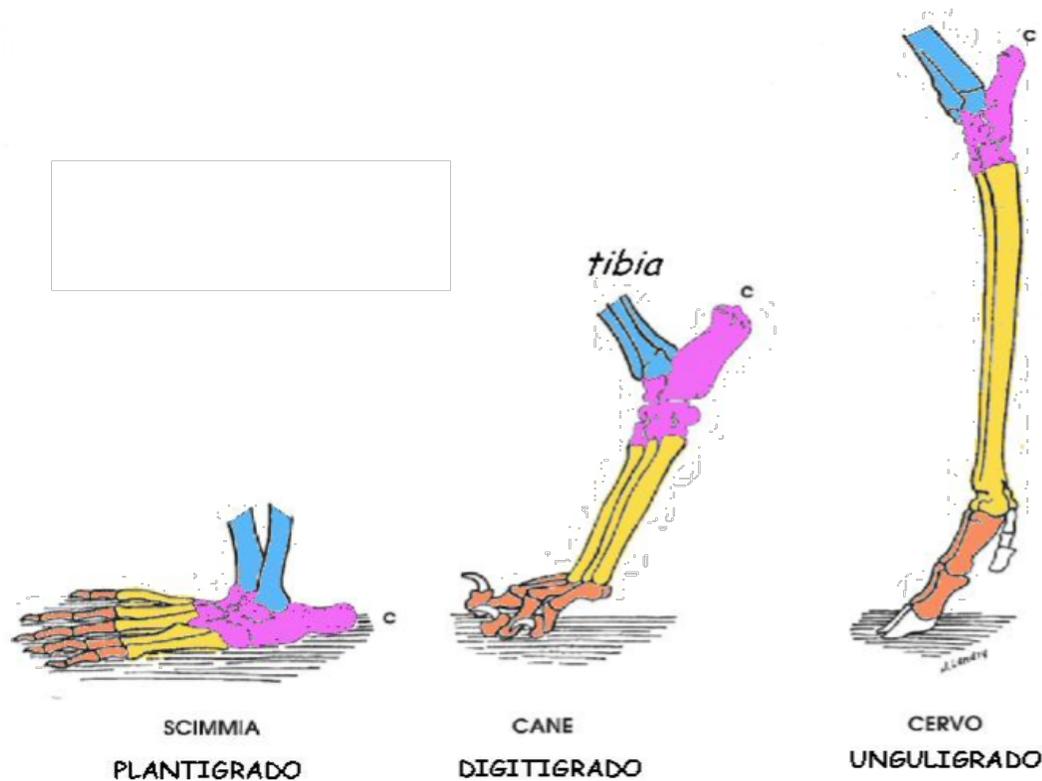
Orso nero americano



zampa  
anteriore



zampa  
posteriore

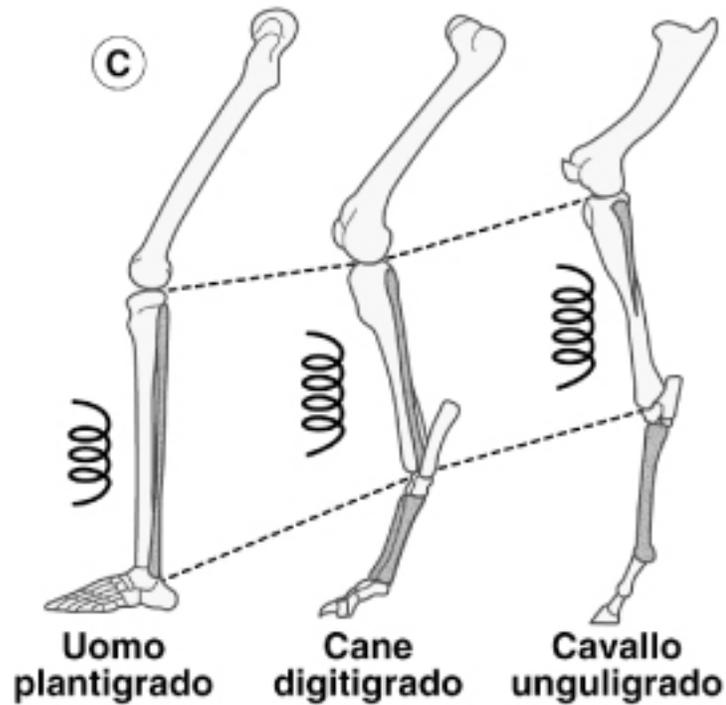


SCIMMIA  
PLANTIGRADO

CANE  
DIGITIGRADO

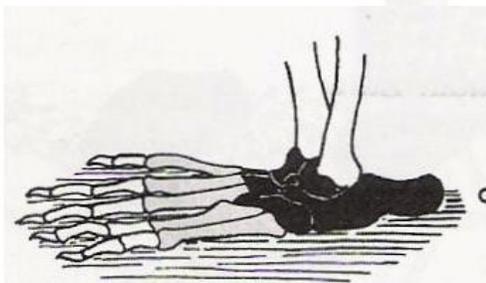
CERVO  
UNGULIGRADO

Nei carnivori o negli equidi, l'arto poggia con la parte più distale dell'autopodio sul terreno ed allunga molto i metatarsali: postura digitigrada come nei carnivori o unguligrada con appoggio sullo zoccolo di un solo dito come negli equidi

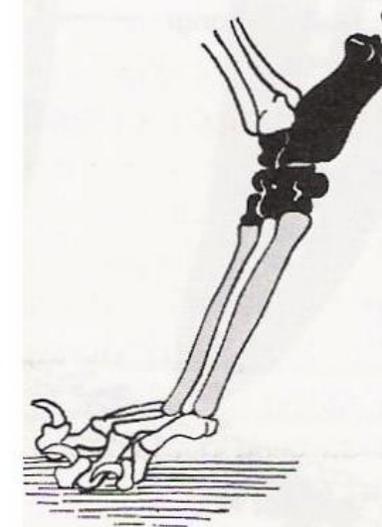


**FIG. 10-33**

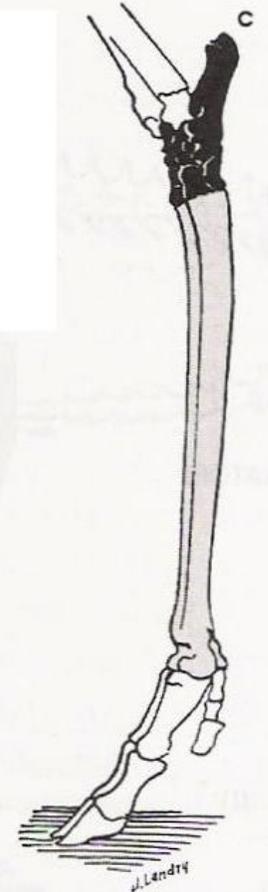
Piede plantigrado (scimmia), digitigrado (cane) e unguligrado (cervo). Le ossa tarsali (della caviglia) sono *in nero*, quelle metatarsali *in grigio* (c: calcagno).



SCIMMIA



CANE

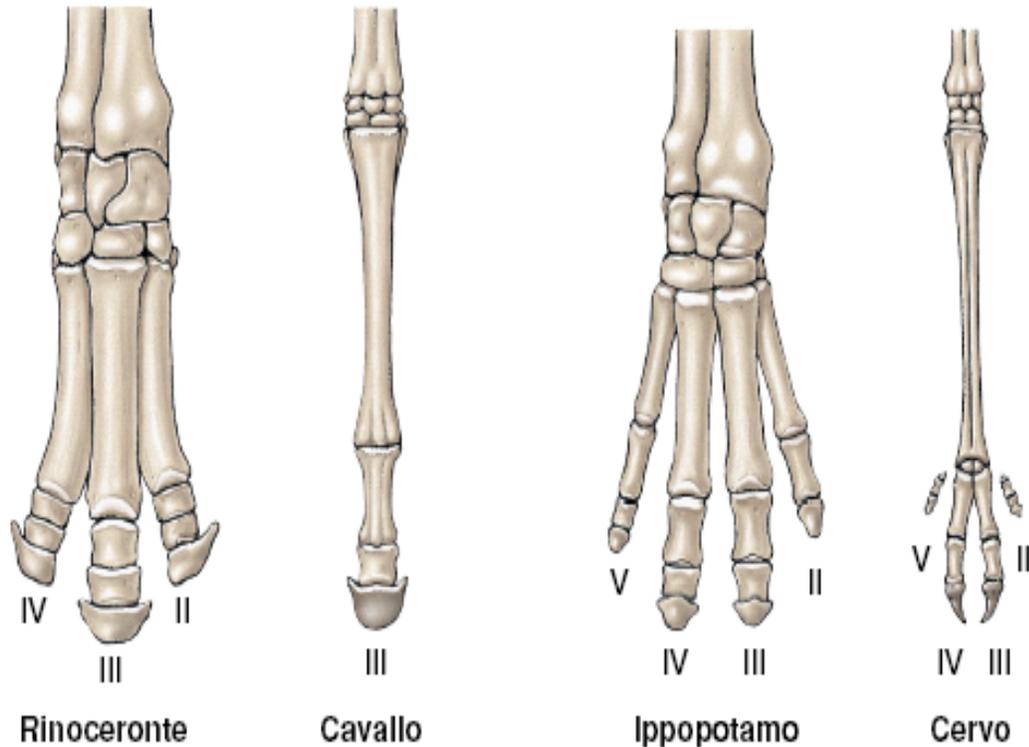
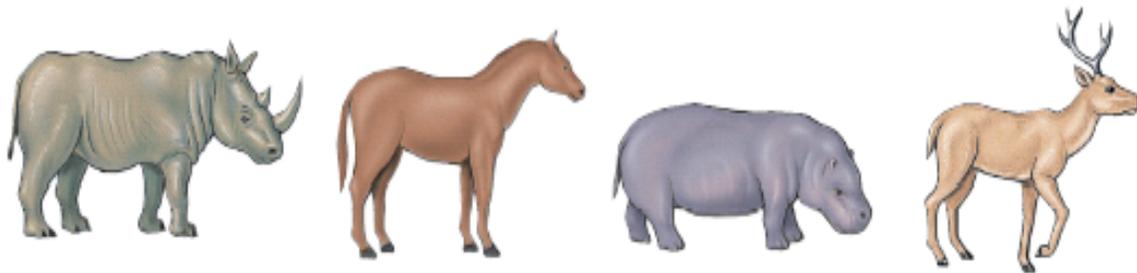


CERVO

**Gli unguligradi** poggiano al suolo soltanto l'ultima falange fornita di zoccolo (unghia); sono unguligradi i perissodattili (cavalli, zebre, asini, rinoceronti) e gli artiodattili (maiali, ippopotami, cammelli, cervi, giraffe, bovini, daini, gazzelle).

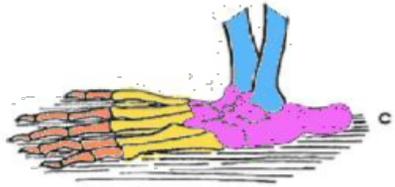
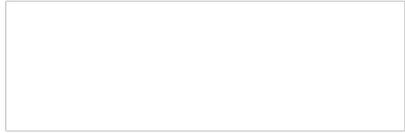
### figura 20.33

Ungulati con numero di dita dispari e con numero di dita pari. I rinoceronti e i cavalli (ordine Perissodactyla) sono ungulati con un numero dispari di dita; gli ippopotami e i cervi (ordine Artiodactyla) hanno un numero di dita pari. I mammiferi più leggeri e veloci corrono solo su una o due dita.



Gli ungulati poggiano sulle dita, con il calcagno e la caviglia alti sul terreno, in una postura detta digitigrada, molti camminano sulla parte distale del piede, sugli zoccoli, una modifica detta postura unguligrada.

# I plantigradi



SCIMMIA  
PLANTIGRADO

Orso nero americano

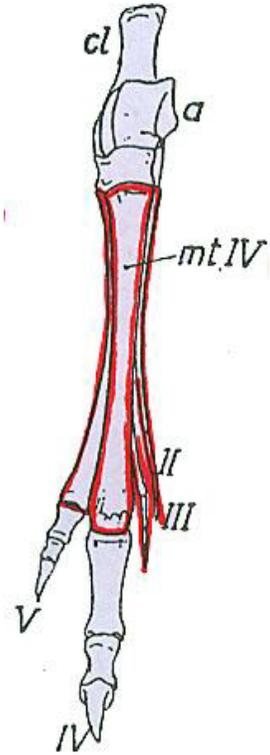


zampa  
anteriore

zampa  
posteriore

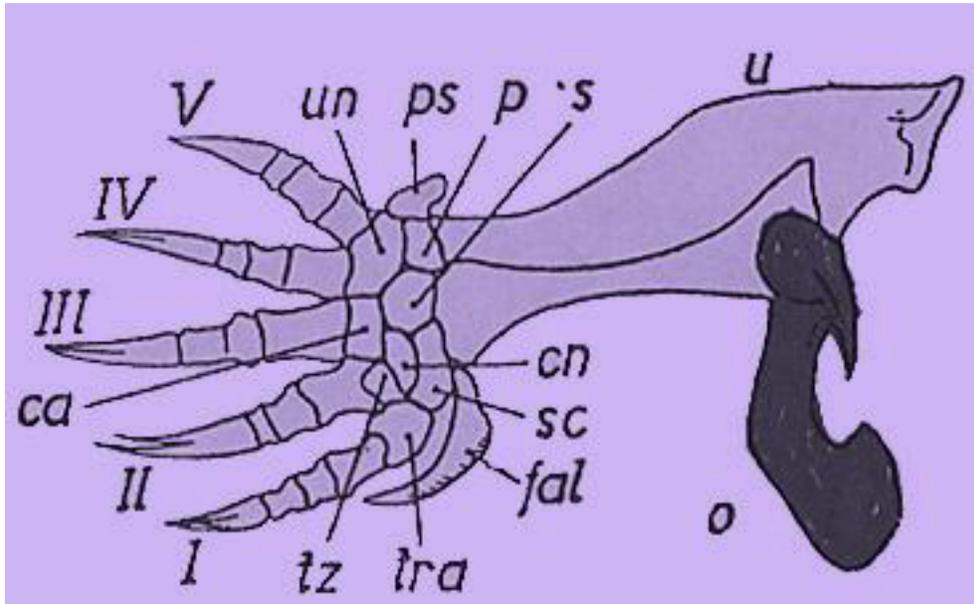
I plantigradisi muovono appoggiando completamente la pianta dei piedi sul suolo (nelle forme bipedi) e la porzione corrispondente delle mani (nelle forme quadrumani). I primati hanno arto plantigrado, cioè appoggiano a terra tutto l'autopodio e conservano 5 dita. La mano e il piede dei primati sono comunque a loro modo specializzati per la prensione. Inoltre il successo evolutivo dell'uomo è dovuto all'opponibilità del pollice.

## Arto specializzato corsa e salto:



Nei canguri l'arto posteriore si allunga per l'allungamento del IV metapodiale, scompare il primo dito, II e III e i rispettivi metapodiali sono esili; il IV dito è molto robusto e nel salto è l'unico che dà la spinta sul terreno.

## Arto specializzato adattamento allo scavo

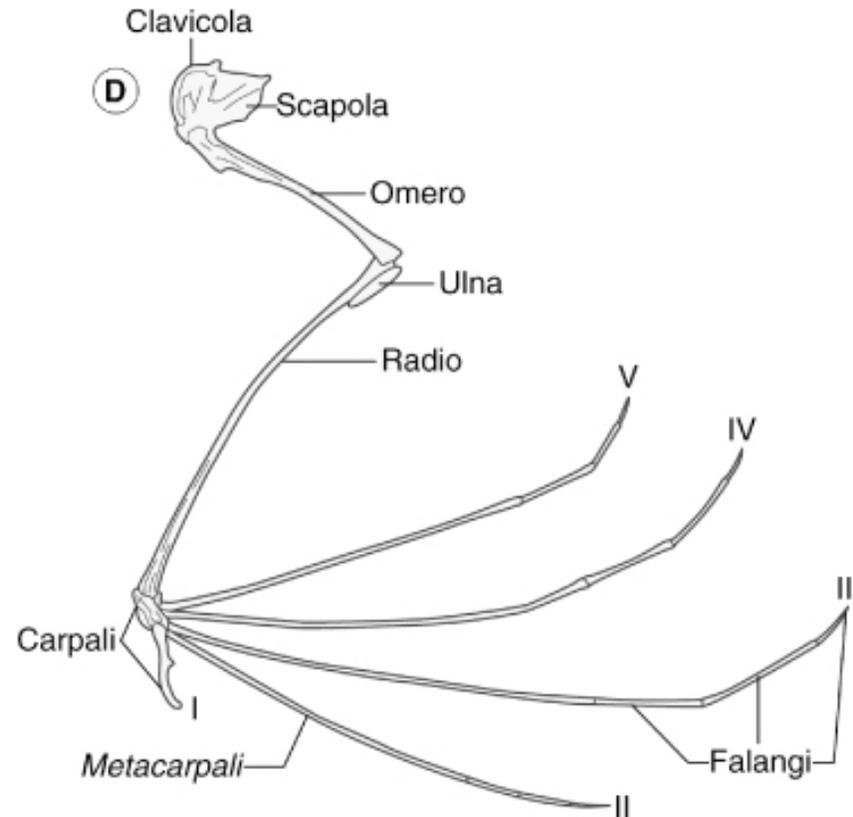


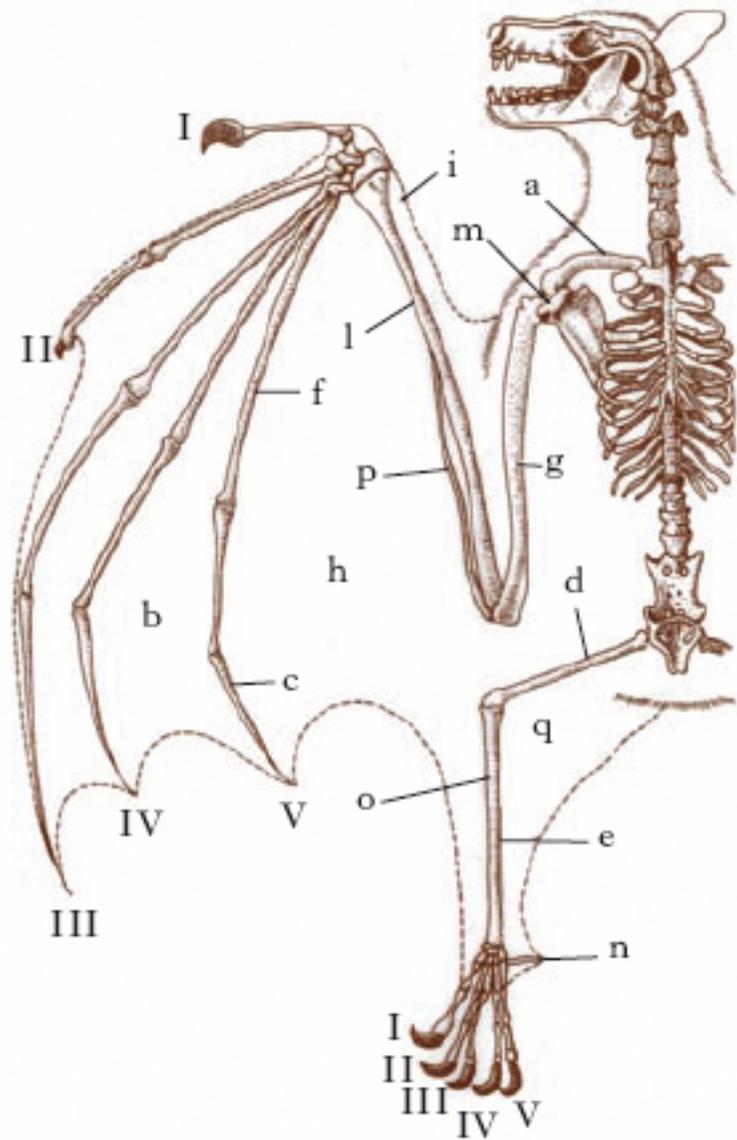
Nella talpa, l'arto anteriore è portato in fuori, quasi trasversalmente, l'omero è accorciato, la mano a 5 dita acquista una forma a paletta .

# Adattamento al volo

Prevede l'enorme allungamento del radio ma soprattutto delle falangi dei metatcarpali di quattro dita dell'arto anteriore su cui si inserisce l'ampio patagio (piega cutanea che forma l'ala).

Il primo dito, pollice, rimane normale, mentre i carpali si fondono in un osso unico

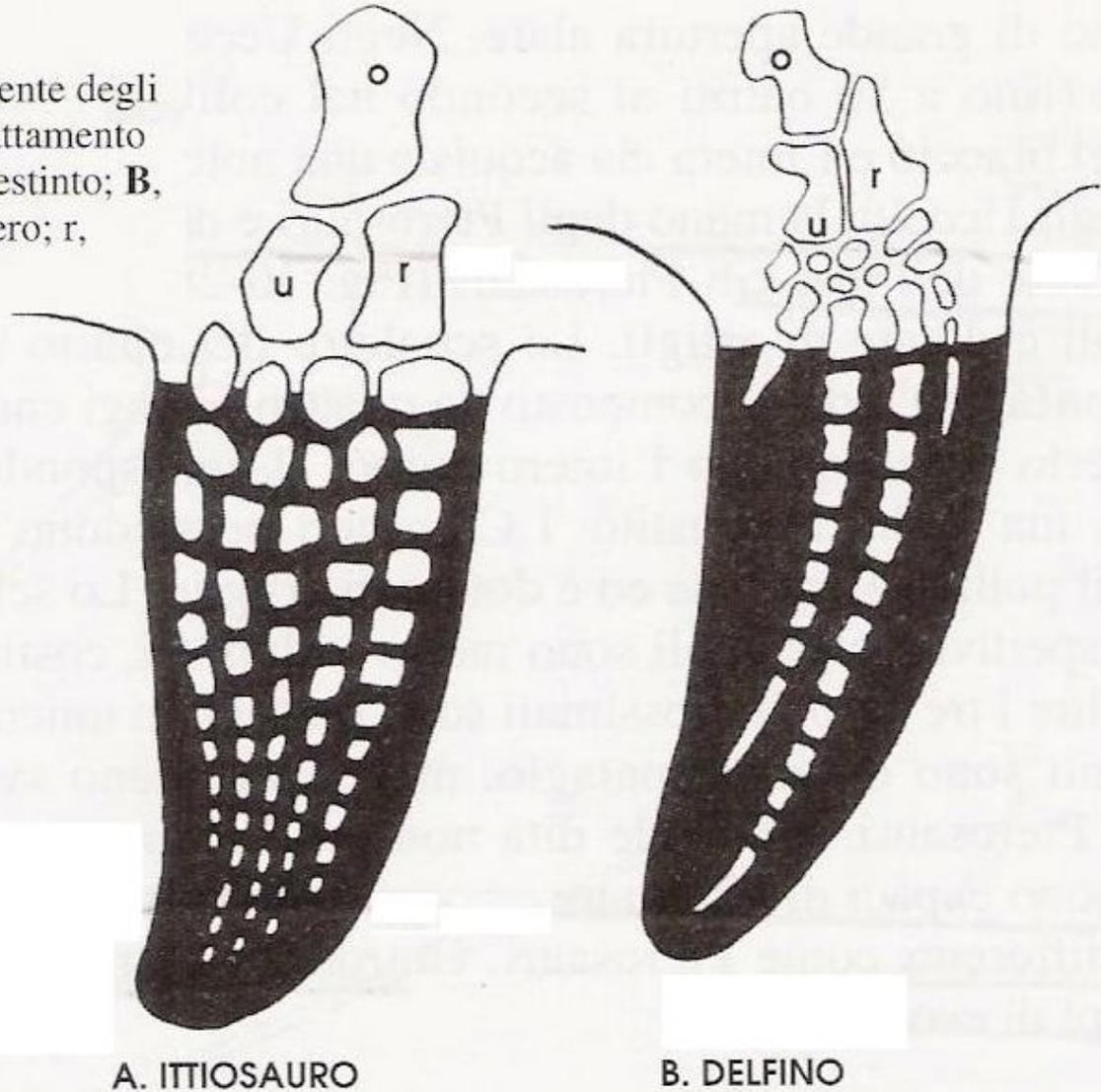




## Adattamento al nuoto

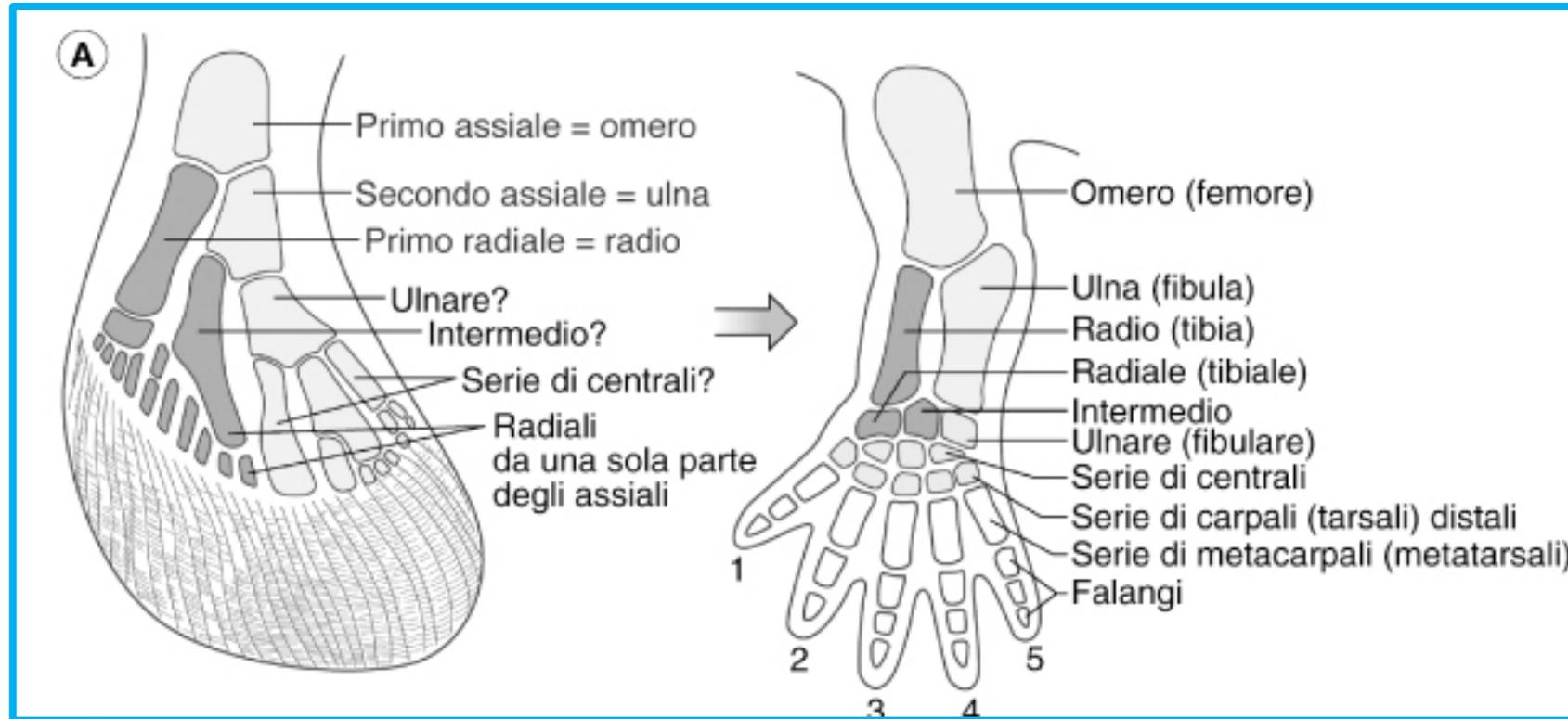
**FIG. 10-30**

Evoluzione convergente degli arti anteriori per adattamento al nuoto: **A**, Rettile estinto; **B**, Mammifero; o, omero; r, radio; u, ulna.



L'arto dei mammiferi sembra riassumere l'aspetto di una pinna con riduzione nella lunghezza di omero, radio e ulna ed aumento del numero delle falangi. Adattamenti simili sono osservati anche nei rettili estinti quali gli ittiosauri. Nei mammiferi marini l'arto posteriore può scomparire del tutto.

# Origine dell'arto dei tetrapodi

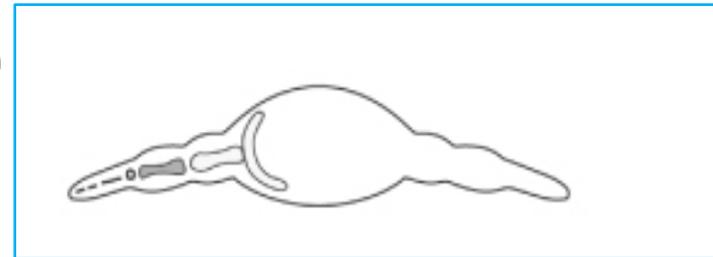
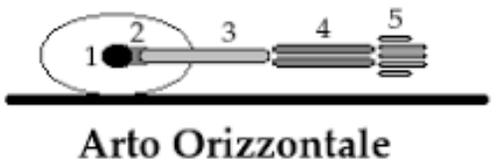


È probabile che l'arto dei tetrapodi derivi dalle pinne carnose dall'arcopterigio monoseriato degli antichi crossopterigi ripidisti. In questi animali un pezzo scheletrico singolo, prossimale alla pinna, si articolava con il cinto e può essere considerato omologo all'omero. Esso si articolava distalmente con due elementi che si possono omologare a radio e ulna.

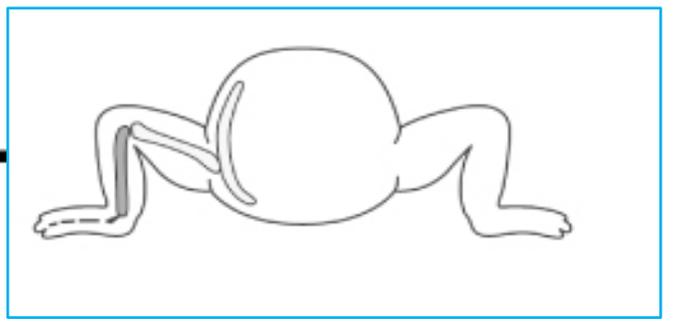
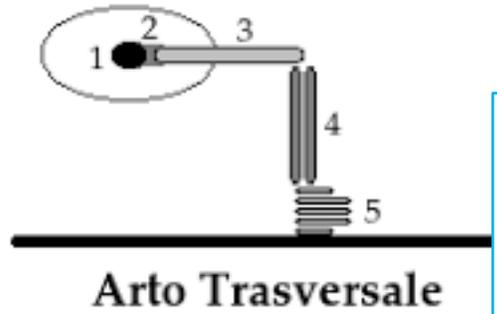
I radiali modificati avrebbero dato origine alle primitive ossa dell'autopodio.

# Evoluzione dell'arto: arto orizzontale - arto trasversale

- 1. Vertebra
- 2. Cinto
- 3. Stilopodio
- 4. Zeugopodio
- 5. Autopodio

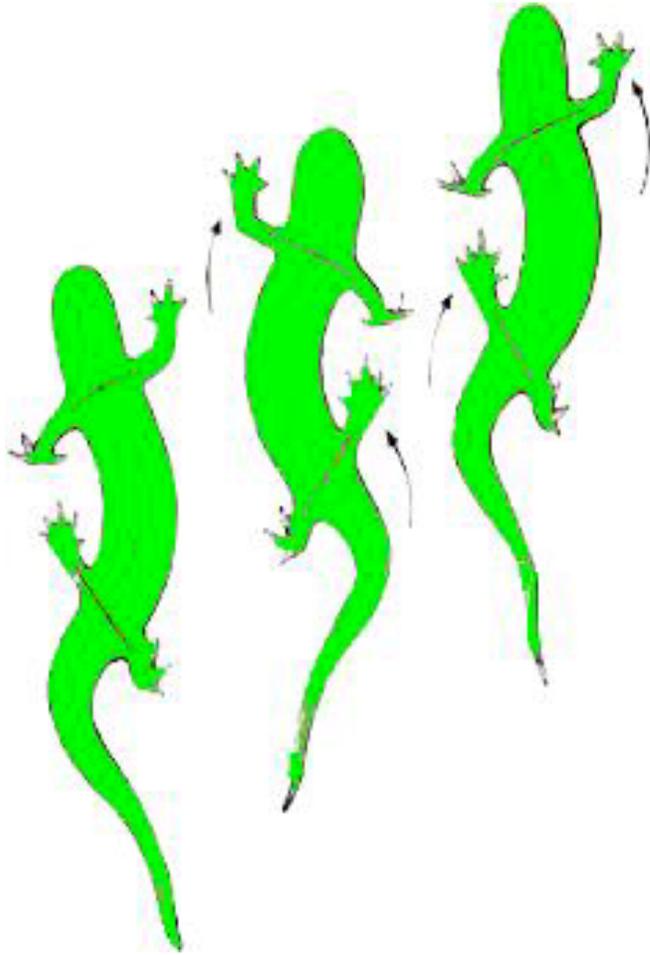


I crossopterigi ripidisti (presunti antenati dei tetrapodi) avevano un arto orizzontale, nel quale stilopodio, zeugopodio ed autopodio erano disposti sulla stessa retta e perpendicolari rispetto al cinto.



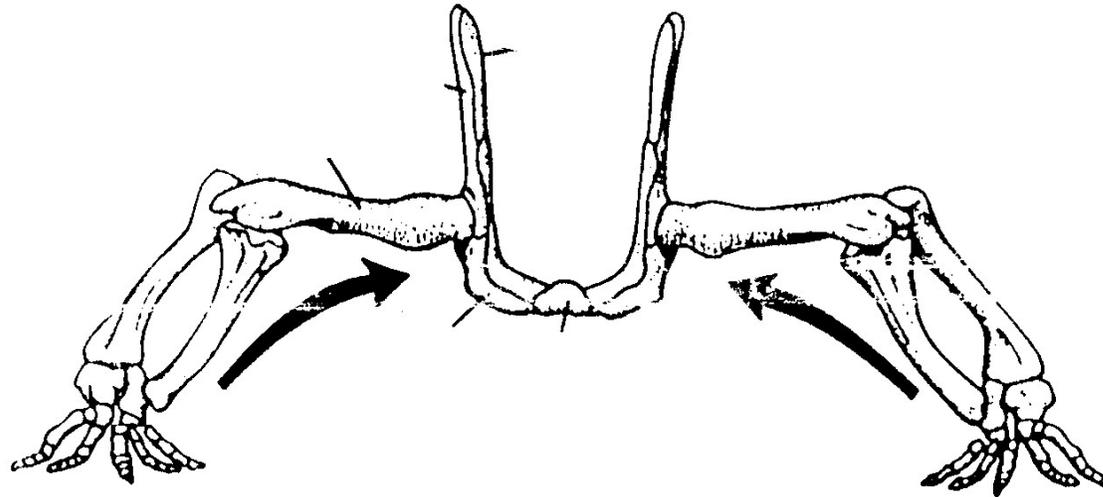
Arti trasversali: lo zeugopodio si è disposto verticalmente sollevando il corpo da terra. Quindi la distanza che separa la parte ventrale dell'animale dal terreno equivale alla lunghezza dello zeugopodio

## Arto trasversale

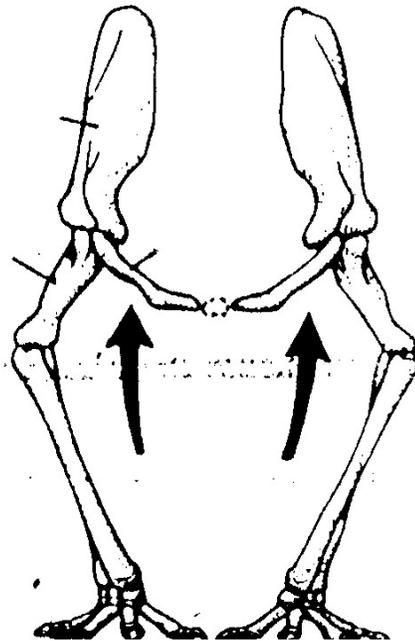


L'arto di tipo trasversale condiviso da cheloni, lacertiliani, loricati (rettili) e dagli anfibi urodeli, nonostante sia un miglioramento rispetto all'arto orizzontale, è comunque imperfetto perché limita la velocità dell'animale: la deambulazione si effettua spostando alternativamente in avanti l'arto destro e l'arto sinistro, movimento che tramite il cinto coinvolge la colonna vertebrale che, di conseguenza, si flette ritmicamente dalla parte opposta all'arto.

# Arto trasversale- Arto parasaggittale



Arto trasversale

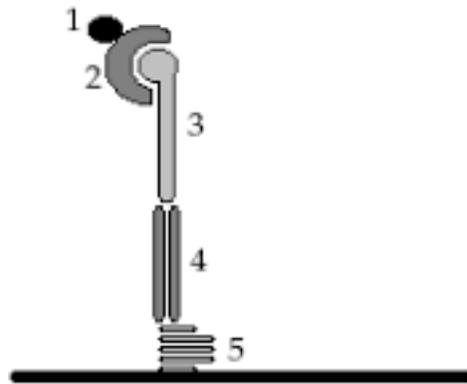


Arto parasaggittale

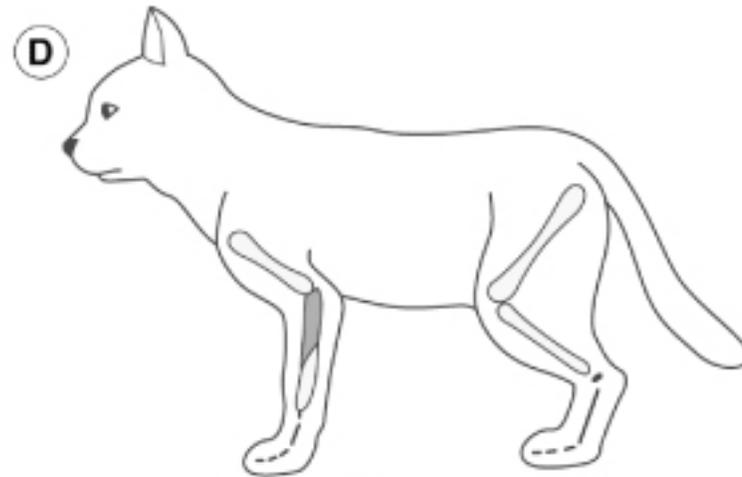
(b)

# Arto parasagittale

1. Vertebra
2. Cinto
3. Stilopodio
4. Zeugopodio
5. Autopodio



Arto Parasagittale



Arto eretto parasagittale



Ulteriore salto evolutivo si è avuto quando il tetrapode è riuscito a piegare il gomito indietro e il ginocchio in avanti a  $90^\circ$ , assumendo la postura tipica della maggior parte dei tetrapodi attuali, molto adatta alla deambulazione a quattro zampe, alla corsa e al salto.