



Gli uccelli



Gli uccelli

- ✓ Gli uccelli hanno avuto origine da un taxon di rettili **arcosauri saurischi**, di modeste dimensioni, carnivori, con un **bacino** organizzato in un modo **simile a quello degli uccelli**, vita bipede, arto idoneo a catturare la preda, riduzione dei denti
- ✓ Le forme di uccelli attuali si sono sviluppate a partire dal **Cretaceo** e la loro fioritura si è verificata nell'era Cenozoica.

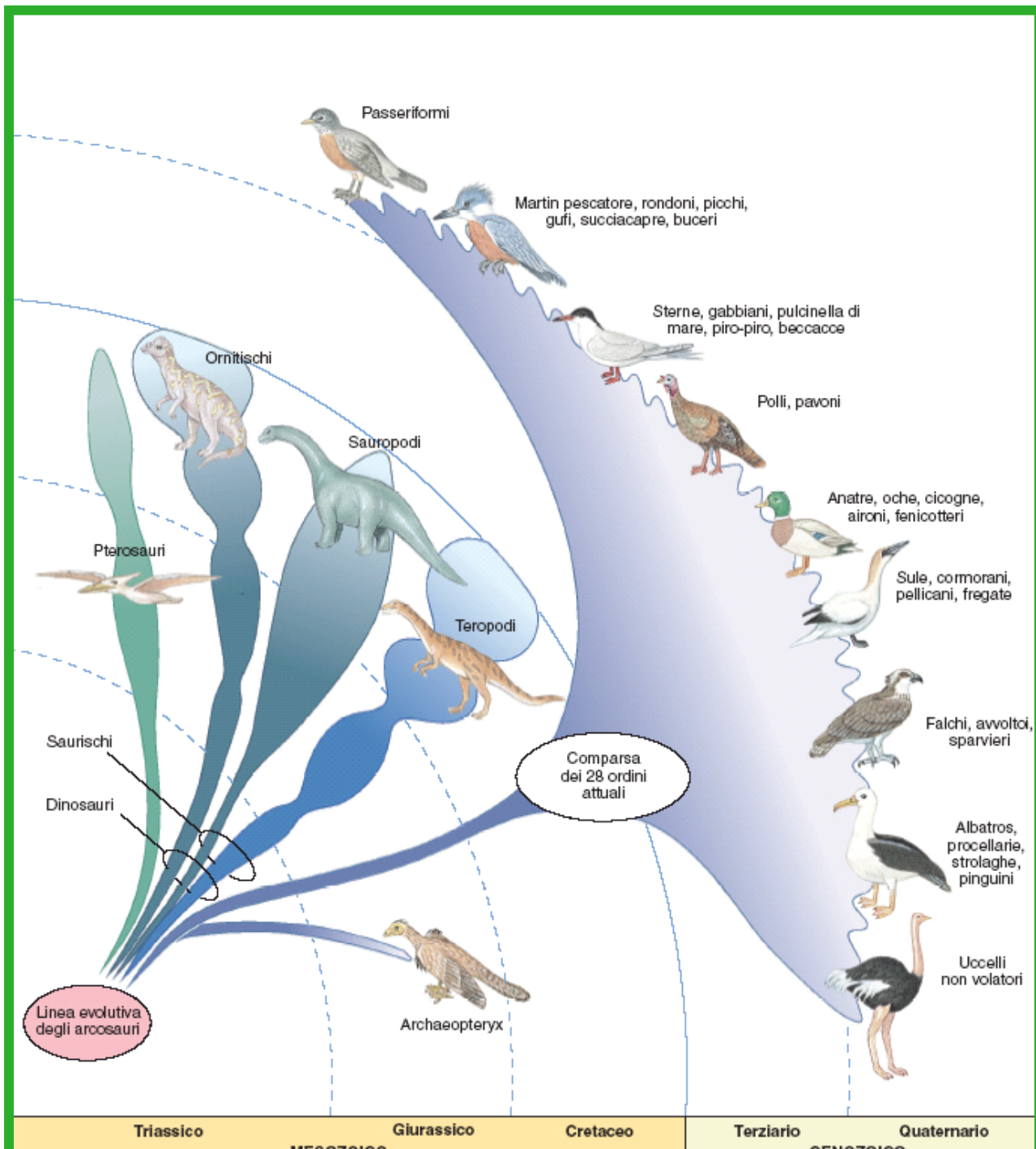
Gli uccelli

Sono divisi in due taxa

- **Archeorniti** con l'Archeopterix
- **Neorniti**, suddivisi in Palognati e Neognati.

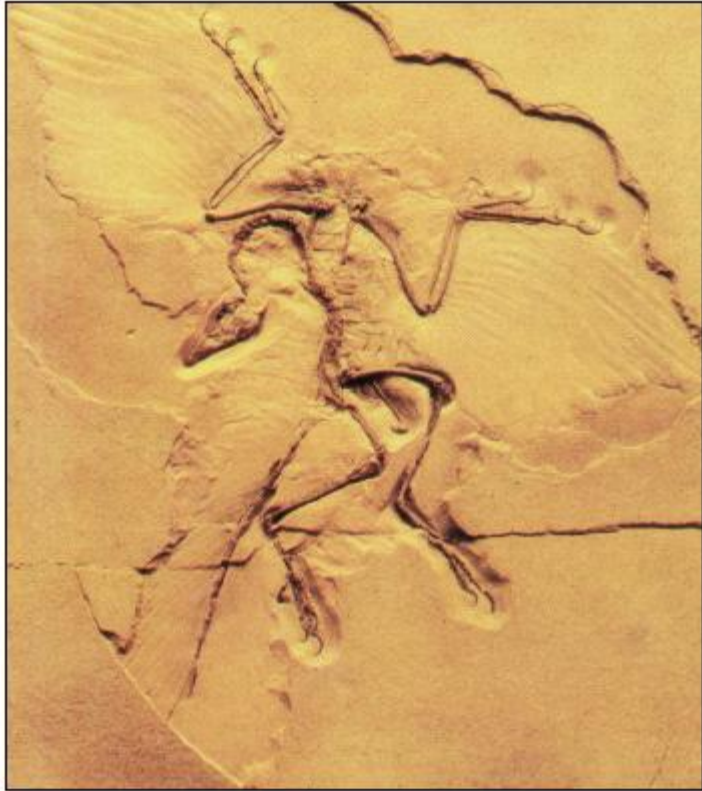
I **Paleognati** sono i grandi uccelli **non volatori** simili agli struzzi e al kiwi, possiedono uno sterno piatto con muscoli pettorali poco sviluppati

I **Neognati** sono gli uccelli **volatori** con sterno carenato sul quale si inseriscono potenti muscoli per il volo.



L'Archaeopteryx

un archeornite vissuto fra 200 e 150 milioni di anni fa



A

È il più antico vissuto nel Giurassico

B



figura 19.1

Archaeopteryx, un parente di 147 milioni di anni fa dei moderni uccelli. **A**, calco del secondo e quasi perfetto fossile di *Archaeopteryx*, trovato in una cava di pietra della Baviera. Sono stati trovati sei esemplari di *Archaeopteryx*, il più recente nel 1987. **B**, ricostruzione di *Archaeopteryx*.

Un **cranio** non tanto diverso da quello degli **attuali uccelli** ad eccezione delle mascelle a forma di becco che portavano **piccoli denti ossei** alloggiati in alveoli come nei rettili. Lo **scheletro** decisamente **rettiliano**, poteva essere classificato come rettile se non fosse stato che presentava una **chiara impronta di penne** una meraviglia dell'ingegneria biologica che possiedono solo gli uccelli.



Tre dita separate e
provviste di unghie

Squame

Denti impiantati
in alveoli

Molte vertebre
caudali

Caratteri rettiliani
di Archaeopteryx

Uccelli: caratteristiche generali

- ✓ Presenza di penne disposte lungo linee del corpo dette pterilii
- ✓ Residui di **squame** a livello dell'arto posteriore
- ✓ La pelle è priva di ghiandole pluricellulari, tranne che nella regione dell'**uropigio**
- ✓ Endotermi
- ✓ Ossa pneumatiche collegate alla presenza dei sacchi aeriferi
- ✓ Potente muscolatura

Uccelli: caratteristiche generali

- ✓ Circolazione doppia e completa
- ✓ Sistema digerente modificato per la presenza di un esofago dotato di un **gozzo** o **ingluvie** e di uno stomaco modificato per la presenza di un ventriglio per tritare il cibo
- ✓ Sono **uricotelici** (eliminano acido urico) senza vescica
- ✓ Sistema respiratorio caratterizzato dalla presenza di sacchi aeriferi che costituiscono una sorta di ghiandole sudoripare
- ✓ Il mesencefalo resta sviluppato per lo sviluppo della vista, ma le attività associative a livello del telencefalo diventano prominenti. Il cervelletto è notevolmente aumentato.

Adattamento al volo: lo scheletro

Indispensabile per il volo è possedere uno scheletro leggero ma allo stesso tempo resistente. Le ossa degli uccelli moderni appaiono straordinariamente leggere, delicate e percorse da cavità aeree. Ciononostante queste ossa dette **pneumatiche**, sono robuste.

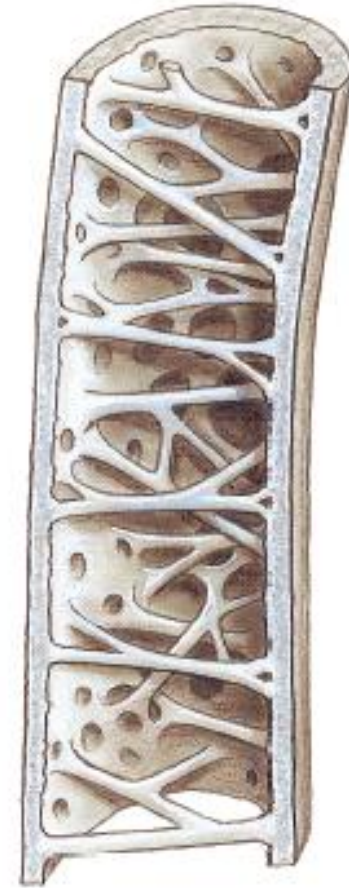


figura 19.6

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

Il becco

Gli uccelli moderni non hanno denti ma un **becco corneo modellato** intorno alle ossa della **mascella**.

La **mandibola** è formata da numerose ossa che si incardinano per permettere alla bocca di aprirsi molto. La maggior parte degli uccelli ha un **cranio cinetico** con un attacco flessibile tra mascella superiore e cranio consentendo alla mascella di muoversi leggermente aumentando l'apertura.



Il becco



Becco-crociato



Tucano



Passero



Picchio



Pappagallo



Aquila



Fenicottero



Avocetta



Pellicano

Il becco: nei **pappagalli** provvede a sbucciare i semi; nell'**aquila** è arcuato per strappare la carne; nel **colibrì** fa da cannuccia per estrarre il nettare; nel **pellicano** prende la funzione di sacca e nel **picchio** il becco viene impiegato per estrarre le larve di insetti nascoste nel legno.

Il becco

Il becco di molti pulcini possiede anche un piccolo apparato osseo, detto “dente d'uovo”, che facilita la rottura dell'uovo durante la sua schiusa.

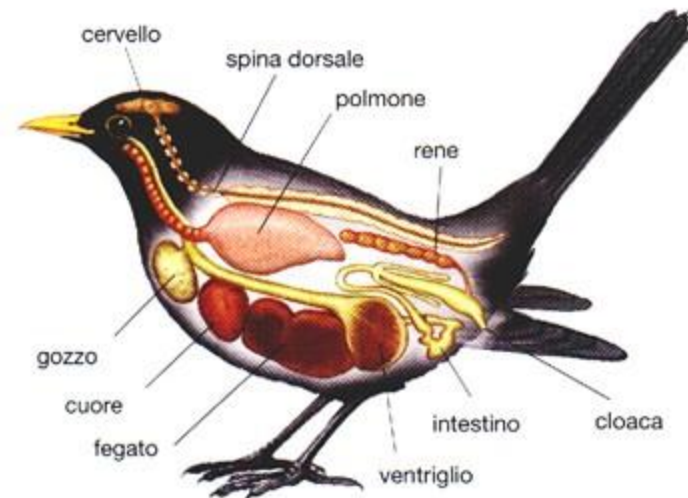


Il becco

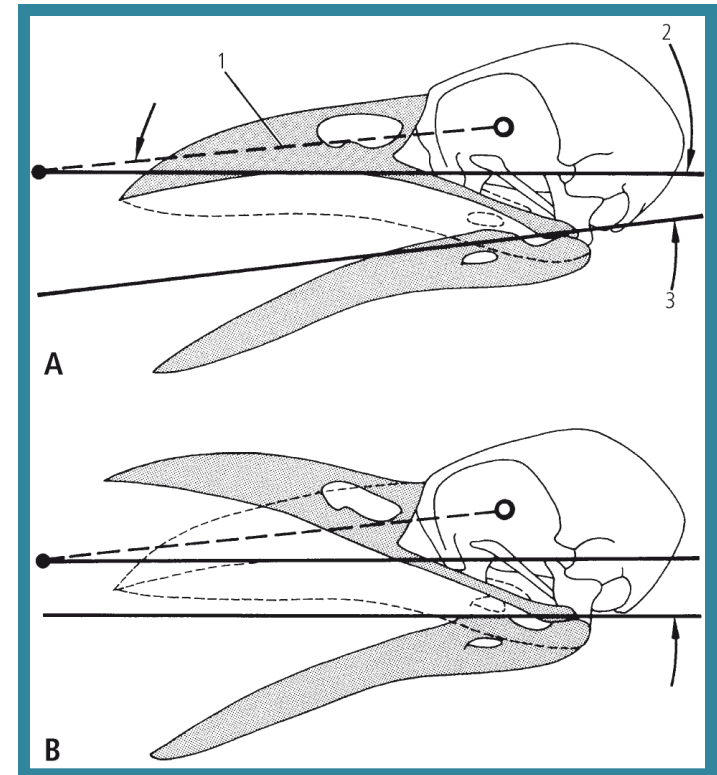
Le **mascelle**, inferiore e superiore, si sono estese fino a formare un becco corneo che presenta un'ampia varietà di forme in relazione al tipo di alimentazione



Il becco è privo di denti ed il cibo non può essere sminuzzato. Negli uccelli, oltre agli organi comuni a tutti i vertebrati, sono presenti il gozzo, in cui viene accumulato il cibo, e il **ventriglio**, nel quale il cibo viene triturato

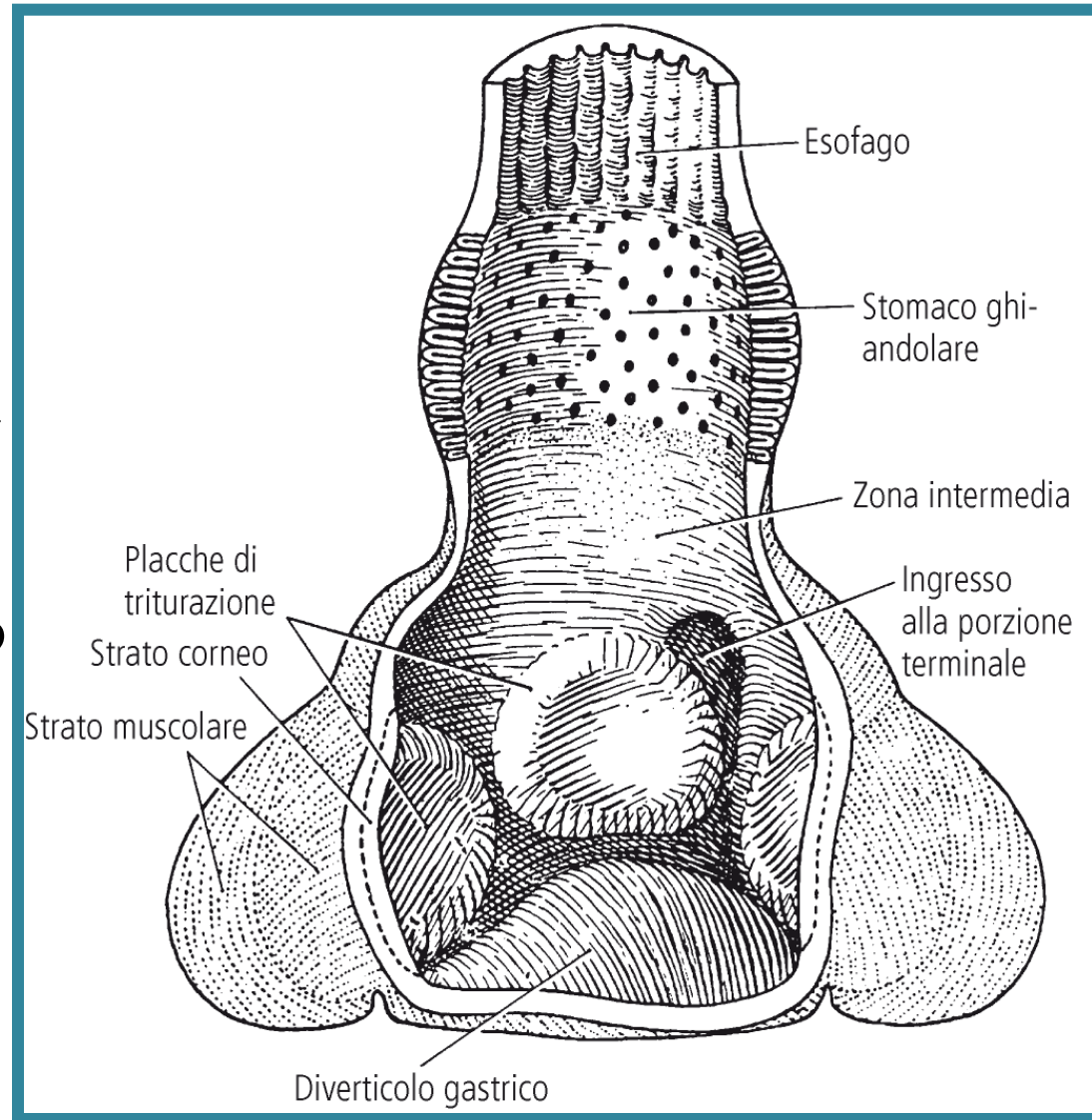


Poiché gli uccelli mancano di **labbra mobili** e di arti anteriori adatti per afferrare e manipolare il cibo e gli altri oggetti, non solo la **colonna cervicale è lunga** e assai **mobile** ma anche il **cranio in sé è cinetico**. Questo è evidente nei pappagalli che **muovono la metà superiore del becco** rispetto al **cranio** in maniera maggiore degli altri uccelli. Il movimento della metà inferiore del becco risulta meccanicamente **accoppiato** a quello del becco superiore.

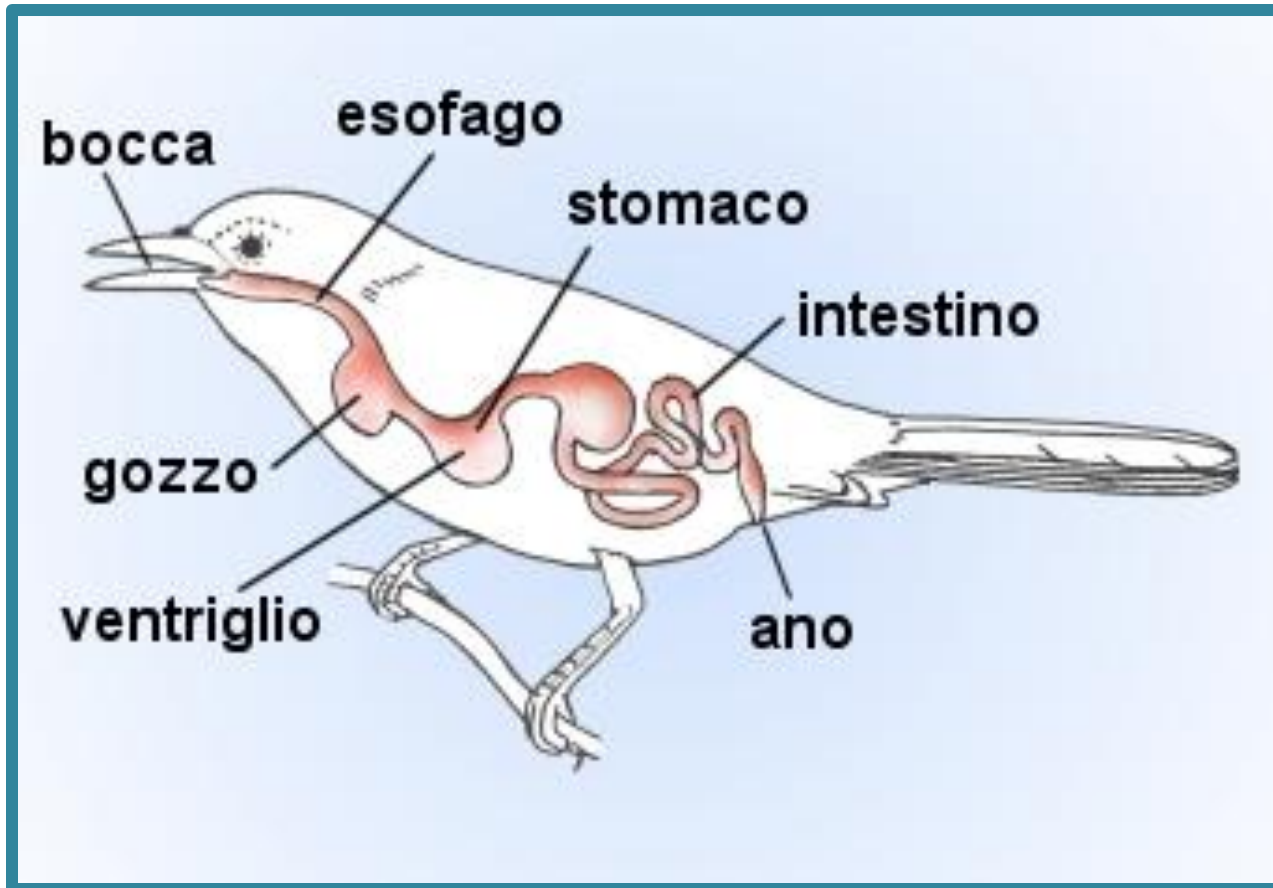


Apparato digerente

Non sono in grado di masticare ma alcuni possono sbucciare le cariossidi dei cereali o schiacciare i frutti e i semi avvolti da un rigido rivestimento in maniera assai efficace. Gli uccelli fitofagi hanno sviluppato al posto della dentizione un **ventriglio muscolare** al cui interno il cibo viene sminuzzato ad elevata pressione grazie alla presenza di una **spessa cuticola** e di **gastroliti** appositamente ingeriti.

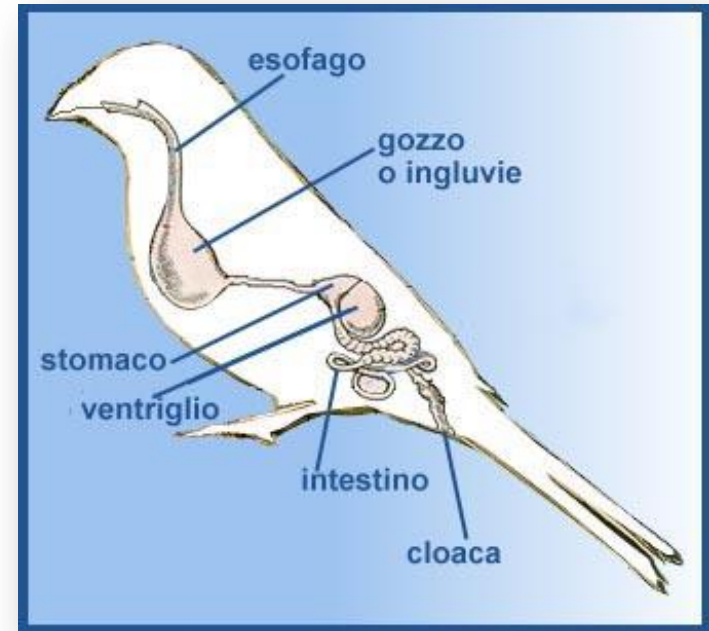


Apparato digerente



L'ingluvie è la porzione dilatata dell'esofago (detta anche *gozzo*), in cui il cibo può essere immagazzinato e trattenuto per un certo periodo. L'ingluvie è un diverticolo che in alcuni insetti può raggiungere dimensioni tali da diventare un vero e proprio serbatoio fino ad occupare anche parte dell'addome.

I piccioni e il latte dell'ingluvie



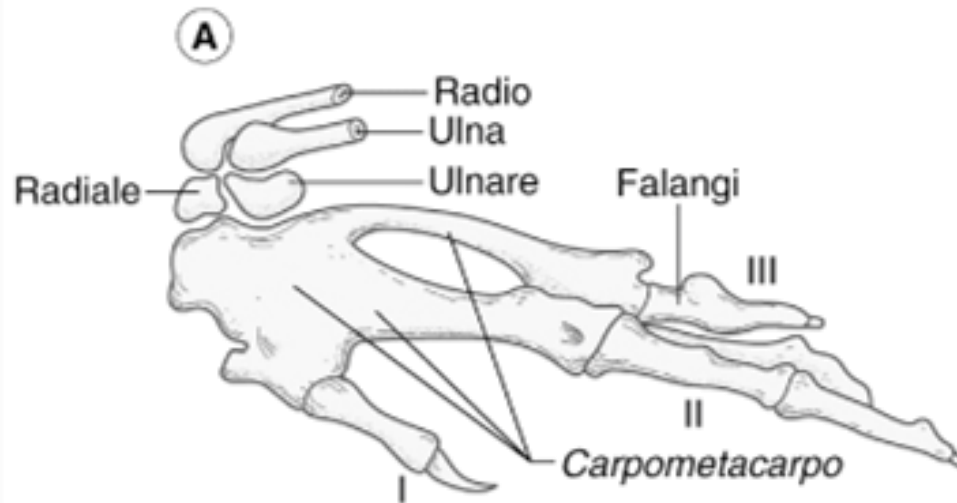
Nei piccioni, due sacche laterali dell'ingluvie producono il cosiddetto "latte del gozzo" o latte dell'ingluvie, con cui vengono nutriti i piccoli fino a 8 - 10 giorni dalla schiusa. Tali sacchi ai lati del faringe si sviluppano grazie al controllo della **prolattina**.

Adattamento al volo: lo scheletro

Arto anteriore

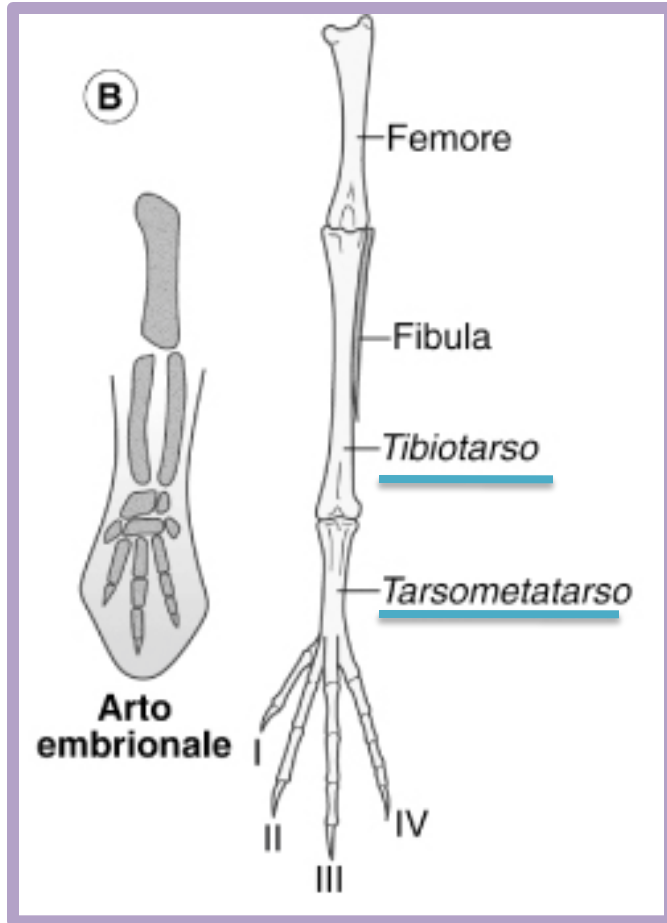
Negli uccelli l'arto anteriore si modifica in ala, dove è possibile rilevare la presenza di un **basipodio modificato**.

L'**autopodio** svolge un ruolo molto **limitato** nel volo. Si assiste ad una **riduzione** e ad una **fusione** degli elementi. Si individuano solo **tre ossa carpali** e **tre metacarpali** fuse tra loro. Vi saranno di conseguenza tre sole dita.



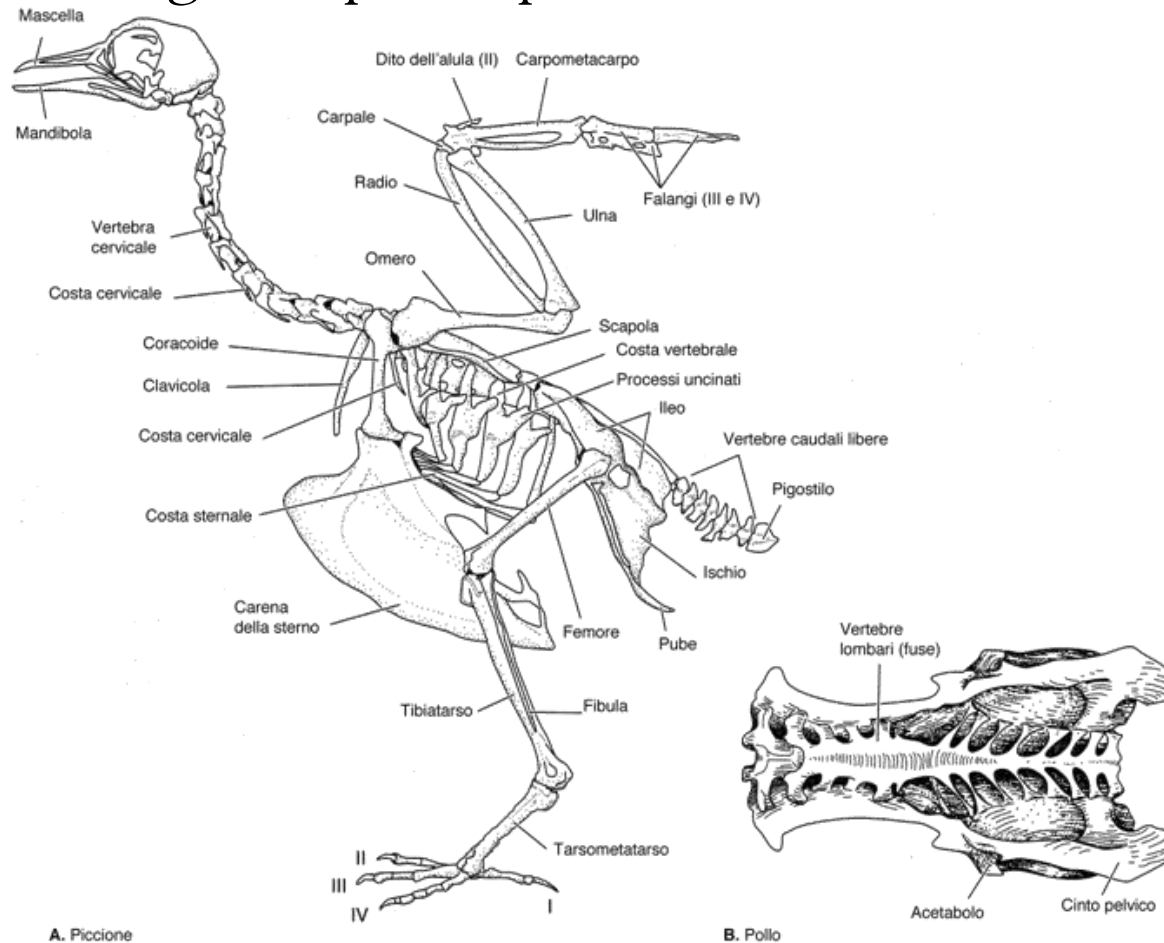
Adattamento al volo: lo scheletro

Arto posteriore



L'arto posteriore deve sostenere il peso del corpo dare **propulsione** al **decollo** e offrire sostegno all'atterraggio. Durante lo sviluppo embrionale 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.

Negli uccelli, come in molti rettili estinti, con la comparsa dell'andatura bipede, si è affermata la **disposizione parasagittale dell'arto posteriore**. Ciò avviene mediante la **rotazione** di questo **in avanti** per cui viene a disporsi **sotto il tronco** in un **piano parasagittale**, ciò consente di scaricare parte del peso del corpo sulle strutture scheletriche e di usare più vantaggiosamente i muscoli degli arti per la spinta durante il movimento

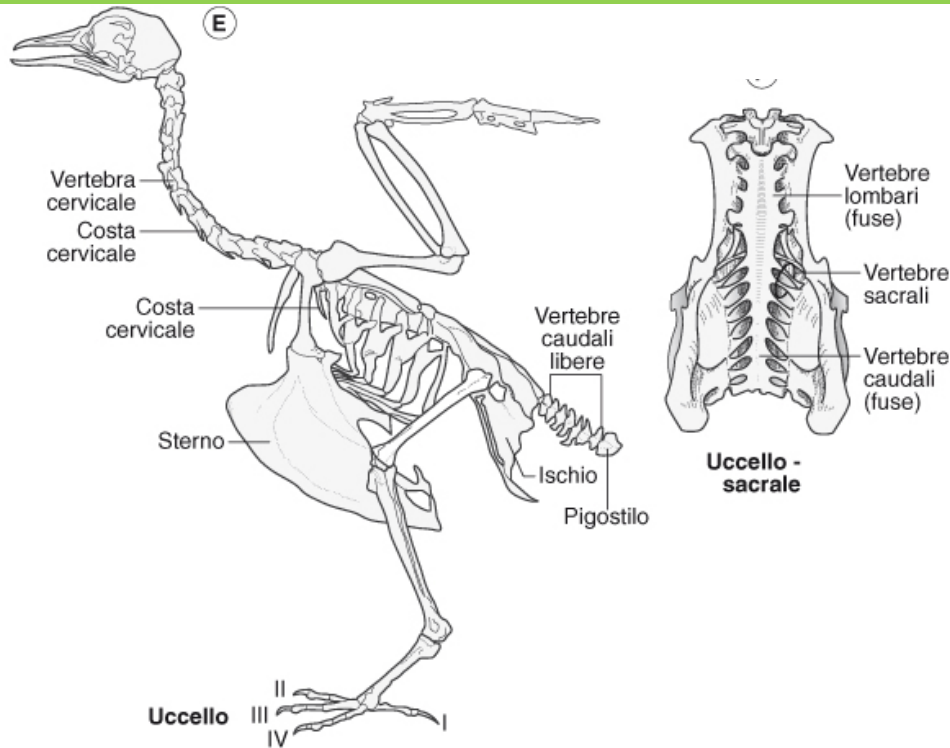


A. Piccione

B. Pollo

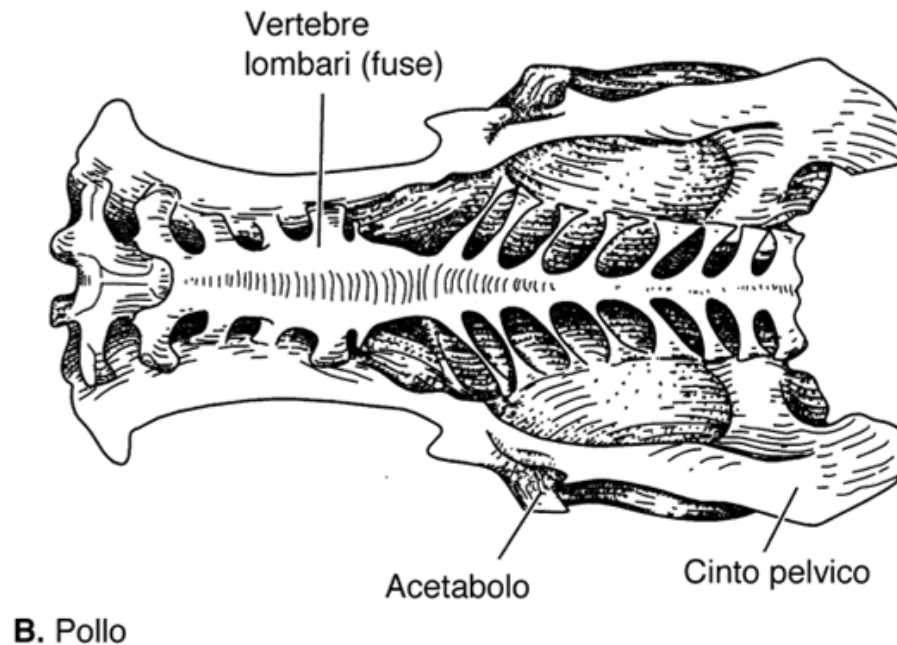
FIGURA 8-17

Adattamento al volo: lo scheletro

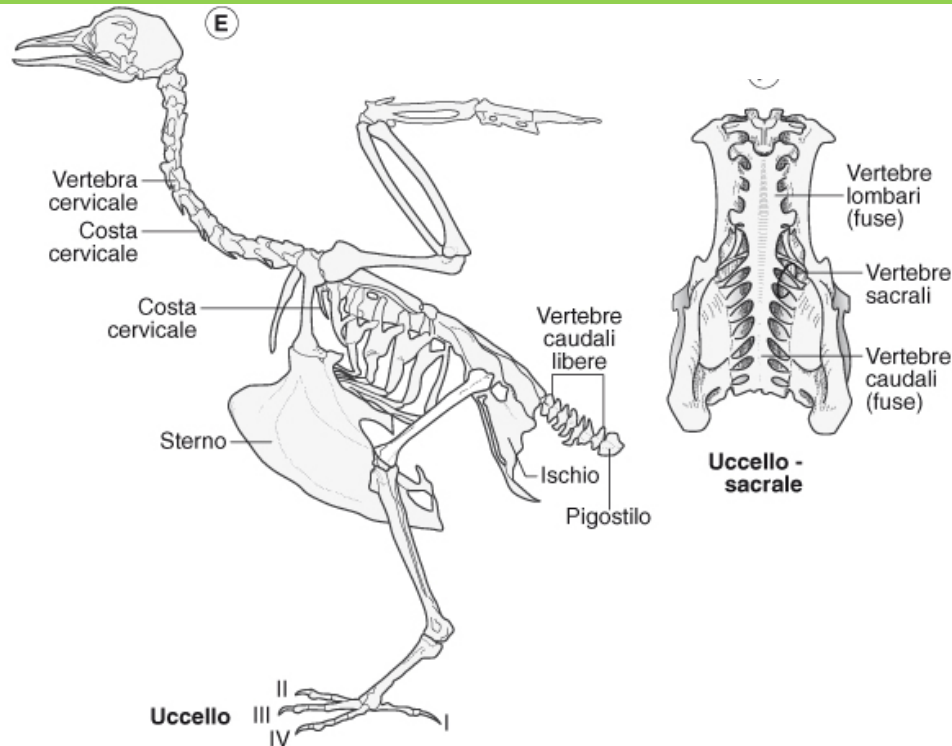


La colonna vertebrale in questa classe è molto specializzata per l'adattamento al volo ed alla postura bipede. Lo scheletro deve essere molto **rigido**, soprattutto nella regione **toracica e lombosacrale**. Le **vertebre toraciche**, portatrici di coste, sono strettamente **unite** fra loro da robusti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

La locomozione bipede e il ruolo degli arti posteriori nell'attutire l'impatto sul terreno durante l'atterraggio necessitano di un sacro particolarmente robusto. Le **vertebre lombari** si fondono con le **due vertebre sacrali** per formare un **sinsacro**.



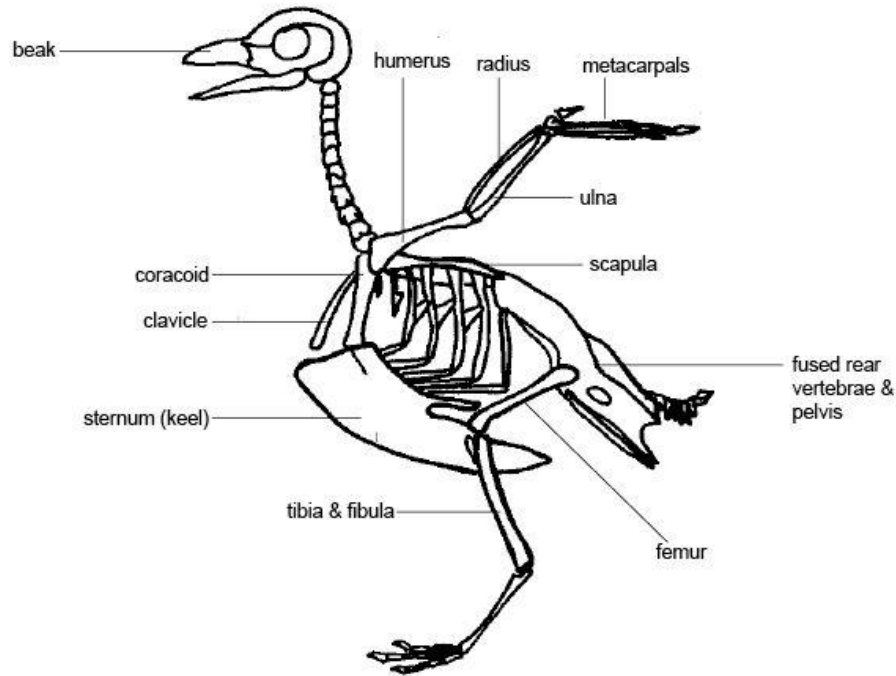
Adattamento al volo: lo scheletro



Le vertebre sacrali sono due come nei rettili, ma sono spesso **fuse** con le lombari ed alcune caudali a formare un'ampia piastra ossea detta **sinsacro** (che include da 10 a 23 vertebre). La locomozione bipede e il ruolo degli arti posteriori nell'attutire l'impatto sul terreno durante l'atterraggio necessitano di un **sacro particolarmente robusto**.

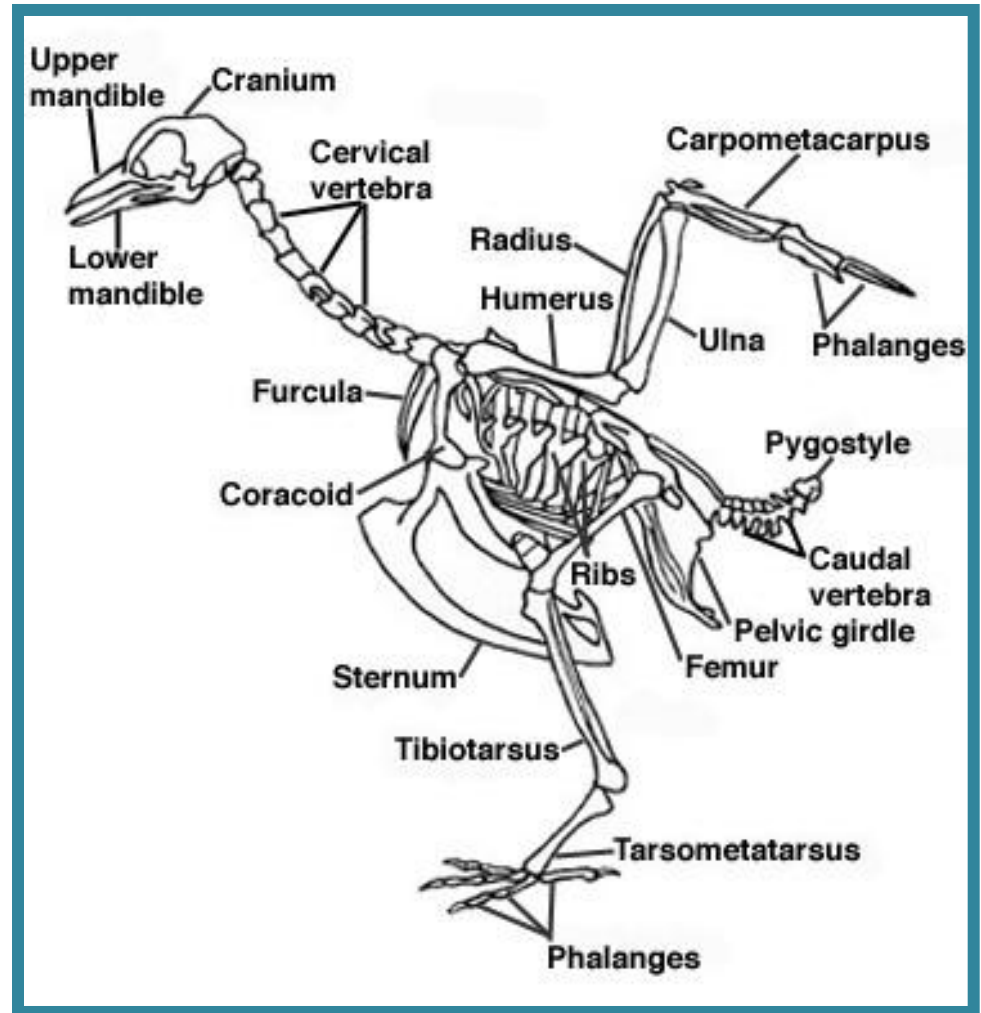
Seguono poche vertebre caudali, le prime libere, le ultime fuse nel **pigostilo** che sostiene le penne timoniere.

Adattamento al volo: lo scheletro

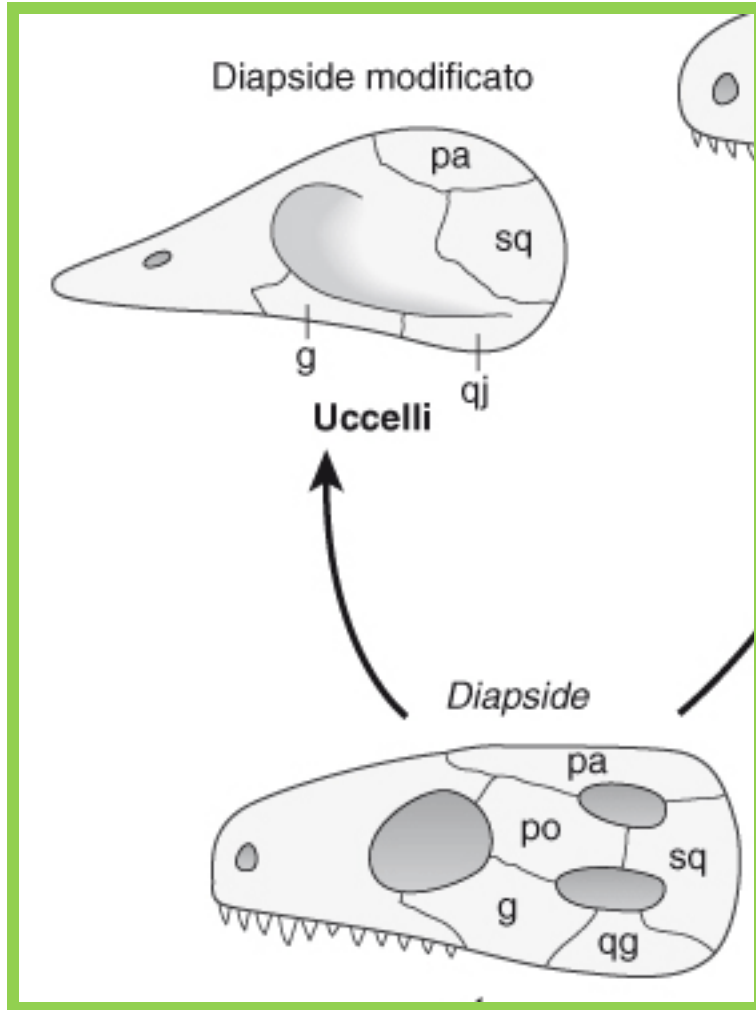


Ad eccezione degli uccelli non volatori, lo **sterno** è dotato di una **carena** larga e sottile che offre una superficie di inserzione per i potenti muscoli del volo.

La gabbia toracica consiste nella *furcula* e nel *coracoide* (osso che ancora l'ala allo sterno). Queste ossa, insieme alla scapola, formano il cinto pettorale. Il resto della gabbia toracica è formato dalle *coste*, che si incontrano nello *sterno carenato*.



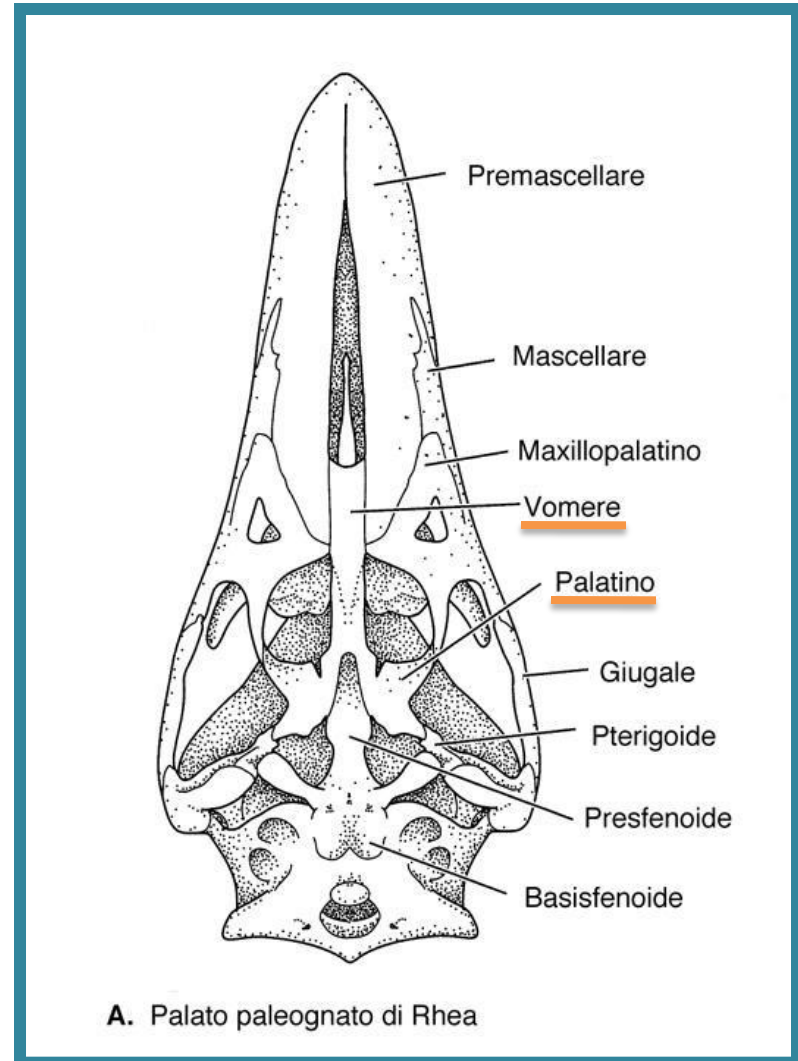
Il cranio diapside



Presenza di una finestra temporale inferiore. Sono **diapsidi** modificati per la perdita delle arcate che delimitano le finestre temporali che confluiscono nella cavità orbitaria.

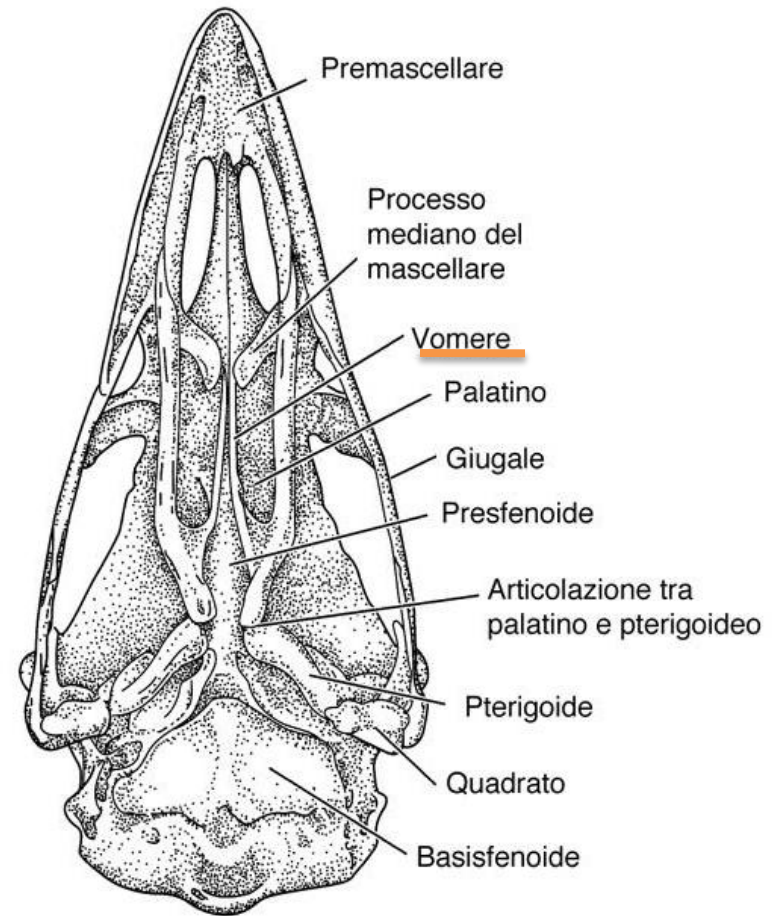
Palato differentemente organizzato, per cui gli uccelli sono
distinti Paleorniti e Neorniti. Palato secondario assente

Paleorniti: il palato
ha caratteri di
primitività in cui i
due vomeri,
suturati sulla linea
mediana separano
lateralmente i
palatini.



Palato differentemente organizzato, per cui gli uccelli sono distinti Paleorniti e Neorniti. Palato secondario assente

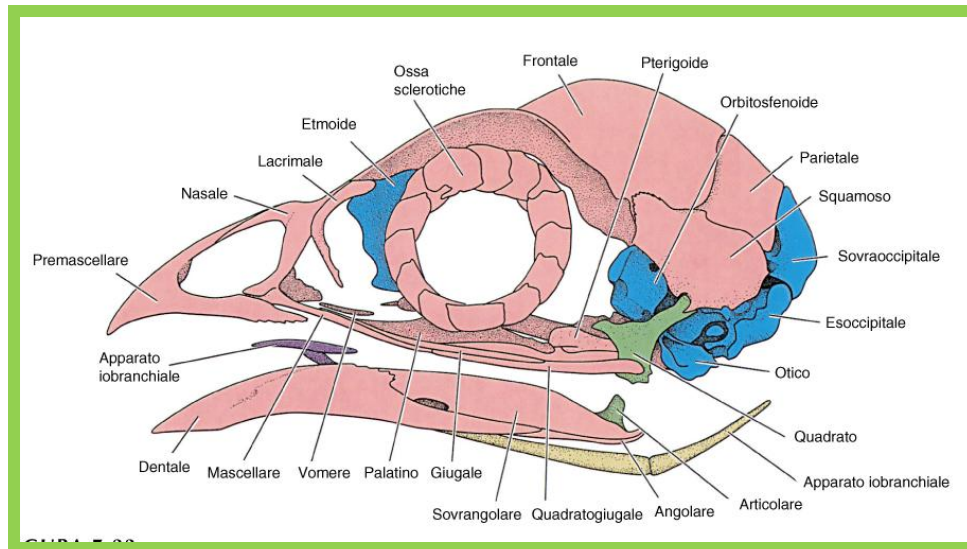
Neorniti: i vomeri sono fusi in una **sottile lamina** mediana mentre i palatini si allungano a formare la quasi totalità della volta del palato.



B. Palato neognato del tacchino (Melagris)

Il cranio

Il cranio è una struttura leggera e per lo più fusa in un unico pezzo. La scatola cranica e le orbite sono grandi per ospitare un encefalo voluminoso e i grandi occhi necessari alla rapida coordinazione motoria e all'acutezza visiva.



A seconda della posizione degli occhi e della struttura della fovea (regione centrale della retina di massima acuità visiva) gli uccelli possono avere un campo visivo di 360° come la beccaccia oppure una visuale limitata al frontale come i rapaci notturni.

Le **ali** degli uccelli rappresentano un rimodellamento dell'arto di base dei tetrapodi da cui derivano e tutti gli elementi, parte superiore del braccio, avambraccio, polso e dita sono presenti in forma modificata.

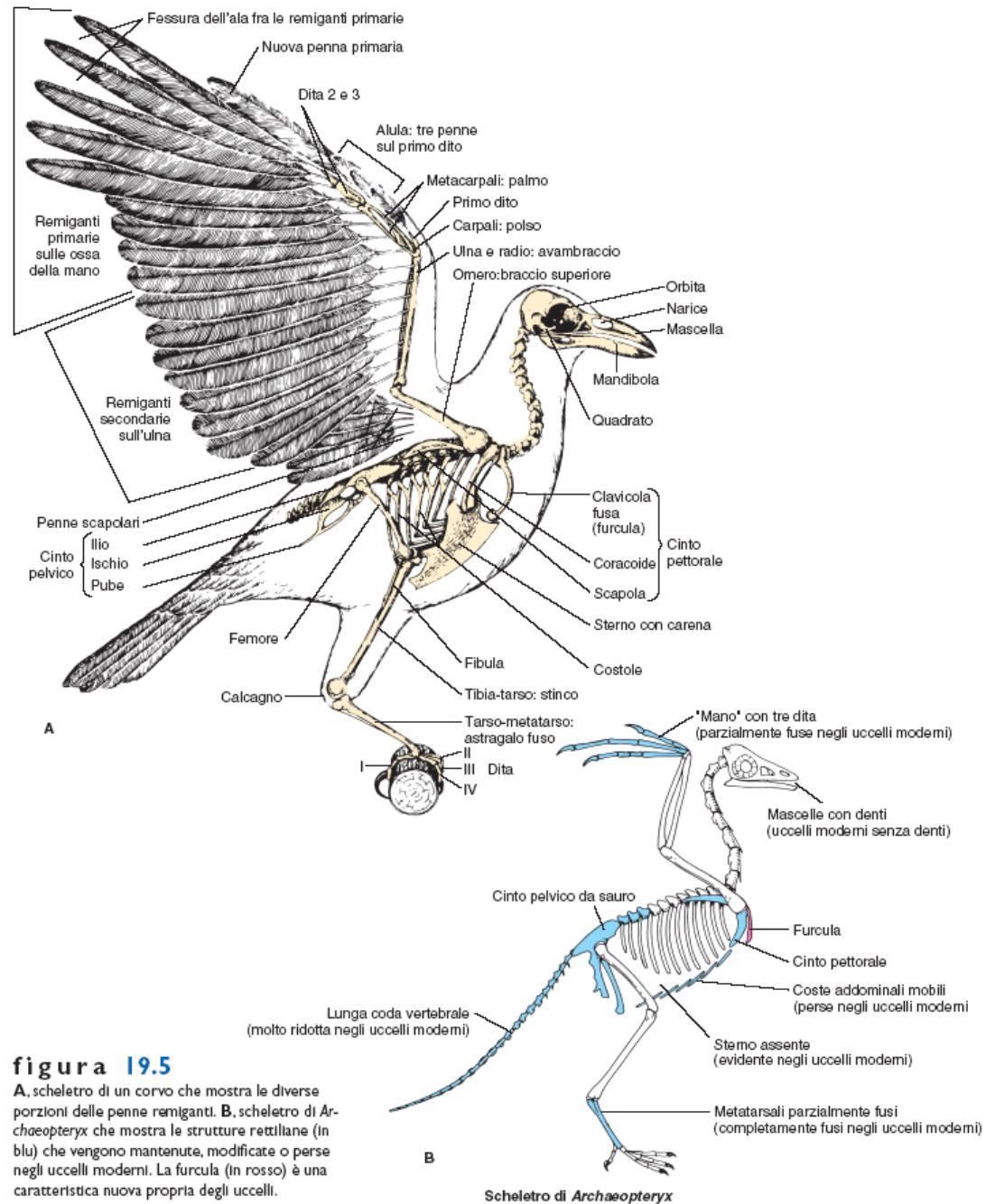
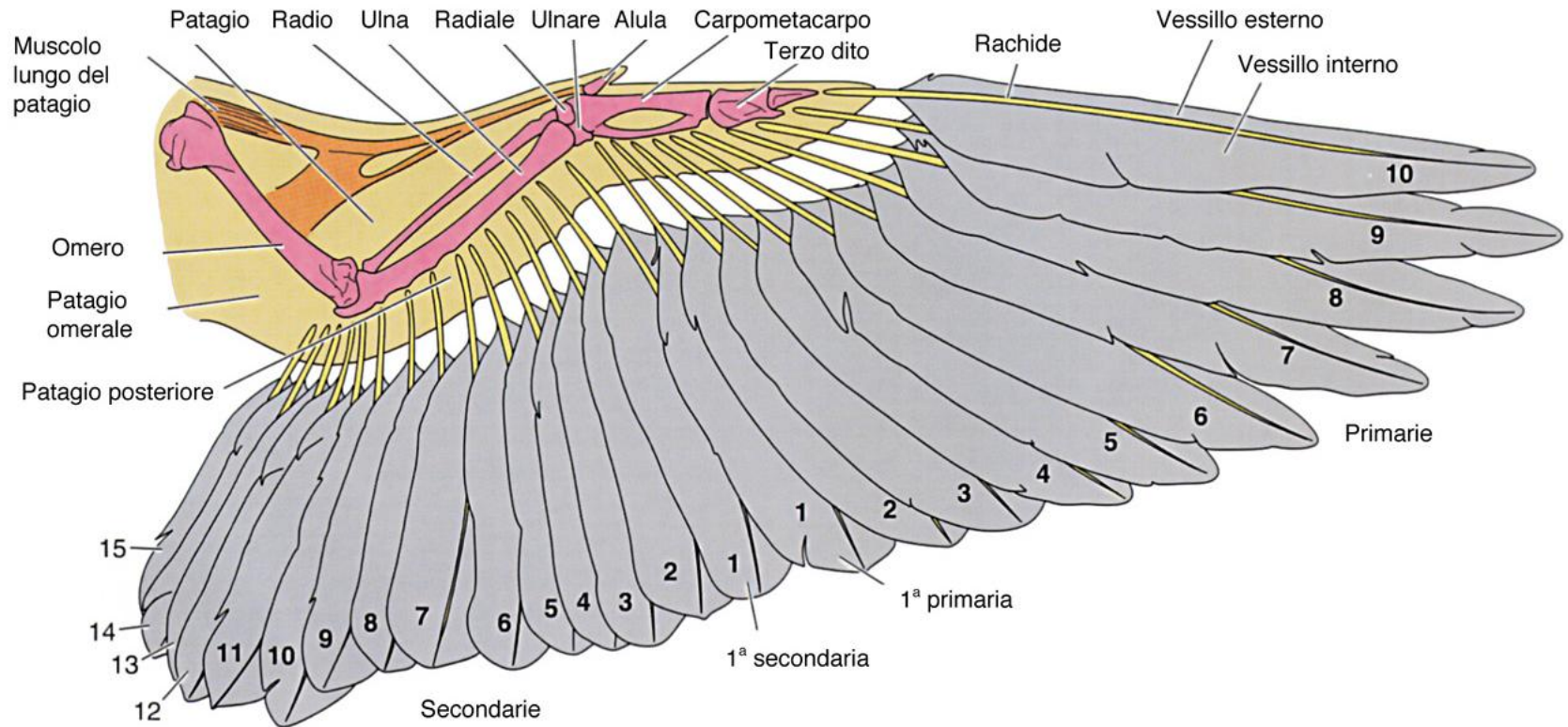


figura 19.5

A, scheletro di un corvo che mostra le diverse porzioni delle penne remiganti. **B**, scheletro di *Archaeopteryx* che mostra le strutture rettiliane (in blu) che vengono mantenute, modificate o perse negli uccelli moderni. La furcula (in rosso) è una caratteristica nuova propria degli uccelli.

L'ala è **azionata** da **muscoli pettorali** che si inseriscono sullo sterno e direttamente sulle ossa dell'arto. La struttura alare varia da uccello a uccello e rispecchia gli adattamenti ad ambienti diversi.



B. Vista ventrale dell'ala dopo aver asportato le penne tettrici

Adattamenti la volo: le penne

Una penna è molto leggera ma possiede una notevole resistenza ed elasticità. Le penne più tipiche degli uccelli sono le **penne di contorno**. È costituita da un calamo cavo che emerge da un follicolo epidermico e da un rachide, continuazione del calamo, che porta numerose **barbe**. Le barbe sono tra loro parallele e si protendono diagonalmente verso l'esterno da ambo i lati del rachide centrale a formare il **vessillo**.

Ciascuna barba è una copia miniaturizzata della penna con numerosi piccoli filamenti, le barbule, disposte su ciascun lato della barba.

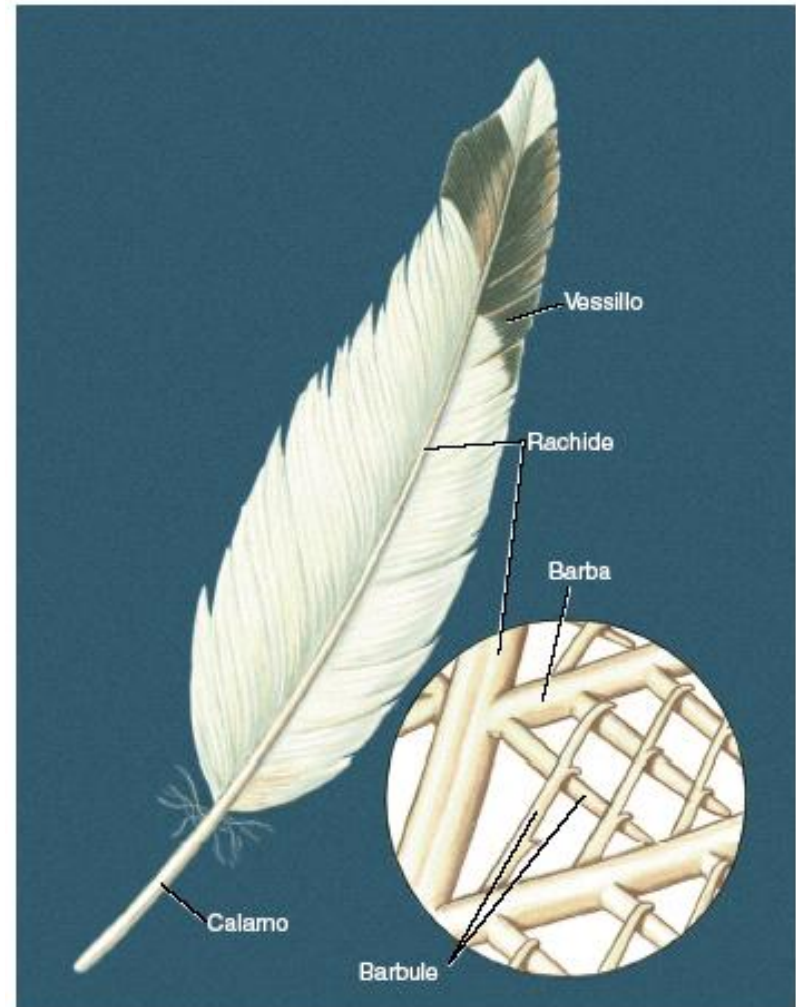


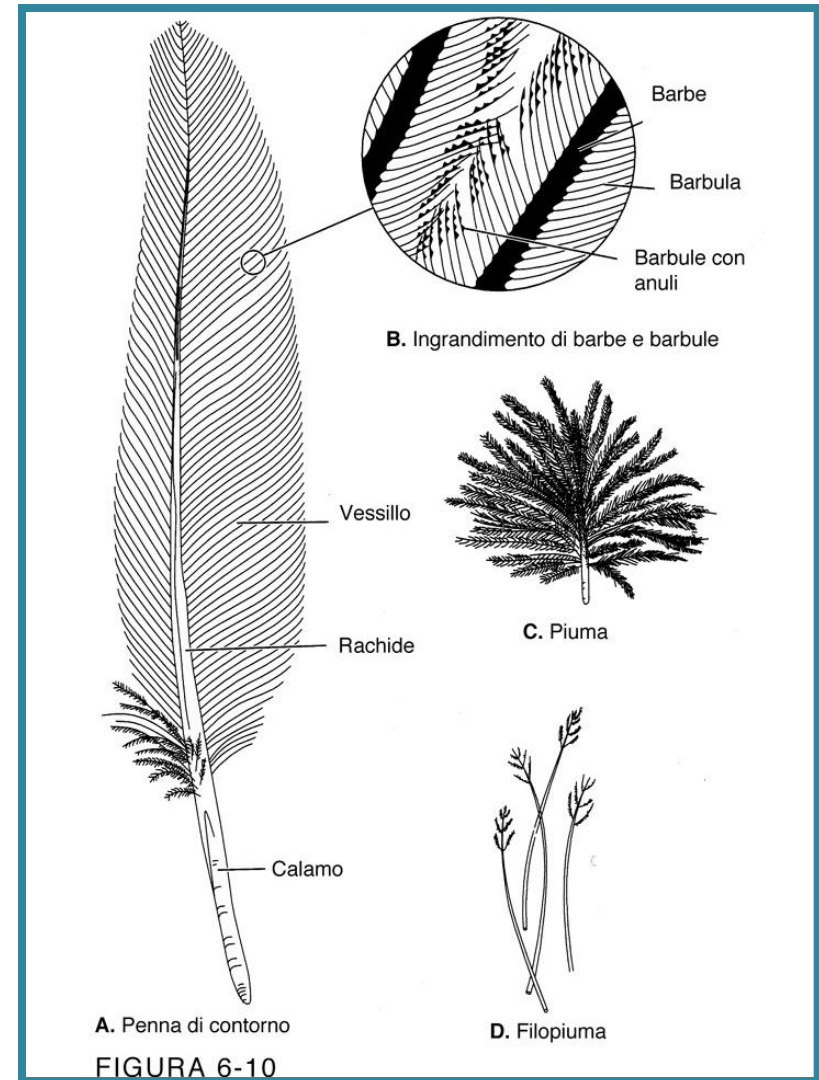
figura 19.4

Penna di contorno. Nel riquadro, ingrandimento del vessillo che mostra i piccoli uncini sulle barbule che s'intrecciano lassamente per formare la superficie continua del vessillo.

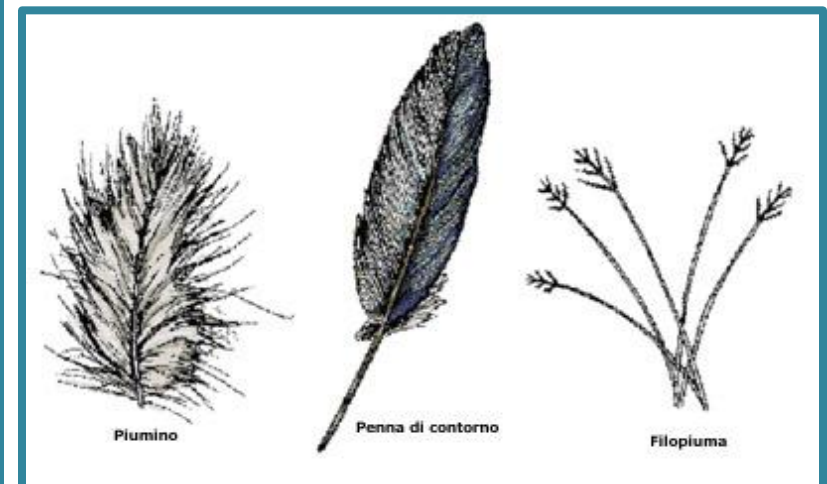
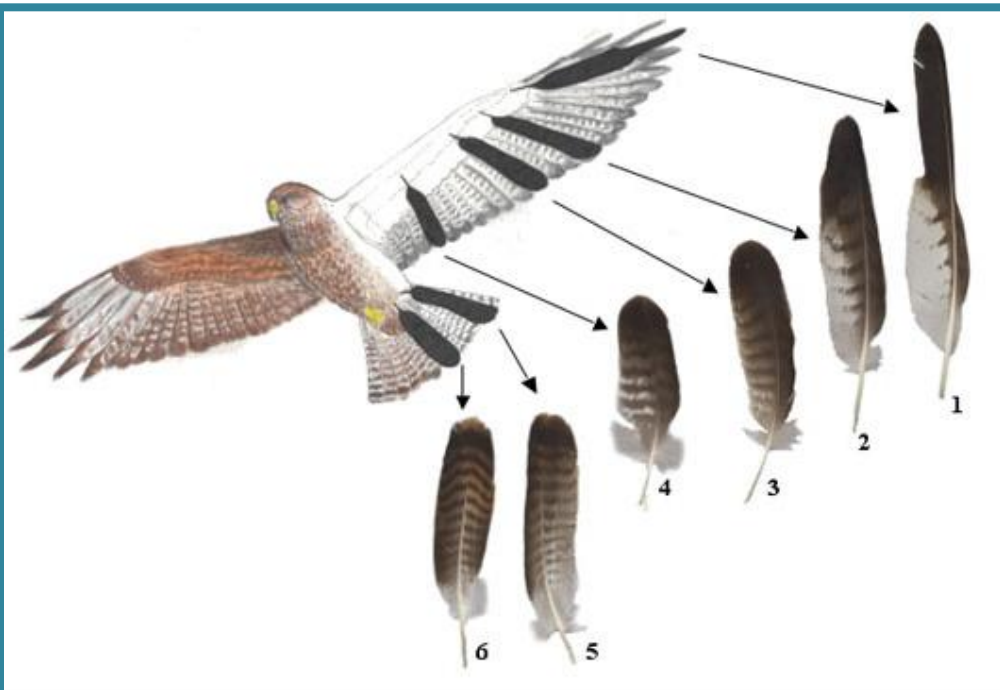
Adattamenti la volo: le penne

Come una squama di un rettile, alla quale è omologa, una penna si sviluppa da una **protuberanza epidermica** posta sopra ad un nucleo dermico nutritivo.

Durante la crescita, nelle cellule epidermiche **vengono aggiunti pigmenti**. Man mano che **la penna si ingrandisce** e si avvicina alla fine del suo sviluppo, il rachide e le barbe ancora soffici, si trasformano in **strutture dure** grazie alla cheratina. A completo sviluppo, una penna è una **struttura morta** come un pelo di mammifero. La muta è un processo ordinato, con una graduale perdita delle penne per non lasciare zone nude.



Il piumaggio è costituito da numerose penne di vario tipo. Le **penne di contorno** includono le penne grosse, **remiganti** dell'ala e **penne timoniere** della coda e le piccole penne che rivestono il corpo. Esse possiedono un **vessillo a tessitura compatta**. Le **piume** invece provvedono principalmente alla conservazione del calore e mancano di un vessillo compatto. Le loro barbe sono libere e di norma disposte tridimensionalmente grazie a forze elettrostatiche di repulsione.





Il piumaggio contribuisce in media al 10% del peso corporeo dell'animale

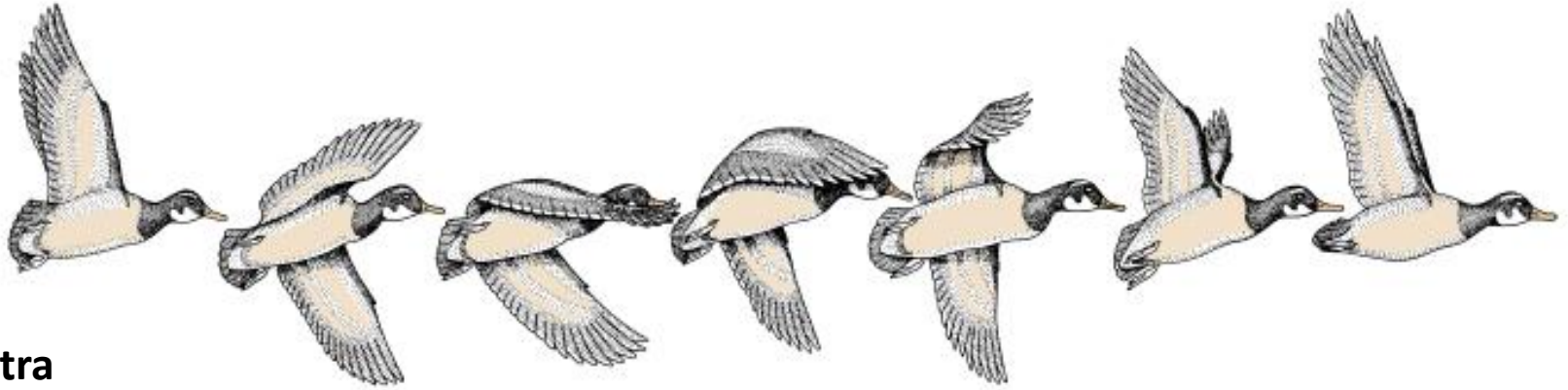
La sostituzione del piumaggio prende il nome di **muta** e riguarda la perdita e la sostituzione della vecchia generazione di penne e di piume. La muta si basa su meccanismi diretti di **controllo ormonale** che coinvolgono la **tiroide**. In alcuni uccelli infatti la muta può essere indotta o rafforzata in maniera dose-dipendente dalla somministrazione di **tiroxina**.



Durante la cova la temperatura dell'addome sia del maschio che della femmina deve essere abbastanza calda: la **PROLATTINA** regola la perdita delle penne dure e la formazione delle filopiume; aumenta l'irrorazione della regione addominale che risulta più calda



Il volo battente e il volo librato



Anatra

Nel volo **battente** la spinta viene fornita dalle penne della punta delle ali. Per la battuta verso l'alto, l'ala si piega e si muove in alto e in basso. L'ala poi si distende e inizia il nuovo battito verso il basso



Colibrì

Nel volo **librato** l'ala è rigida ed articolata alla spalla per un potente muscolo sopracoracoideo. Durante il volo l'ala si muove in avanti, poi ruota di 180° e poi si muove all'indietro. L'effetto è di fornire portanza senza movimento in avanti sia durante il colpo in avanti sia durante quello all'indietro

Le zampe

Il piede è quasi privo di muscoli e ciò spiega l'assetto sottile e delicato delle zampe degli uccelli. Poiché i piedi consistono essenzialmente di ossa, tendini e pelle robusta ricoperta da squame, essi sono molto resistenti al freddo.

Quando un uccello si appollaia su un ramo, viene attivato un ingegnoso meccanismo di bloccaggio delle dita che impedisce all'uccello di cadere quando si addormenta.

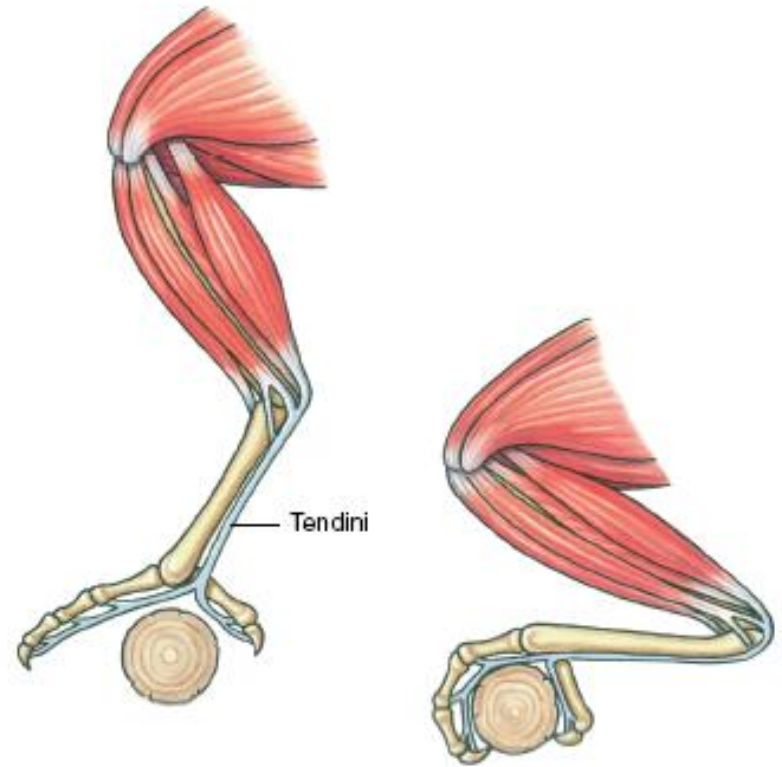


figura 19.8

Automatismo di presa in uccelli appollaiati. Quando un uccello si posa su un ramo i tendini automaticamente si tendono, chiudendo le dita intorno al ramo.

Le zampe degli uccelli, diversificate nella loro forma, presentano quasi sempre **tre dita rivolte in avanti ed una all'indietro**.



cicogna



falco



gallo



anatra



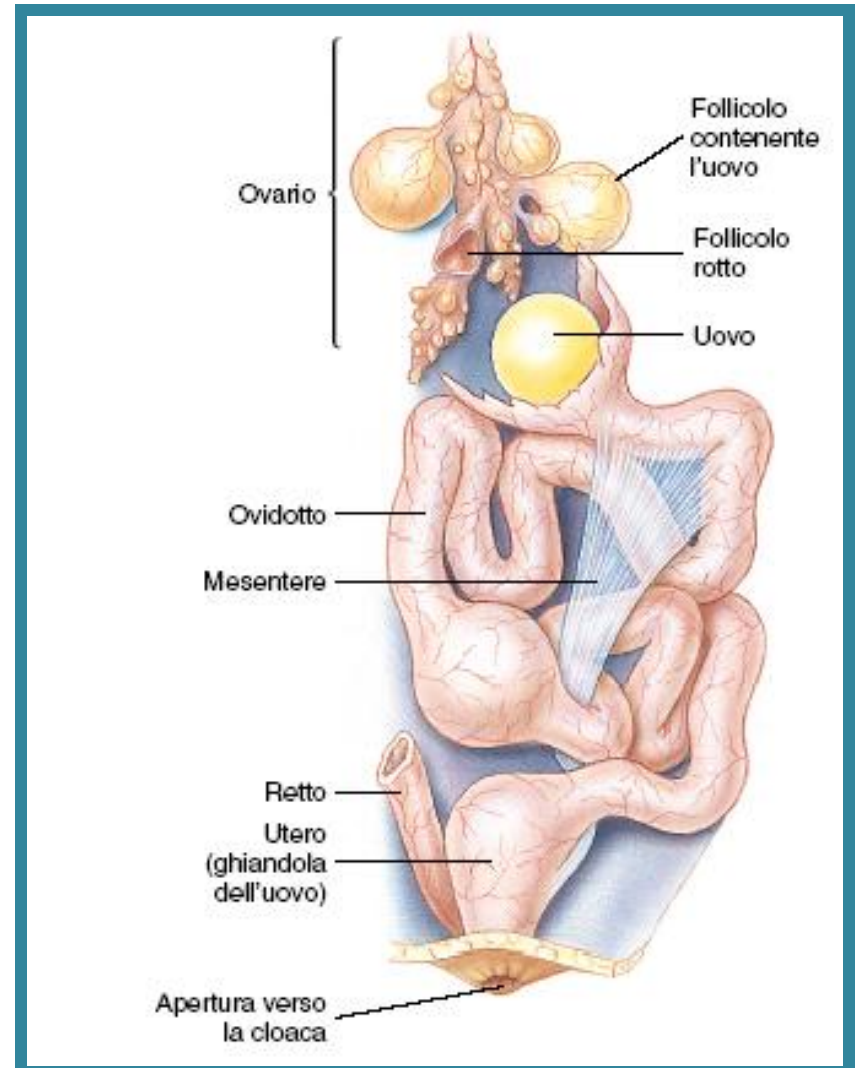
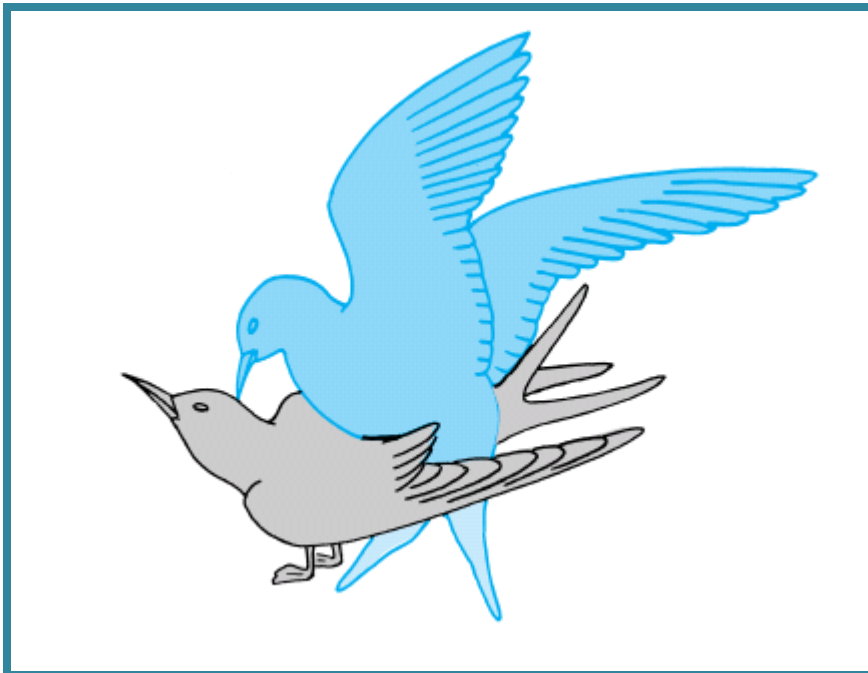
picchio



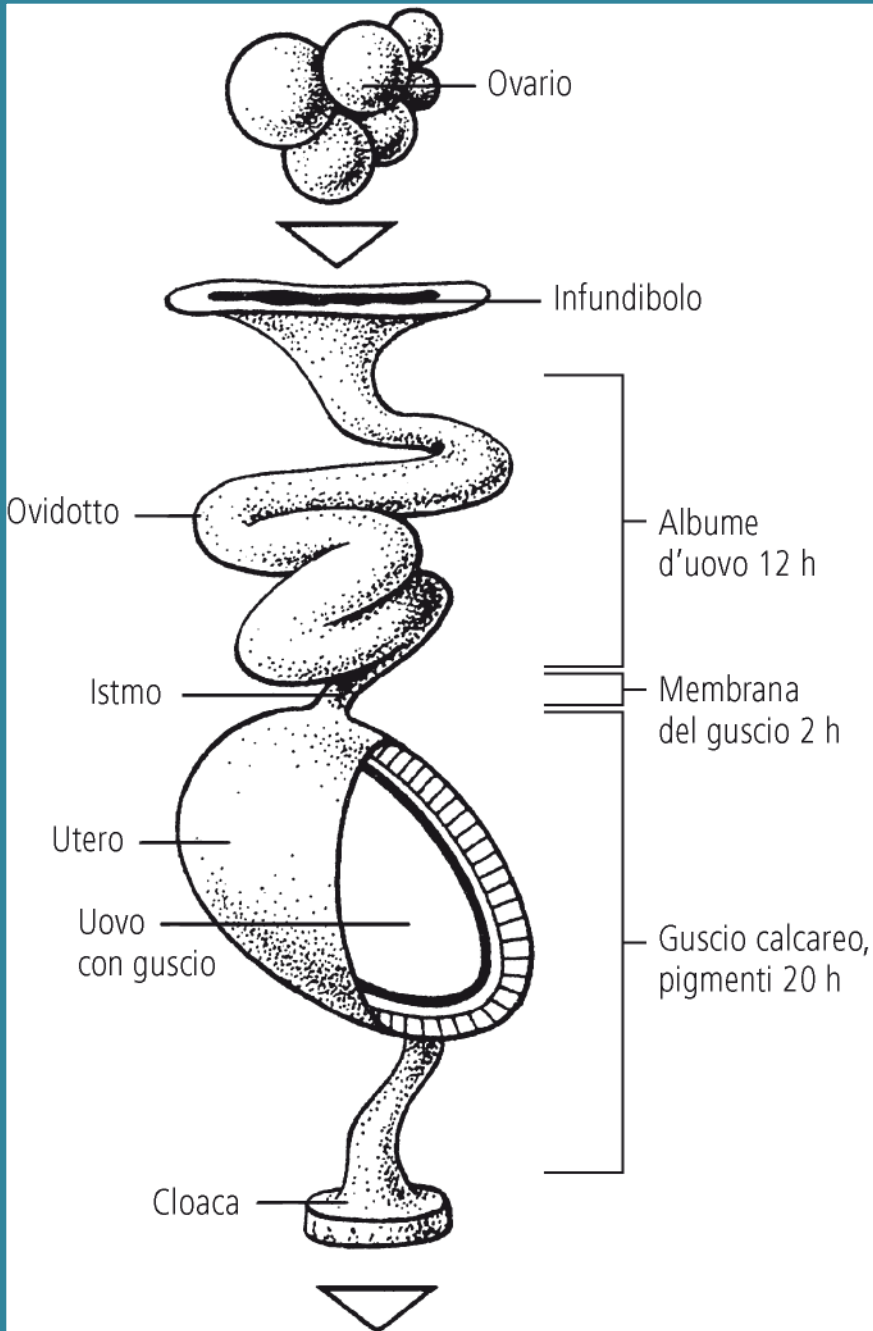
struzzo

La riproduzione

Gli uccelli sono tutti **ovipari**. La fecondazione è interna. Le uova fecondate vengono deposte in un nido e vengono covate fino alla loro schiusa.



La riproduzione



L'albumi, la membrana del guscio e il guscio calcareo vengono aggiunti dopo la fecondazione, nell'ovidotto e nell'utero. Le uova mature vengono di norma prodotte in successione a intervalli di circa 24 ore.

La riproduzione



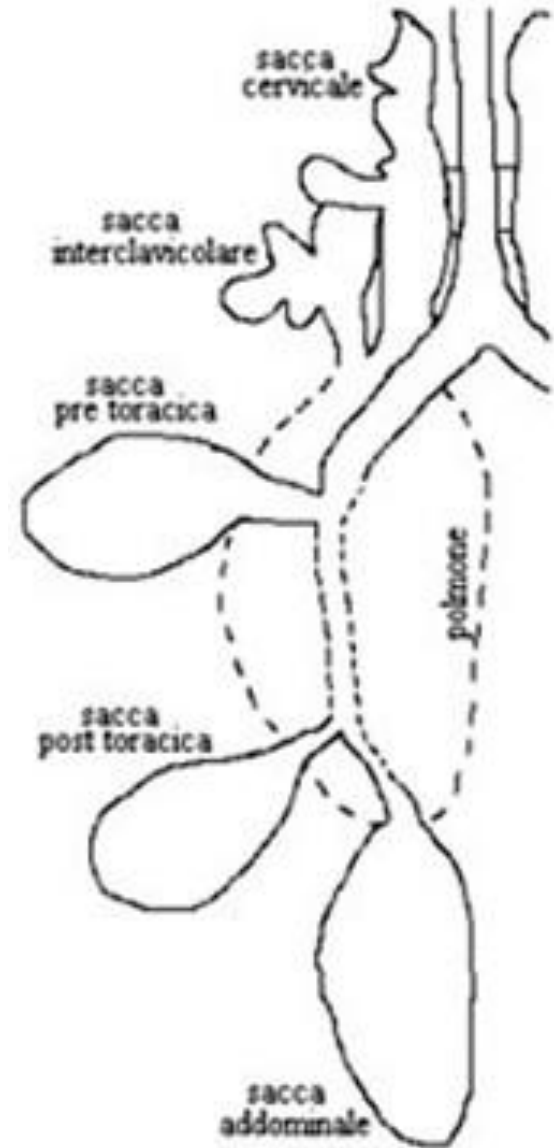
Le uova più piccole sono del colibrì, 0,25 gr



Le uova più grandi sono di struzzo, 1,6 Kg.

Polmoni e ventilazione

Il volo è un'attività che richiede molta energia e quindi molto ossigeno; per questo l'apparato respiratorio è molto efficiente. La respirazione avviene con i polmoni. I polmoni sono dotati di espansioni, i sacchi aerei, che consentono di aumentare la quantità di aria introdotta

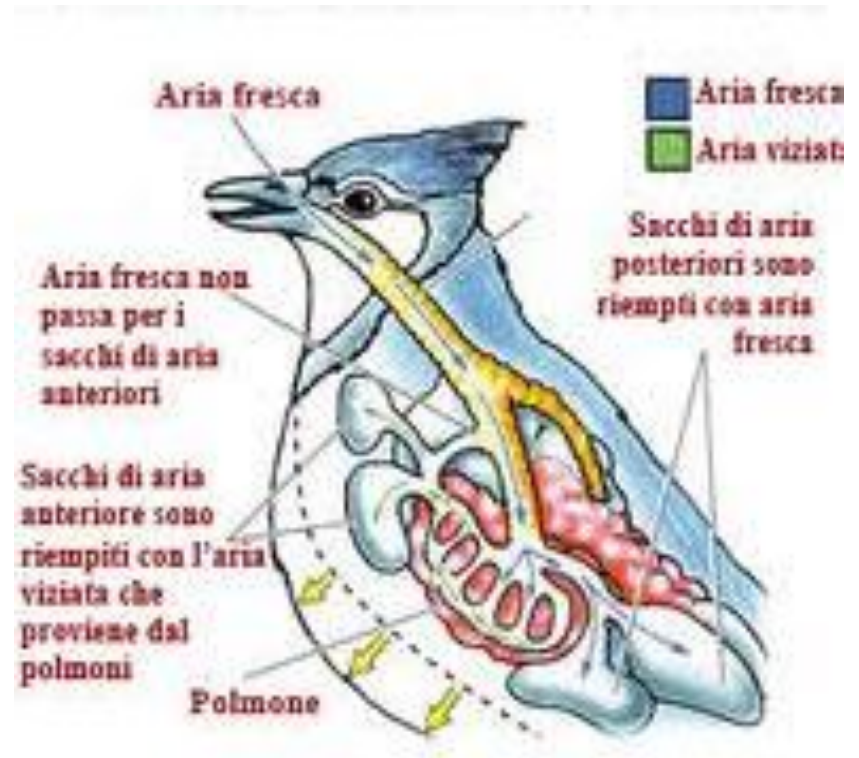


Polmoni e ventilazione

I polmoni sono **piccoli**, poco elastici e in **comunicazione** con dei **sacchi aerei** dotati di parete sottile non respiratoria, **distribuiti** tra i **viscere** e all'**interno delle ossa cave**. Sono presenti inoltre **due bronchi principali**, uno per ciascun polmone, che dopo aver attraversato il rispettivo polmone sboccano nei sacchi aerei. Sono presenti inoltre dei **parabronchi**, connessi a una serie di piccole cavità che costituiscono la vera superficie di scambio gassoso.

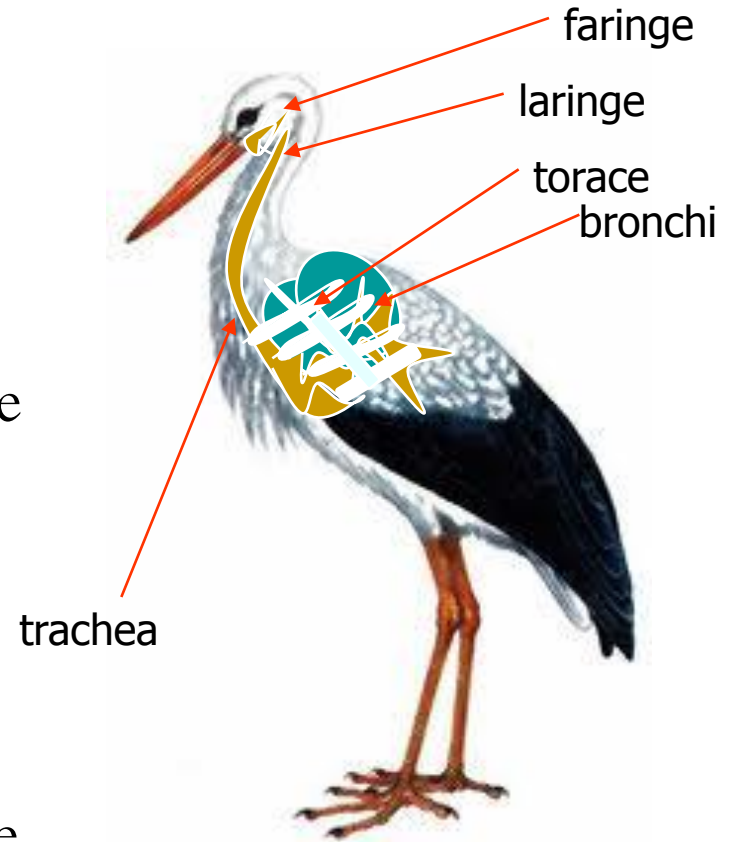
Polmoni e ventilazione

I polmoni degli uccelli sono provvisti di prolungamenti, i sacchi aerei (tipicamente 9). Questi riempiono le ossa e gli altri spazi disponibili, alleggerendo lo scheletro, e rappresentano un'importante **riserva d'aria per i voli più lunghi**. Infatti, il 75% dell'aria inspirata va nei sacchi aerei, e solo il 25% arriva direttamente ai polmoni



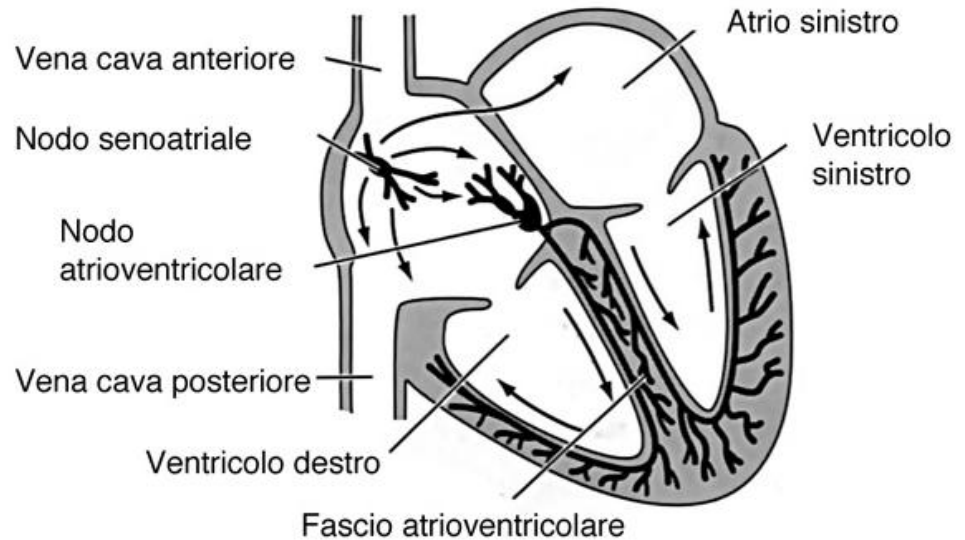
Polmoni e ventilazione

In certi uccelli che volano ad **altissima quota**, (come gru e cicogne) la **trachea** una volta giunta alla base del collo, non penetra nel torace, bensì **entro una cavità della carena sternale** e solo in seguito passa all'interno del torace. Questa modifica evolutiva è dovuta al costante contatto con le gelide temperature delle alte quote, inferiori anche a -50°C . L'aria ispirata, percorrendo la lunga serpentina (il prolungamento della trachea è pieno di curve) si **“preriscalda”** prima di entrare nei polmoni e rinfresca contemporaneamente i muscoli pettorali. Come anche nell'apparato circolatorio, minore è il volume dell'uccello, maggiore è la velocità del ritmo respiratorio.



Sistema circolatorio

Il cuore è dotato di **quattro camere** e possiede pareti ventricolari robuste; gli uccelli condividono con i mammiferi una separazione completa della circolazione. Il battito cardiaco è estremamente rapido.

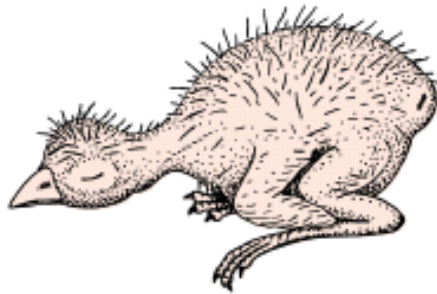


Sistema circolatorio

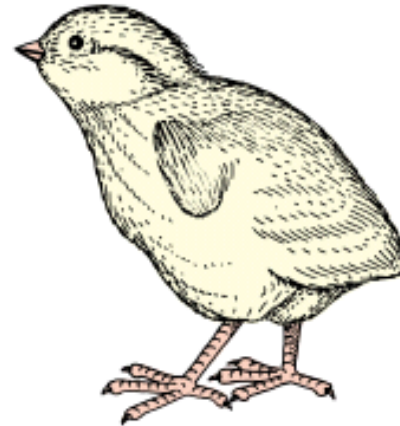
La circolazione negli uccelli, è *doppia e completa*, come nei mammiferi, il sangue venoso dunque non si mescola mai con quello arterioso. Il cuore presenta **due atri e due ventricoli** completamente separati. Negli uccelli la temperatura corporea è molto elevata, **40-42°C** in media, di conseguenza all'elevato metabolismo; molto **elevate** sono anche la **pressione sanguigna** e la **frequenza cardiaca**, con circa **400 pulsazioni al minuto nel pollo**, che arrivano fino a **1000 nei colibrì**. Il battito corporeo varia a seconda delle dimensioni corporee: **negli uccelli di minor volume esso è più rapido**. Il raffreddamento corporeo avviene per evaporazione, con aumento della frequenza respiratoria.



Cura dei piccoli



Piccolo
inetto di un giorno



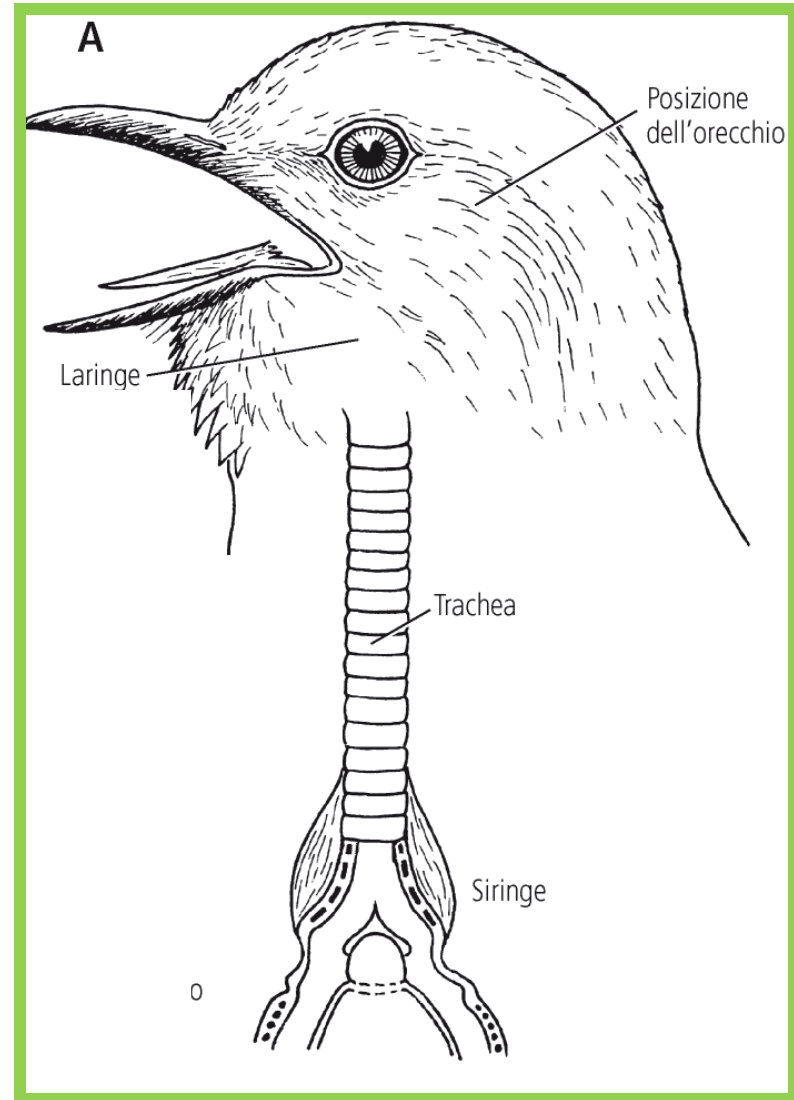
Piccolo
precoce di un giorno

figura 19.24

Confronto fra nidiacei inetti e precoci di un giorno. Il piccolo inetto (a sinistra) è nato quasi nudo, cieco e inerme. Il pulcino precoce (a destra) è coperto da piume, è vigile, saldo sulle zampe e in grado di nutrirsi.

Segnali acustici

Gli uccelli comunicano per mezzo di **segnali acustici** utilizzando il loro caratteristico organo di fonazione, la **siringe**. Questa non è situata nella laringe come l'organo di fonazione dei mammiferi, ma costituisce una **laringe inferiore** situata nel torace nel punto in cui la trachea si suddivide nei due bronchi.



Segnali acustici

Oltre la siringe esistono altri organi in grado di generare onde sonore. I **picchi** producono suoni battendo il becco su superfici risonanti. Inoltre durante il volo molti uccelli generano un suono a fischio, a battito, a frusta o a sibilo in **corrispondenza dell'apice delle ali**. Tutti questi suoni **non vocali** sono definiti **suoni strumentali**.



Segnali acustici

Per quanto riguarda le vocalizzazioni si distinguono:

Canti

vengono di regola emessi **solo dai maschi** ed esclusivamente durante il **periodo riproduttivo**, spesso in maniera spontanea cioè senza specifiche situazioni di innesco. Di regola i canti vengono appresi per **imitazione**. Allontanano i maschi rivali e attirano le femmine pronte ad accoppiarsi

Richiami

vengono emessi sia dai maschi sia dalle femmine durante tutto l'anno.

Le migrazioni

L'orientamento a distanza durante le migrazioni si basa sulla **percezione del campo magnetico terrestre**. Gli uccelli usano il campo magnetico come una bussola che permette loro di individuare la direzione da seguire, la sede coinvolta nella percezione del campo magnetico è ignota



I pinguini

Indiscutibilmente uccelli, questi esseri viventi saltano sopra le onde come delfini, si immergono come foche, nuotano come pesci e scivolano sopra il ghiaccio e la neve come visoni e camminano eretti come l'uomo.



I pinguini

L'esame dei resti ha permesso di stabilire che questi uccelli sono rimasti pressoché invariati salvo che nelle **dimensioni delle zampe e delle ali**, più lunghe negli antenati che nelle specie attuali.



Cosa rende tale un pinguino?



Il corpo di un pinguino è tendenzialmente **fusiforme** e piuttosto **compatto**. Le uniche parti sporgenti sono la **testa** e il breve **collo** che la sostiene e la unisce al tronco che si continua con la parte addominale dove si innestano le **corte zampe** la cui posizione **arretrata** è responsabile della **curiosa posizione eretta**, caratteristica di questi uccelli.

Cosa rende tale un pinguino?

Le zampe hanno **4 dita** e 3 di queste sono unite da una membrana. Al contrario di quanto si potesse supporre, pensando ai tipici uccelli palmati, come anatre o cigni, esse **non servono al nuoto**, invece garantiscono una forte **base di appoggio al terreno** e i forti **artigli** di cui sono dotate assicurano una buona **presa sul ghiaccio** come dei ramponi da alpinisti.



Cosa rende tale un pinguino?

La **coda** è **corta** e a forma di **vanga** e costituisce il timone durante il nuoto, mentre sulla terraferma le forti penne della coda si trasformano in un comodo sostegno, formando con la parte posteriore dei piedi uno stabile **tripode** capace anche di ridurre la superficie di contatto con il ghiaccio.



Cosa rende tale un pinguino?

La fisionomia del pinguino è completata da **becco** e dalle **ali**. Il becco è **corto** e **diritto**, forte e con una presa potente. Quanto alla bocca essa è provvista di **spine cornee** all'interno che aiutano a inghiottire le prede impedendo loro di sfuggire una volta afferrate, ottimo sistema quando si ha a che fare con animali scivolosi come i pesci.



Cosa rende tale un pinguino?

Le **ali** sono **ridotte**, forti, strette e piuttosto rigide a causa della scomparsa della maggior parte delle articolazioni tipiche di questa parte del corpo degli uccelli



Cosa rende tale un pinguino?

Inconfondibile è poi la colorazione della livrea contrastata, bianca sul ventre e da grigia-bluastro a nera-bluastro sul dorso, rappresenta insieme alla forma idrodinamica e alla trasformazione delle ali in pinne un esempio di **evoluzione convergente**. Tale colorazione che imita quella dei cetacei e dei pesci di alto mare costituisce un **adattamento alla vita marina** e consente ai pinguini di mimetizzarsi agli occhi dei predatori

