



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Ζωολογία II

## Ενότητα 2<sup>η</sup>. Πουλιά

**Ρόζα – Μαρία Τζαννετάτου Πολυμένη,  
Επίκουρη Καθηγήτρια  
Σχολή Θετικών Επιστημών  
Τμήμα Βιολογίας**

# Πτηνά

- 9.700 είδη πουλιών
- Η πιο μελετημένη ομοταξία
- Αναμένεται εύρεση 2% νέων ειδών



# Προέλευση και σχέσεις

1861 ανακάλυψη του *Archaeopteryx lithographica* στη Βαυαρία.

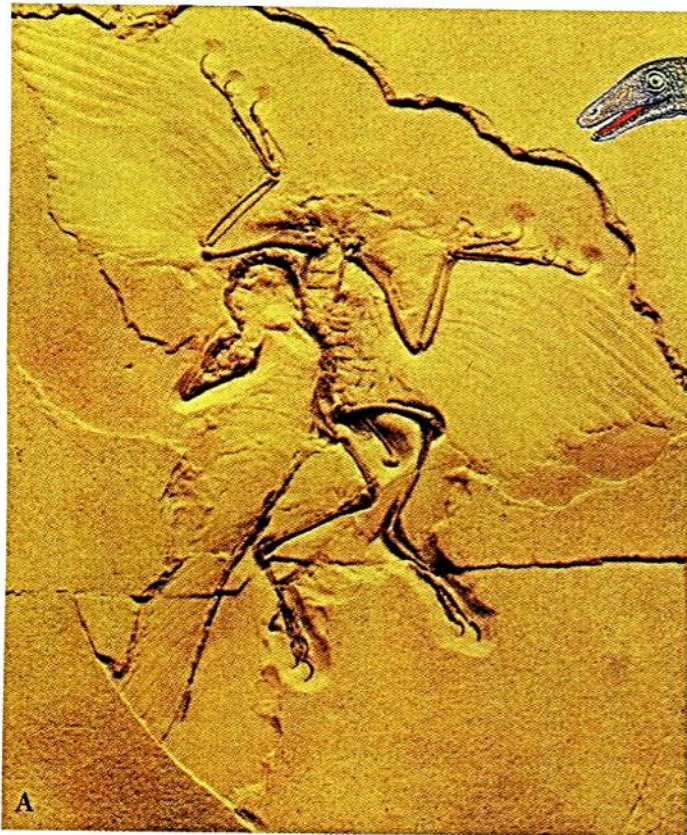
Έζησε 147 εκατ. χρόνια πριν.

Χαρακτηριστικά ερπετού:

- α. Σκελετός ερπετού με μακριά ουρά .
- β. Μακριά σκληρά νύχια.
- γ. Κοιλιακές πλευρές.
- δ. Μικρά οστέινα δόντια.



# Archaeopteryx lithographica 1/2



**Εικόνα 27.1**

*Archaeopteryx*, ένας παλιός πρόγονος των αρτίγωνων πουλιών ηλικίας 147 εκατομμυρίων ετών. **A**, Εκμαγείο του δευτέρου και σχεδόν τέλειου απολιθώματος του *Archaeopteryx*, που ανακαλύφθηκε σε ένα λατομείο πέτρας στη Βαυαρία. Έχουν ανακαλυφθεί 10 άτομα *Archaeopteryx*, μεταξύ των οποίων το πιο πρόσφατο περιγράφηκε το 2007. **B**, Αναπαράσταση του *Archaeopteryx*.

1



# *Archaeopteryx lithographica* 2/2

Χαρακτηριστικά πουλιού:

α. Κρανίο παρόμοιο με αρτίγονου πουλιού

β. Γνάθους σε σχήμα ράμφους

γ. Φτερά (σαφές αποτύπωμα)

Αδιαμφισβήτητη απόδειξη της στενής  
φυλογενετικής σχέσης πουλιών και  
Θηρόποδων δεινοσαύρων



# Κοινά χαρακτηριστικά ερπετών και πουλιών

- Ένας ινιακός κόνδυλος.
- Αναβολέας.
- Κάτω γνάθος από 5-6 οστά.
- Ουρικό οξύ.
- Αυγά με λέκιθο.



# Σχέση ερπετών – πουλιών 1/3

- **Thomas Huxley:** Τα πουλιά είναι τα «δοξασμένα ερπετά». Τα ταξινόμησε στους Θηρόποδους δεινόσαυρους.
- **Θηρόποδοι και πουλιά:** επιμηκυμένος ευκίνητος λαιμός σε σχήμα S.
- **Δρομεόσαυροι (*Velociraptor*)-Πουλιά,** κοινά χαρακτηριστικά:
  - Υοειδές οστό (συντηγμένες κλείδες).
  - Καρπικά οστά για περιστροφικές κινήσεις.



# Σχέση ερπετών – πουλιών 2/3

- Πρόσθετες αποδείξεις: *Protoarchaeopteryx*, *Caudipteryx* από Κίνα, Θηρόποδοι Δρομεόσαυροι με φτερά 150εκατ. χρόνια πριν.
- *Sinosauropteryx* από Κίνα, νημάτια ομόλογα των φτερών.
- Απολιθώματα από Ισπανία και Αργεντινή πιο εξελιγμένα από τον *Archaeopteryx*: τρόπιδα, πτερυγίδια, απώλεια δοντιών, σύντηξη οστών.





# Σχέση ερπετών – πουλιών 3/3

- Απολιθώματα πιο εξελιγμένα φέρουν ανεπτυγμένο στέρνο με τρίπιδα.
- Απώλεια δοντιών.
- Σύντηξη οστών.
  
- Παλαιόγναθα.
  
- Νεόγναθα.



# Βιολογικές καινοτομίες

1. Φτερά. Ικανότητα πτήσης.
2. Προσαρμογές που διευκολύνουν την πτήση λόγω ελάττωσης βάρους και αύξησης δύναμης: πτέρυγες, ελαφρά, κοίλα οστά, κεράτινο ράμφος, ενδοθερμία, υψηλοί μεταβολικοί ρυθμοί, μεγάλη καρδιά, υψηλή πίεση αίματος, άριστο αναπνευστικό, πολύ καλή όραση, ανεπτυγμένη παρεγκεφαλίδα.
3. Κατάκτηση όλων των βιοτόπων. Μικρή σωματική διαφοροποίηση.
4. Μεταναστεύσεις.



# Γενικά χαρακτηριστικά 1/3

1. Το σώμα διακρίνεται σε τέσσερα τμήματα : κεφάλι, λαιμό, κορμό και ουρά. Ο λαιμός δυσανάλογα μακρύς.
2. Το ζεύγος των πρόσθιων άκρων συνήθως μετατρέπεται σε πτέρυγες. Στα πίσω πόδια τέσσερα δάκτυλα και σε κάποιες περιπτώσεις δύο ή τρία.
3. Η επιδερμίδα καλύπτεται από φτερά. Τα πόδια καλύπτονται από φολίδες. Υποτυπώδη πτερύγια αυτιών.
4. Πλήρως οστεοποιημένος σκελετός με αεροφόρους θαλάμους. Ύπαρξη ράμφους. Απουσία δοντιών. Κοντή ουρά. Σχηματισμός τρόπιδας. Στο μέσο ους υπάρχει ένα μόνο οστό.



# Γενικά χαρακτηριστικά 2/3

5. Νευρικό Σύστημα ανεπτυγμένο, 12 ζεύγη κρανιακών νεύρων
6. Τετράχωρη καρδιά. Δεξιό αορτικό τόξο παραμένει ως ραχιαία αορτή. Εμπύρηννα ερυθρά αιμοσφαίρια.
7. Ενδοθερμικά.
8. Η αναπνοή συντελείται με λεπτούς αεροφόρους σάκους μεταξύ των σπλάχνων και του σκελετού. Η σύριγγα βρίσκεται στο σημείο ένωσης της τραχείας με τους βρόγχους.

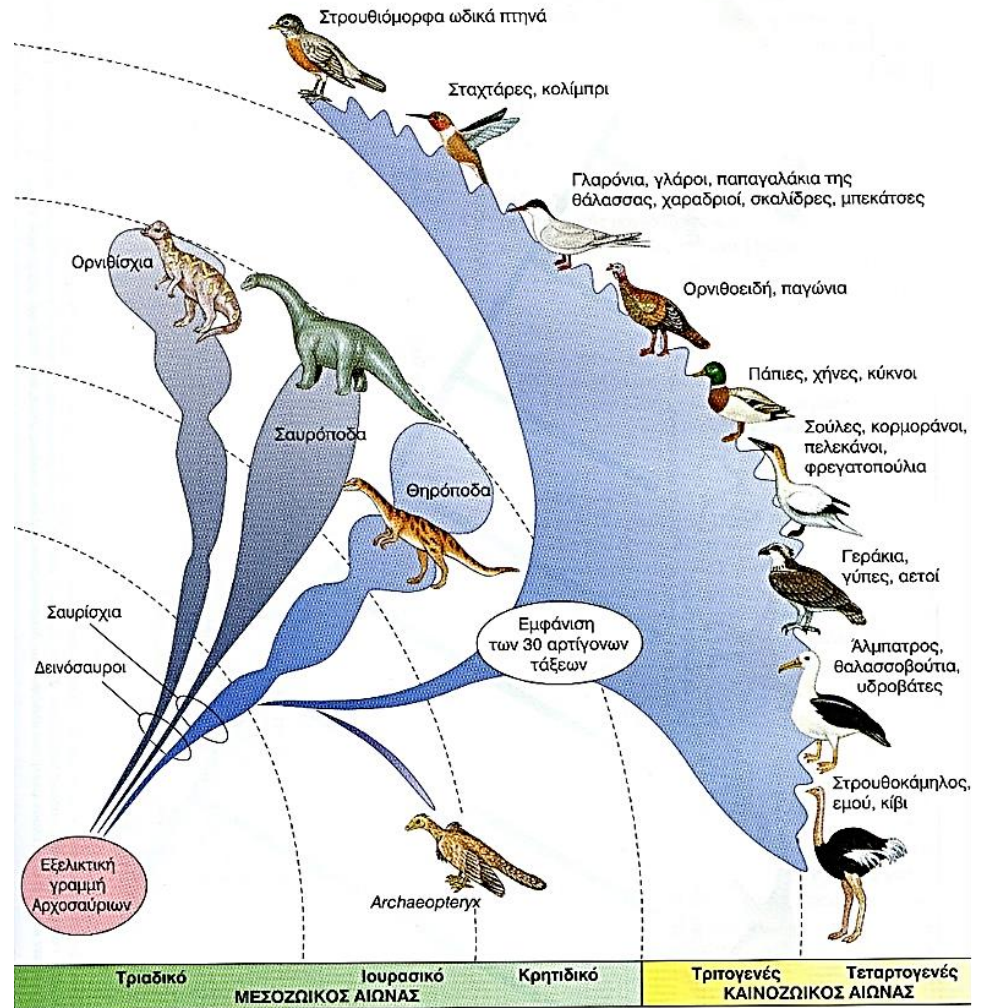


# Γενικά χαρακτηριστικά 3/3

9. Νεφρός μετανεφρικού τύπου. Απουσία ουροδόχου κύστεως. Κύρια αζωτούχα απόβλητα: ουρικό οξύ και ημιστέρεα ούρα.
10. Οργανισμοί γονοχωριστικοί. Στα θηλυκά άτομα υπάρχει μόνο η αριστερή ωοθήκη και ο αριστερός ωαγωγός.
11. Εσωτερική γονιμοποίηση. Αμνιωτά. Επώαση εξωτερική.



# Εξέλιξη αρτίγωνων πουλιών

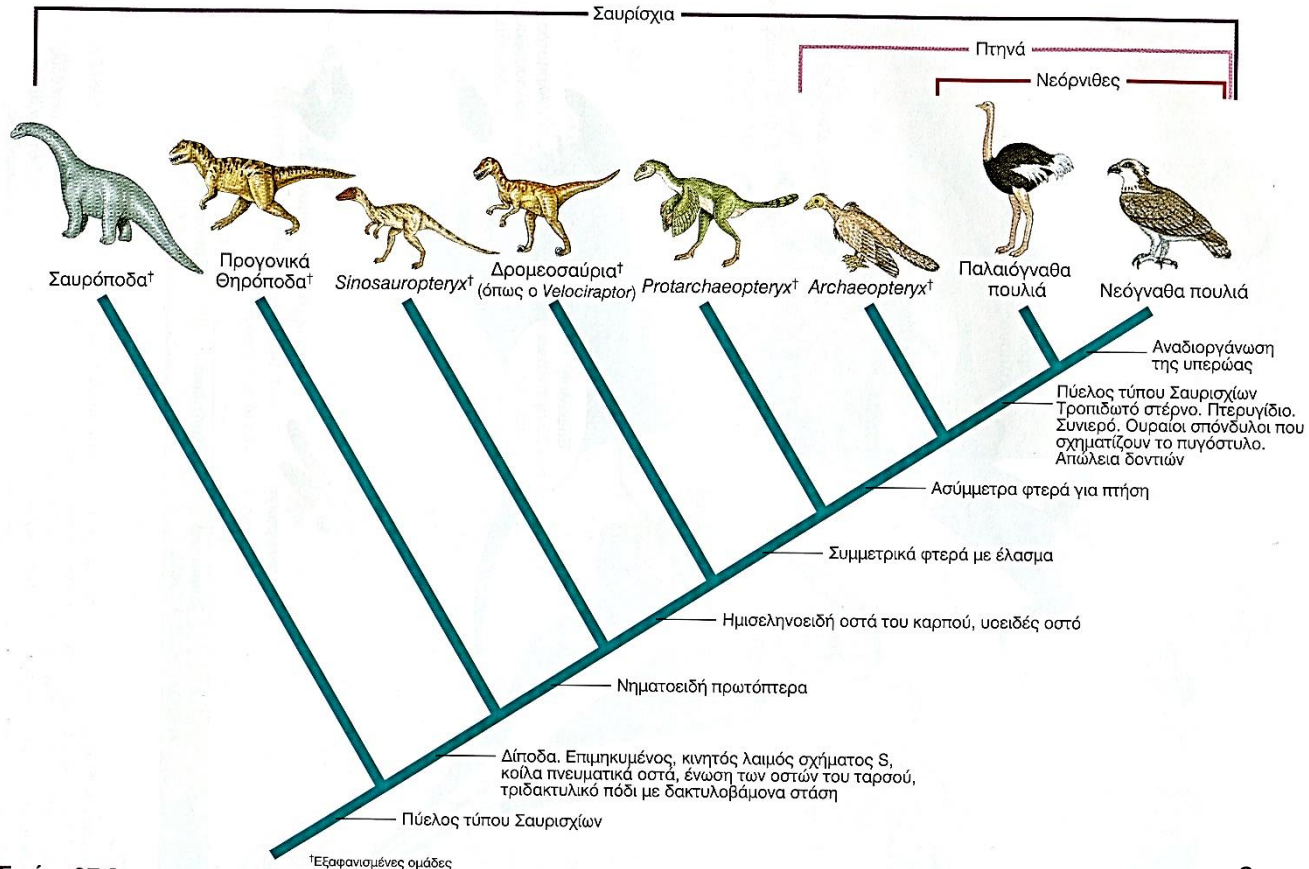


Εικόνα 27.2

Εξέλιξη των αρτίγωνων πουλιών. Από τις 30 τάξεις αρτίγωνων πουλιών παρουσιάζονται οι 9 μεγαλύτερες. Το αρχαιότερο γνωστό πουλί, ο *Archaeopteryx*, ζούσε κατά το ανώτερο Ιουρασικό, πριν από περίπου 147 εκατομμύρια έτη. Ο *Archaeopteryx* διέθετε πολλά εξειδικευμένα χαρακτηριστικά του σκελετού του όμοια με αυτά των μικρότερου μεγέθους θηρόποδων δεινοσαύρων και θεωρείται ότι προήλθε από την εξελικτική γραμμή των Θηρόποδων. Η εξέλιξη των αρτίγωνων τάξεων των πουλιών συντελέστηκε με ταχύτητα κατά την Κρητιδική και τις αρχές της Τεταρτογενούς περιόδου.



# Κλαδόγραμμα Σαυρισχίων



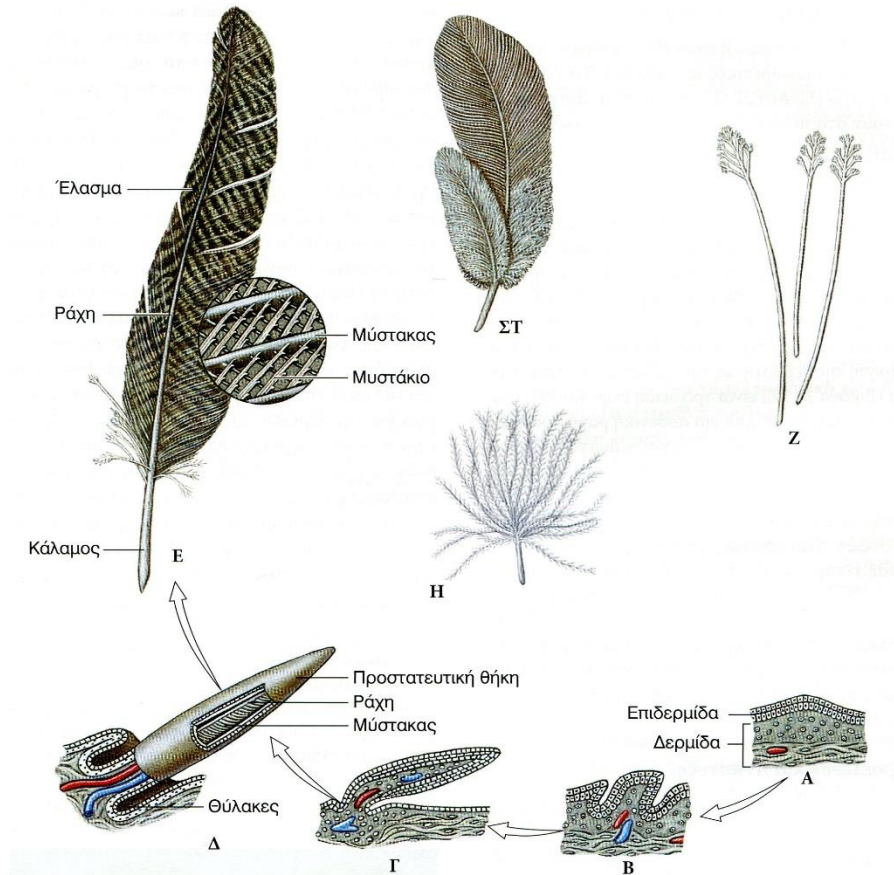
Εικόνα 27.3

Κλαδόγραμμα των Σαυρισχίων, στο οποίο φαίνονται οι σχέσεις διαφόρων ομάδων Σαυρισχίων με τα αρτίγνα πουλιά. Παρουσιάζονται, επίσης, μερικοί από τους κοινούς χαρακτήρες που προέκυψαν κατά την εξέλιξη, κυρίως όσοι έχουν σχέση με την πτήση, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για την καθιέρωση της γενεαλογίας. Τα Ορνιθίσχια είναι η αδελφή ομάδα των Σαυρισχίων και όλα αποτελούν μέλη του κλάδου των Αρχοσαυριών (βλέπε εικόνες 26.1, σελ 790 και 26.2, σελ. 791).

3



# Τύποι φτερών των πουλιών



**Εικόνα 27.5**

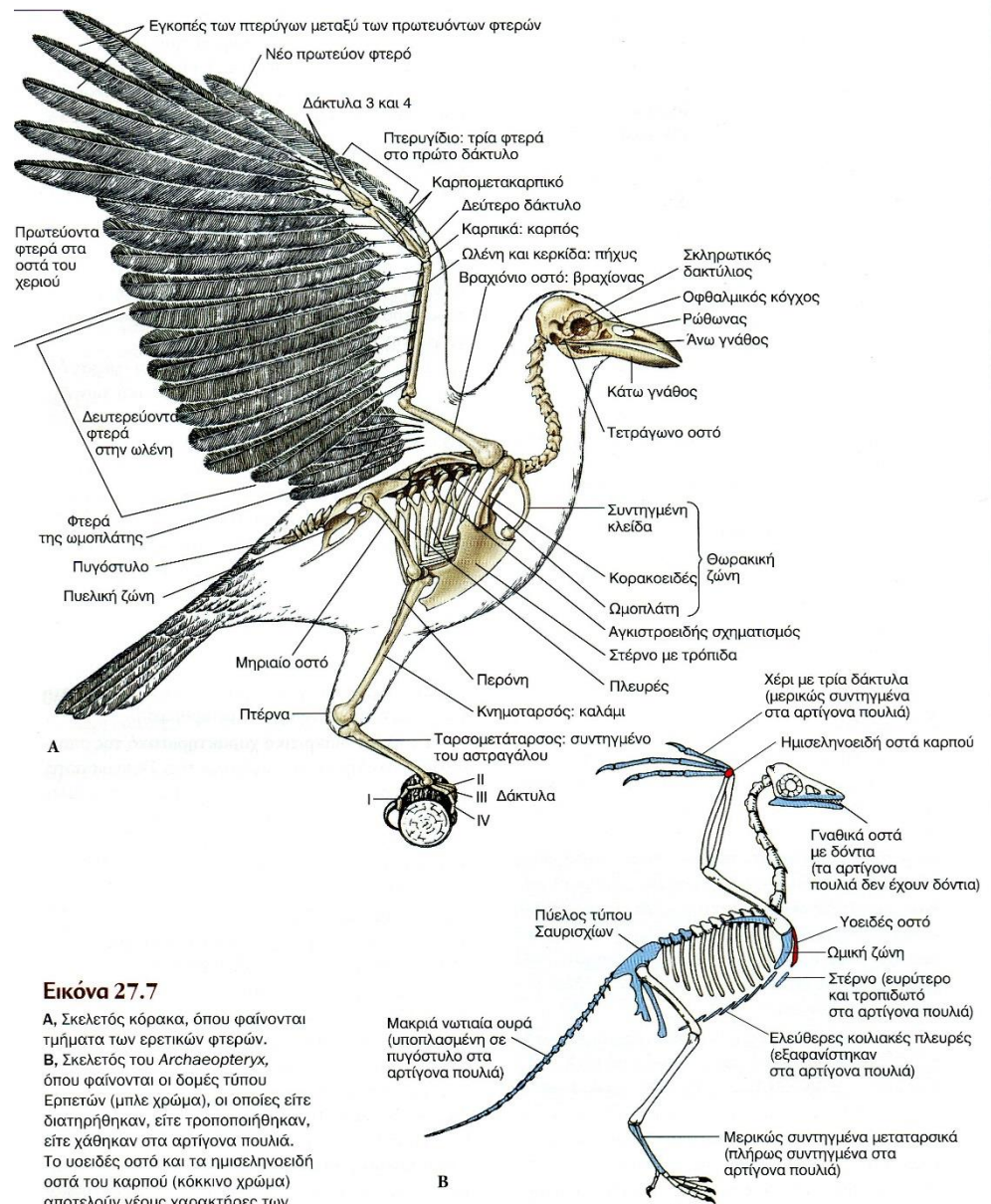
Τύποι φτερών των πουλιών και η ανάπτυξή τους. Α έως Ε, Διαδοχικά στάδια της ανάπτυξης των καλυπτήριων φτερών. Η ανάπτυξη συντελείται μέσα σε μία προστατευτική θήκη. Δ, Όταν το φτερό ολοκληρώσει την ανάπτυξή του, η θήκη ανοίγει και το φτερό απλώνεται αποκτώντας το επίπεδο σχήμα του. ΣΤ έως Η, Άλλες ποικιλίες φτερών. ΣΤ, Φτερά φασιανού με μικρό δευτερεύον φτερό στη βάση της ράχης. Ζ, Τριχόπτερα. Η, Πτίλα.

4





# Σκελετός κορακιού



**Εικόνα 27.7**

**A**, Σκελετός κόρακα, όπου φαίνονται τμήματα των ερετικών πτερυγίων.  
**B**, Σκελετός του *Archaeopteryx*, όπου φαίνονται οι δομές τύπου Ερπετών (μπλε χρώμα), οι οποίες είτε διατηρήθηκαν, είτε τροποποιήθηκαν, είτε χάθηκαν στα αρτίγωνα πουλιά. Το υοειδές οστό και τα ημισεληνοειδή οστά του καρπού (κόκκινο χρώμα) αποτελούν νέους χαρακτήρες των πουλιών και των δρομοσαυριών προγόνων τους.



# Κοίλο οστό

## Εικόνα 27.8

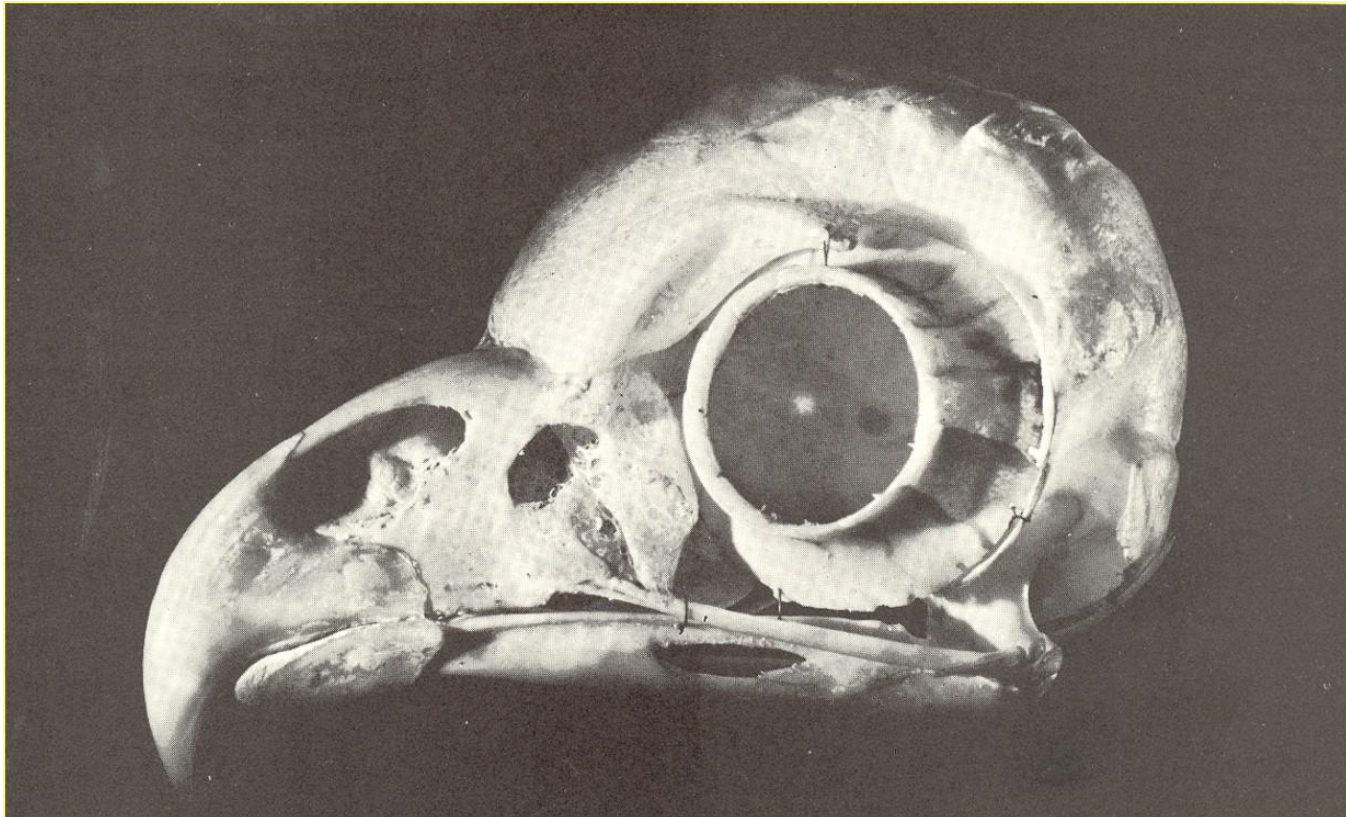
Κοίλο οστό της πτέρυγας ενός ωδικού πουλιού, όπου φαίνονται οι στηρικτικές δοκοί και οι αεροθάλαμοι που αντικαθιστούν τον μυελό των οστών. Τέτοιου είδους «πνευματικά» οστά είναι εξαιρετικά ελαφρά και ισχυρά.



6



# Κρανίο κουκουβάγιας

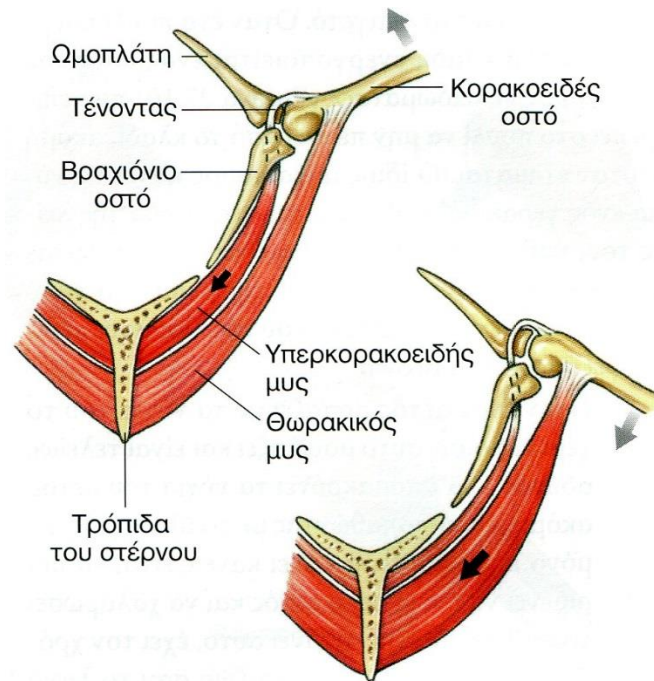


Μεγάλες οφθαλμικές κόγχες. Εξαιρετικά λεπτά συντηγμένα οστά.

7



# Πτητικοί μύες

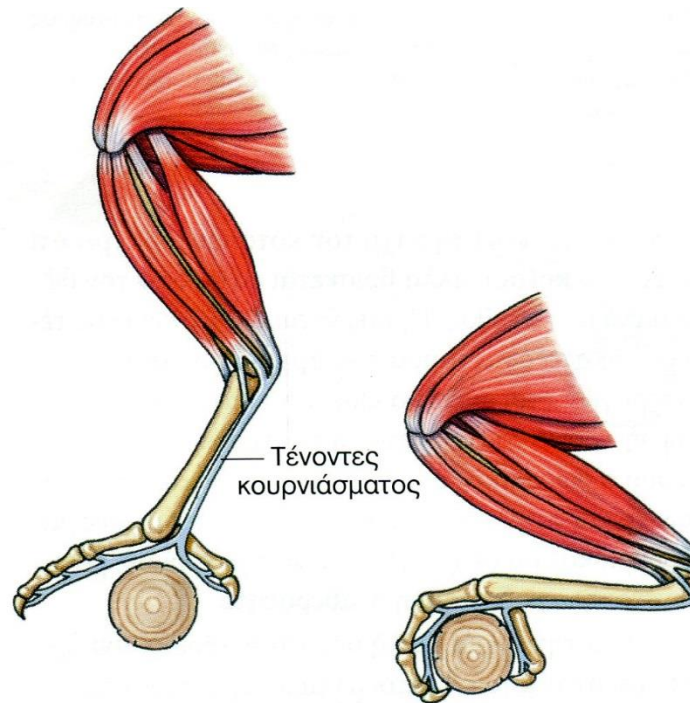


**Εικόνα 27.9**

Η διάταξη των πτητικών μυών στα πουλιά είναι τέτοια ώστε το κέντρο βάρους να βρίσκεται χαμηλά στο σώμα. Οι δύο κύριοι πτητικοί μύες προσφύονται στην τρόπιδα του στέρνου. Η σύσπαση του θωρακικού μύος ωθεί τις πτέρυγες προς τα κάτω. Στη συνέχεια, καθώς ο θωρακικός μυς χαλαρώνει, συσπάται ο υπερκορακοειδής και, λειτουργώντας σαν τροχαλία, προκαλεί την ανύψωση των πτερύγων.



# Μηχανισμός κουρνιασματος πουλιών



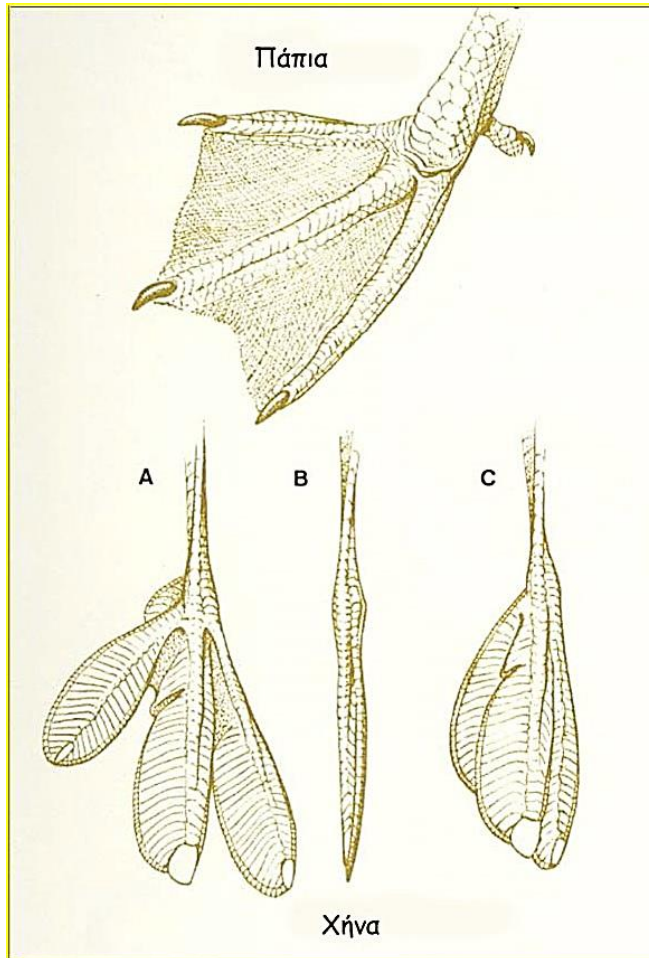
## Εικόνα 27.10

Μηχανισμός κουρνιασματος των πουλιών. Όταν ένα πουλί ξεκουράζεται σε ένα κλαδί δέντρου, οι τένοντες σφίγγονται αυτομάτως και τα δάκτυλα περιβάλλουν το κλαδί με ένα μηχανισμό «κλειδώματος».

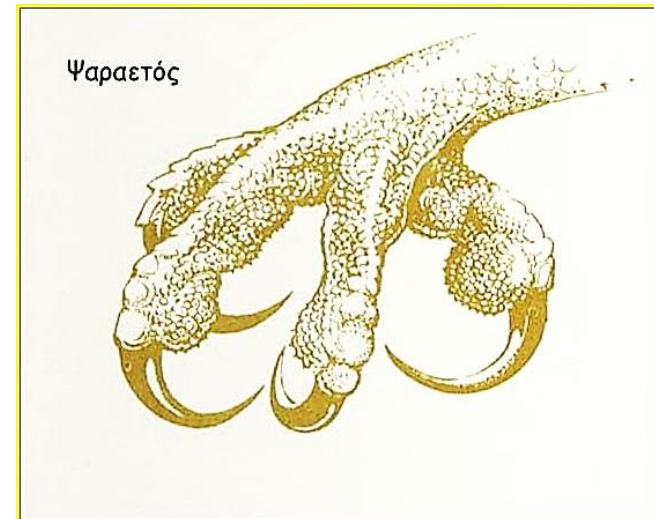
9



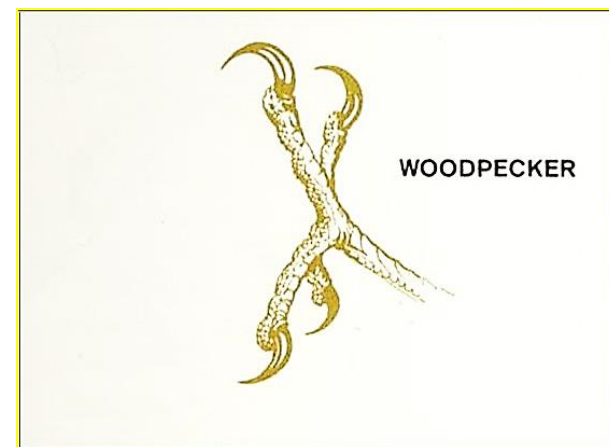
# Λειτουργικές μορφές ποδιού 1/2



10



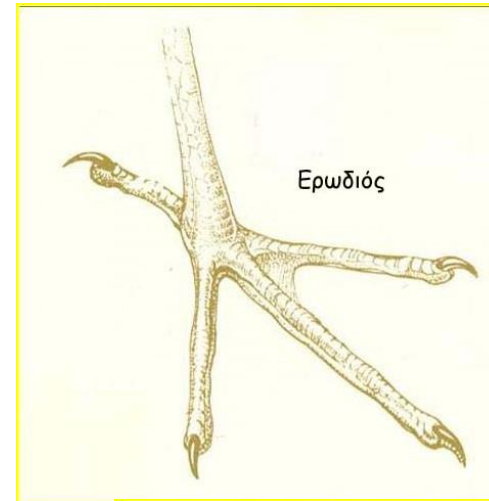
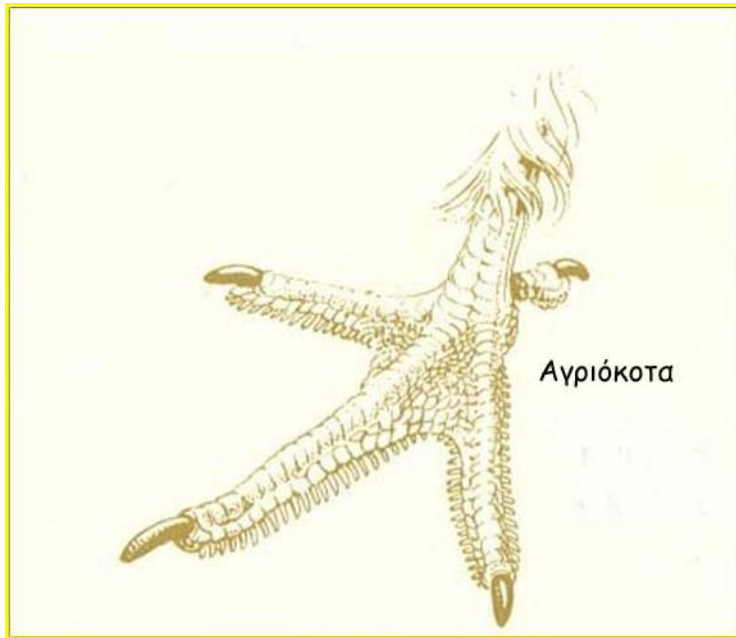
11



12



# Λειτουργικές μορφές ποδιού 2/2



# Ράμφη πουλιών 1/5



16

## Εικόνα 27.11

Μερικά ράμφη πουλιών, ενδεικτικά της ποικιλίας των προσαρμογών.





# Ράμφη πουλιών 2/5



Αμερικανική αβοκέτα  
Ανιχνευτής σκουληκιών



Πελεκάνος  
Ράμφος που “βυθίζεται”



Παπαγάλος  
Καρυοθραύστης

17



# Ράμφη πουλιών 3/5



Φλαμίνγκο  
Διθητής  
ζωπλαγκτού



Ανχίνγκα  
“Καμάκι” για ψάρια



Αετός  
Τεμαχισμός κρέατος

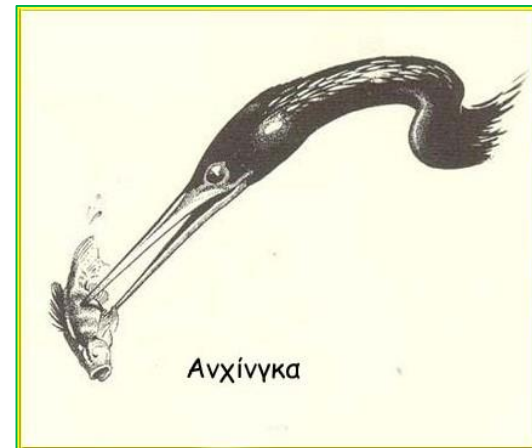
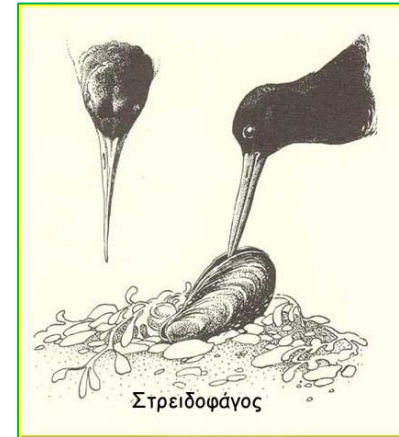
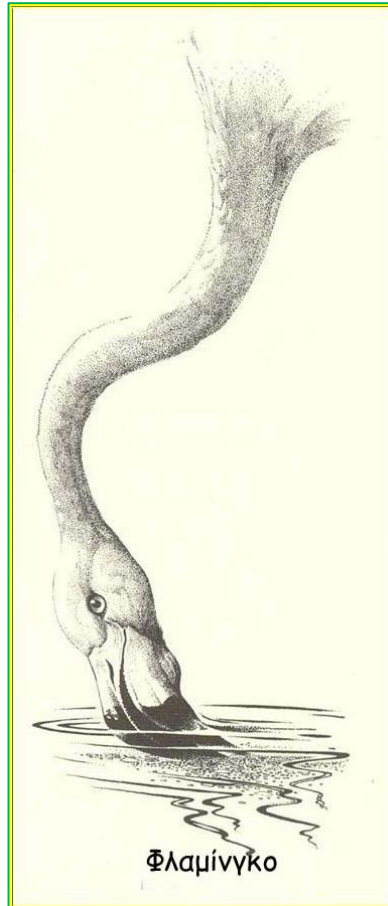
18



# Ράμφη πουλιών 4/5

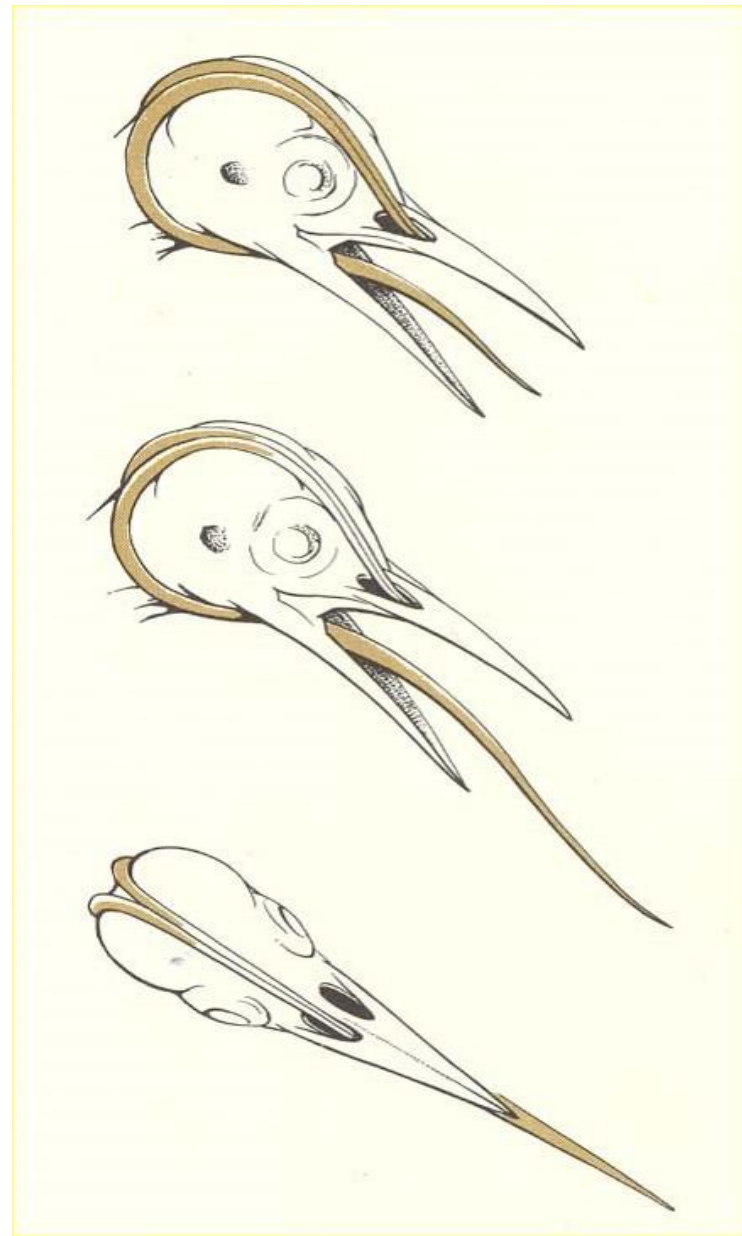


# Ράμφη πουλιών 5/5



# Ο μηχανισμός της γλώσσας στον Δρυοκολάπτη

Σχηματική παράσταση της γλώσσας και του μηχανισμού της στον δρυοκολάπτη.



24



# Τροφή - Διατροφή – Πέψη 1/2

- Ευρύφαγα-Στενόφαγα.
- Μικρά πουλιά καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες τροφής από τα μεγάλα (σε αναλογία μάζας).
- Πρόλοβος: αποθηκευτικός χώρος.
- Επίσης παραγωγή «γάλακτος» πλούσιου σε λίπη και πρωτεΐνες (από αποβαλλόμενα επιθηλιακά κύτταρα).



# Τροφή - Διατροφή – Πέψη 2/2

Ο στόμαχος αποτελείται από:

- **Προκοιλίδιο** εκκρίνει γαστρικό υγρό.
- **Προστόμαχο** επενδύεται από κεράτινες πλάκες για άλεσμα.
- **Εμέσματα**: εγκλείονται σε θήκη στο προκοιλίδιο.
- **Τυφλά θάλαμοι ζύμωσης**.



# Ποσότητα τροφής

- Κολιμπρί 3 gr 25mlO<sub>2</sub>/gr 3gr τροφής
- Περιστέρι 11gr 2mlO<sub>2</sub>/gr 3,3gr τροφής
- Κοτόπουλο 2000gr 1mlO<sub>2</sub>/gr 63,7gr τροφής





# Κυκλοφορικό

- Τετράχωρη καρδιά.
- Δεξιό αορτικό τόξο προς τη ραχιαία αορτή.
- Σφαγίτιδες φλέβες συνδέονται με διασταυρωτική φλέβα .
- Βραγχιακές και θωρακικές αρτηρίες ιδιαιτέρως μεγάλες.
- Ταχύτατος καρδιακός ρυθμός αντιστρόφως ανάλογος του βάρους.
- Εμπύρηννα αμφίκυρτα ερυθροκύτταρα.
- Φαγοκύτταρα πολύ δραστήρια.



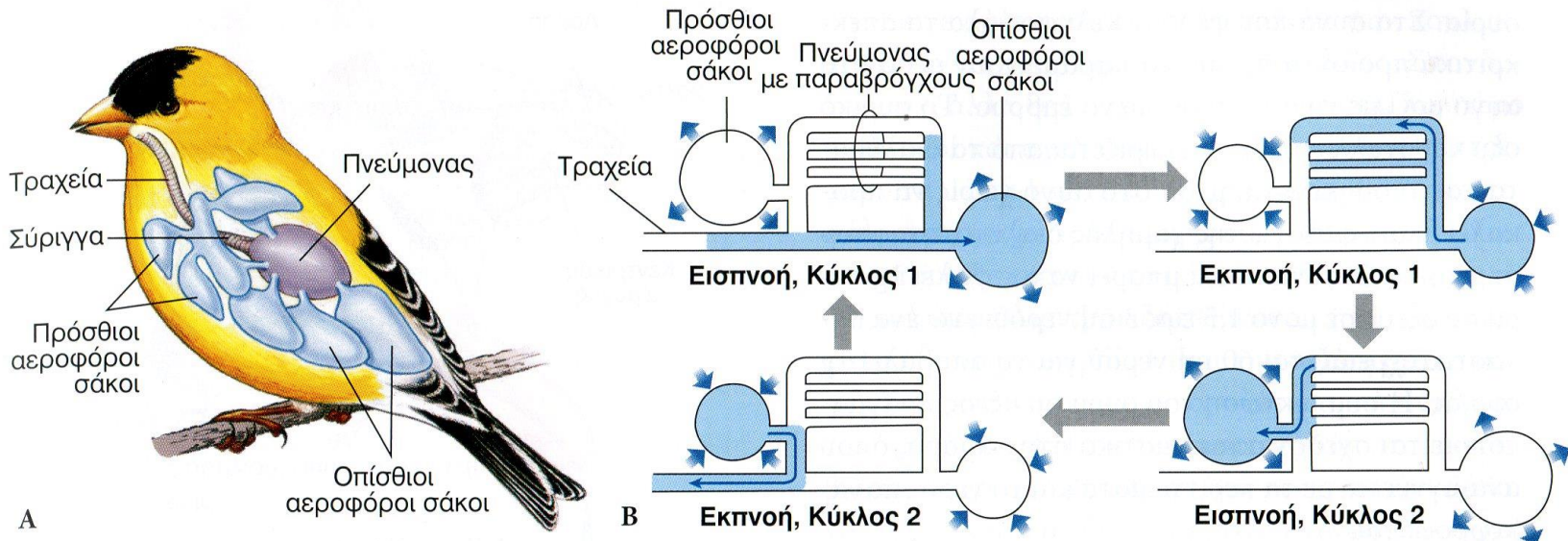
# Αναπνευστικό

- Βρόγχοι-σωληνοειδείς παράβρογχοι.
- Αεροφόροι σάκκοι (αναπνευστικός, ψυκτικός ρόλος, πλευστότητα).
- Δύο αναπνευστικοί κύκλοι.

Παράδειγμα: ινδική χήνα



# Αναπνευστικό σύστημα πουλιού



**Εικόνα 27.12**

Αναπνευστικό σύστημα ενός πουλιού. **A**, Πνεύμονες και αεροφόροι σάκοι. Παρουσιάζεται μόνο η μία πλευρά του αμφίπλευρου συστήματος αεροφόρων σάκων. **B**, Κίνηση μίας μάζας αέρα διαμέσου του αναπνευστικού συστήματος ενός πουλιού. Είναι απαραίτητοι δύο πλήρεις αναπνευστικοί κύκλοι, προκειμένου να κινηθεί ο αέρας διαμέσου του συστήματος.

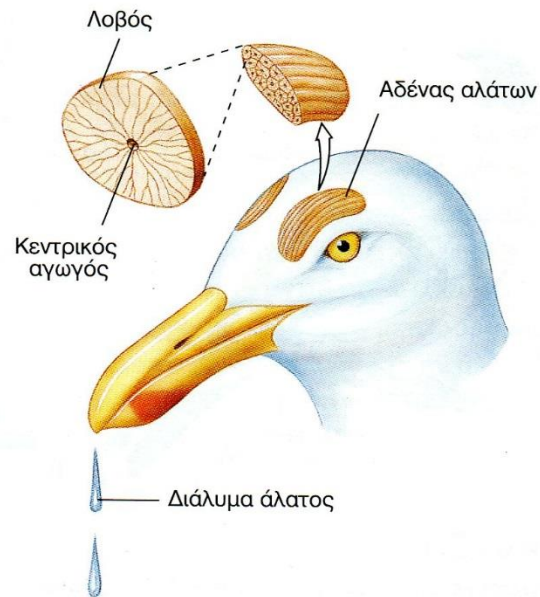


# Απεκκριτικό

- Αποβολή ουρικού οξέος.
- Συμπύκνωση ουρικού στην αμάρα.
- Αποβολή υψηλών φορτίων αλάτων μέσω των αλατογόνων αδένων (διπλάσια συγκέντρωση διαλύματος NaCl από αυτή του θαλασσινού νερού).



# Αλατογόνοι αδένες του γλάρου



## Εικόνα 27.13

Αλατογόνοι αδένες ενός θαλάσσιου πουλιού (γλάρου). Επάνω από κάθε οφθαλμό βρίσκεται ένας αλατογόνος αδένας. Κάθε αδένας αποτελείται από πολλούς λοβούς τοποθετημένους σε παράλληλες σειρές. Απεικονίζεται ένας λοβός σε εγκάρσια τομή (σε μεγάλη μεγέθυνση). Το άλας εκκρίνεται μέσα σε πολυάριθμους σωλήνες ακτινοειδώς τοποθετημένους, ενώ στη συνέχεια ρέει προς ένα κεντρικό αγωγό που το οδηγεί στη μύτη.

26



# Νευρικό σύστημα

## Αισθητήρια 1/2

- Καλά ανεπτυγμένα εγκεφαλικά ημισφαίρια .
- Εγκεφαλικός φλοιός χωρίς αυλακώσεις (ο πυρήνας του εγκεφάλου διευρυμένος αποτελεί το κύριο κέντρο ολοκλήρωσης των νευρικών λειτουργιών).
- Μεσεγκέφαλος με καλά ανεπτυγμένους οπτικούς λοβούς.
- Παρεγκεφαλίδα πολύ ανεπτυγμένη.



# Νευρικό σύστημα

## Αισθητήρια 2/2

- Οσφρηση, γεύση όχι ανεπτυγμένες εκτός από Παλαιόγναθα, γύπες, πάπιες.
- Ακοή καλή.
- Εξω ους-τύμπανο-μέσο ους με στυλίσκο ή άξονα-έσω ους με κοχλία βραχύτερο των Θηλαστικών.
- Ιδιο εύρος ηχητικών κυμάτων με άνθρωπο.
- Καλύτερη διάκριση διαφορών έντασης.



# Όραση 1/2

- Μάτια μεγάλα, σχεδόν ακίνητα
- Στον αμφιβληστροειδή μεγάλη ποσότητα ραβδίων (αμυδρό φως-νυκτόβια πουλιά) και κωνίων (οπτική οξύτητα, χρώματα-ημερόβια πουλιά)
- Αγγειοβριθές κτένιο προσκολλημένο στον αμφιβληστροειδή με προέκταση στο υαλώδες σώμα, παρέχει οξυγόνο και θρεπτικά.



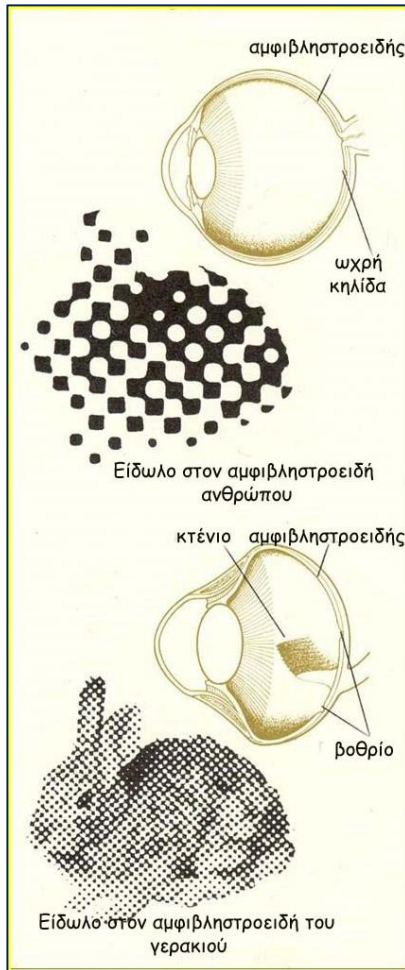


# Όραση 2/2

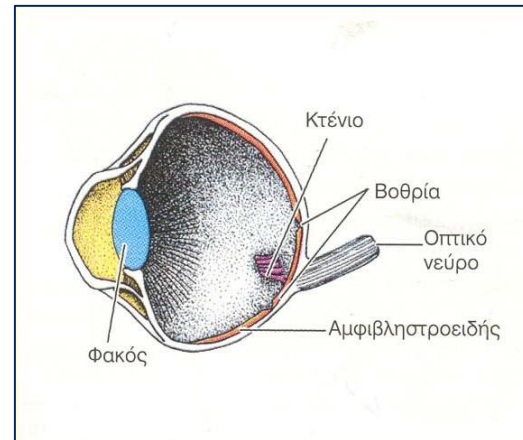
- Βοθρίο 1 ή 2 (αρπακτικά) σημείο οξύτερης όρασης του αμφιβληστροειδούς.
- Οπτική οξύτητα γερακιού x8 σε σχέση με άνθρωπο.
- Όραση κουκουβάγιας σε αμυδρό φως x10.
- Γενικώς καλύτερη όραση προς το ερυθρό.
- Δυνατότητα όρασης στο υπεριώδες.



# Οφθαλμός γερακιού



27



28

•Ο οφθαλμός του γερακιού διαθέτει όλα τα δομικά στοιχεία του οφθαλμού των θηλαστικών και επιπλέον μια ιδιόμορφη δομή, το **κτένιο**, το οποίο θεωρείται ότι διατρέφει τον αμφιβληστροειδή.

•Η εξαιρετικά οξεία όραση του γερακιού αποδίδεται στην εξαιρετική πυκνότητα των οπτικών κυττάρων στη περιοχή του βοθρίου, 1,5 εκατομ., ενώ ο άνθρωπος έχει μόλις 200.000.



# Οπτικές προσαρμογές



29



30



31

• Σχεδόν σε όλα τα πουλιά υπάρχει επικάλυψη μεταξύ των οπτικών πεδίων των δύο οφθαλμών. Η περιοχή της διοπτρικής όρασης (χρωματισμένη) επιτρέπει την αντίληψη του βάθους πεδίου, απαραίτητη για τον υπολογισμό της απόστασης.

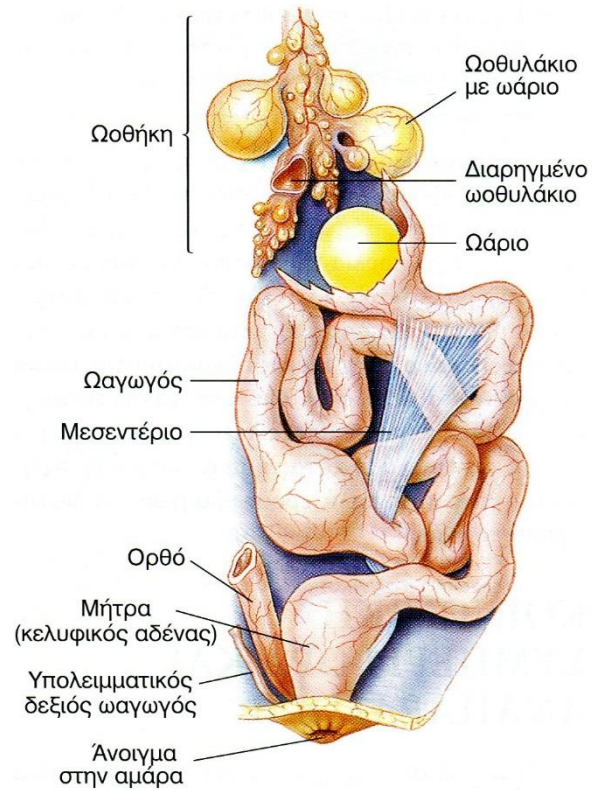


# Αναπαραγωγικό σύστημα 1/2

- Μεγέθυνση των όρχεων κατά την αναπαραγωγή.
- Ανάπτυξη αριστερής μόνον ωοθήκης και ωαγωγού.
- Γονιμοποίηση στο άνω μέρος του ωαγωγού πριν την πρόσθεση αλβουμίνης, μεμβράνης του κελύφους και κελύφους.
- Διατήρηση επί μακρό του σπερματικού υλικού στον ωαγωγό.



# Αναπαραγωγικό σύστημα 2/2



**Εικόνα 27.25**

Αναπαραγωγικό σύστημα ενός θηλυκού πουλιού. Στα περισσότερα πουλιά μόνο η αριστερή ωοθήκη και η αριστερή αναπαραγωγική οδός είναι λειτουργικές. Οι δομές στη δεξιά πλευρά φθίνουν σε υπολειμματικές.

32



# Συστήματα σύζευξης

Μονογαμία 90% μονογαμικά συνήθως  
εποχικά αλλά και εφ'όρου ζωής

Πολυγαμία κυρίως πολυγυνία (αγριόκοτες)

Τόπος αναμέτρησης

Πολυανδρία (παράκτια είδη) Τα αρσενικά  
κυρίως φροντίζουν τα μικρά

Φωλεόφιλα

Φωλεόφυγα (ορτύκια, πάπιες, ορνιθόμορφα)



# Σύστημα σύζευξης : Πολυγυνία



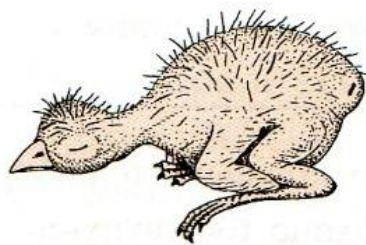
## Εικόνα 27.26

Επικρατές αρσενικό της αγριόκοτας των θάμνων, *Centrocercus urophasianus*, περιτριγυρισμένο από αρκετά θηλυκά, τα οποία προσελκύει το «βροντερό» γαμήλιο κάλεσμα.

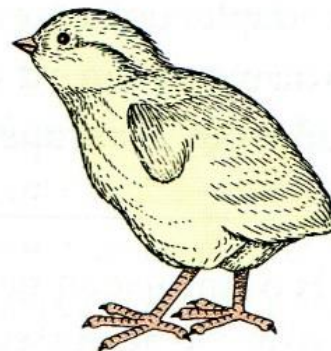
33



# Νεοσσοί



**Φωλεόφιλο**  
Λιβαδοσταρήθρα μίας ημέρας



**Φωλεόφυγο**  
Αγριόκοτα μίας ημέρας

## Εικόνα 27.28

Σύγκριση δύο νεοσσών ηλικίας μίας ημέρας, φωλεόφιλου και φωλεόφυγου τύπου. Η φωλεόφιλη λιβαδοσιταρήθρα (αριστερά), όταν γεννιέται, είναι σχεδόν γυμνή, τυφλή και αβοήθητη. Η φωλεόφυγη αγριόκοτα (δεξιά), όταν γεννιέται, έχει πτίλα, είναι εναργής, έχει ισχυρά πόδια και μπορεί να διατραφεί μόνη της.

34





# Γονική Μέριμνα 1/4



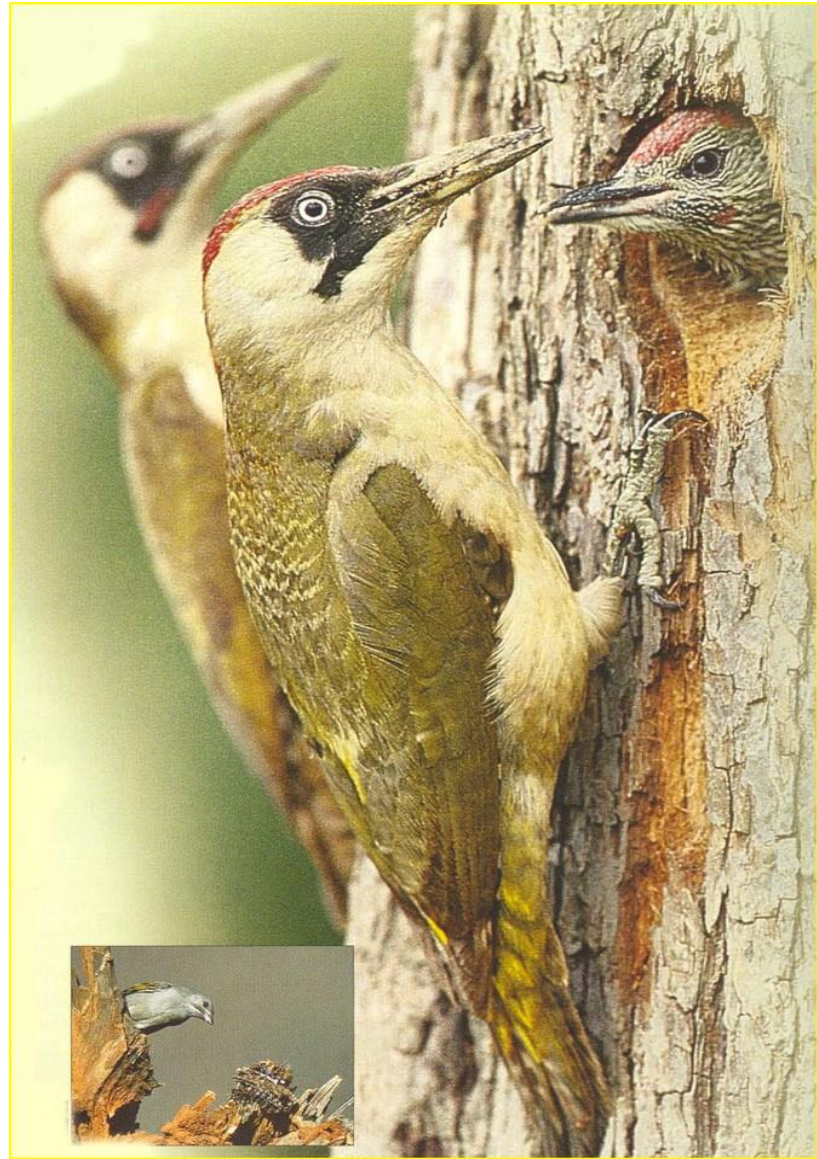
35

Το αρσενικό Εμού όσο επωάζει τα αυγά του δεν τρέφεται.  
Μετά την εκκόλαψη φροντίζει τους νεοσσούς για οκτώ περίπου μήνες.



# Γονική Μέριμνα 2/4

Ο δρυκολάπτης ετοιμάζει  
μόνος του τη φωλιά για τα  
μικρά του τα οποία  
υπερασπίζεται σθεναρά  
σε κάθε κίνδυνο.



36



# Γονική Μέριμνα 3/4



## Εικόνα 27.27

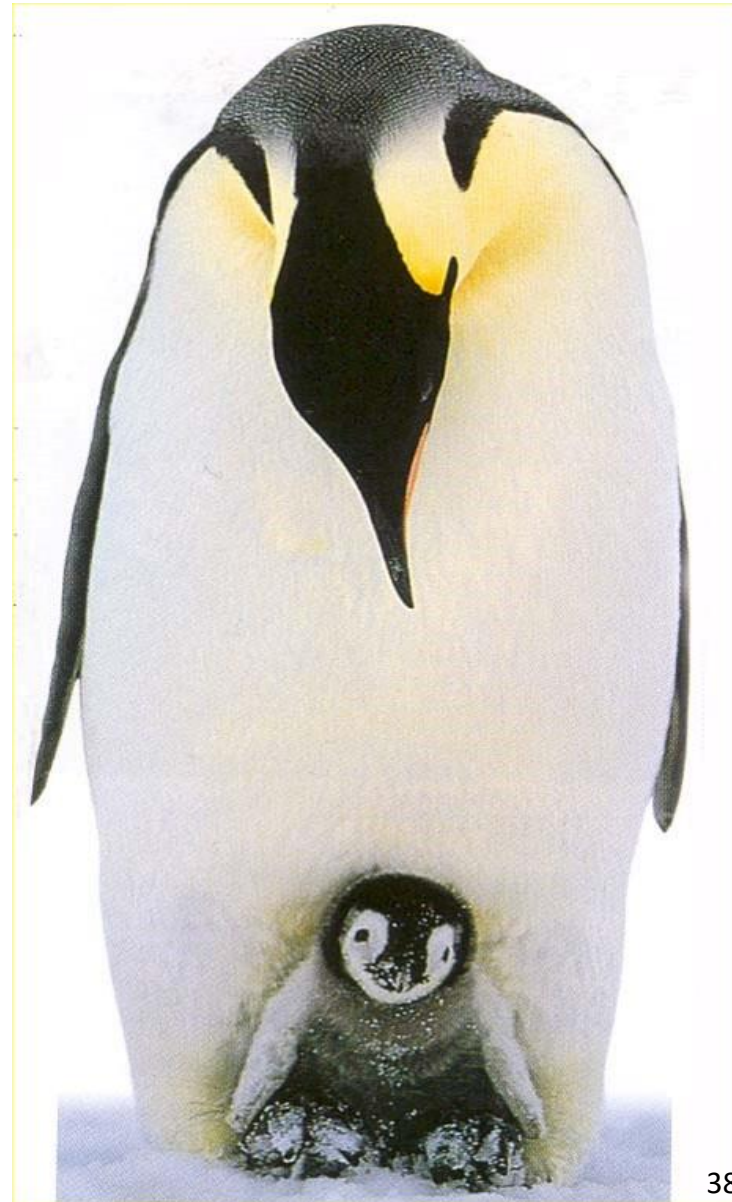
Το κολιμπρί της Άννας, *Calypte anna*, διατρέφοντας τους νεοσσούς του στη φωλιά του, η οποία είναι φτιαγμένη από ίνες και χνούδι φυτικής προέλευσης, μαζί με ιστούς αραχνών καμουφλαρισμένη με λειχήνες. Το θηλυκό χτίζει τη φωλιά, επωάζει τα δύο αυγά του (μεγέθους μπιζελιού) και ανατρέφει τα μικρά του χωρίς βοήθεια από το αρσενικό. Το είδος αυτό είναι συχνό στην Καλιφόρνια και είναι το μοναδικό που διαχειμάζει στις Ηνωμένες Πολιτείες.

37



# Γονική Μέριμνα 4/4

Ο αυτοκρατορικός πιγκουΐνος φέρει το αυγό του ανάμεσα στα πόδια του προφυλαγμένο μέσα σε ένα δερμικό θύλακα επενδυμένο με πούπουλα. Αργότερα φροντίζει για το μέγιστο του νεοσσού.



38



# Πτήση 1/4

Προέλευση:

**1<sup>η</sup> υπόθεση:** δενδρική ή από το δένδρο προς το έδαφος.

**2<sup>η</sup> υπόθεση:** δρομευτική ή από το έδαφος προς τα πάνω.

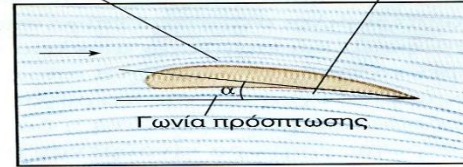
Αποφυγή της απώλειας στήριξης με την παρουσία 1) πτερυγιδίου=ομάδα μικρών φτερών στον αντίχειρα: εγκοπή στη μέση της πτέρυγας 2) εγκοπής μεταξύ των πρωτευόντων φτερών: εγκοπή στην άκρη της πτέρυγας.



# Πτήση 2/4

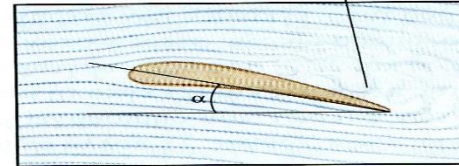
Χαμηλή πίεση και ύψιστη ανύψωση, όταν η ροή του αέρα είναι ταχεία

Μικρότερη περιοχή υψηλής πίεσης και άνωσης κάτω από την πτέρυγα



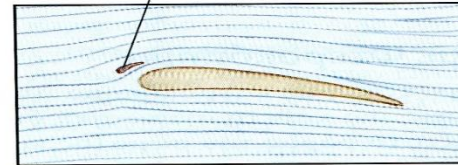
**Ροή του αέρα γύρω από την πτέρυγα**

Στροβιλισμός που αποτρέπει την ανύψωση

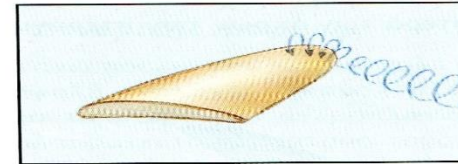


**Απώλεια στήριξης σε χαμηλές ταχύτητες**

Η εγκοπή της πτέρυγας οδηγεί τον ταχέως κινούμενο αέρα επάνω από την επιφάνεια της πτέρυγας



**Αποτροπή της απώλειας στήριξης με εγκοπές στις πτέρυγες**



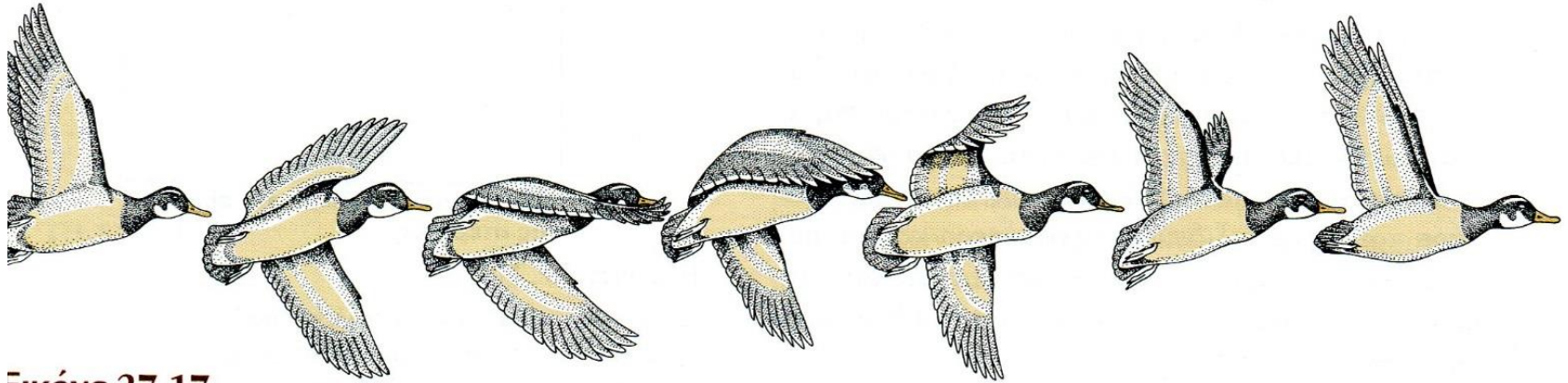
**Δημιουργία στροβίλου στο άκρο της πτέρυγας**

## Εικόνα 27.16

Κατευθύνσεις της ροής του αέρα που δημιουργούνται, όταν η πτέρυγα κινείται από τα δεξιά προς τα αριστερά. Σε χαμηλή ταχύτητα η γωνία πρόσπτωσης ( $\alpha$ ) πρέπει να αυξηθεί, για να διατηρηθεί η ανύψωση. Αυτό όμως αυξάνει τον κίνδυνο της απώλειας στήριξης. Τα παραπάνω σχήματα δείχνουν πώς μπορεί να αποφευχθεί η απώλεια στήριξης που παρατηρείται σε χαμηλές ταχύτητες, με τις εγκοπές των πτερύγων. Ο στροβίλος που δημιουργείται στο άκρο της πτέρυγας (κάτω) τείνει να αυξηθεί σε υψηλές ταχύτητες και ελαττώνει την αποδοτικότητα της πτήσης. Αυτό το αποτέλεσμα είναι μειωμένο σε πτέρυγες με κοίλη την κάτω και κυρτή την άνω επιφάνεια.



# Πτήση 3/4



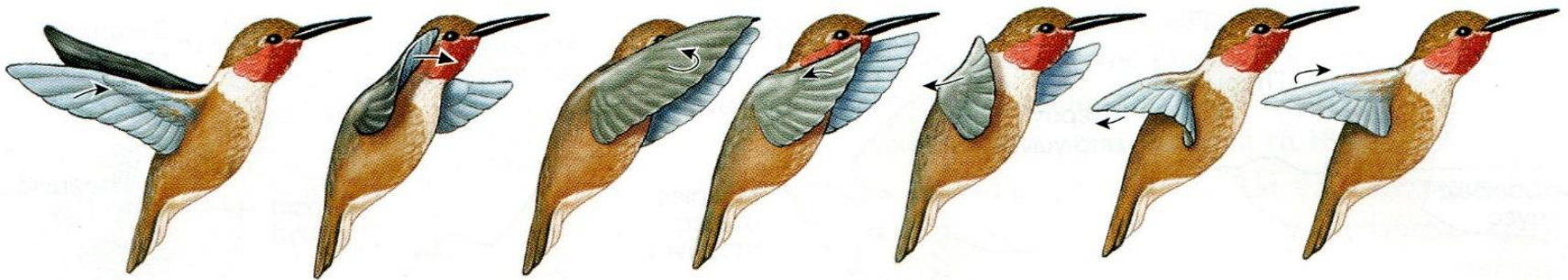
**Εικόνα 27.17**

Είτην κανονική πτήση με φτεροκόπημα των πτερύγων των πουλιών που έχουν καλή πτητική ικανότητα, όπως οι πάπιες, οι πτέρυγες κινούνται προς τα κάτω και προς τα εμπρός τελείως απλωμένες. Η ώθηση παρέχεται από τα καλυπτήρια φτερά στην άκρη των πτερύγων. Στην αρχή της κίνησής της προς τα άνω η πτέρυγα κάμπτεται φέρνοντάς τα προς τα πάνω και προς τα πίσω. Στη συνέχεια, οι πτέρυγες εκτείνονται έτοιμες για τη νέα προς τα κάτω κίνηση.

40



# Πτήση 4/4



## Εικόνα 27.18

Το μυστικό ενός κολιμπρί, το οποίο του επιτρέπει να αλλάζει στιγμιαία κατεύθυνση ή να αιωρείται ακίνητο στον αέρα, ενώ απορροφά το νέκταρ από ένα άνθος, βρίσκεται στη δομή της πτέρυγας του. Η πτέρυγα είναι σχεδόν άκαμπτη, αλλά αρθρώνεται στον ώμο με μία περιστρεφόμενη σύνδεση και ενισχύεται από έναν υπερκορακοειδή μυ που είναι υπερβολικά μεγάλος για τις διαστάσεις του πουλιού. Ενώ το κολιμπρί «ζυγίζεται» στον αέρα, η πτέρυγα κινείται με έναν «κωπηλατικό» τρόπο. Το πρόσθιο άκρο της κινείται προς τα εμπρός κατά το πρόσθιο κτύπημα, ενώ στη συνέχεια περιστρέφεται κατά, περίπου 180 μοίρες, στην άρθρωση του ώμου, ώστε να κινηθεί προς τα πίσω κατά το οπίσθιο κτύπημα. Με αυτόν τον τρόπο, δημιουργείται άνωση τόσο κατά το πρόσθιο, όσο και κατά το οπίσθιο κτύπημα.

41



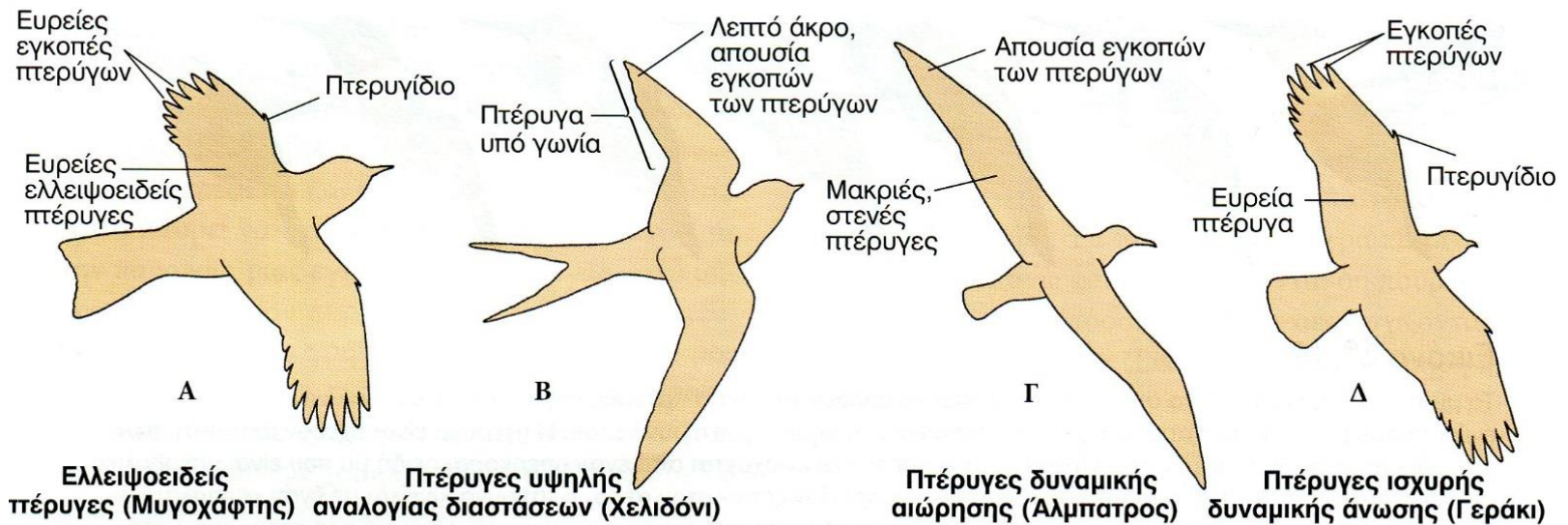


# Βασικά σχήματα των πτερύγων

- A. Ελλειψοειδείς (σπουργίτια, δρυοκολάπτες, καρακάξες-δάση-).
- B. Υψηλής αναλογίας διαστάσεων (κολιμπρί, χελιδόνια, γλάροι-τρέφονται πετώντας ή μακρινές μεταναστεύσεις-).
- Γ. Δυναμικής προώθησης (ωκεάνια άλμπατρος, σούλες-πτήση σε μεγάλο ύψος-).
- Δ. Δυναμικής άνωσης (γύπες, αετοί, κουκουβάγιες-θηρευτές, βαρύ φορτίο-).



# Πτέρυγες πουλιών



## Εικόνα 27.19

Τέσσερις βασικές μορφές πτερύγων των πουλιών.



# Μετανάστευση 1/4

- Αρχές άνοιξης (μακρά διάρκεια ημέρας) ανάπτυξη γονάδων και συσσώρευση λίπους προδιάθεση για την προς Β. Μετανάστευση.
- Σχέση με ενεργοποίηση της υπόφυσης .
- Οπτική πλοήγηση.
- Ακριβής έμφυτη αίσθηση του χρόνου.
- Ενστικτώδης αίσθηση της κατεύθυνσης.



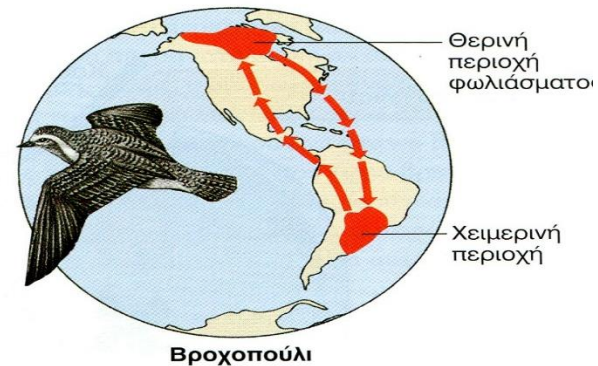
# Μετανάστευση 2/4

- Μαγνητικό πεδίο της γης
- Πειράματα Kramer και Sauer: προσανατολισμός σε σχέση με το αζιμούθιο του ήλιου
- Πείραμα Emlen: δεν υπάρχει έμφυτη αίσθηση της κατεύθυνσης, τα πουλιά μαθαίνουν την κατεύθυνση βλέποντας τον ουρανό να περιστρέφεται γύρο από «ένα» Πολικό Αστέρα



# Μετανάστευση

## 3/4



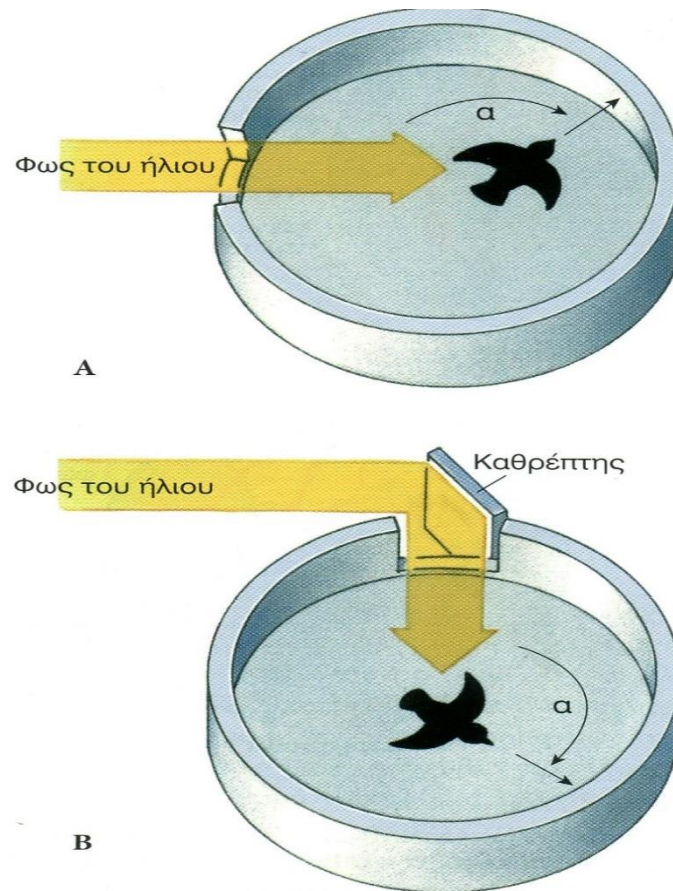
### Εικόνα 27.20

Μεταναστεύσεις του δολιχόνυχου, *Dolichonyx oryzivorus*, και του βροχοπουλιού, *Pluvialis dominica*. Ο δολιχόνυχος διανύει 22.500 km κάθε χρόνο μεταξύ των περιοχών φωλιάσματος στη Βόρεια Αμερική και της περιοχής διαχείμασης στην Αργεντινή, γεγονός το οποίο αποτελεί κατόρθωμα για ένα τόσο μικρό πουλί. Αν και η περιοχή αναπαραγωγής εκτείνεται στις δυτικές περιοχές, τα πουλιά αυτά ακολουθούν τον παράκτιο δρόμο των προγόνων τους κι όχι συντομότερες οδούς. Το βροχοπούλι πραγματοποιεί μία μετανάστευση σχήματος θηλιάς. Κατά τη φθινοπωρινή μετανάστευση προς το νότο πετά πάνω από τον Ατλαντικό. Όταν, όμως, επιστρέφει κατά την άνοιξη, διασχίζει την Κεντρική Αμερική και την κοιλάδα του Μισισσιππή, επειδή οι οικολογικές συνθήκες είναι περισσότερο ευνοϊκές εκείνη την εποχή.

43



# Μετανάστευση 4/4



**Εικόνα 27.21**

Γα πειράματα του Gustav Kramer για τη χρησιμοποίηση του ήλιου σαν πυξίδα κατά τη μετανάστευση του μαρονιού. **A**, Σε ένα κυκλικό κλουβί που φέρει παράθυρο, το ψαρόνι φτεροκοπά για να πάρει την κατεύθυνση που θα ακολουθούσε αν ήταν ελεύθερο. **B**, Όταν με έναν καθρέφτη μεταβληθεί η πραγματική γωνία του ήλιου, το ψαρόνι διατηρεί την ίδια σχετική θέση προς τον ήλιο. Αυτό σημαίνει ότι τα ψαρόνια χρησιμοποιούν τον ήλιο ως πυξίδα. Το ψαρόνι πλοηγείται σωστά καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, αλλάζοντας τον προσανατολισμό του ως προς τον ήλιο καθώς εκείνος μετακινείται κατά μήκος του ουρανού.



# Τέλος Παρουσίασης



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





# Σημειώματα



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Ρόζα – Μαρία Τζαννετάτου Πολυμένη, Επίκουρη Καθηγήτρια. «Ζωολογία II. Ενότητα 2. Πουλιά». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL1/>.



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 1/2

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες

- **Εικόνες 1 - 9.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνες 10 - 15.** Life Nature Library THE BIRDS by Roger Tory Peterson and The Editors of LIFE Copyright 1964 by Time Inc. Original English -language edition.
- **Εικόνες 16 - 18 .** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνες 19 – 24.** Life Nature Library THE BIRDS by Roger Tory Peterson and The Editors of LIFE Copyright 1964 by Time Inc. Original English -language edition.
- **Εικόνες 25, 26.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνα 27, 28.** Life Nature Library THE BIRDS by Roger Tory Peterson and The Editors of LIFE Copyright 1964 by Time Inc. Original English -language edition.



# Σημείωμα

## Χρήσης Έργων Τρίτων 2/2

- **Εικόνες 29 - 31.** Life Nature Library THE BIRDS by Roger Tory Peterson and The Editors of LIFE Copyright 1964 by Time Inc. Original English -language edition.
- **Εικόνες 32 - 34.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνα 35.** This blog is licensed under a Creative Commons License. Σύνδεσμος: <http://pandasthumb.org/archives/2013/04/emu-a-large-bir.html>. Πηγή: <http://pandasthumb.org>.
- **Εικόνα 36.** Life Nature Library THE BIRDS by Roger Tory Peterson and The Editors of LIFE Copyright 1964 by Time Inc. Original English -language edition.
- **Εικόνα 37.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.
- **Εικόνα 38.** Life Nature Library THE BIRDS by Roger Tory Peterson and The Editors of LIFE. Copyright 1964 by Time Inc. Original English -language edition.
- **Εικόνες 39 - 44.** Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.

