



# ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑ



UNIVERSITY OF THE  
ΑΕΓΕΑΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΙΓΑΙΟΥ

Dr. Sofia Pappou  
mard18005@aegean.gr

# Σχεδιάγραμμα μαθήματος

- Ενότητα 1η – Φυσιολογία και Μορφολογία Ιχθύων: Εξωτερική μορφολογία - Οστεολογία - Μυϊκό σύστημα – καρδιαγγειακό σύστημα – πεπτικό σύστημα - Νηκτική κύστη - Απεκκριτικό σύστημα - Γεννητικό σύστημα - Νευρικό σύστημα - Αναπνευστικό σύστημα - Αισθητήρια όργανα

(Προαιρετική πρόοδος 20%)

- Ενότητα 2η – Μελέτη συμπεριφοράς ιχθύων: Διατροφή – Τεχνικές Αναπαραγωγής – Ιχθύς ως θηρευτής και ως θήραμα
- Ενότητα 3η – Γνωριμία με τα είδη ιχθύων των Ελληνικών θαλασσών

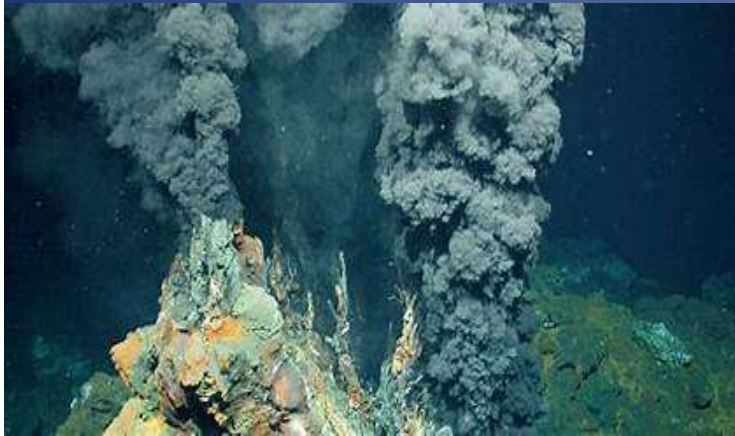
9 εργαστηριακές ασκήσεις 20%

Προαιρετική εργασία 10%

Τελική εξέταση θεωρίας 50%

# Η ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ

- Ιχθυολογία είναι η επιστημονική μελέτη των ψαριών.
- Τα ψάρια αποτελούν πάνω από τα μισά από τα 48.000 είδη των σπονδυλωτών σήμερα.
- Μαζί με την καταπληκτική ταξινομική ποικιλότητα έρχεται και μια εξίσου εντυπωσιακή ποικιλότητα περιβαλλόντων.



➤ Τα ψάρια καταλαμβάνουν όλα σχεδόν τα κύρια υδατικά συστήματα,

από λίμνες και ποτικούς ωκεανούς που καλύπτονται με πάγο το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου,

σε τροπικά έλη, παροδικές λίμνες, παλιρροιακές λιμνούλες,

βάθη των ωκεανών,

και όλα τα λιγότερο ακραία περιβάλλοντα που βρίσκονται μεταξύ αυτών των ακραίων συνθηκών.

# ΨΑΡΙ – ΙΧΘΥΣ ΤΙ ΕΊΝΑΙ?

- «Ένα ποικιλόθερμο, υδρόβιο χορδωτό με άκρα (όταν υπάρχουν) που εξελίχθηκαν σε πτερύγια, του οποίου τα κύρια αναπνευστικά όργανα είναι τα βράγχια και το σώμα του καλύπτεται από λέπια» (Berra, 1981), ή
- «Ένα υδρόβιο σπονδυλωτό με βράγχια και με άκρα σε σχήμα πτερυγίων» (Nelson, 1994).

# ΨΑΡΙ – ΙΧΘΥΣ ΤΙ ΕΙΝΑΙ?

- Ο ορισμός του ψαριού είναι δύσκολος - καθώς οι εξαιρέσεις πολλές φορές λαμβάνονται σαν αποδείξεις ότι ο ορισμός είναι λάθος.

χέλια, καρχαρίες, σαλάχια, οξύρυγχοι, ακτινοπτερύγια



- Οι αλλαγές από την βασική μορφή ενός ψαριού έχουν να κάνουν με προσαρμογές στο περιβάλλον που ζουν π.χ. →

- ✓ Έχουμε απώλεια των λεπιών και των πτερυγίων σε πολλά ψάρια με χελοειδή μορφή.
- ✓ Επίσης η παραγωγή θερμότητας σε τόνους και σε μερικά είδη καρχαριών (θερμόαιμα μεγαλύτερα είδη), πληροί τις μεταβολικές ανάγκες των γρήγορων κυνηγών στην ανοιχτή θάλασσα σε αντίθεση με τη πλειονότητα των ψαριών που είναι ποικιλόθερμα.
- ✓ Η ύπαρξη πνευμόνων και άλλων οργάνων αναπνοής στα πνευμονόψαρα, και αφρικανικά γατόψαρα δείχνουν ότι σε περιόδους της ζωής τους δεν μπορούν τα βράγχια να μεταφέρουν υδροδιαλυτό οξυγόνο στο αίμα.

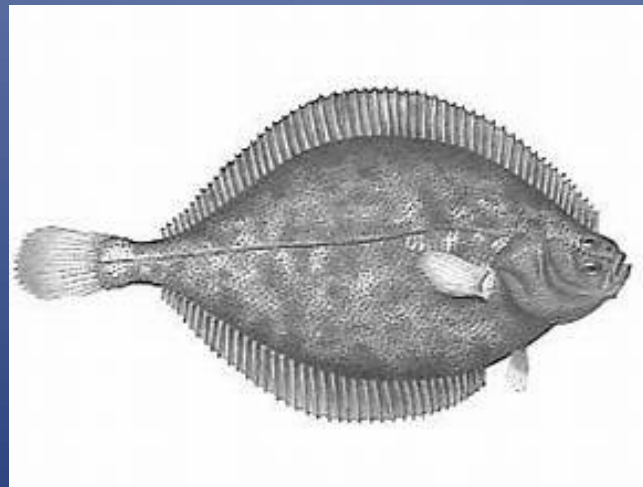


- Υπάρχουν 24.600 είδη ψαριών σε 482 οικογένειες.
- Το 41 % των ψαριών ζουν στο γλυκό νερό, το 58% ζει στο αλμυρό νερό και 1% κινείται μεταξύ γλυκού και αλμυρού νερού κατά την περίοδο της ζωής τους.
- Το 78% από τα θαλασσινά ψάρια ζουν σε βάθη λιγότερα των 200 μέτρων βάθους.
- Γεωγραφικά οι μεγαλύτερες ποικιλότητες ψαριών (περισσότερα είδη) βρίσκονται στους τροπικούς.
- Τα περισσότερα ψάρια της θάλασσας βρίσκονται στον Ινδό-Ειρηνικό Ωκεανό, ενώ τα περισσότερα ψάρια γλυκών νερών βρίσκονται στην Νοτιοανατολική Ασία, στην Νότιο Αμερική και στην Αφρική.



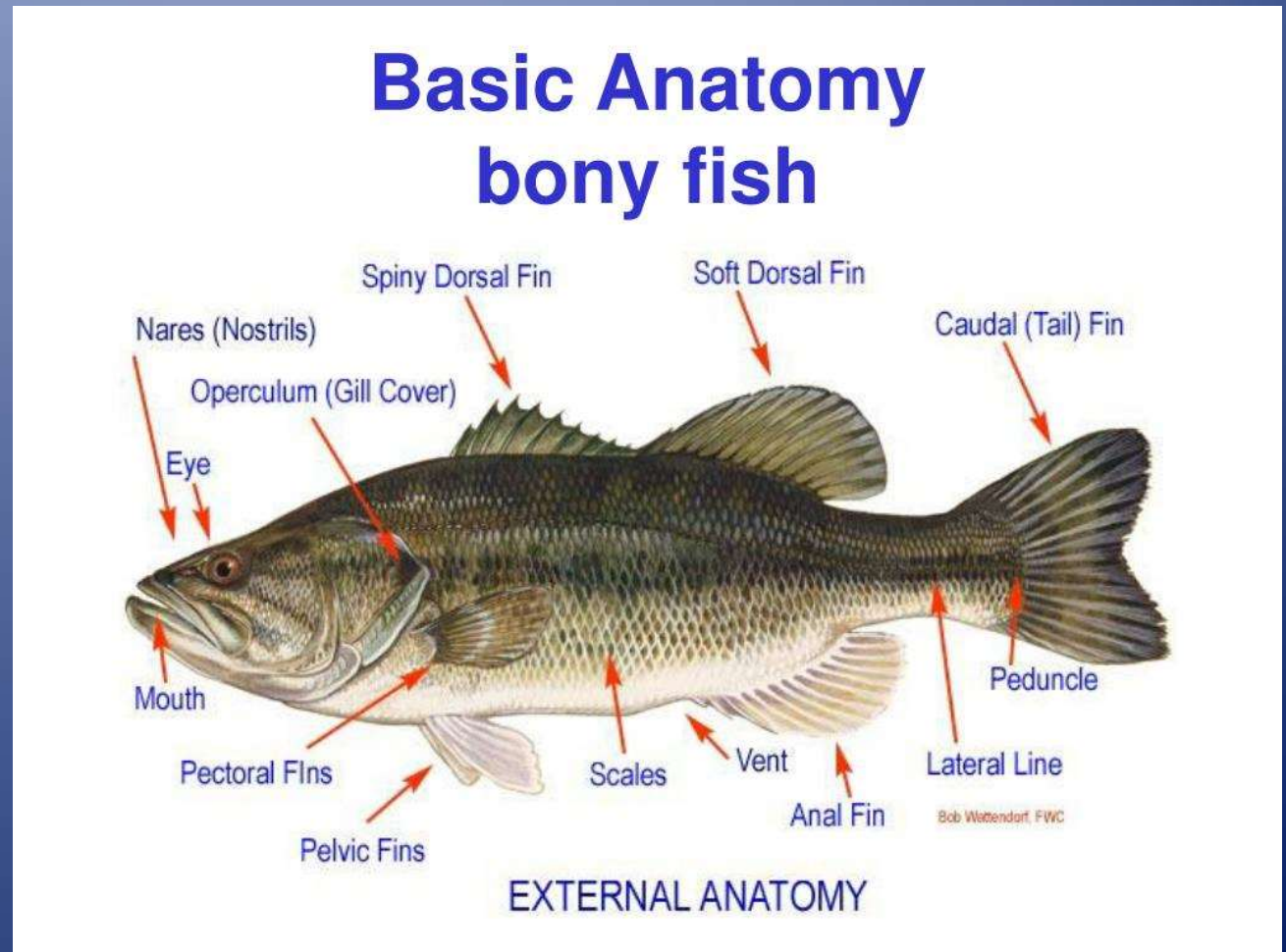
# ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

- Τα ψάρια κινούνται μέσα σε ένα μέσο (νερό) το οποίο μπορεί να είναι και 800 φορές πυκνότερο του αέρα. Για να κινηθούν μέσα σε ένα μέσο αυτής της πυκνότητας η εξωτερική μορφολογία του σώματος πρέπει να είναι τέτοια ώστε να έχουμε τις μικρότερες απώλειες λόγω τριβής.
- Αυτό επιτυγχάνεται με το ατρακτοειδές σχήμα σώματος που χαρακτηρίζει τα περισσότερα ψάρια (χωρίς να είναι απόλυτο).



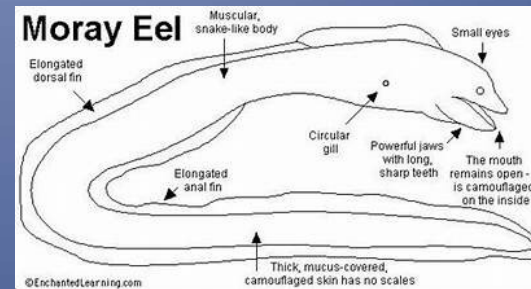
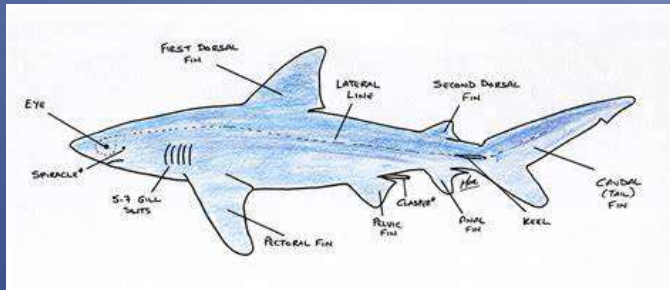
# ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

- Στο σώμα ενός ψαριού διακρίνουμε εύκολα τρία μέρη:
  - το κεφάλι
  - τον κορμό
  - την ουρά



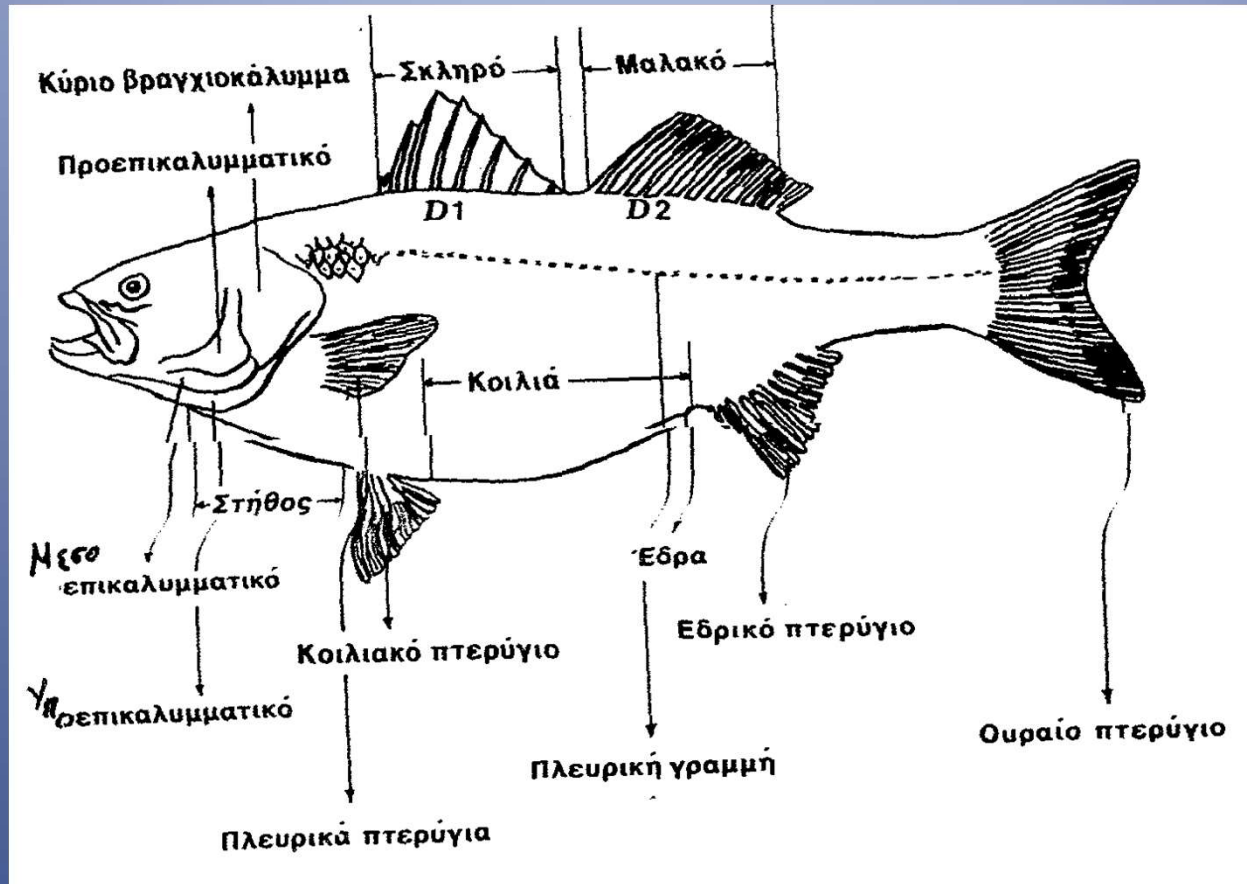
# ΚΕΦΑΛΙ

- Στους περισσότερους οστεϊχθείς το κεφάλι αρχίζει από την άκρη του ρύγχους και φτάνει μέχρι το πίσω μέρος του βραγχιακού επικαλύμματος.
- Το πίσω μέρος του βραγχιακού επικαλύμματος δεν είναι πάντα ευκρινές σε ψάρια όπως οι χονδριχθείς, τα άγναθα και τα ψάρια με χελοειδή μορφολογία.

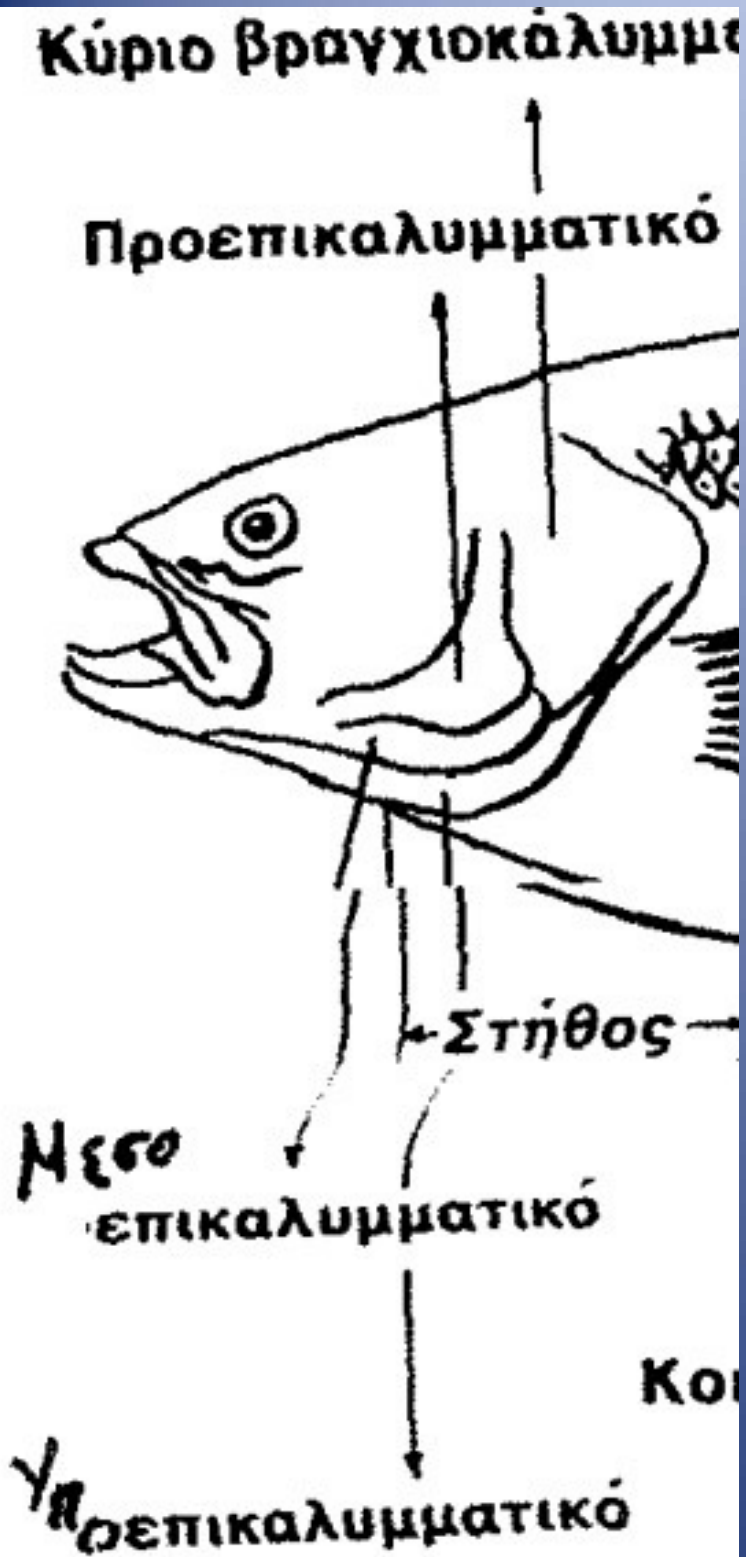


- Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται άλλα κριτήρια για να διευκρινιστεί πού τελειώνει το κεφάλι (βραγχιακές σχισμές, κλπ.).

# ΚΟΡΜΟΣ



Ο κορμός αρχίζει από το τέλος της βραγχιακής κοιλότητας και φτάνει στα περισσότερα ψάρια μέχρι την αρχή του εδρικού πτερυγίου, αν και ο αληθινός διαχωρισμός μεταξύ του κορμού και της ουράς είναι εσωτερικός (στην σπονδυλική στήλη).

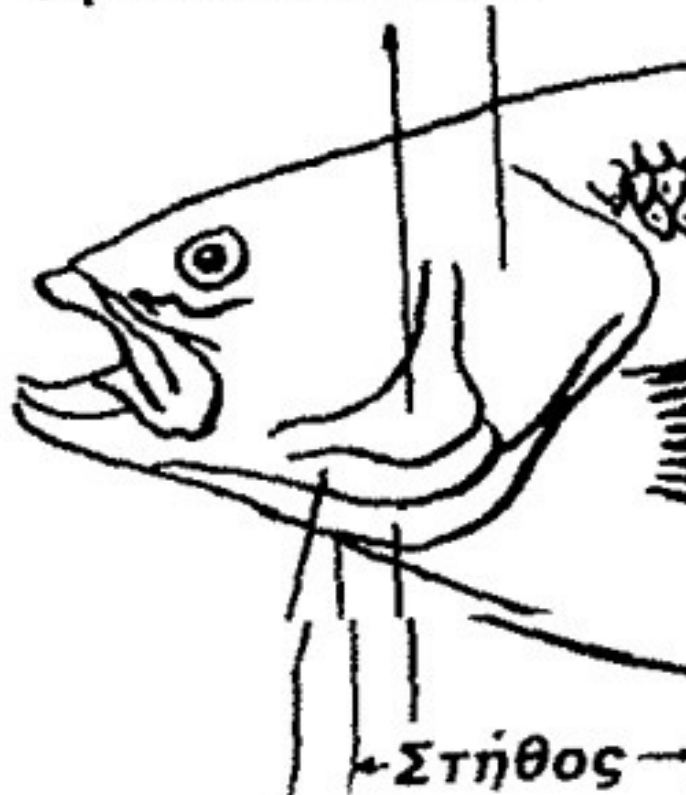


## Οι ανατομικές περιοχές του κεφαλιού ενός οστεϊχθύ περιλαμβάνουν:

- το ρύγχος (άκρη άνω σιαγόνας έως άκρη ματιού)
- το βραγχιακό επικάλυμμα
- τη βραγχιακή σχισμή ( 5-7 βραγχιακές σχισμές στους χονδριχθείς)
- το στόμα (διαφέρει από είδος σε είδος, συνήθως μπορεί να προεκταθεί)
- τους ρώθωνες (2 οπές, μια εισόδου, μια εξόδου. Η ρινική κοιλότητα δεν επικοινωνεί με την στοματοφαρυγγική κοιλότητα, εκτός από τους δίπνευστους και μυξίνους)

Κύριο βραγχιόκαλυμμα

Προεπικαλυμματικό



Μεσο  
επικαλυμματικό

Υποεπικαλυμματικό

# ΚΕΦΑΛΙ

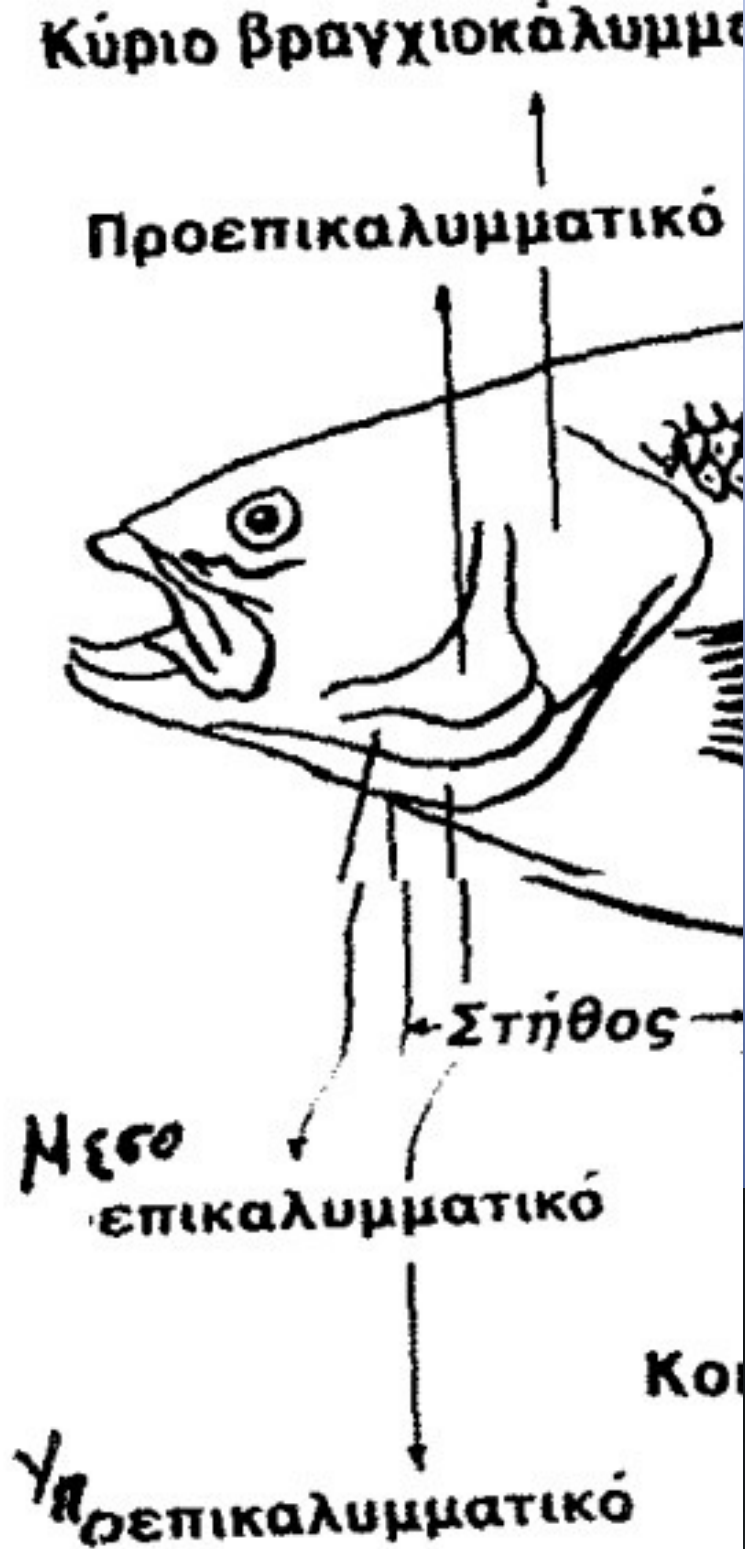
- τα μάτια (χωρίς βλέφαρα)
- τα μάγουλα (μεταξύ οφθαλμού και γωνίας του προεπικαλυμματικού βραγχιόκαλύμματος)
- το πηγούνι
- αισθητήρια όργανα (ambulae Lorenzini)

© 2003 Canadian Shark Research Lab



# ΚΕΦΑΛΙ

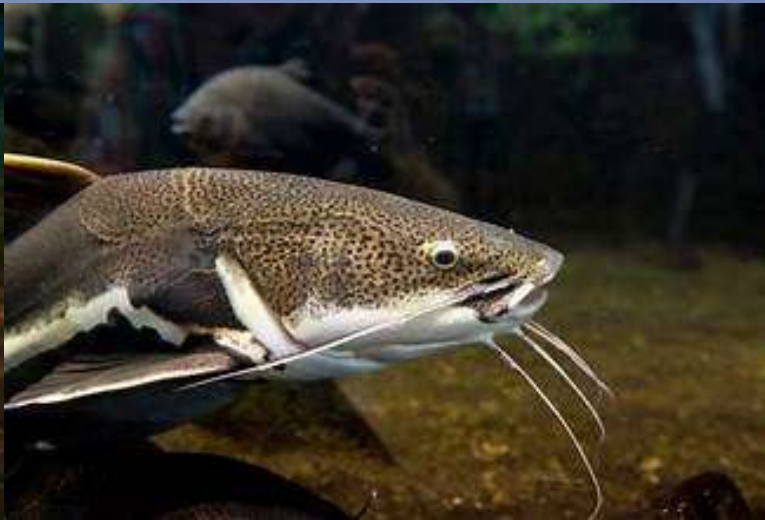
- Η κάτω σιαγόνα και τα οστά της άνω σιαγόνας είναι συνήθως ορατά στην εξωτερική μορφολογία του ψαριού.
- Στα σαλάχια, πολλούς καρχαρίες και «πρωτόγονους» οστεϊχθύες όπως στα γένη *Polypterus*, *Acipenser*, και *Polyodon*, ένα άνοιγμα βρίσκεται πίσω από τα μάτια. Αυτό είναι το υπόλοιπο μιας βραγχιακής σχισμής.



© lubomir hlasek  
www.hlasek.com  
Acipenser gueldenstaedtii hf6490

# ΚΕΦΑΛΙ

- Τα μουστάκια είναι σαρκώδεις, επίμηκεις «φορείς» μηχανικών και χημικών αισθητικών δεκτών, και βρίσκονται συνήθως γύρω από τα ρουθούνια, το στόμα και το πηγούνι. Αυτά μπορεί να είναι απλά ή και διακλαδιζόμενα όπως σε μερικά γατόψαρα.



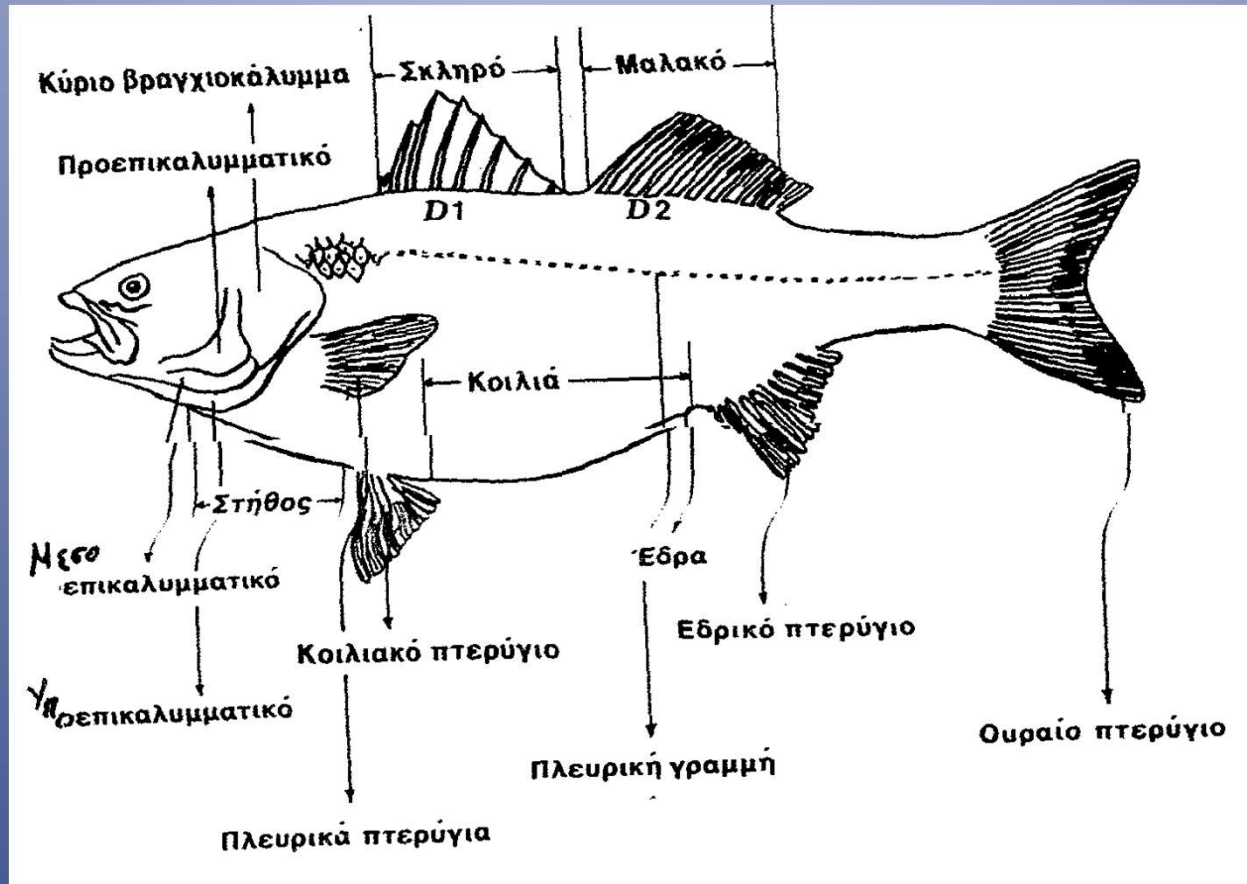


# ΚΕΦΑΛΙ

- Εκτός από τα μουστάκια πολλά ψάρια έχουν άλλες δερματικές πτυχές που δεν φέρνουν αισθητικούς δέκτες, αλλά χρησιμοποιούνται κυρίως για κάλυψη του οργανισμού στο περιβάλλον του (σκορπιός, ιππόκαμπος).
- Στο κεφάλι πολλών ψαριών υπάρχουν οστέϊνες ακτίνες (αγκάθια) πάνω σε πολλά οστά. Συνήθως βρίσκονται στο προεπικαλυματικό και επικαλυματικό βραγχιοκάλυμμα (πέρκα, δράκαινα, λαβράκια) αλλά και σε άλλα σημεία (σκορπιοί, *Cottus* sp.).
- Τα χαρακτηριστικά του κεφαλιού είναι πολύ σημαντικά στην συστηματική αναγνώριση πολλών ειδών.

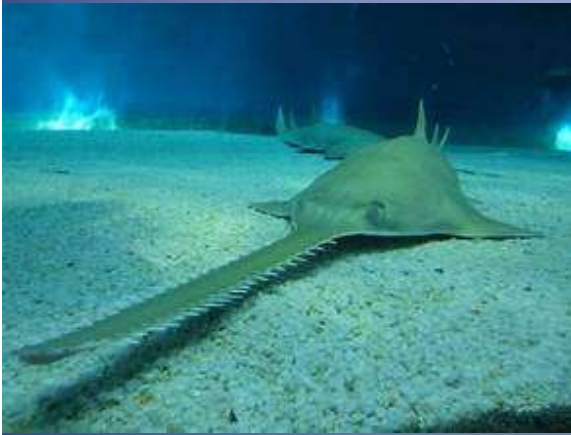


# ΚΟΡΜΟΣ



Ο κορμός αρχίζει από το τέλος της βραγχιακής κοιλότητας και φτάνει στα περισσότερα ψάρια μέχρι την αρχή του εδρικού πτερυγίου, αν και ο αληθινός διαχωρισμός μεταξύ του κορμού και της ουράς είναι εσωτερικός (στην σπονδυλική στήλη).

# Ο κορμός μπορεί να έχει διάφορες μορφές.



*Exocoetus volitans*



*Mola mola*

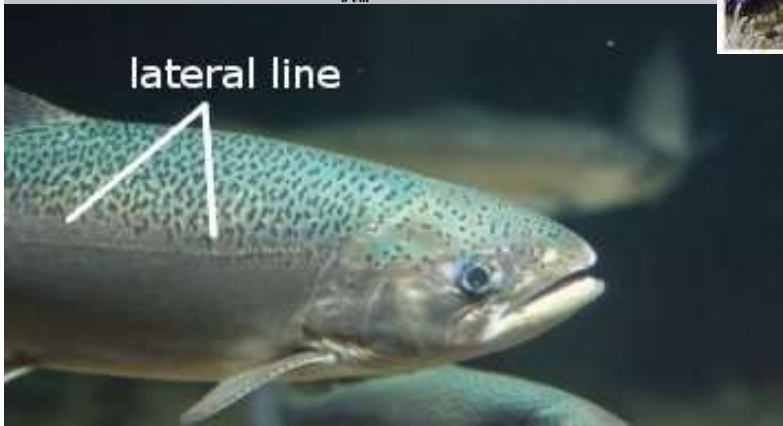
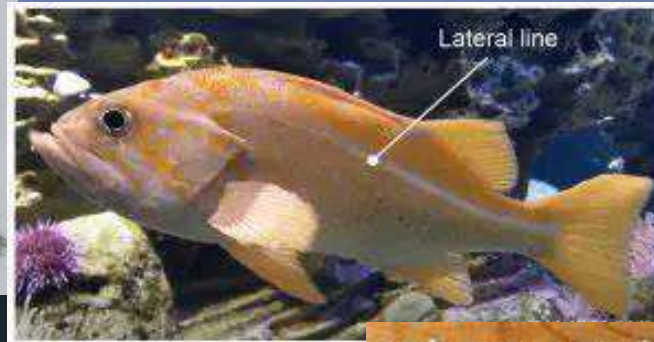


pufferfish



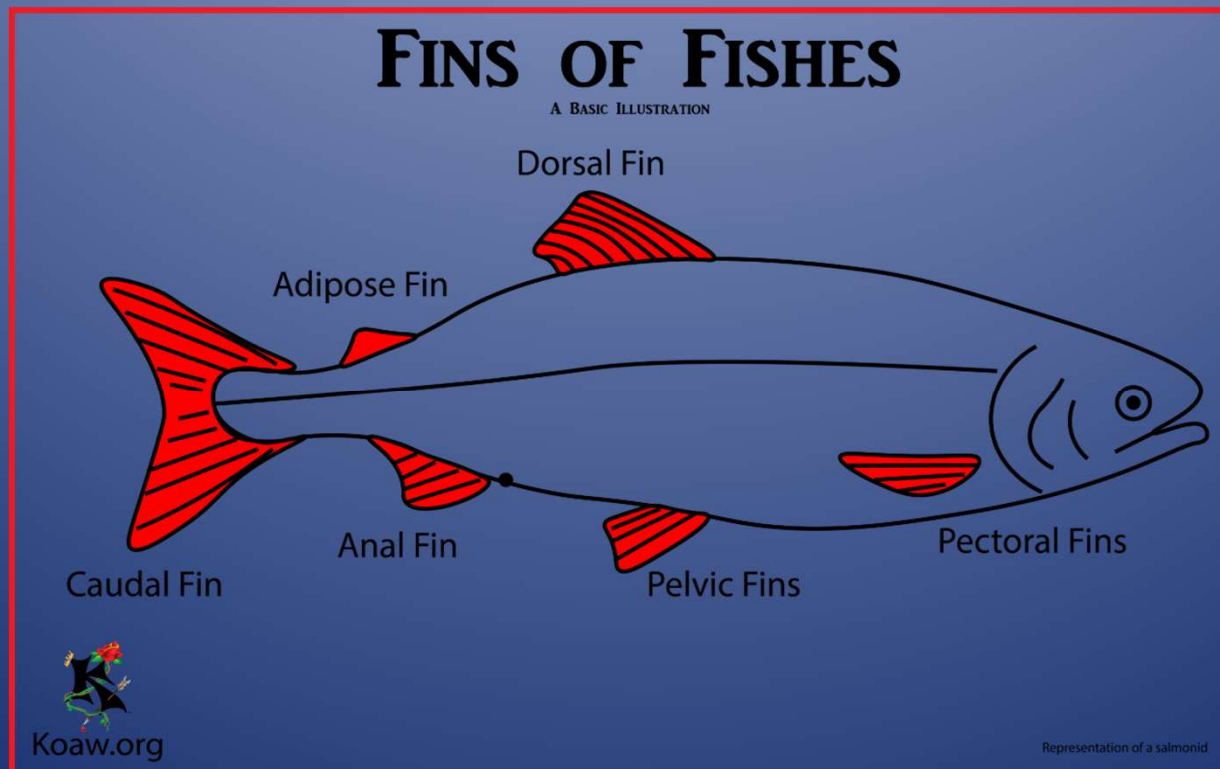
# ΚΟΡΜΟΣ

- Η πλευρική γραμμή, αισθητήριο όργανο αντίληψης της πίεσης και μικρής συχνότητας ήχων, βρίσκεται στο πλάι του ψαριού πολλές φορές εμφανής με γυμνό μάτι.



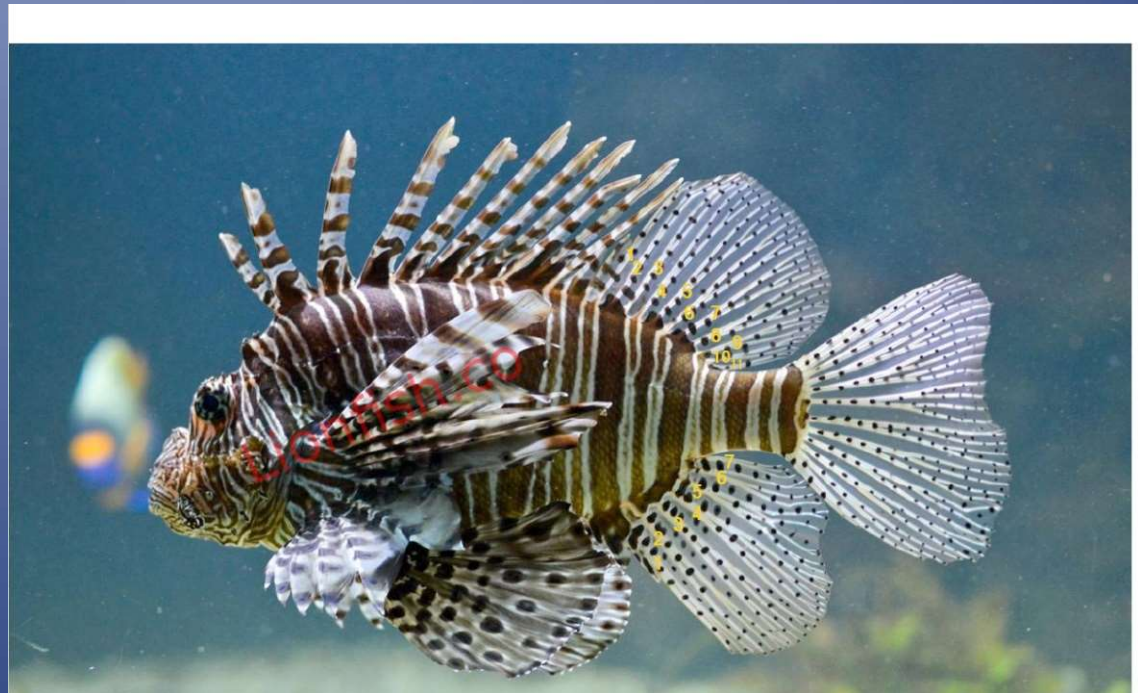
# ΚΟΡΜΟΣ

- Τα πτερύγια διακρίνονται σε μονά ή άζυγα (ραχιαίο, εδρικό, ουραίο) και ζυγά (πλευρικά και θωρακικά ή κοιλιακά) και είναι όργανα κίνησης και ισορροπίας για τα ψάρια.
- Είναι μεμβρανώδεις προεξοχές του σώματος των ψαριών που συγκρατούνται από ακτίνες (εκτός του λιπώδους πτερυγίου).



# ΚΟΡΜΟΣ

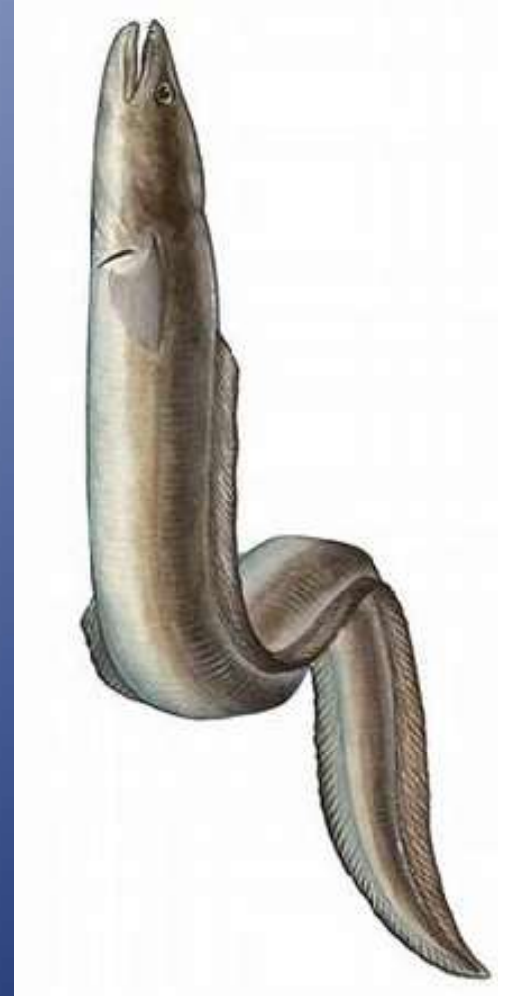
- Οι ακτίνες μπορεί να είναι οστέινες (σκληρές) ή χόνδρινες (μαλακές).
- Οι χόνδρινες ακτίνες παρουσιάζουν μεταμερή και μπορεί να είναι διακλαδιζόμενες ενώ οι οστέινες (σκληρές) ακτίνες δεν έχουν μεταμερή.



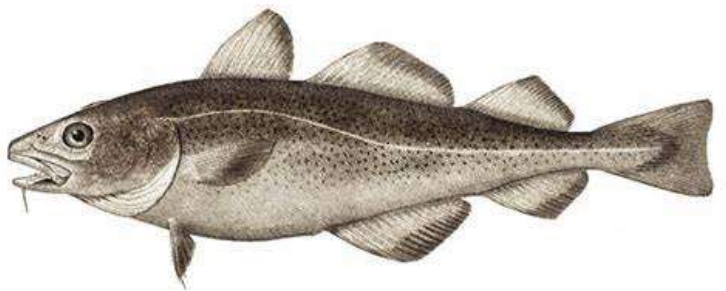
***Pterois volitans*** Dorsal fin rays = 11, Anal fin rays = 7

# ΚΟΡΜΟΣ

- Το ραχιαίο πτερύγιο καταλαμβάνει μεγάλο ή μικρό τμήμα της ράχης και μπορεί να αποτελείται από 1-3 τμήματα.
- Μερικές οικογένειες ψαριών (μαχαιρόψαρα Gymnotidae της Νοτίου Αμερικής) δεν έχουν καθόλου ραχιαίο πτερύγιο.
- Σε μερικά άλλα (χέλια) είναι ενωμένο με την ουρά και το εδρικό πτερύγιο (Anguilliformes).
- Στους περισσότερους οστεϊχθείς το πρώτο μέρος του ραχιαίου (αν υπάρχουν 2) υποστηρίζεται από σκληρές ακτίνες και είναι λιγότερο εύκαμπτο από το δεύτερο που στηρίζεται σε μαλακές ακτίνες.
- Ο ρόλος των ραχιαίων πτερυγίων είναι η ισορροπία και η γρήγορη αλλαγή διεύθυνσης.

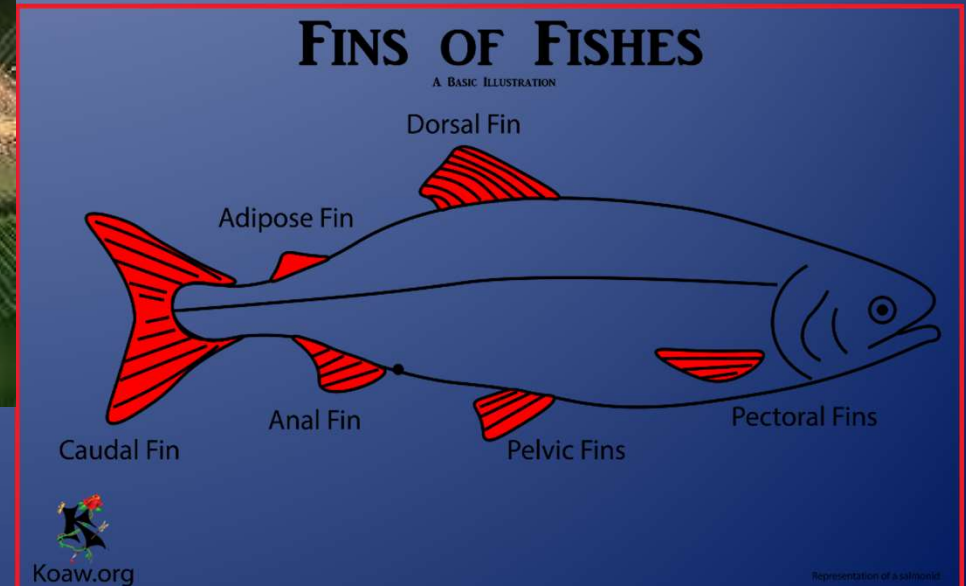


- Το εδρικό πτερύγιο στα περισσότερα ψάρια βρίσκονται πίσω από την έδρα.
- Ψάρια που στερούνται εδρικό πτερύγιο είναι λάμπραινες, χίμαιρες, σαλάχια, μερικοί καρχαρίες, και λίγοι οστεϊχθείς.
- Είναι συνήθως μικρό - αν και υπάρχουν ψάρια που έχουν μεγάλα εδρικά (ψάρια μαχαίρια *Gymnotidae* και *Phamphichthyidae* της Νοτίου Αμερικής).
- Λίγα ψάρια (μπακαλιάροι, *Gadidae*) έχουν πάνω από 1 εδρικό πτερύγιο.
- Μικροπτερύγια πίσω από το εδρικό βρίσκονται στα σκομβροειδή (*Scombridae*) ψάρια (σκουμπριά, τόνοι, κτλ.).
- **Το εδρικό πτερύγιο χρησιμεύει στην ισορροπία του ψαριού.**

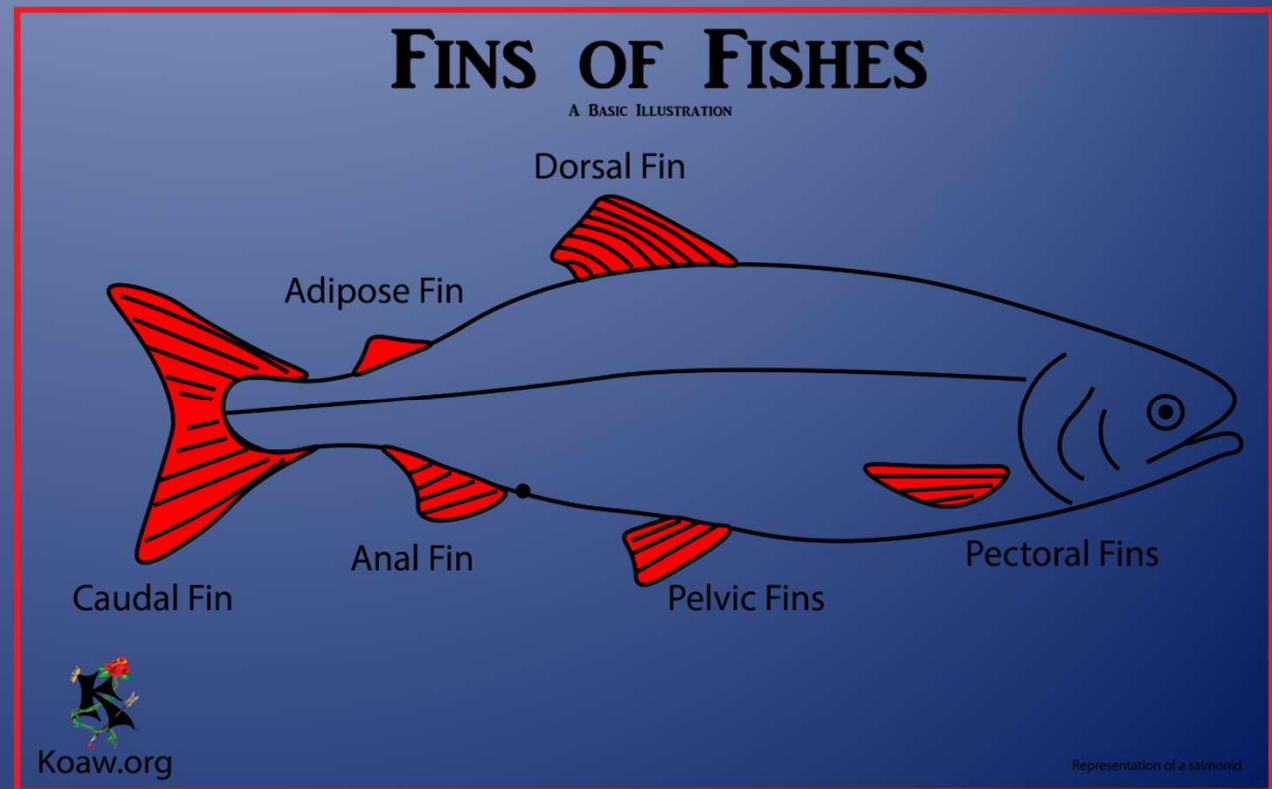


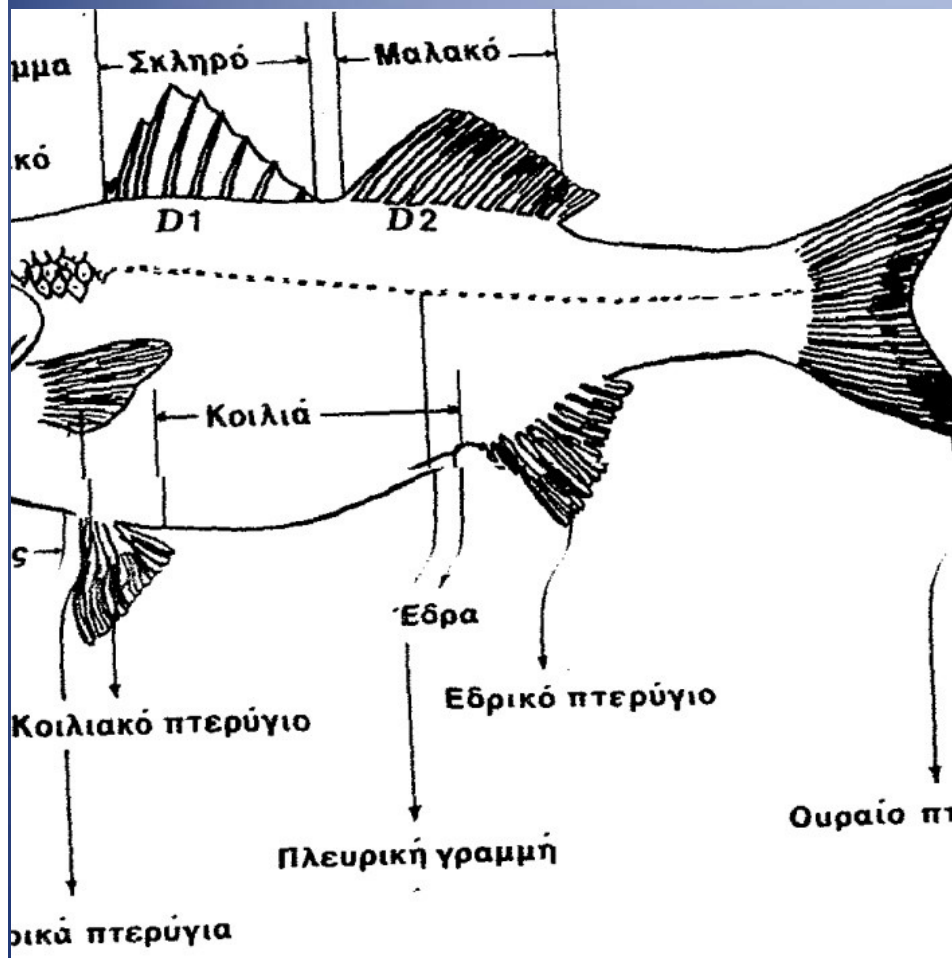


- Τα πλευρικά πτερύγια στους οστεϊχθείς αποτελούνται από μαλακές ακτίνες και βρίσκονται συνήθως πίσω από τα βραγχιοκαλύμματα.
- Χρησιμοποιούνται για κινήσεις πάνω κάτω και για ισορροπία.
- Μερικά ψάρια χρησιμοποιούν τα πλευρικά πτερύγια τους για να «πετούν» (χελιδονόψαρα, Exocoetidae) και άλλα για να πηδούν (Gastropoecidae, ψάρια γλυκών νερών στην Νότιο Αμερική) έξω από το νερό.



- Τα πελβικά πτερύγια (θωρακικά ή κοιλιακά) είναι συχνά μικρότερα από τα πλευρικά και βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές σε σχέση με τον κορμό του ψαριού.
- Στα περισσότερα ψάρια βρίσκονται κάτω και πίσω από τα πλευρικά και σε αυτή την περίπτωση ονομάζονται θωρακικά.
- Είναι μικρά στα χελουειδή ψάρια ενώ σε μερικά έχουν γίνει βεντουζοειδής κατασκευές (Gobies, Gobiessocidae) και βοηθούν τα ψάρια στο να μένουν κολλημένα κάπου.

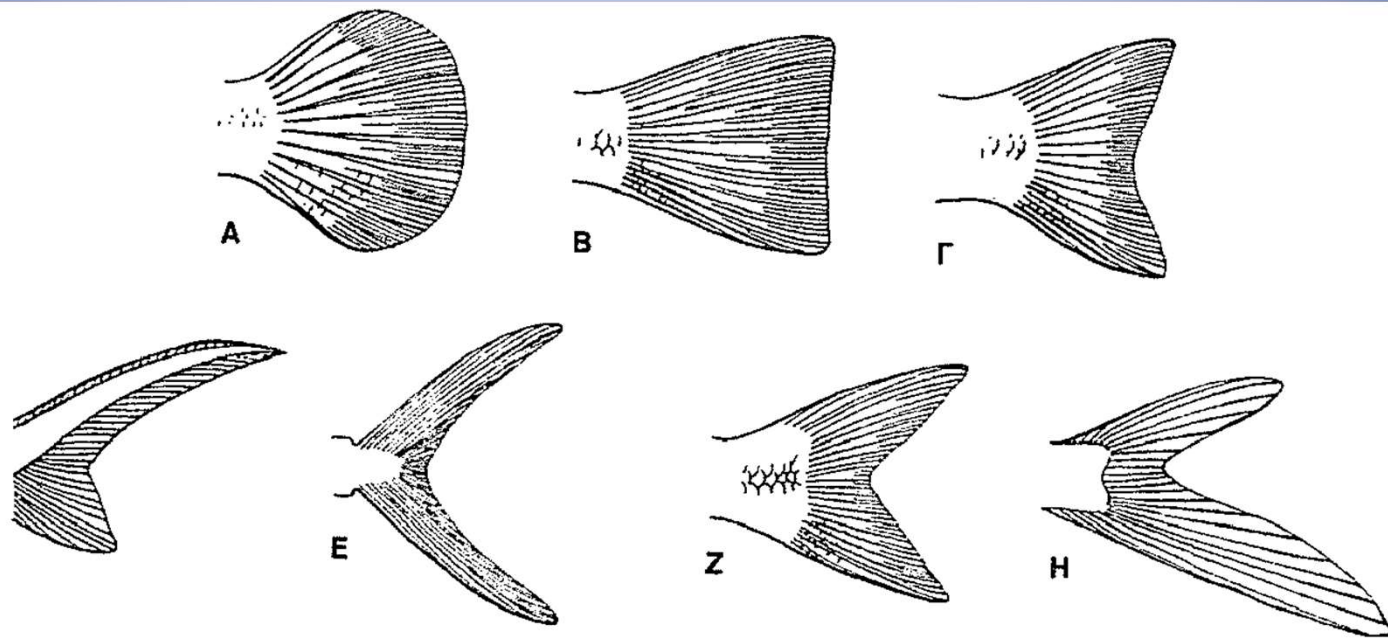




# ΚΟΡΜΟΣ

- Η θέση και μορφή των πτερυγίων καθώς και ο αριθμός των σκληρών (συμβολίζονται με λατινικούς αριθμούς) και των μαλακών ακτινών (συμβολίζονται με αραβικούς αριθμούς) χρησιμοποιούνται στη συστηματική ταξινόμηση των ψαριών.

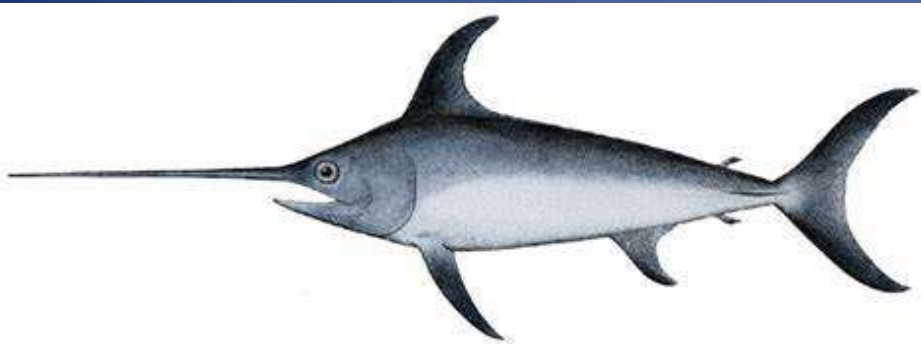
- D dorsal ραχιαία  
D1, D2
- C caudal ουραίο
- A anal εδρικό
- P pectoral πλευρικά
- V pelvic θωρακικά ή κοιλιακά



Διάφορες μορφές και σχήματα του ουραίου πτερυγίου (στρογγυλό (A), αποκοπτόμενο (B), εγκοπτόμενο (Γ), επίλοβο (Δ), ημισελήνοειδές (E), ισόλοβο (Z), υπόλοβο (H)).

Το ουραίο πτερύγιο συναντιέται σε ποικιλία μεγεθών και μορφών όπως γεφυρόκερκο (*Mola mola*), ισόκερκο, λεπτόκερκο σαν μαστίγιο, ετερόκερκο (επίλοβο και υπόλοβο), ομόκερκο, διφίκερκο, στρογγυλό, εγκοπτόμενο, αποκοπτόμενο, ισόλοβο, και ημισέληνοειδές.

- Ψάρια με ημισεληνοειδές ουραίο και λεπτό ουραίο μίσχο ( π.χ. ξιφίες, τόνοι κτλ.) είναι γρήγοροι κολυμβητές και ικανοί για γρήγορη συνεχόμενοι κίνηση.
- Ψάρια με στρογγυλό, αποκοπτόμενο και εγκοπτόμενο ουραίο είναι καλοί κολυμβητές αλλά όχι τόσο καλοί όσο ψάρια με ημισεληνοειδές ουραίο.
- Οι περισσότεροι κοινοί οστεϊχθείς έχουν ομόκερκο ουραίο (εξωτερική συμμετρικό, εσωτερικά ασύμμετρο).



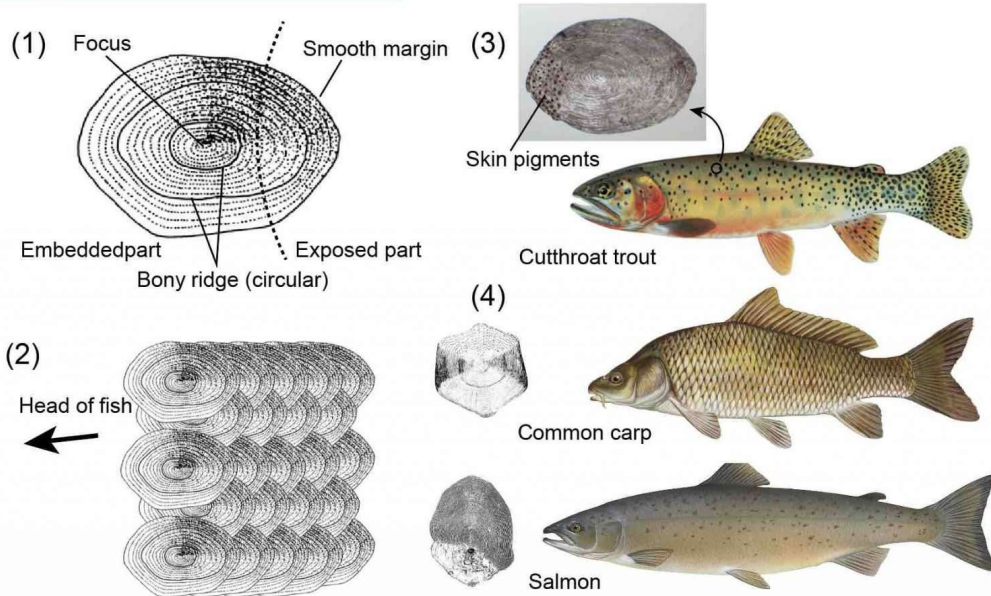
# ΔΕΡΜΑ - ΛΕΠΙΑ

- Τα λέπια είναι κερατινοειδείς προεξοχές οι οποίες καλύπτουν και προστατεύουν το σώμα των ψαριών και είναι τοποθετημένα μέσα σε ειδικές θήκες του δέρματος.
- Σχηματίζονται με την εναπόθεση ιόντων ανοργάνων στοιχείων και κυρίως ασβεστίου και μαγνησίου (Ca, Mg) που μεταφερόμενα με τα σωματικά υγρά εναποτίθενται στις παραπάνω θήκες.
- Η ανάπτυξη του λεπιού είναι ασυνεχής. Πάνω στην επιφάνεια του λεπιού αναπτύσσονται φωτεινά και σκούρα τμήματα που έχουν σχέση με την ανάπτυξη του ψαριού.
- Η εναλλαγή μεταξύ σκούρου και φωτεινού τμήματος του λεπιού δημιουργεί τον δακτύλιο ανάπτυξης και βοηθά στον υπολογισμό της ηλικίας του ψαριού, αλλά και στον προσδιορισμό των συνθηκών που έζησε.
- Τα λέπια χρησιμοποιούνται για την συστηματική ταξινόμηση των ψαριών.

- Ο αριθμός των λεπιών κάθε είδους ψαριού είναι σταθερός για αυτό χρησιμοποιείται για την συστηματική αναγνώριση.
- Συνήθως χρησιμοποιείται ο αριθμός των λεπιών στην πλευρική γραμμή.
- Υπάρχουν 4 είδη λεπιών
  - A) τα πλακοειδή
  - B) τα κοσμοειδή
  - Γ) τα γανοειδή
  - Δ) τα ελασμοειδή (κυκλοειδή και κτενοειδή)

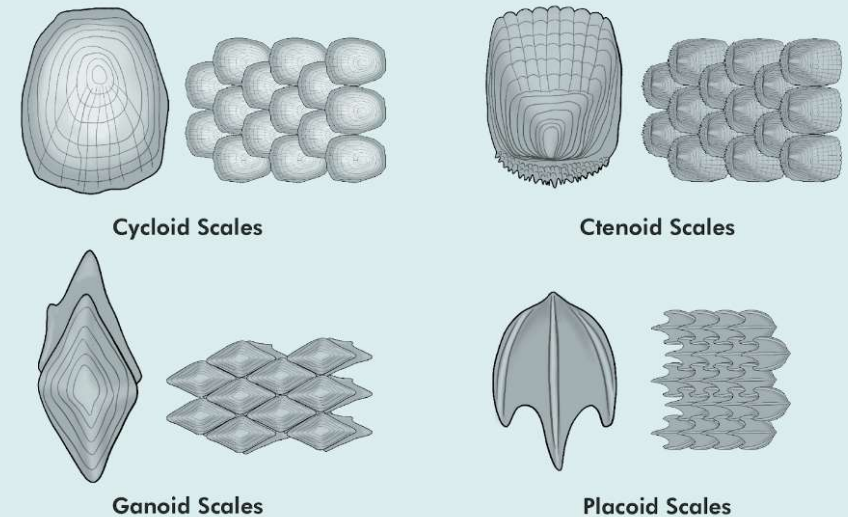
## Cycloid scales

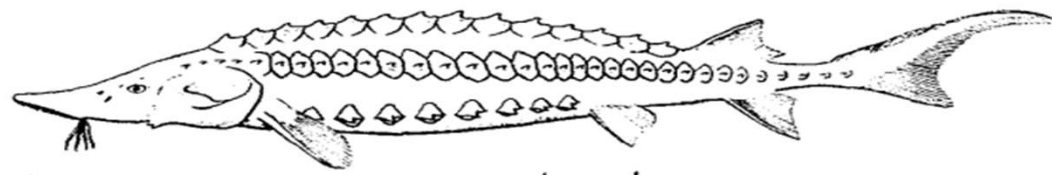
- found on bony fishes like goldfish, carp, salmon, and trout



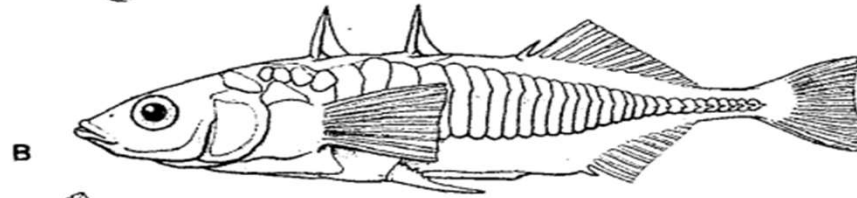
rsscience.com

## Types of Fish Scales

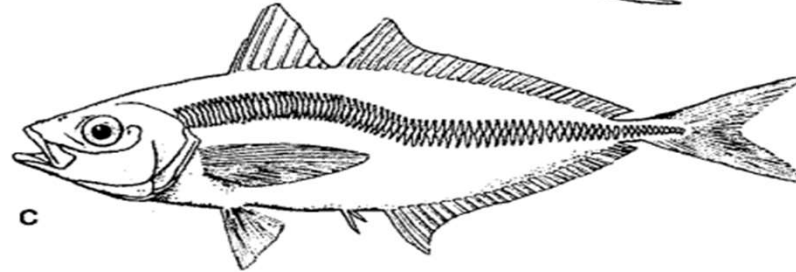




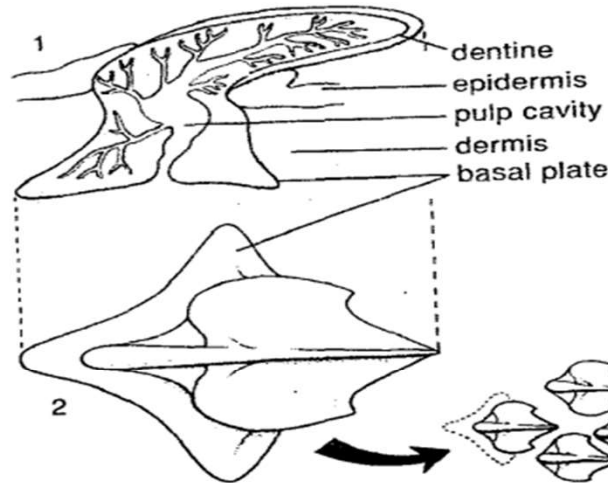
A



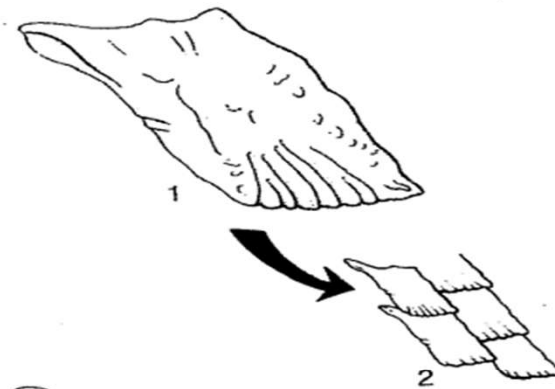
B



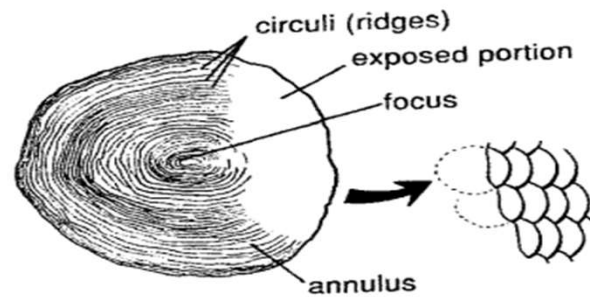
C



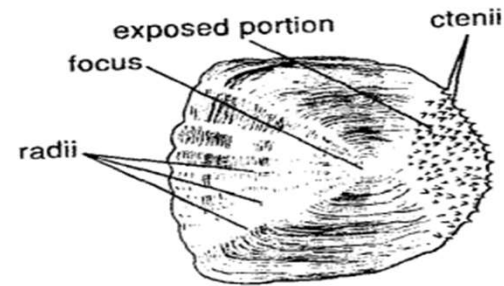
D PLACOID



E GANOID



F CYCLOID



G CTENOID



- Τα **πλακοειδή** λέπια είναι χαρακτηριστικά των χονδριχθύων.
- Η μάζα του λεπιού αποτελείται από οδοντίνη που είναι πορώδης και καλύπτεται από αδαμαντίνη ή σμάλτο.
- Στο κέντρο του έχει την πολφική κοιλότητα όπου καταλήγουν αιμοφόρα αγγεία για την διατροφή του.
- Η ανάπτυξη του είναι περιορισμένη και αφού καταστραφεί αντικαθιστάται από ένα νέο που σχηματίζεται στην βάση του παλιού.
- Το δέρμα στους χονδριχθύες αποτελείται από την επιφανειακή επιδερμίδα και το βαθύτερο χόριο (δερμίδα) και στην αφή είναι σαν σμυριδόχαρτο.
- Πολλοί χονδριχθείς πχ. Torpedo (μουδιάστρα) δεν έχουν λέπια ενώ σε μερικές περιπτώσεις τα πλακοειδή λέπια μεταλλάσσονται σε σκληρά αγκάθια.

- Τα **κοσμοειδή** λέπια βρισκόταν σε μερικές ομάδες ψαριών που έχουν εξαφανιστεί τώρα, αν και τα λέπια των σημερινών πνευμονόψαρων θεωρείται ότι προέρχονται από κοσμοειδή λέπια.
- Τα **γανοειδή** λέπια είναι μεταλλαγμένα κοσμοειδή λέπια όπου η κοσμίνη αντικαταστάθηκε από την οδοντίνη και στο επιφανειακό στρώμα η αδαμαντίνη αντικαταστάθηκε με την γανοίνη που εκρίνεται από την δερμίδα.
- Έχουν σχήμα ρομβοειδές συνήθως και το ένα «κλειδώνει» με το άλλο. Είναι χαρακτηριστικά των ειδών της οικογένειας *Lepisosteidae* και των ατόμων του γένους *Polypterus* και *Amia*. Στα είδη της οικογένειας των οξύρυγχων (*Acipenseridae*) τα λέπια έχουν μετατραπεί σε μεγάλες «πλάκες» ενώ το υπόλοιπο σώμα είναι γυμνό.

Polypterus



Amia



Lepisosteidae



Acipenseridae

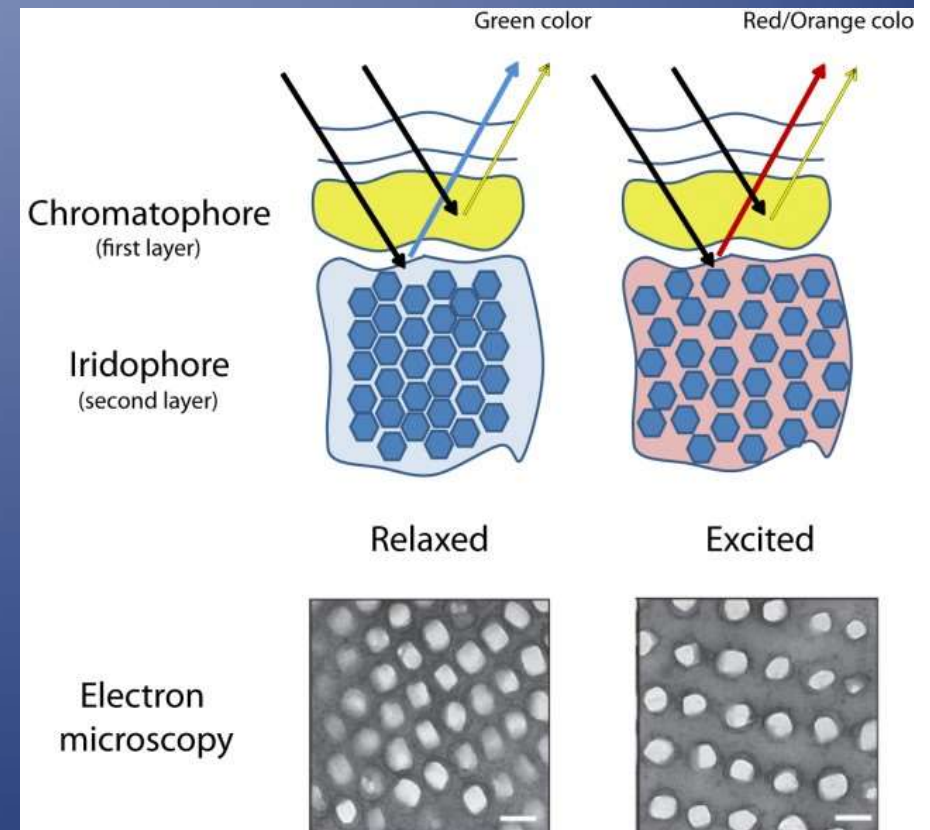
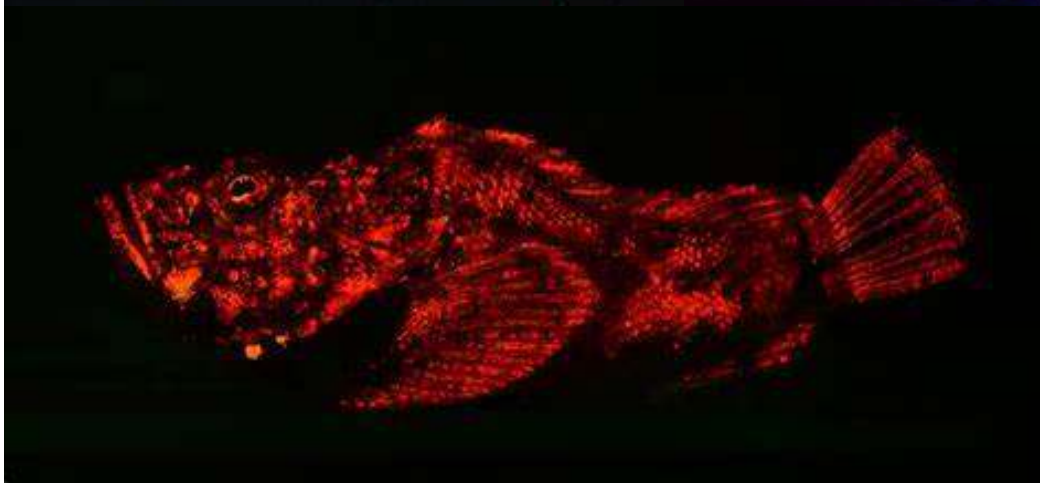


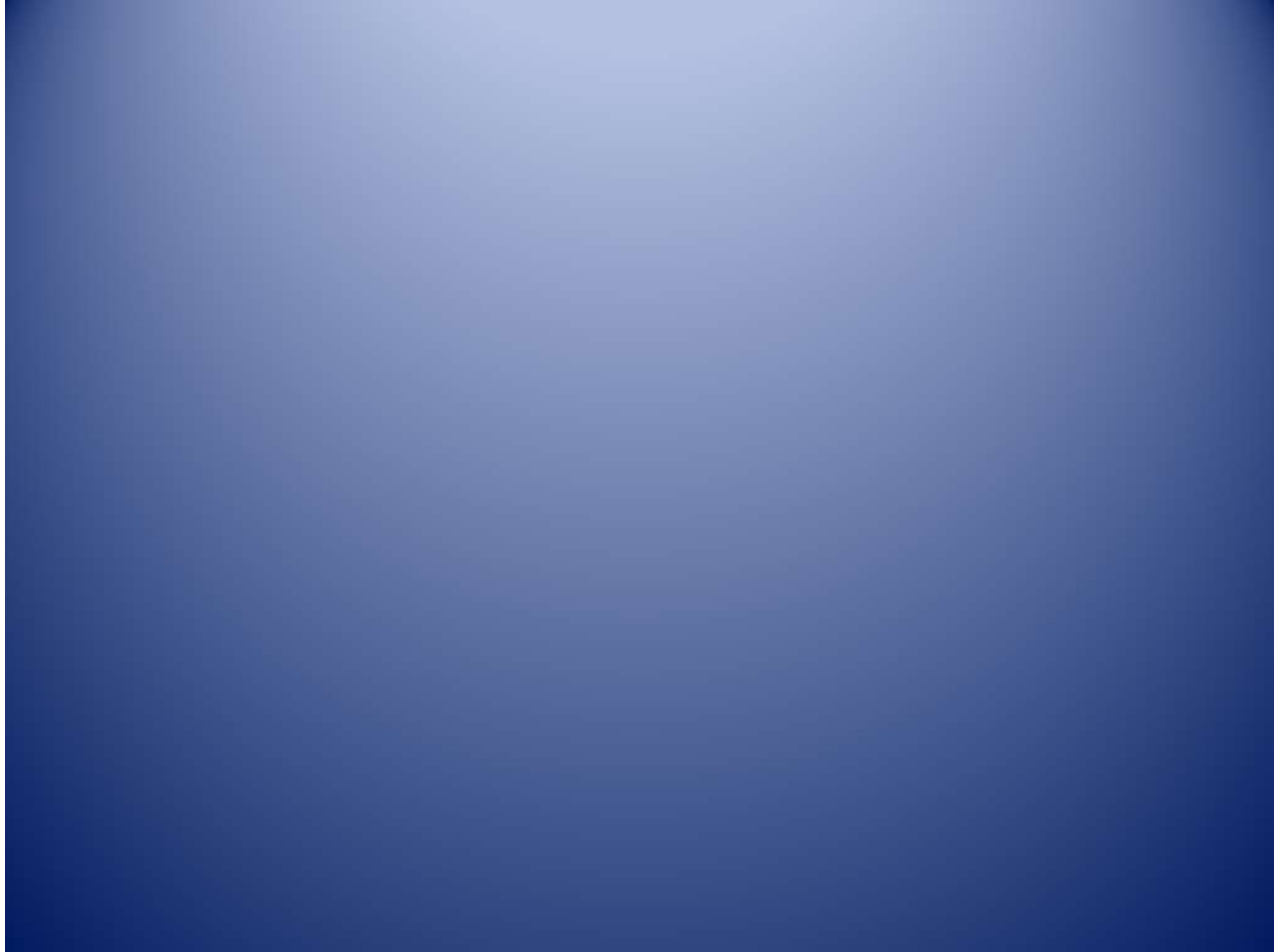
- **Ελασμοειδή** λέπια έχουν οι περισσότεροι οστειχθείς.
- Τα **κυκλοειδή** λέπια έχουν ωοειδές σχήμα και δεν φέρουν προεξοχές στο ελεύθερο άκρο τους (πέστροφα) σε αντίθεση με τα **κτενοειδή** τα οποία φέρουν προεξοχές (κτένια) όπως η πέρκα.
- Συνήθως κυκλοειδή λέπια έχουν τα ψάρια που φέρουν μόνο μαλακές ακτίνες στα πτερύγια τους ενώ κτενοειδή λέπια φέρουν αυτά που έχουν σκληρές ακτίνες σε ορισμένα πτερύγια του σώματος τους.

# ΔΕΡΜΑ - ΛΕΠΙΑ

- Το δέρμα στα ψάρια όπως και στα άλλα σπονδυλωτά έχει δύο στοιβάδες, την επιδερμίδα (εξωτερική) και την δερμίδα (εσωτερική).
- Η επιδερμίδα καλύπτει όλο το σώμα του ψαριού με ένα πάχος που εξαρτάται από το είδος, την ηλικία και την περιοχή που καλύπτει. Στα ώριμα ψάρια η δερμίδα είναι παχύτερη από την επιδερμίδα. Η δερμίδα επίσης χωρίζεται σε δύο στοιβάδες.
- Ανάμεσα στις λειτουργίες του δέρματος είναι η προστασία και η παραγωγή βλέννας. Η βλέννα αποτελείται από γλυκοπρωτείνες - μπορεί να έχει προστατευτικές ιδιότητες αποτρέποντας την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.
- Στο δέρμα υπάρχουν και δηλητηριώδεις αδένες όπως στην δράκαινα (Trachinidae), και το γατόψαρο *Noturus sp.*

- Στην επιδερμίδα βρίσκονται και τα φωτοφόρα όργανα, κυρίως σε είδη που ζούν σε μεγάλα βάθη. Το φως που εκπέμπεται οφείλεται στην οξείδωση, χωρίς άνοδο της θερμοκρασίας, μιας πρωτεϊνικής ουσίας, της λουσιφερίνης από το ένζυμο λουσιφεράση. Άλλα φωτοφόρα όργανα περιέχουν φωτογόνα βακτήρια που ζουν μέσα στην βλέννα.
- Το χρώμα του ψαριού οφείλεται σε κύτταρα (χρωματοφόρα και ιριδοκύτταρα). Μετακινήσεις της χρωστικής μέσα στα χρωματοφόρα κύτταρα επιτυγχάνουν την αλλαγή χρώματος (καμουφλάζ).

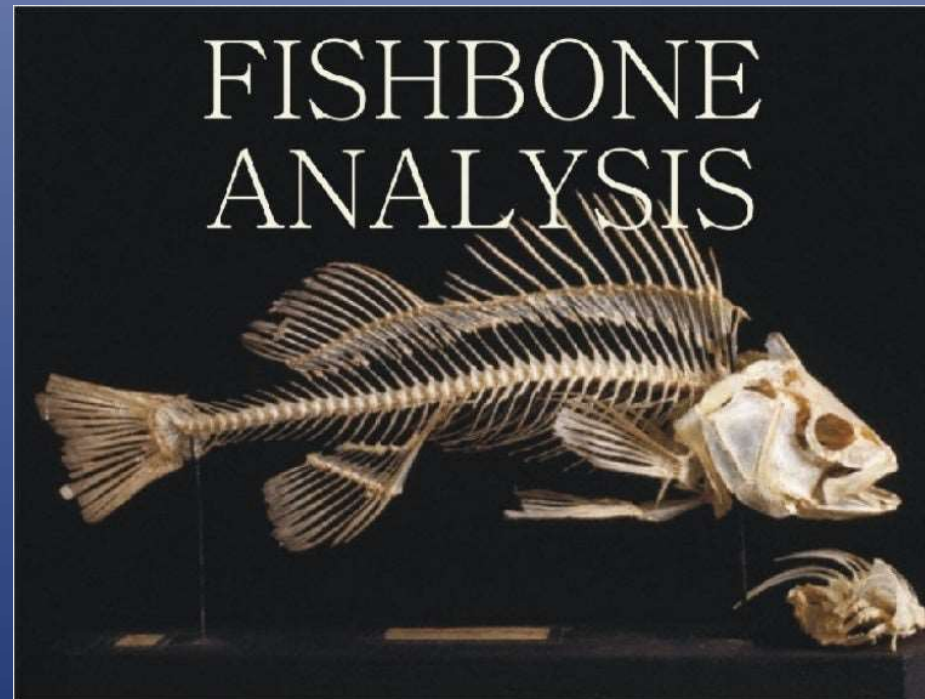




# ΟΣΤΑ ΚΑΙ ΣΚΕΛΕΤΟΣ

- Οστεολογία → μελέτη των οστών
- Πολύπλοκη (από ότι στα ανώτερα σπονδυλωτά) → τα κρανία των ψαριών, οι ωμοπλάτες και οι σκελετοί της ουράς έχουν πολύ περισσότερα οστά

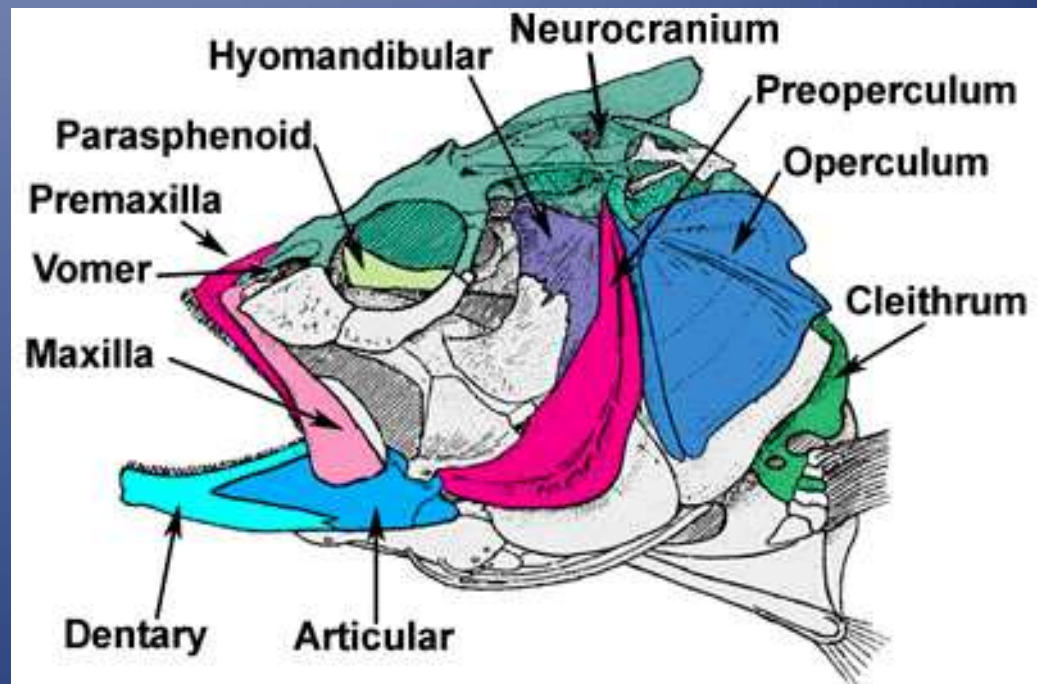
Π.χ. Οι άνθρωποι έχουν 28 οστά στο κρανίο, ενώ ένα πρωτόγονο ψάρι (έχει εξαφανιστεί τώρα) είχε 150





# ΟΣΤΑ ΚΑΙ ΣΚΕΛΕΤΟΣ

- Το κρανίο εσωκλείει και προστατεύει τον εγκέφαλο και τα περισσότερα από τα αισθητήρια όργανα.
- Κομμάτι του αξονικού ενδοσκελετού
- Έχει δύο τμήματα, το νευροκράνιο και το σπλαγνοκράνιο ή βραγχιοκράνιο



# ΟΣΤΑ ΚΑΙ ΣΚΕΛΕΤΟΣ

- Το **νευροκράνιο** αποτελείται από το **χονδροκράνιο** και το **δερματοκράνιο**
- Το **σπλαγνοκράνιο** αποτελείται από μια σειρά ενδοσκελετικών τόξων που στην αρχή σχηματίστηκαν για να υποστηρίξουν τα βραγχιακά τόξα.
- Τα κρανία διαφέρουν μεταξύ των τριών βασικών ομάδων των ψαριών.
  1. Τα Άγναθα δεν έχουν σαγόνια για να δαγκώνουν την τροφή τους.
  2. Το νευροκράνιο των χονδριχθύων είναι μια μονοκόμματη χόνδρινη κατασκευή, τα σαγόνια και τα βραγχιακά τόξα αποτελούνται από μια σειρά χόνδρων.
  3. Το νευροκράνιο στους οστειχθύες σχηματίζει την κρανιακή θήκη ή κάψα που περιβάλλει τον εγκέφαλο
  4. Η οροφή του κρανίου σχηματίζεται από δερματογενή οστά ενώ το δάπεδο σχηματίζεται από χονδρογενή οστά.

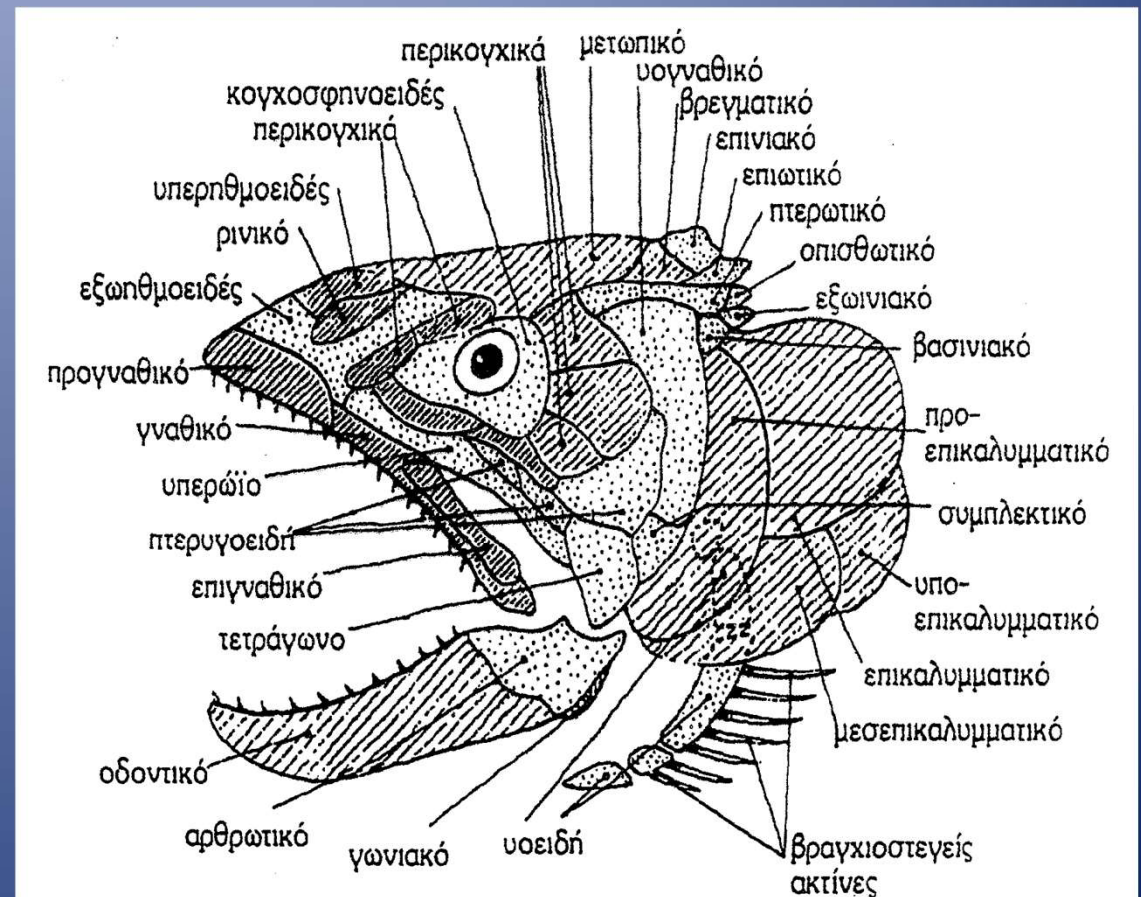
# Στο νευροκράνιο διακρίνουμε τις εξής τέσσερις περιοχές:

A) ηθμοειδής ή οσφρητική ή ρινική

B) σφηνοειδείς ή οφθαλμική ή οπτική

Γ) ωτική ή ακουστική ή λαβυρινθιακή

Δ) ινιακή μοίρα



Ο κεφαλικός σκελετός Τελεοστέου. Τα δερματογενή οστά απεικονίζονται με γραμμώσεις, ενώ τα χονδρογενή οστά και οι χόνδροι με στίγματα (από Boué & Chanton).

Η ηθμοειδείς μοίρα περιλαμβάνει

- 2 εξωηθμοειδή (χονδρογενή)
- 1 μεσοηθμοειδές (δερματογενή)
- 1 προμετωπικό (δερματογενή) (όχι στα Σαλμονοειδή)
- 2 ρινικά (δερματογενή)
- 1 ύνιδα ή προύνιδα (δερματογενή)

Η σφηνοειδείς μοίρα περιλαμβάνει τα οστά που περιβάλλουν τις οφθαλμικές κάψες

- 1 βασισφηνοειδές (χονδρογενή)
- 2 πλευροσφηνοειδή (χονδρογενή)
- 2 κογχοσφηνοειδή (χονδρογενή)

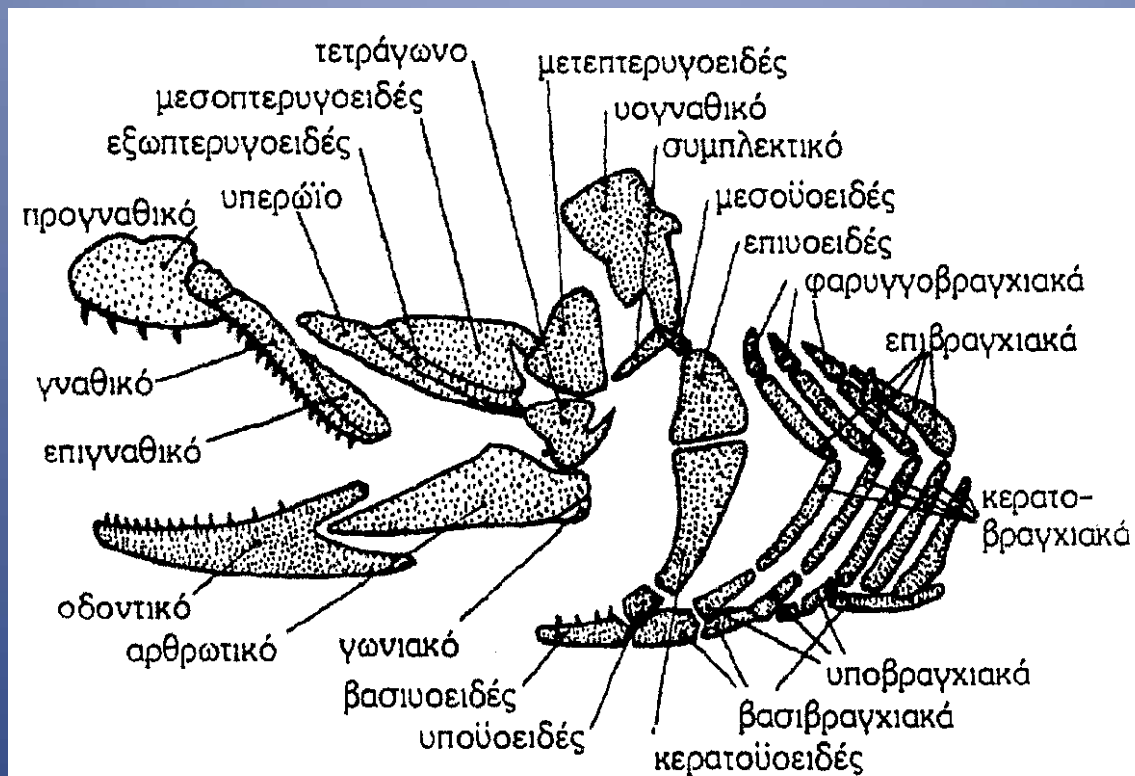
Η ωτική μοίρα περιλαμβάνει

- 2 προωτικά (χονδρογενή)
- 2 οπισθωτικά (χονδρογενή)
- 2 επιωτικά (χονδρογενή)
- 2 σφηνωτικά (δερματογενή)
- 2 πτερωτικά (δερματογενή)
- 2 βρεγματικά (δερματογενή)

Η ινιακή μοίρα βρίσκεται στο πίσω μέρος του νευροκρανίου και σχηματίζεται από τα ινιακά οστά

- 1 βασινιακό (χονδρογενή) από όπου αρθρώνεται ο πρώτος σπόνδυλος
- 2 εξωινιακά ή πλευρικά ινιακά (χονδρογενή)
- 1 επινιακό (δερματογενή)

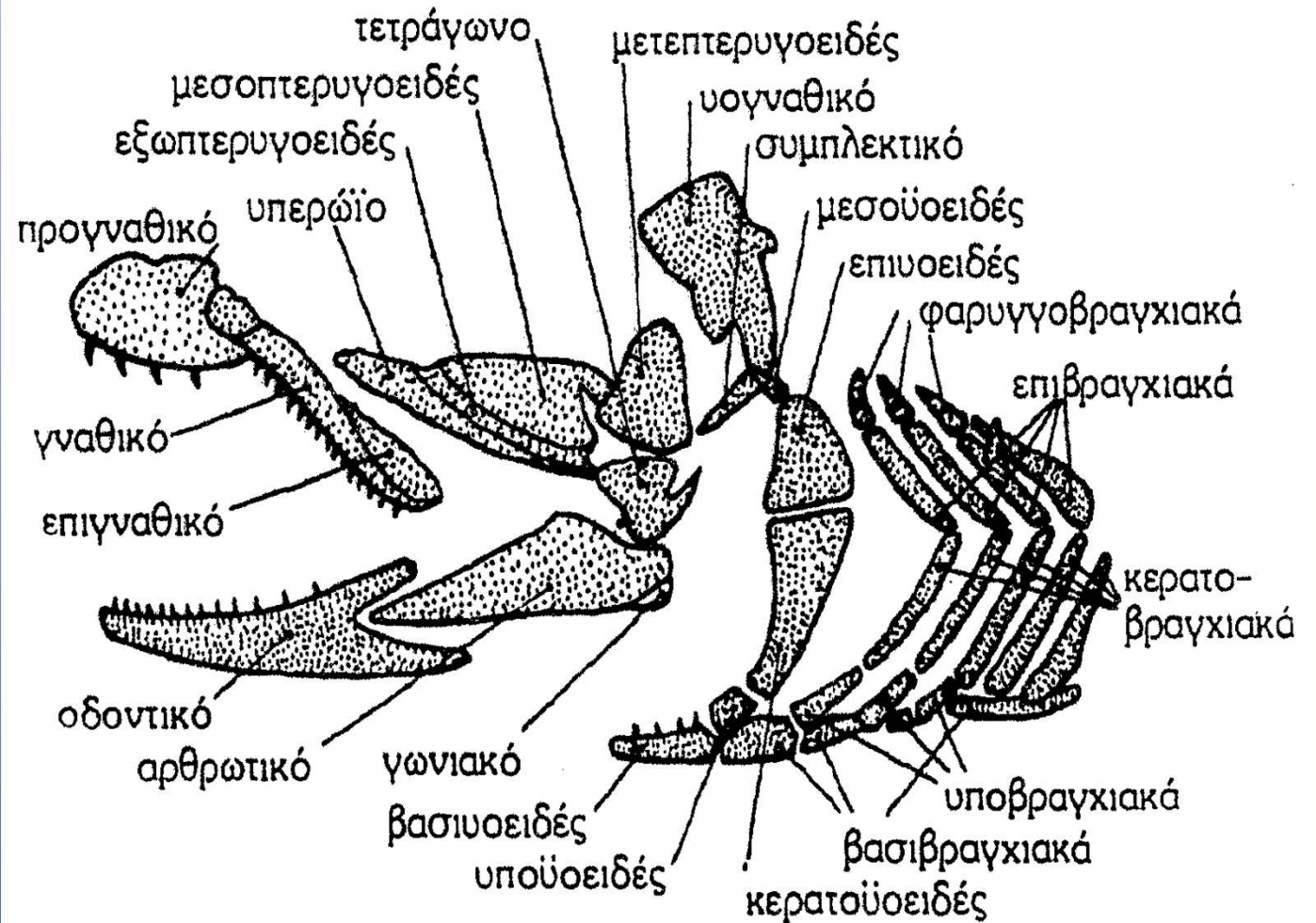
Η οροφή του κρανίου σχηματίζεται από τα 2 ρινικά (ηθμοειδείς μοίρα), τα 2 ή 1 μετωπικά (σφηνοειδείς μοίρα) και το επινιακό (ινιακή μοίρα). Το δάπεδο του κρανίου με την ύνιδα (ηθμοειδείς μοίρα) και το παρασφηνοειδές (σφηνοειδής μοίρα), τα εξωπτερυγοειδή και τα μεσοπτερυγοειδή (σπλαχνοκράνιο).



Ο σπλαχνικός σκελετός Τελεοστέου εξαρτημένος για την καλύτερη απεικόνιση της θέσης των οστών (από Boué & Chanton).

Το σπλαχνοκράνιο ή βραγχιοκράνιο συγκροτείται και αυτό από χονδρογενή και δερματογενή οστά και αποτελείται από τα τμήματα:

- A) γναθικό τόξο
- B) υοειδές τόξο
- Γ) βραγχιακά τόξα
- Δ) βραγχιακό επικάλυμμα
- E) βραγχιοστεγείς ακτίνες



Ο σπλαχνικός σκελετός Τελεοστέου εξαρτημένος για την καλύτερη απεικόνιση της θέσης των οστών (από Boué & Chanton).

- Το γναθικό τόξο αποτελεί τον σκελετό των γνάθων

#### Άνω γνάθος

- 2 προγναθικά που συνδέονται μεταξύ τους στο πρόσθιο μέρος (δερματογενή)
- 2 γναθικά (δερματογενή)
- 2 επιγναθικά (ζυγωματικά) (δερματογενή)
- 2 υπερώια (χονδρογενή)
- 2 εξωπτερυγιοειδή (χονδρογενή)
- 2 μεσοπτερυγιοειδή (χονδρογενή)
- 2 μεταπτερυγιοειδή (χονδρογενή)
- 2 τετράγωνα(χονδρογενή)

#### Κάτω γνάθος

- 2 οδοντικά (δερματογενή)
- 2 αρθρωτικά (χονδρογενή)
- 2 γωνιακά (δερματογενή)
- 2 σπληνιακό
- 2 κορωνοειδές

Το υοειδές τόξο οστεοποιείται και δίνει τα ακόλουθα ζεύγη οστών

- 2 υογναθικό (χονδρογενή)
- 2 συμπλεκτικό (χονδρογενή) συνάπτεται με το τετράγωνο
- 2 μεσοϋοειδές (χονδρογενή) εφάπτεται με το υοειδές
- 2 επιοϋοειδές (χονδρογενή)
- 2 κερατοϋοειδές (χονδρογενή)
- 2 υποϋοειδές (χονδρογενή)
- 1 βασιϋοειδές (χονδρογενή) συνδέει τα υοειδή οστά της μιας με της άλλης πλευράς

- Τα βραγχιακά τόξα είναι 5 ζευγάρια, το καθένα αποτελείται από 1-4 τμήματα που συνδέονται με το συμμετρικό τους με το βασιβραγχιακό (άζυγο). Τα 3 πρώτα ζευγάρια σχηματίζονται από 4 οστάρια το καθένα

2 φαρυγγοβραγχιακά

2 επιβραγχιακά

2 μεσοεπικαλυμματικά

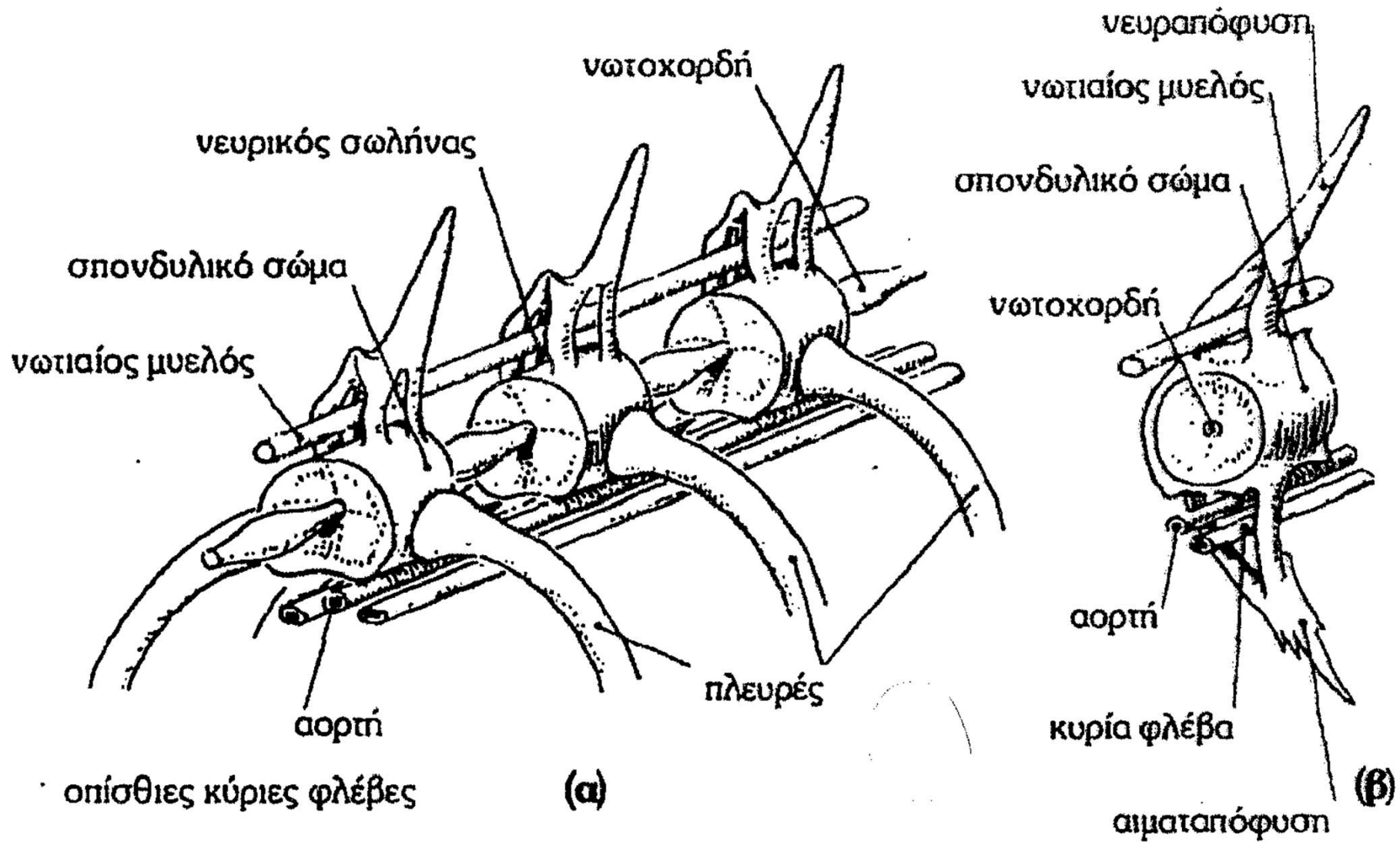
2 προεπικαλυμματικά, στηρίζει ολόκληρο το σύστημα στο

υογναθικό

- Οι βραγχιοστεγείς ακτίνες σκεπάζουν από κάτω την φαρυγγική κοιλότητα και συνδέονται μεταξύ τους με βραγχιοστεγή μεμβράνη. Η ανάρτηση του σκελετού των γνάθων στο νευροκράνιο είναι υοστυλική όπως στους χονδριχθύες. Ολόκληρο το σύνολο επιτρέπει μεγάλη κινητικότητα.



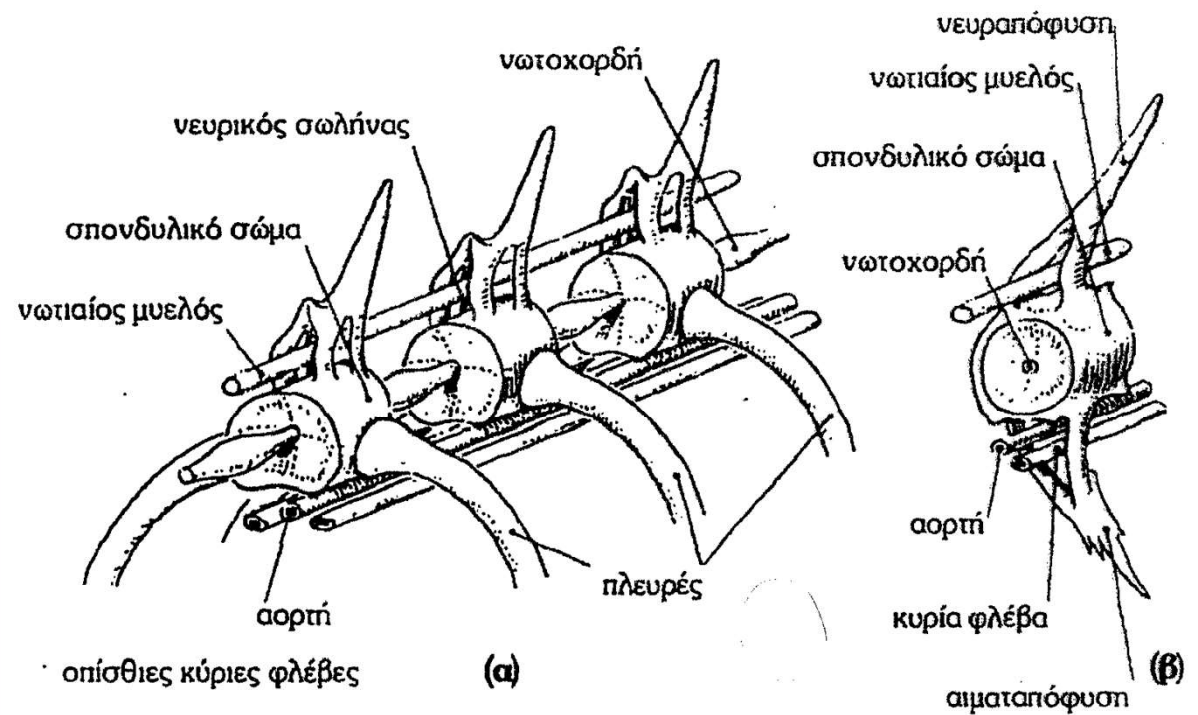
# Αξονικός σκελετός



.-Η σπονδυλική στήλη των Τελεοστέων. (α): περιοχή του κορμού. (β): σπόνδυλος της ουράς (από Jammes και Boué & Chanton).

# Αξονικός σκελετός

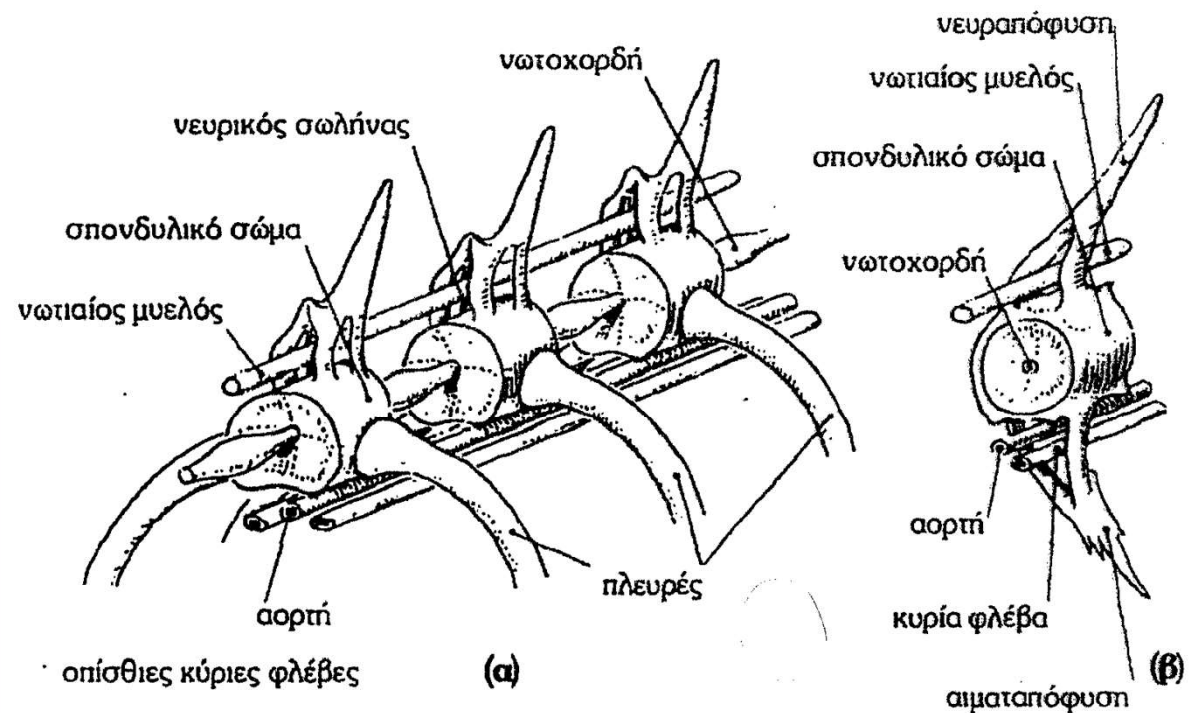
• Η σπονδυλική στήλη σχηματίζεται από τους σπονδύλους που ο καθένας περιλαμβάνει το **σπονδυλικό σώμα** και τα **νευρικά** και **αιματικά** τόξα.



.- Η σπονδυλική στήλη των Τελεοστέων. (α): περιοχή του κορμού. (β): σπόνδυλος της ουράς (από Jammes και Boué & Chanton).

- Το σπονδυλικό σώμα αναπτύσσεται γύρω από την νωτοχορδή και της θήκες της.
- Τα νευρικά τόξα είναι οστεοποιημένα και συνδεμένα με το σπονδυλικό σώμα. Οι ραχιαίες αποφύσεις (**νευραποφύσεις**) τις κάθε πλευράς ενώνονται στο επάνω τμήμα τους και σχηματίζουν μια αψίδα κάτω από την οποία περνάει ο **νωτιαίος μυελός**. Η αψίδα αυτή προεκτείνεται προς τα πάνω και καταλήγει στην **νευράκανθα**.

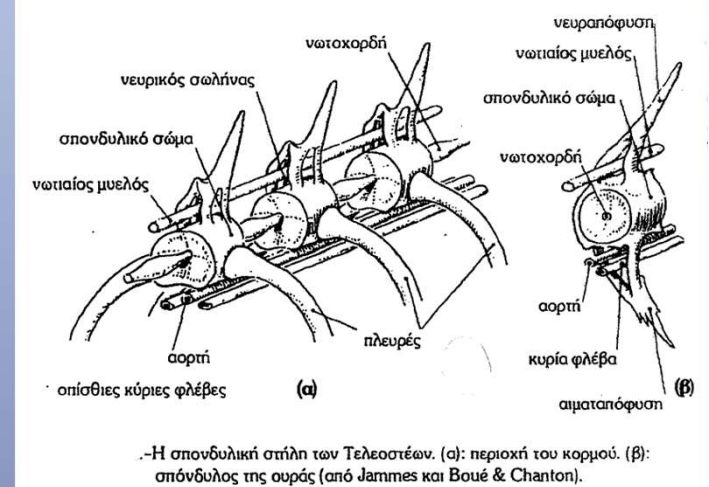
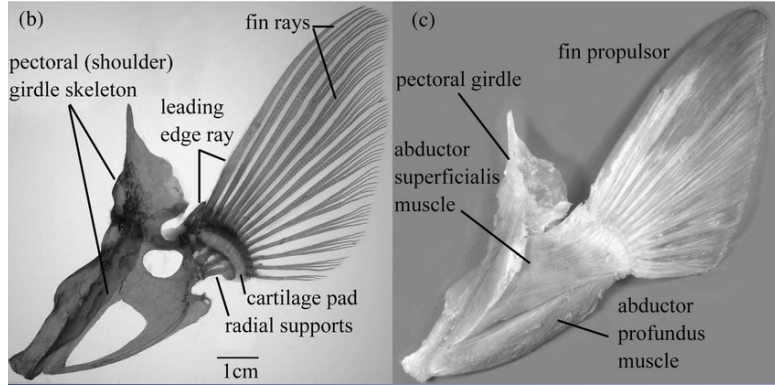
## Αξονικός σκελετός



.-Η σπονδυλική στήλη των Τελεοστέων. (α): περιοχή του κορμού. (β): σπόνδυλος της ουράς (από Jammes και Boué & Chanton).

•Οι κάτω αποφύσεις (**αιματοποφύσεις**) στους σπονδύλους του κορμού μένουν ανοιχτές ενώ στους σπονδύλους της ουράς ενώνονται στο κάτω τμήμα τους και σχηματίζουν μια αψίδα από την οποία περνούν η **αορτή** και η **κυρία φλέβα**. Και εδώ η αψίδα αυτή προεκτείνεται, προς τα κάτω αυτή τη φορά, και καταλήγει στην **αιματάκανθα**.

•Στη βάση των σπονδυλικών τόξων αναπτύσσονται οι **αρθρικές αποφύσεις** που δίνουν περισσότερη ευκαμψία στην σπονδυλική στήλη.



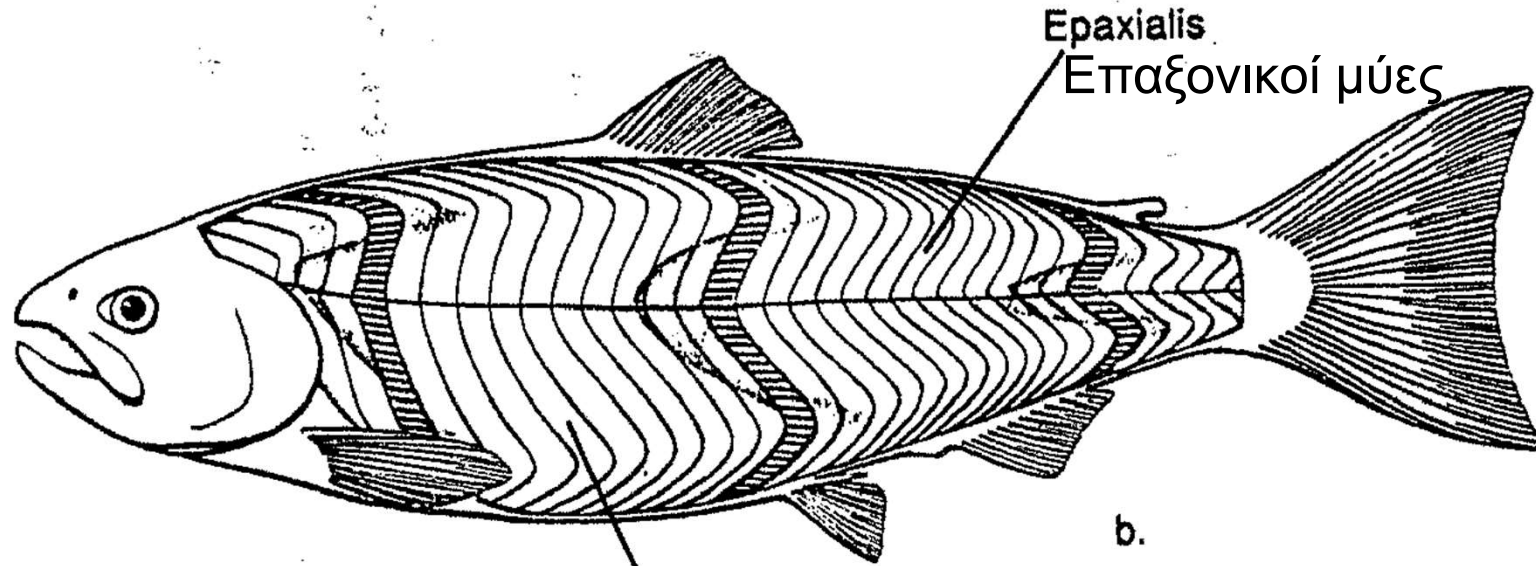
# ΤΟ ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- Τα ψάρια όπως όλα τα σπονδυλωτά έχουν τρεις κατηγορίες μυών,
  1. τους **καρδιακούς**,
  2. τους **λείους**
  3. και τους **γραμμωτούς** ή **σκελετικούς** μύες (ιστολογική διάκριση).
  
- Από άποψη πρόσφυσης υπάρχουν οι
  1. **σκελετικοί** (γραμμωτοί) και
  2. οι **μη σκελετικοί** (λείοι και καρδιακοί),
  
- ενώ από λειτουργικής απόψεως υπάρχουν
  1. οι **εκούσιοι** (σκελετικοί ή γραμμωτοί) και
  2. οι **ακούσιοι** (λείοι και καρδιακοί).

# ΤΟ ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- Οι **καρδιακοί μύες** μαζί με τον **συνδετικό ιστό** αποτελούν τους δύο κυριότερους ιστούς της καρδιάς.
- Έχουν έντονο κόκκινο χρώμα σε αντίθεση με τους σκελετικούς μύες που το χρώμα τους κυμαίνεται από λευκό μέχρι ρόδινο και σπάνια κοκκινωπό καφέ (ανάλογα με το είδος).
- Η συστολή των καρδιακών μυών είναι ακούσια, και σχηματίζουν το **μυοκάρδιο**, το οποίο καλύπτεται από το **επικάρδιο** ενώ εσωτερικά βρίσκεται το **ενδοκάρδιο**.
- Οι λείοι μύες στα ψάρια εντοπίζονται σε διάφορα όργανα όπως
  1. στον πεπτικό σωλήνα (επιμήκεις ή κυκλικές ίνες που διευκολύνουν τις κινήσεις της τροφής),
  2. στις αρτηρίες (κυκλικές ίνες που διατηρούν την πίεση του αίματος),
  3. στους αναπαραγωγικούς και στους απεκκριτικούς αγωγούς (κινούν τα αναπαραγωγικά και απεκκριτικά προϊόντα προς τις απεκκριτικές και αναπαραγωγικές οπές),
  4. και στους οφθαλμούς (μετατόπιση του φακού, διαστολή και συστολή της ίριδας).

•Οι γραμμωτοί ή σκελετικοί ή λευκοί μύες είναι κυρίως οι μυϊκές μάζες του κορμού, της ουράς, μύες των γνάθων, βραγχιακών τόξων, και πτερυγίων.



Υπαξονικοί μύες Hypaxialis

Supracarinalis

Κατακόρυφο διάφραγμα Vertical septum

Epaxial myotomes

Vertebra

Red lateral muscle

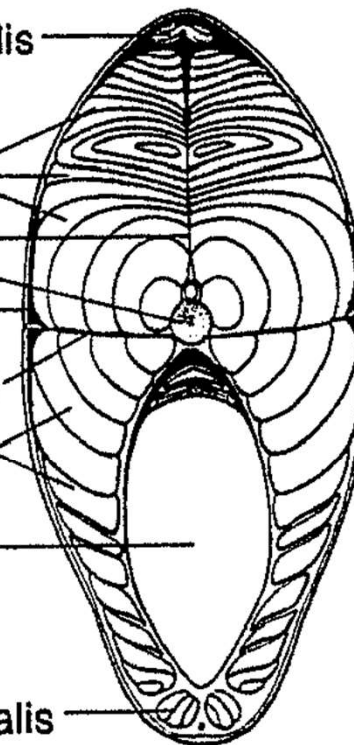
Οριζόντιο διάφραγμα Horizontal septum

Horizontal septum

Hypaxial myotomes

Body cavity

Infracarinalis



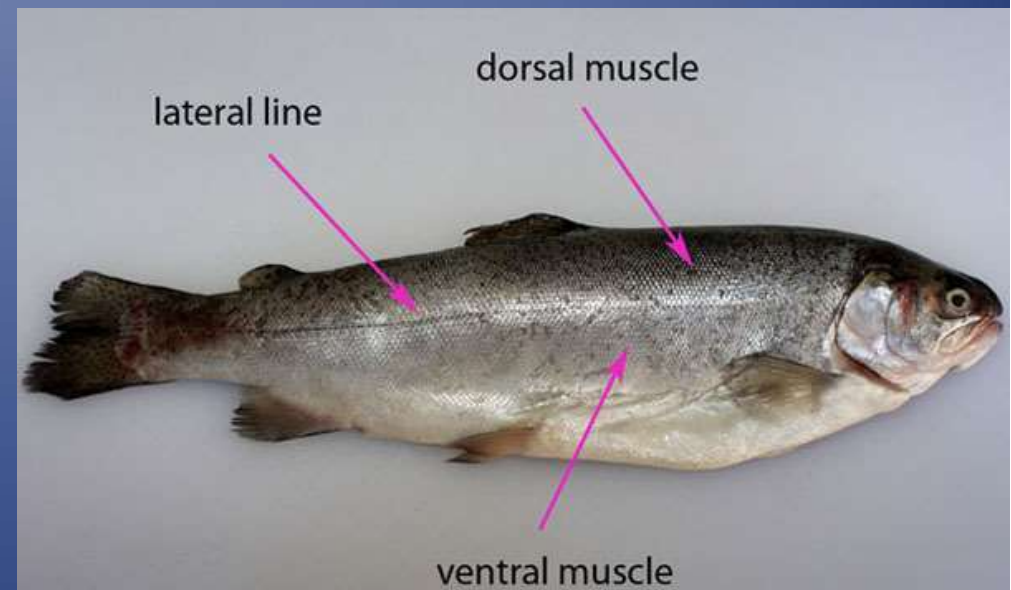
# ΤΟ ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

## Κορμός:

- Σε κάθε μεταμερίδιο του σώματος αντιστοιχεί ένα ζεύγος **μυομερών** τα οποία χωρίζονται από τα **μυοδιαφράγματα** ή **μυοκόμματα**.
- Οι ίνες των γραμμωτών μυϊκών μαζών του κορμού είναι προσανατολισμένες παράλληλα με τον άξονα του σώματος.
- Το οριζόντιο σκελετογενές διάφραγμα διαιρεί τους μυοτόμους σε **ραχιαίους** ή **επαξονικούς** και σε **κοιλιακούς** ή **υπαξονικούς**.

- Στους τελεόστεους υπάρχει κατά μήκος των πλευρών μια τρίτη μυϊκή μάζα που έχει την μορφή επίπεδης σφήνας ακριβώς κάτω από το δέρμα.

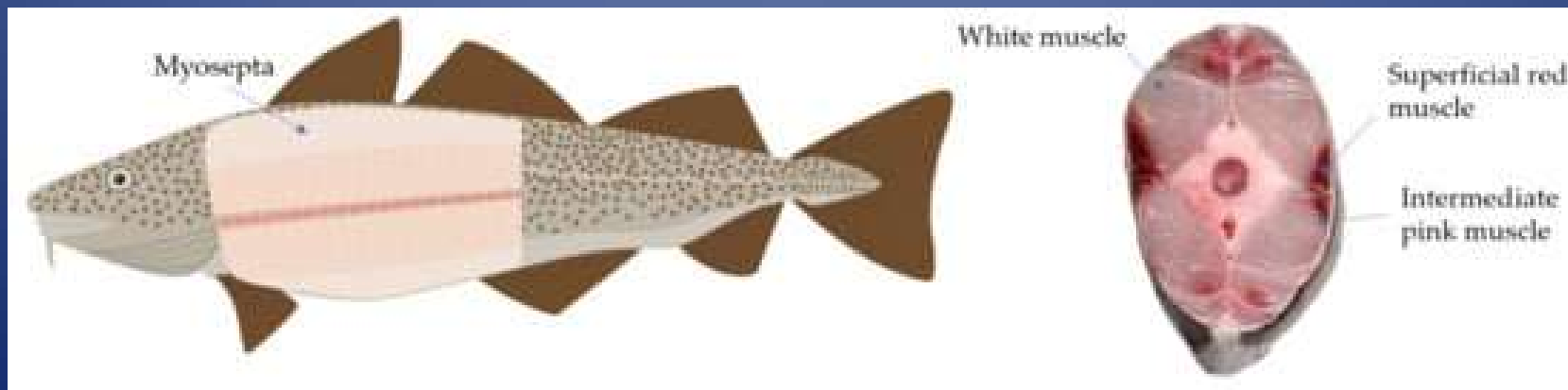
- Είναι οι **επιφανιακοί πλευρικοί** μύες που συνήθως είναι σκουρόχρωμοι με καλή αιμάτωση και μεγάλη περιεκτικότητα σε λίπος.





# ΤΟ ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

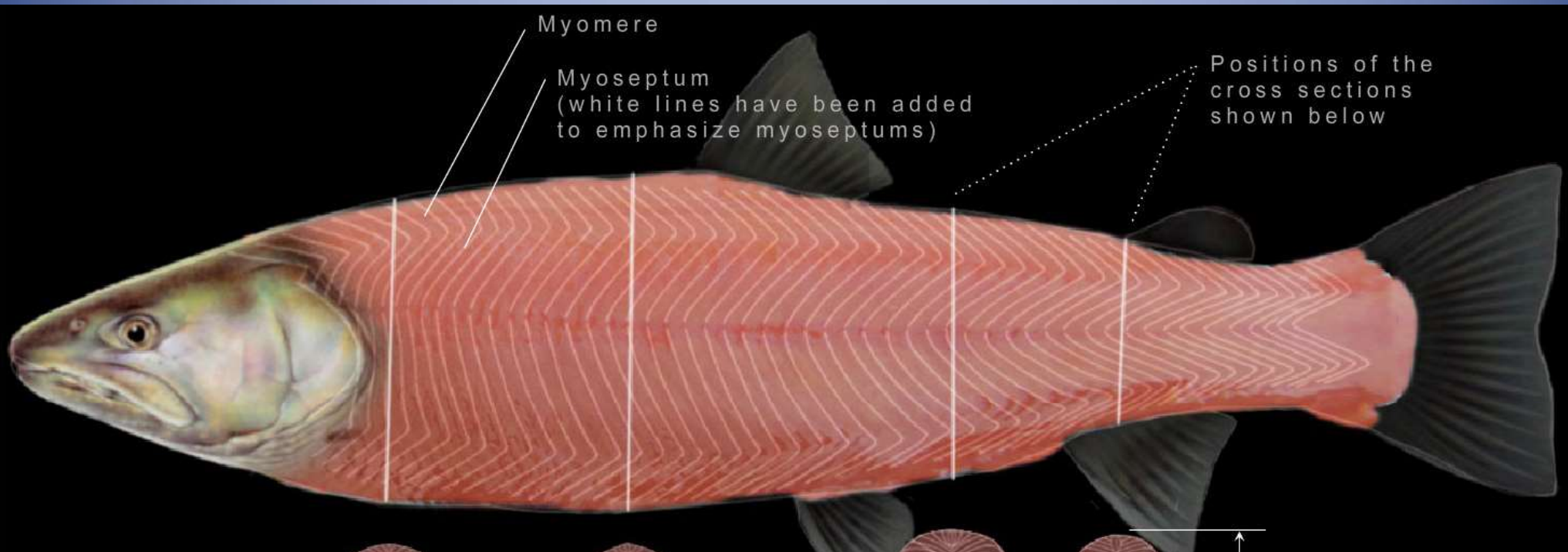
- Χρησιμεύουν στην κολυμβητική δραστηριότητα των ψαριών και είναι ανθεκτικοί στην κόπωση και στη χαμηλή συνεχόμενη ταχύτητα ή ταχύτητα πορείας.
- Είναι οι λεγόμενοι **ερυθροί** μύες που παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανάπτυξη στα σκομβροειδή, τονοειδή (Scombridae), στα σαφρίδια και τους συγγενείς τους (Carangidae), σε μερικούς καρχαρίες (Lamnidae), κ.λ.π.
- Μερικά σπαροειδή (Sparidae) και άλλοι τελεόστεοι έχουν ένα άλλο είδος μυός τον **ρόζ**, ο οποίος λειτουργικά είναι κάτι μεταξύ του λευκού και του ερυθρού μυός.
- Υπάρχουν και **κίτρινοι** μύες, στην καρδιά και στους μύες (προσαγωγός και απαγωγός) των πλευρικών πτερυγίων, σε ψάρια της Ανταρκτικής τα οποία δεν έχουν αιμογλοβίνη στο αίμα τους.



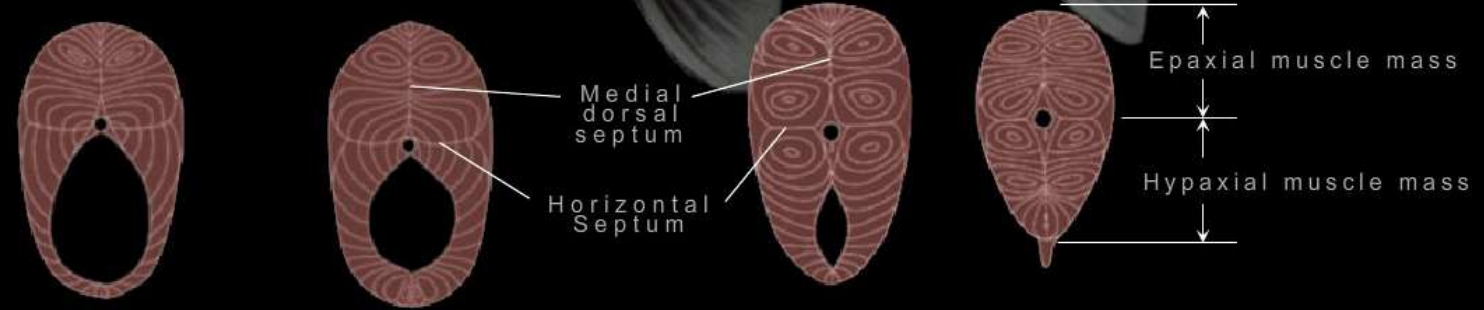
Myomere

Myoseptum  
(white lines have been added to emphasize myoseptums)

Positions of the cross sections shown below



Cross section views



Medial dorsal septum

Horizontal Septum

Epaxial muscle mass

Hypaxial muscle mass

# ΤΟ ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

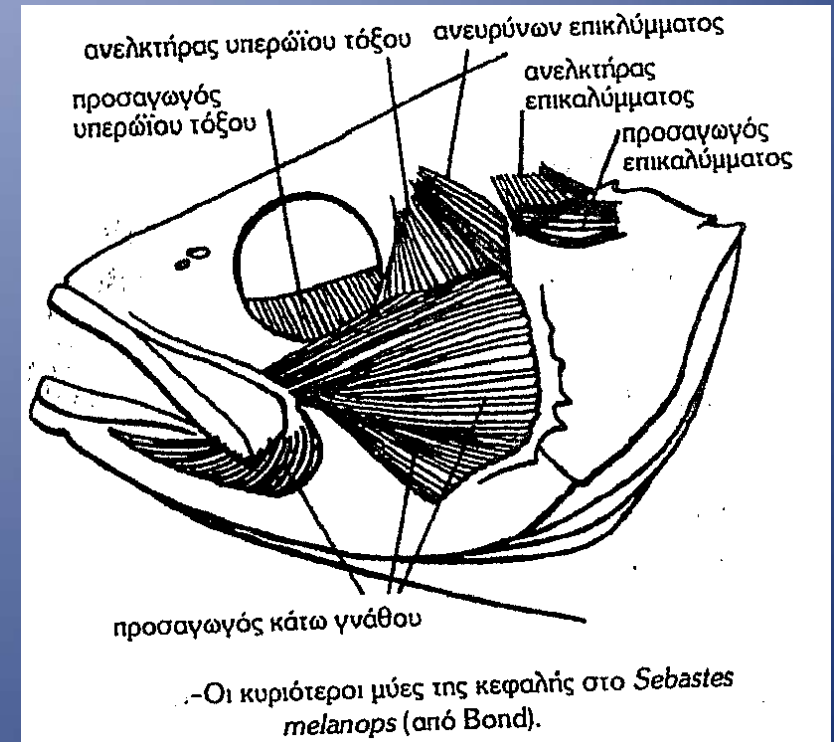
- Σκελετικοί μύες έχουν μετατραπεί σε ηλεκτρικά όργανα σε μερικές οικογένειες ψαριών και χρησιμοποιούνται για εύρεση τροφής (ηλεκτρικό χέλι *Gymnotus* sp.), για άμυνα (μουδιάστρα *Torpedo* sp.), και σαν αισθητήρια όργανα (ψάρια ελέφαντες *Mormyridae*).



# ΤΟ ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Κεφαλή:

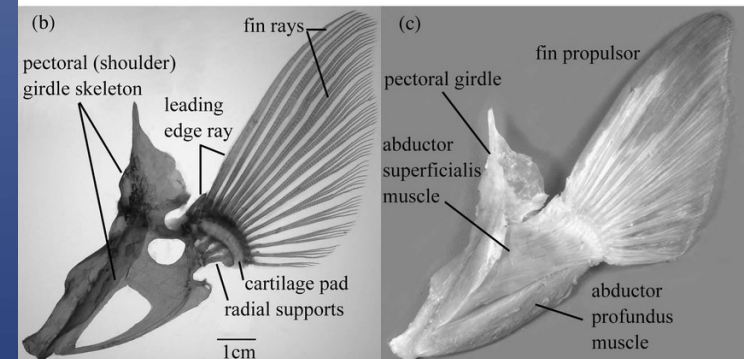
- Στους οστεϊχθύες έχουμε πολυάριθμα κινούμενα τμήματα των γνάθων, βραγχιακού επικαλύμματος, κλπ. που απαιτούν σύνθετη δέσμη μυών και διαφέρουν μεταξύ των ειδών ανάλογα με τις τροφικές συνήθειες του κάθε είδους.
- Ο προσαγωγός της γνάθου που κλείνει το στόμα είναι υπερτροφικός στα ψάρια που αποσπούν μεγάλα κομμάτια από την λεία τους.

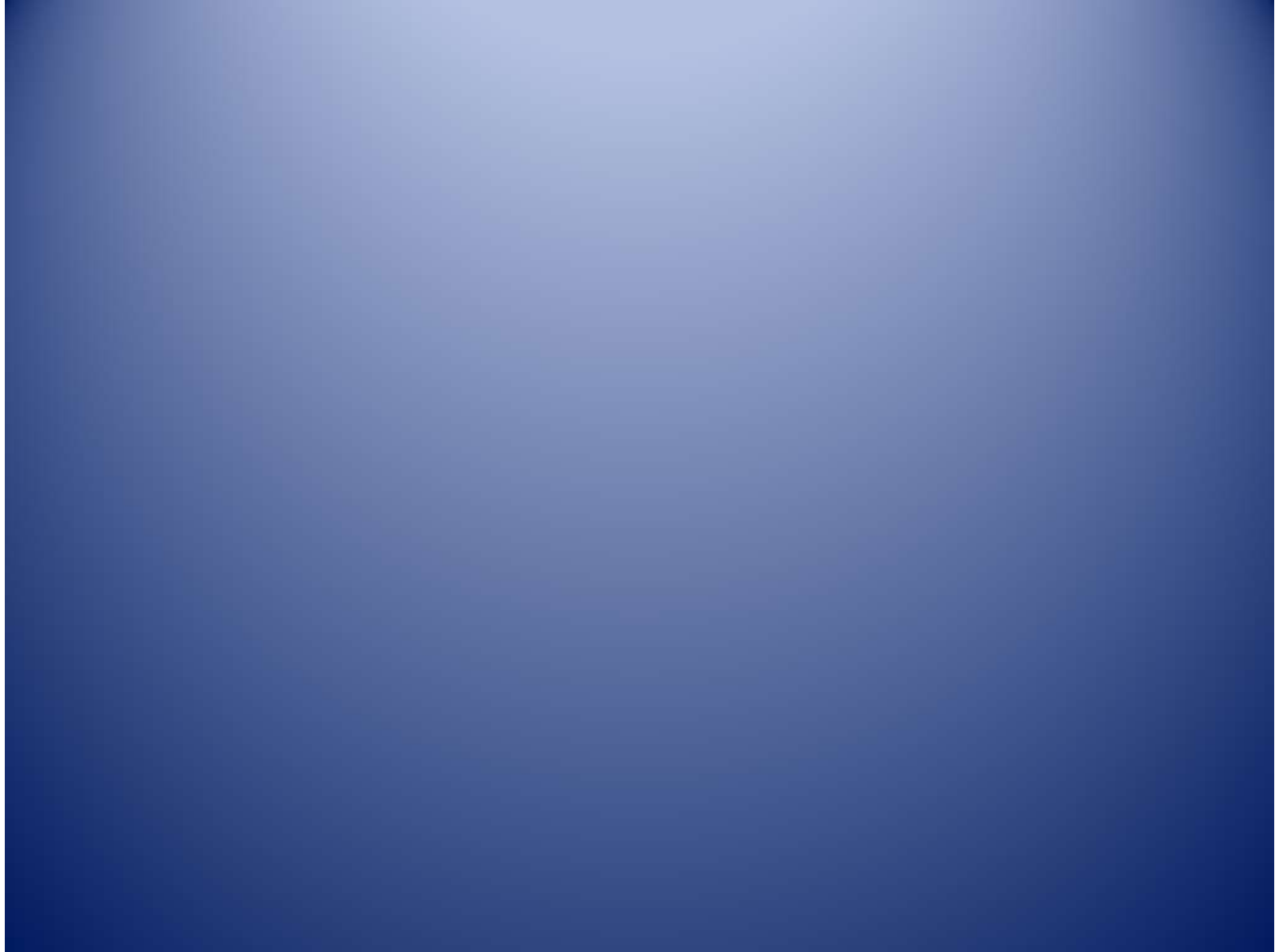


# ΤΟ ΜΥΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

## Πτερύγια:

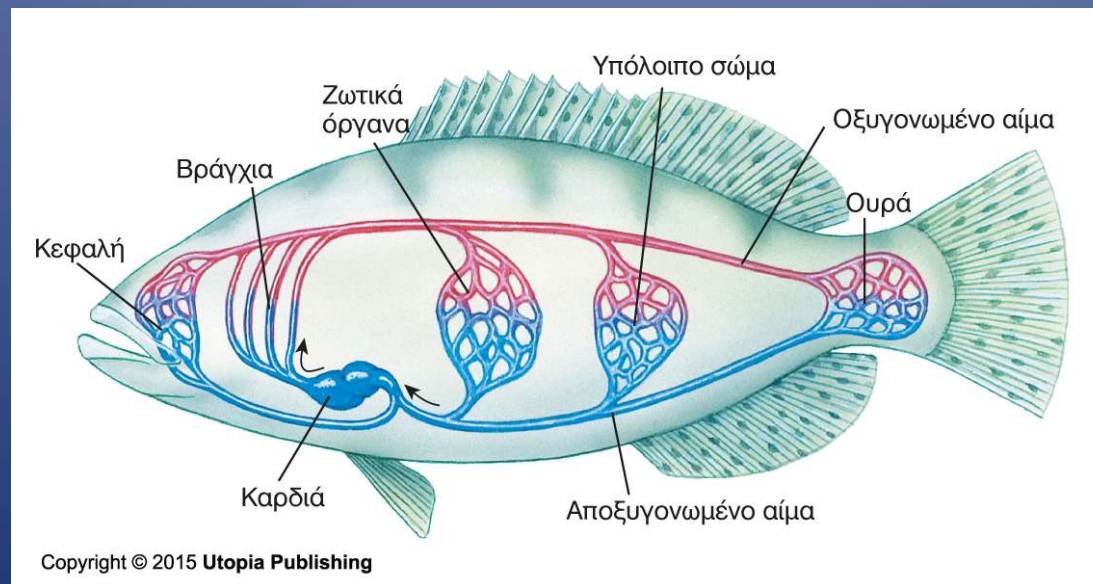
- Για την διαστολή και συστολή του ραχιαίου και του εδρικού πτερυγίου υπάρχουν οι τροπιδιαίοι μύες (υπερτροπιδιαίος και υποτροπιδιαίος) οι οποίοι είναι λεπτοί και επιμήκεις μύες.
- Κάθε ακτίνα του ραχιαίου και του εδρικού πτερυγίου, έχει μια δέσμη ανωρθωτήρες και καθελτήρες μύες. Τα πτερύγια με μαλακές ακτίνες έχουν μύες που ονομάζονται κλείνοντες.
- Οι μύες των ζυγών πτερυγίων (πλευρικά, πελβικά) είναι απαγωγοί, προσαγωγοί και ορθωτήρες.



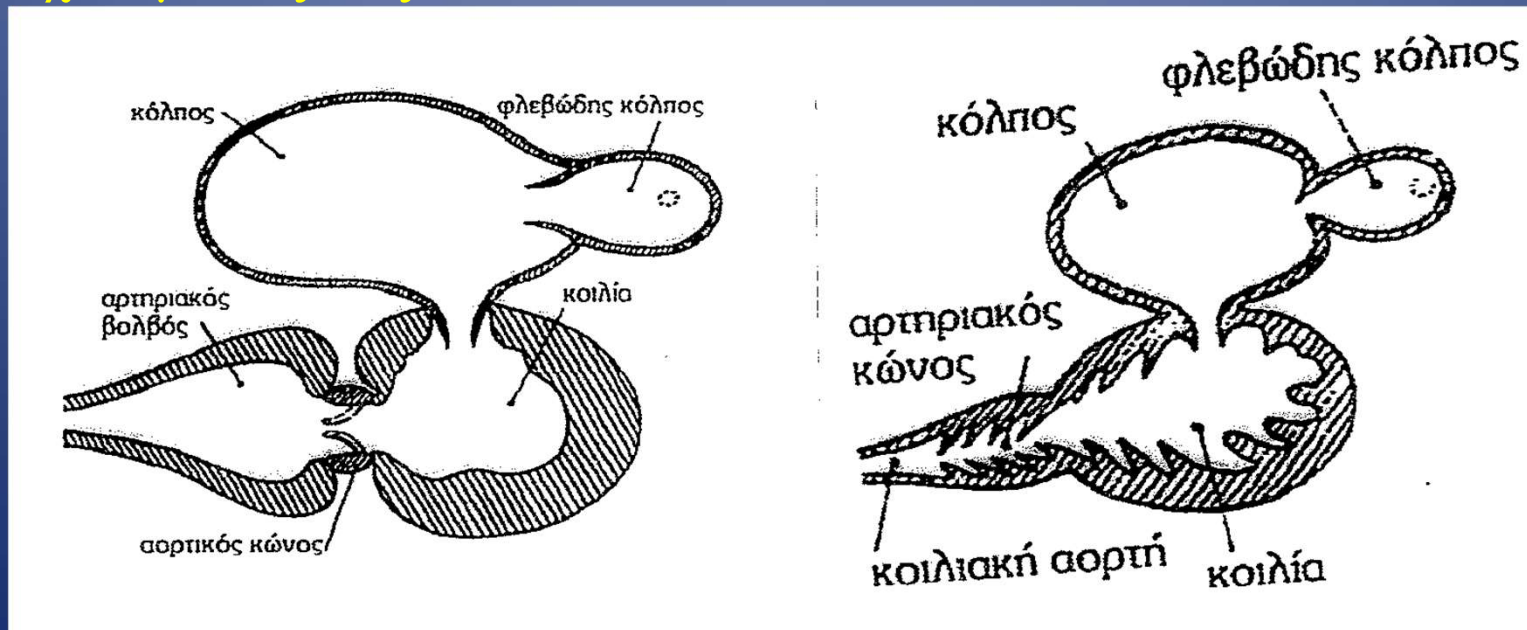


# ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- Το καρδιαγγειακό σύστημα συνδέεται κυρίως με την
  1. αναπνοή
  2. απέκκριση
  3. οσμορύθμιση και
  4. Χώνεψη
- Η βασική ροή αίματος στα ψάρια είναι από την καρδιά στα βράγχια, στο σώμα, και πίσω στην καρδιά.

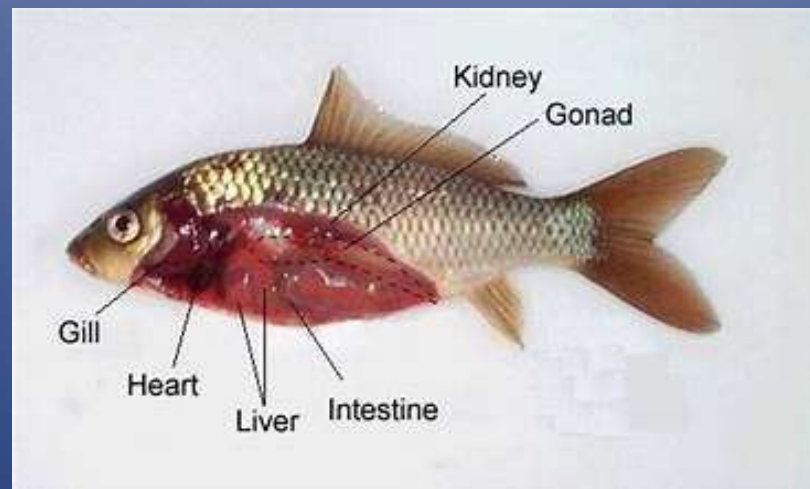


- Η καρδιά βρίσκεται, σε όλα τα ψάρια, πίσω και κάτω σε σχέση με τη θέση των βραγχίων.
- Περιλαμβάνει έναν φλεβώδη κόλπο, έναν κόλπο, μία κοιλία και έναν αρτηριακό βολβό ή αρτηριακό κώνο.
- Ο αρτηριακός κώνος είναι μυώδης και βρίσκεται στους χονδριχθείς και στα πνευμονόψαρα. Στα πνευμονόψαρα ο κόλπος και η κοιλία είναι χωρισμένοι διαχωρίζοντας μερικώς το οξυγονωμένο από το μη οξυγονωμένο αίμα.
- Στα ακτινοπτερύγια έχει αντικατασταθεί από τον αρτηριακό βολβό ο οποίος δεν έχει «μυϊκές ίνες».

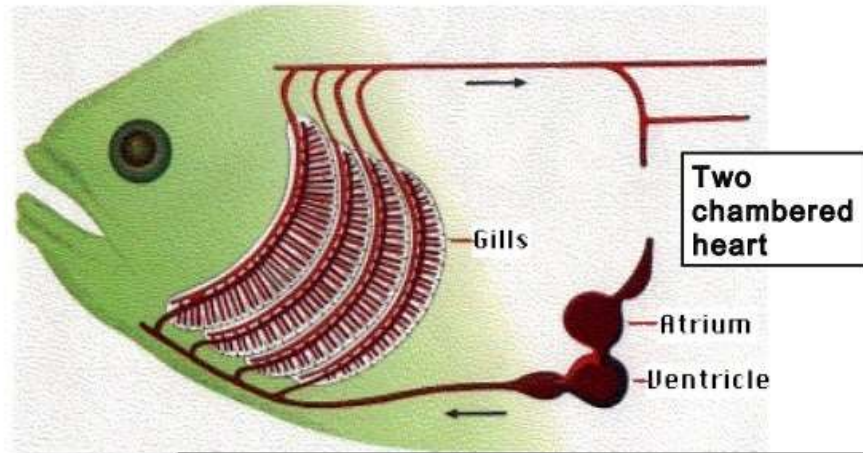
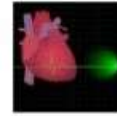




- Το μέγεθος της καρδιάς σαν ποσοστό του βάρους του σώματος είναι μικρότερο στα ψάρια από ότι στα άλλα σπονδυλωτά.
- Τα όχι πολύ δραστήρια ψάρια έχουν καρδιές μικρότερες από το 1/1000 του βάρους σώματος τους
- Πιο δραστήρια ψάρια (τόνοι, σκουμπριά) 1.2/1000 και τα χελιδονόψαρα 2.1/1000.



# FISH



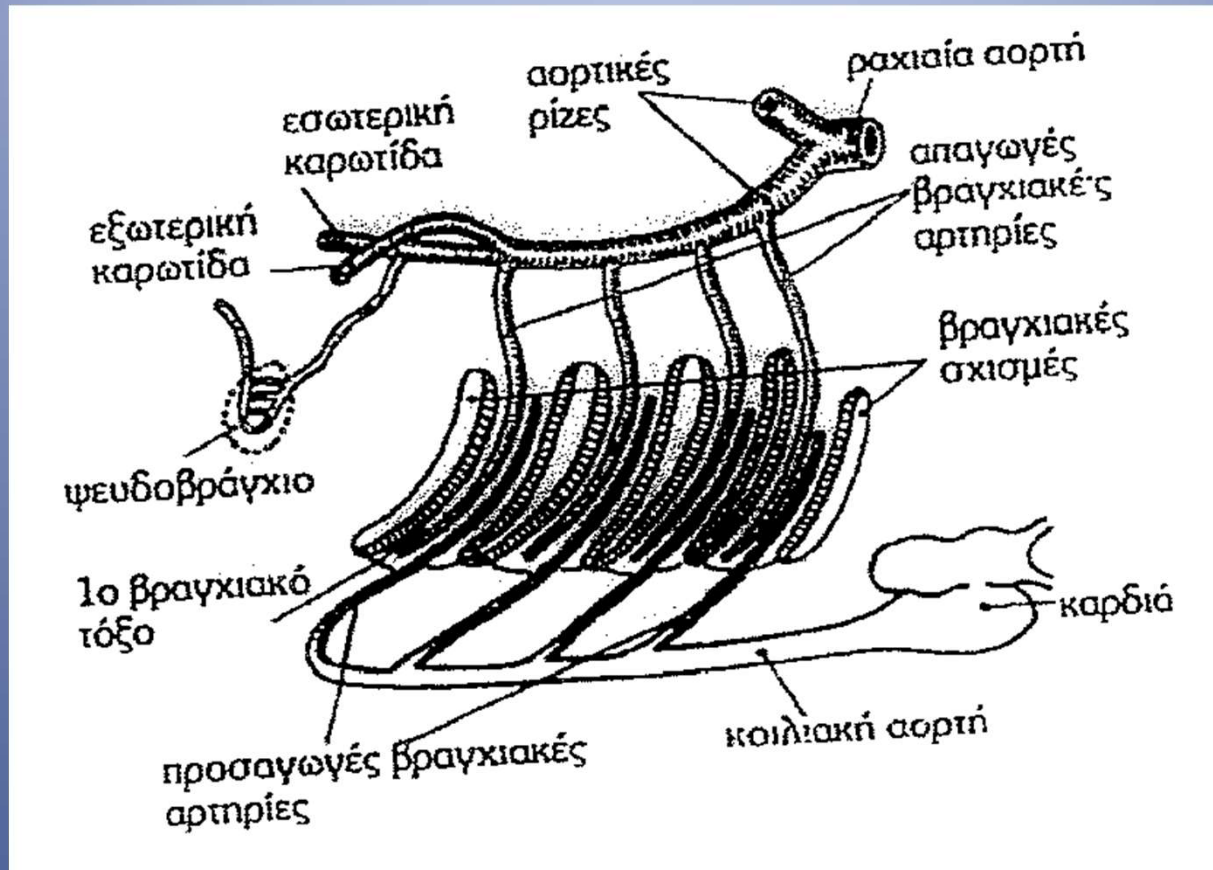
Blood flows to gills and then rest of the body



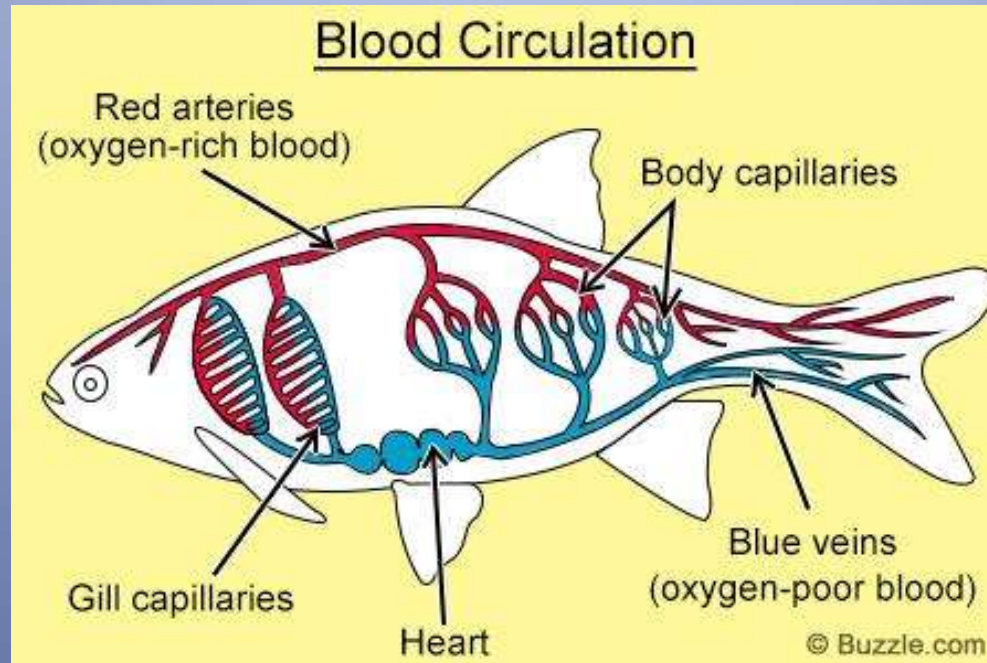
Το αρτηριακό σύστημα αποτελείται από

1. τα **προσαγωγά βραγχιακά αγγεία**, τα οποία φέρουν το αίμα από την καρδιά στα βράγχια για οξυγόνωση, και
2. τα **απαγωγά βραγχιακά αγγεία** που μεταφέρουν το οξυγονωμένο αίμα από τα βράγχια στην ραχιαία αορτή, και
3. τέλος την **ραχιαία αορτή** που το μοιράζει σε όλο το σώμα του ψαριού.

- Τα προσαγωγά βραγχιακά αγγεία είναι η **κοιλιακή αορτή** και τα 4 ζεύγη (**5 στους χονδριχθύες**) **προσαγωγών αρτηριών** που προσέρχονται στα **βραγχιακά διαφράγματα** για να καταλήξουν στα βράγχια όπου και αναλύονται σε **τριχοειδή**.

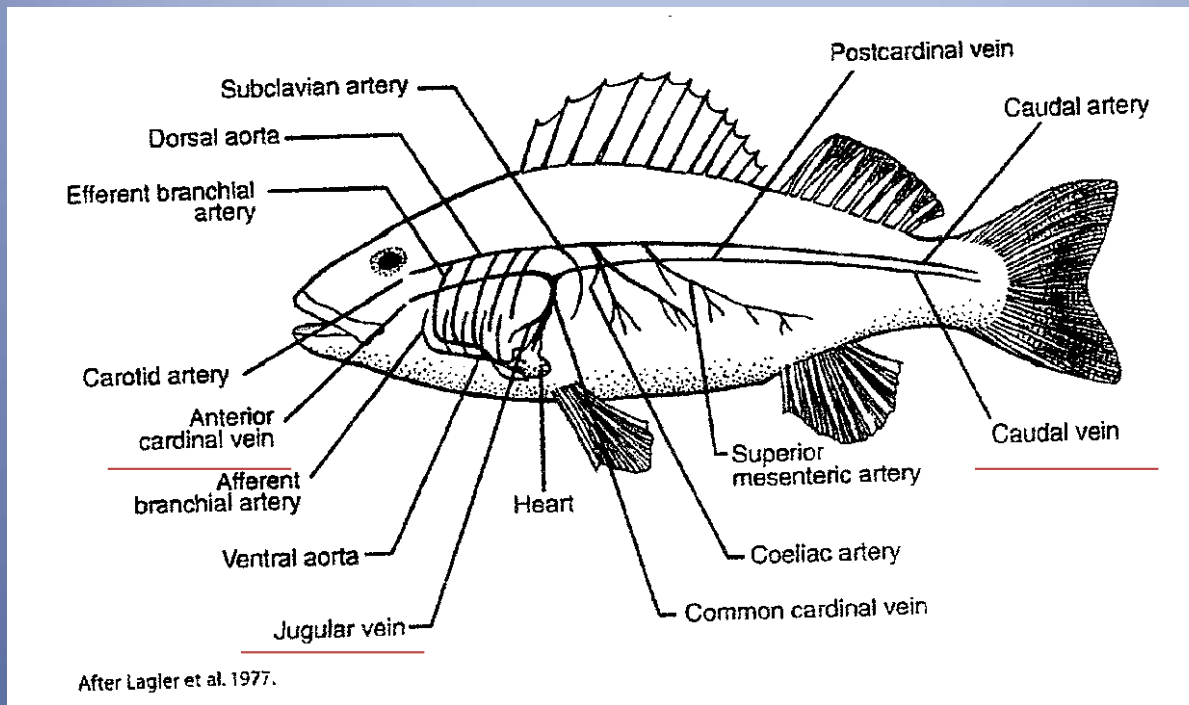


- Τα απαγωγά βραγχιακά αγγεία αποτελούνται από τις επιβραγχιακές αρτηρίες (στους χονριχθύες σε κάθε προσαγωγό αρτηρία αντιστοιχούν 2 επιβραγχιακές αρτηρίες).



Η ραχιαία αρτητή προμηθεύει στον κορμό

1. ένα ζεύγος υποκλειδων αρτηριών (καταλήγουν στα θωρακικά πτερύγια),
2. την κοιλιακή αρτηρία (καταλήγει στο στομάχι, ήπαρ, πάγκρεας)
3. την μεσεντερική αρτηρία (καταλήγει στο έντερο)
4. την ουραία αρτηρία, και άλλες μικρότερες αρτηρίες.



## Φλέβες: Το φλεβικό σύστημα αποτελείται από

- τις κύριες φλέβες - **πρόσθια φλέβα** που συγκεντρώνει αίμα από το κεφάλι και **οπίσθια φλέβα** που συγκεντρώνει αίμα από το πίσω μέρος του σώματος,
- την **σφαγίτιδα φλέβα** - παίρνει αποξυγονωμένο αίμα από το κεφάλι πίσω στην καρδιά
- τις **υπερηπατικές φλέβες**,
- τη **φλέβα νηκτικής κύστης κ.α**

# ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

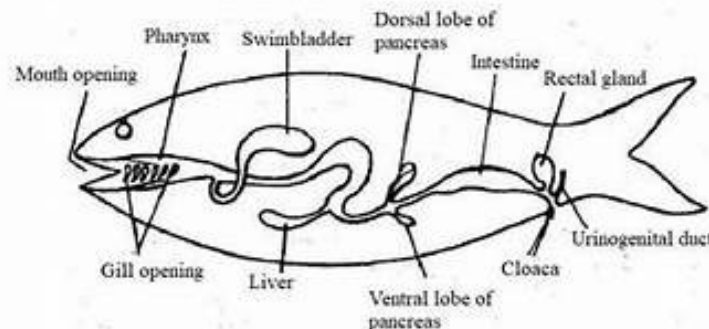
- Όπως και σε άλλα σπονδυλωτά το πεπτικό σύστημα χωρίζεται στο **πρόσθιο** και το **οπίσθιο** τμήμα.

Το πρόσθιο περιλαμβάνει

1. το **στόμα** και
2. την **στοματοφαρυγγική κοιλότητα**

Το οπίσθιο τμήμα περιλαμβάνει

1. τον **οισοφάγο**,
2. το **στομάχι**, και
3. το **έντερο** που καταλήγει στην **έδρα**



# ΤΟ ΣΤΟΜΑ

- Υποβαστάζεται από τις γνάθους όπου φυτρώνουν τα δόντια
- Στο δάπεδο της στοματικής κοιλότητας βρίσκεται η γλώσσα
- Στους οστεϊχθείς τα δόντια μπορεί να φύονται σε διαφορετικά οστά (ανάλογα με το είδος του ψαριού), ενώ στους χονδριχθείς δόντια έχουμε μόνο στους γνάθους

- Τα δόντια διακρίνονται ανάλογα με τη λειτουργία τους σε:

1. κτενόμορφα,
2. τριχόμορφα,
3. κυνοδοντόμορφα,
4. κοπτηρόμορφα, και
5. μασητικά

- Ανάλογα με το οστό πάνω στο οποίο φυτρώνουν τα δόντια στα ψάρια

- μπορεί να είναι
1. προγναθικά,
  2. γναθικά,
  3. υπερώια,
  4. υνικά, κλπ.

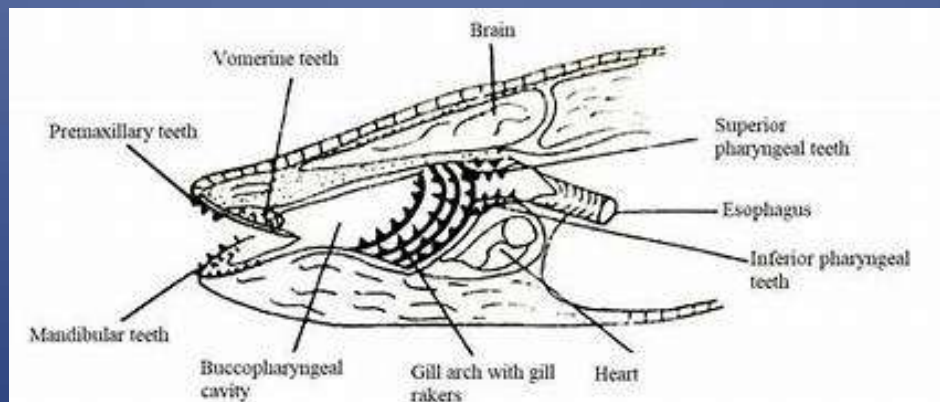


Fig. Showing Longitudinal Section of Head of *Clarias batrachus*

- Πολλά είδη ψαριών δεν έχουν δόντια στην στοματική κοιλότητα αλλά τα μόνα είδη δοντιών που έχουν είναι τα **φαρυγγικά δόντια**.
- Δεν έχουν αδαμαντίνη και ανανεώνονται περιοδικά.
- Αυτά τα είδη δοντιών είναι πολύ χαρακτηριστικά και ποικίλα στις οικογένειες των Κυπρινοειδών, των Λαμπρίδων και των Κιχλίδων άλλα υπάρχουν και σε πολλές άλλες οικογένειες.



*Pterophyllum scalare*

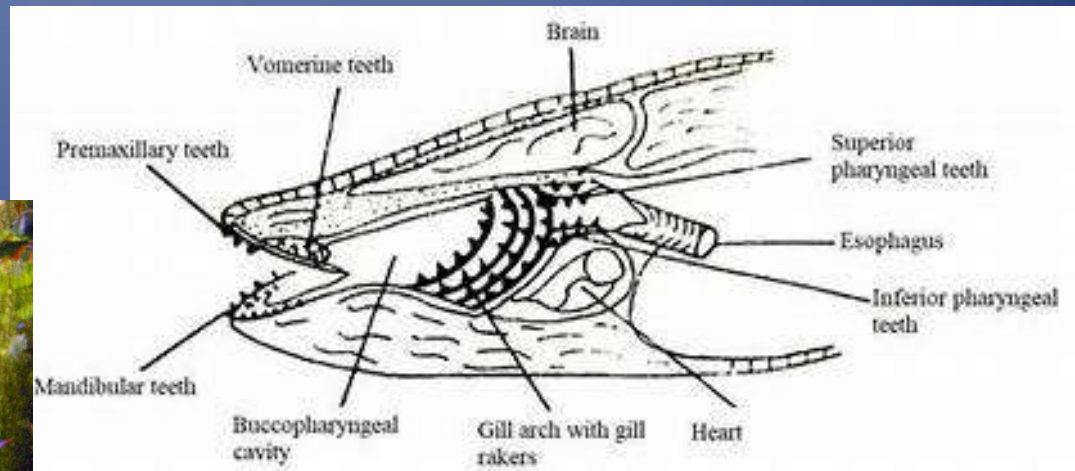


Fig. Showing Longitudinal Section of Head of *Clarias batrachus*



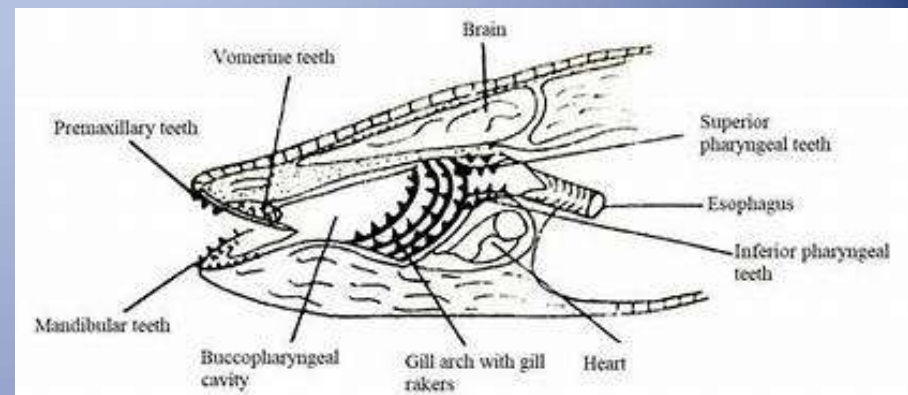


Fig. Showing Longitudinal Section of Head of *Clarias batrachus*

- Εκτός των φαρυγγικών δοντιών στο φάρυγγα των ψαριών υπάρχει και ένα **δίκτυο βραγχιακών ακάνθων** που διηθούν το νερό και κατακρατούν τους μικροοργανισμούς.
- Ο αριθμός, το μέγεθος, η διάμετρος, και η απόσταση μεταξύ των βραγχιακών ακανθών ποικίλει ανάλογα με το είδος και τις τροφικές του συνήθειες.
- Έτσι είδη όπως τα Κλουπεοειδή (Clupeidae - ρέγγα-σαρδέλα), που «φιλτράρουν» το νερό και τρέφονται με τους μικροοργανισμούς που κατακρατούν, έχουν πολλές, λεπτές και μακριές βραγχιακές άκανθες που βρίσκονται κοντά η μια με την άλλη σε αντίθεση με τα σαρκοφάγα ψάρια που έχουν λιγότερες, πιο κοντές και με μεγαλύτερη διάμετρο βραγχιακές άκανθες.

- Ο οισοφάγος στα ψάρια είναι κοντός και καταλήγει στο στομάχι
- Το **στομάχι** είναι όργανο που συγκρατούνται οι τροφές και υφίστανται την πρώτη κύρια χημική επεξεργασία

Αποτελείται από την καρδιακή και την πυλωρική μοίρα

- Ορισμένα ψάρια χρησιμοποιούν το στομάχι τους για άμυνα (με γέμισμα του με νερό και αέρα, Tetraodontidae, Diodontidae), σαν όργανο θραύσης της τροφής (Acipenseridae, Mugilidae, Dorosoma sp.), και για πρόσληψη οξυγόνου (Plecostomous sp. -catfish ).

- Μερικά ψάρια όπως οι Holocerplali, οι Dipnoi, μερικά Cyprinidae, τα Labridae και τα Scaridae δεν έχουν στομάχι, και δεν μπορούν να διαλύσουν οστά ή κελύφη μια και χωρίς στομάχι δεν εκκρίνουν πεψίνη ή υδροχλωρικό οξύ



Χίμαιρες

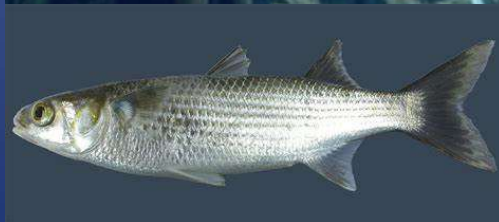


(Parrotfish)

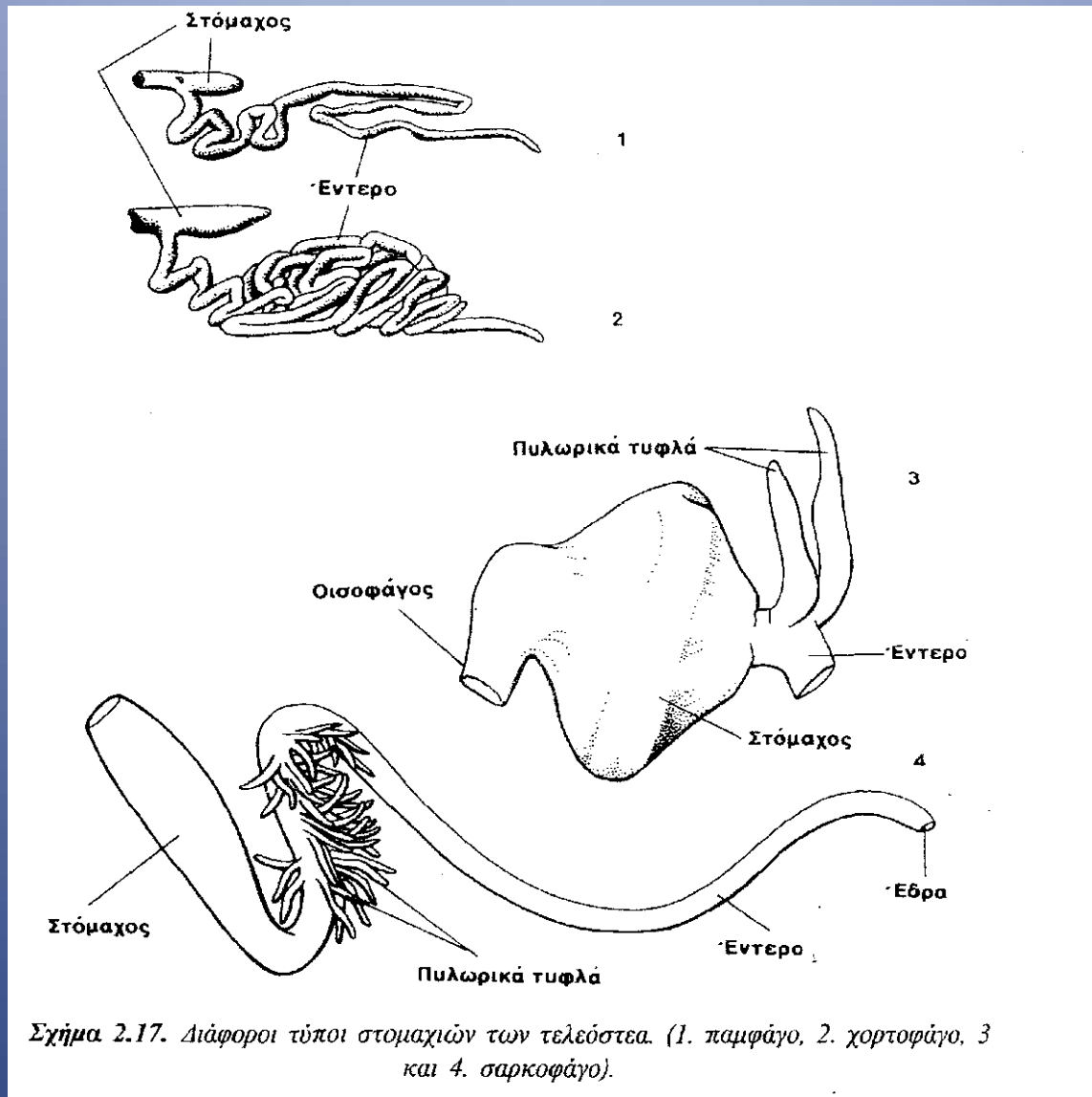
reefapp.net



Lungfish



- Το **έντερο** αρχίζει από το δωδεκαδάκτυλο στον οποίο εκβάλλουν τα πυλωρικά τυφλά και καταλήγει στην έδρα.
- Το μήκος του εντέρου διαφέρει από είδος σε είδος
- Κατά κανόνα τα φυτοφάγα ψάρια έχουν μακρύ έντερο ενώ τα σαρκοφάγα κοντό.
  
- Για παράδειγμα πλανκτονοφάγα και θρυμματοφάγα ψάρια έχουν έντερα με μήκος 2-20 φορές το μήκος του σώματος τους ενώ σαρκοφάγα έχουν έντερα με μήκος 0,3 - 0,75 φορές το μήκος του σώματος τους
- Οι καρχαρίες, ο κοιλάκανθος (Latimeria) , τα πνευμονόψαρα, και τα κορκοδειλόψαρα έχουν έντερο σαν σπειροειδής βαλβίδα, μια μορφολογία που αυξάνει την επιφάνεια του εντέρου.
  
- Τα **πυλωρικά τυφλά** μοιάζουν με μικρούς σάκους και ο αριθμός τους ποικίλει

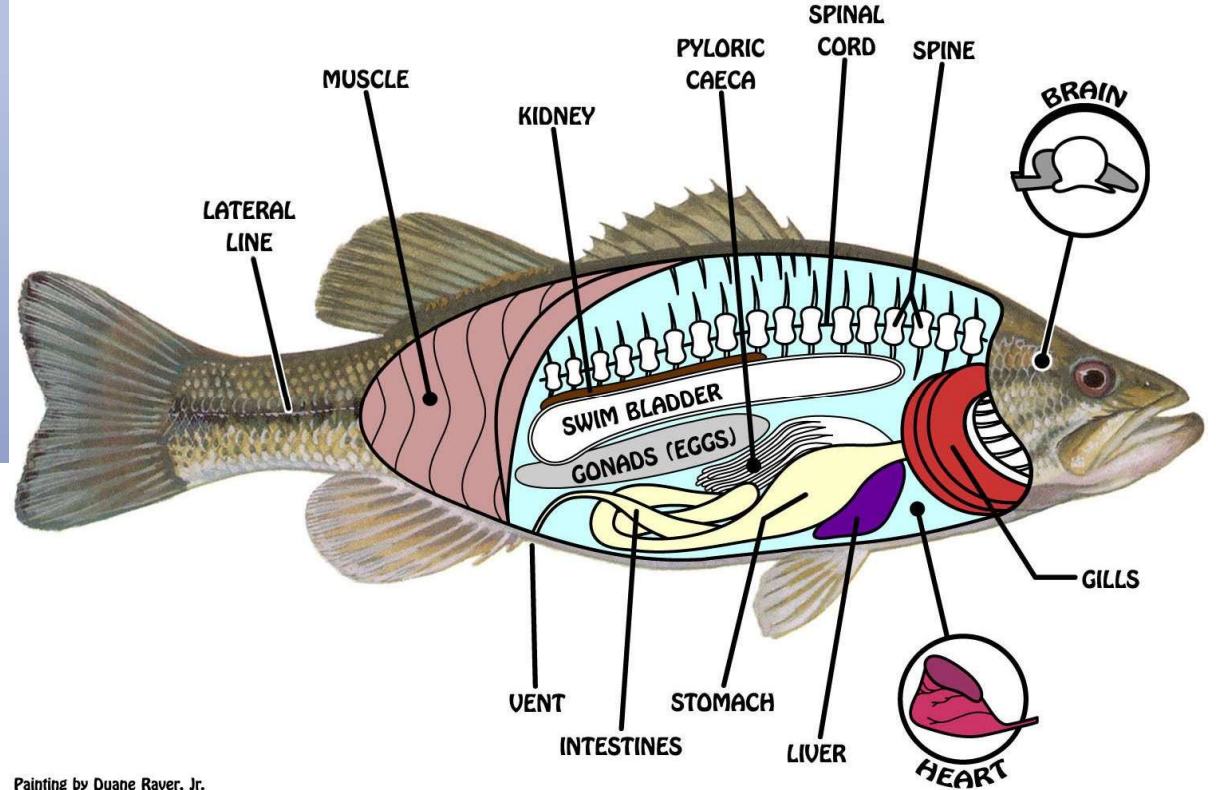


Σχήμα 2.17. Διάφοροι τύποι στομαχιών των τελεόστεα. (1. παμφάγο, 2. χορτοφάγο, 3 και 4. σαρκοφάγο).

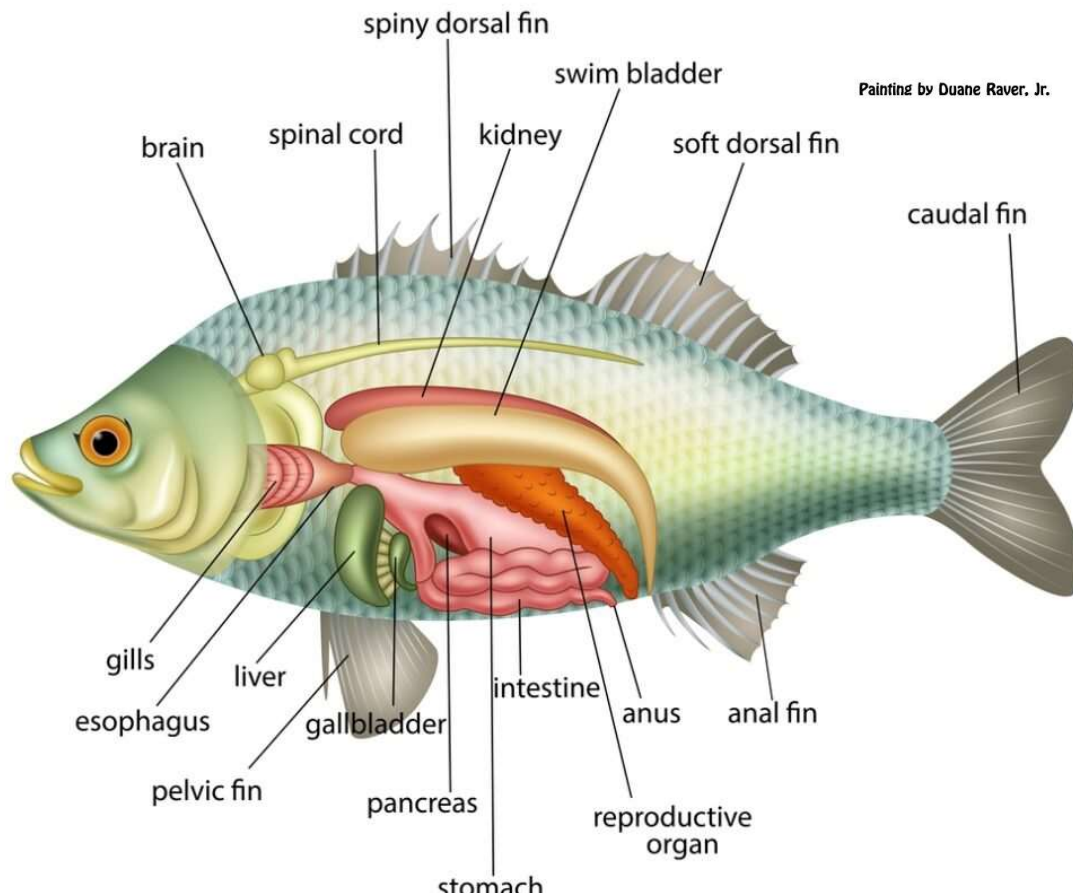
- Το **συκώτι (ήπαρ)** είναι ένας μεγάλος αδένας που σε μερικά είδη φτάνει και το 20% του σωματικού τους βάρους και βρίσκεται είτε πάνω είτε γύρω από το στομάχι.
- Μπορεί να έχει 1 (π.χ. σολωμός), 2 (τα περισσότερα ψάρια) ή 3 (π.χ. σκουμπρί) λοβούς.
- Το συκώτι εκκρίνει χολή , αποθηκεύει γλυκογόνο και λίπος και παίρνει μέρος στην πέψη.
- Το συκώτι σε ψάρια όπως οι καρχαρίες και ο μπακαλιάρος είναι πλούσιο σε βιταμίνες Α και D.
- Πολλά είδη καρχαριών ψαρευόταν για αυτό το λόγο πριν την χημική παρασκευή αυτών των βιταμινών.

- Το **πάγκρεας** εκκρίνει ένζυμα που χρησιμοποιούνται στην πέψη.
- Σε είδη ψαριών τα οποία έχουν σκληρές ακτίνες στα πτερύγια είναι ενωμένο με το σκώτι σχηματίζοντας το ηπατοπάγκρεας ενώ σε εκείνα με μαλακές ακτίνες και στους χονδριχθύες είναι ξεχωριστό όργανο
- Η **σπλήνα** είναι ένας αδένας με σκούρο κόκκινο χρώμα και βρίσκεται πίσω από το στομάχι.
- Η **χολή** περιέχει άλατα που βοηθούν στην μετατροπή της οξύτητας του στομάχου στις ουδέτερες συνθήκες που επικρατούν στο έντερο.

# FISH ANATOMY



Painting by Duane Raver, Jr.

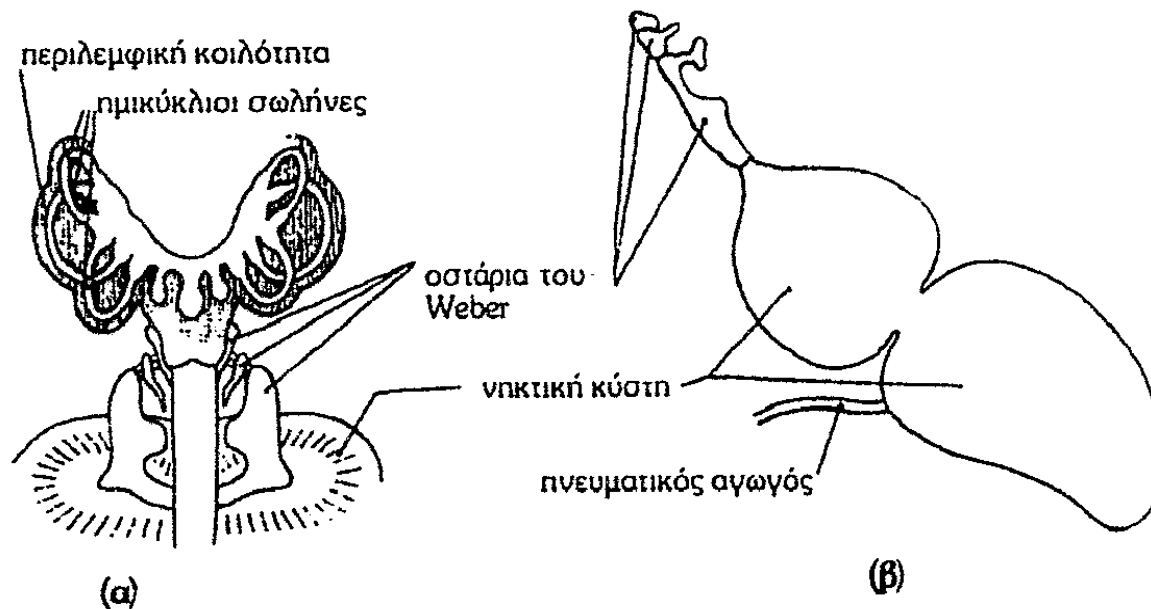


# ΝΗΚΤΙΚΗ ΚΥΣΤΗ

- Η νηκτική κύστη ή αεροφόρος σάκος είναι μια διαφοροποίηση του πεπτικού σωλήνα γεμάτη με  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , και  $\text{N}_2$  σε διαφορετικές αναλογίες από ότι στον ατμοσφαιρικό αέρα.
- Το υδροστατικό αυτό όργανο επιτρέπει στα ψάρια, που το φέρουν, να αιωρούνται στο νερό σε οποιοδήποτε βάθος.
- Τα ψάρια που δεν έχουν αυτό το υδροστατικό όργανο μένουν πάντα στον πυθμένα (γλώσσες κλπ.) ή κινούνται συνεχώς (αρκετοί χονδριχθείς, σκουμπρί, τόνος κλπ.).
- Η νηκτική κύστη είναι ένας μεμβρανώδεις ανθεκτικός σάκος που αποτελείται από έναν ή δύο θαλάμους.



- Στα πρωτόγονα ψάρια επικοινωνεί με τον οισοφάγο με τον **αεροφόρο** ή **πνευματικό αγωγό**, ενώ στα πιο εξελιγμένα ο αγωγός αυτός έχει ατροφήσει.
- Τα ψάρια που έχουν αεροφόρο αγωγό λέγονται **φυσόστομοι** ενώ εκείνα που δεν έχουν λέγονται **φυσόκλειστοι**.
- Σε εξελιγμένες μορφές ψαριών η νηκτική κύστη παρουσιάζει μια περιοχή έκκρισης (**ερυθρό σώμα** ή **ερυθρός αδένας**) και μια περιοχή απορρόφησης (**ωοειδές σώμα**) του αερίου όπου υπάρχει μια εξαιρετικά πυκνή διάταξη τριχοειδών αγγείων.

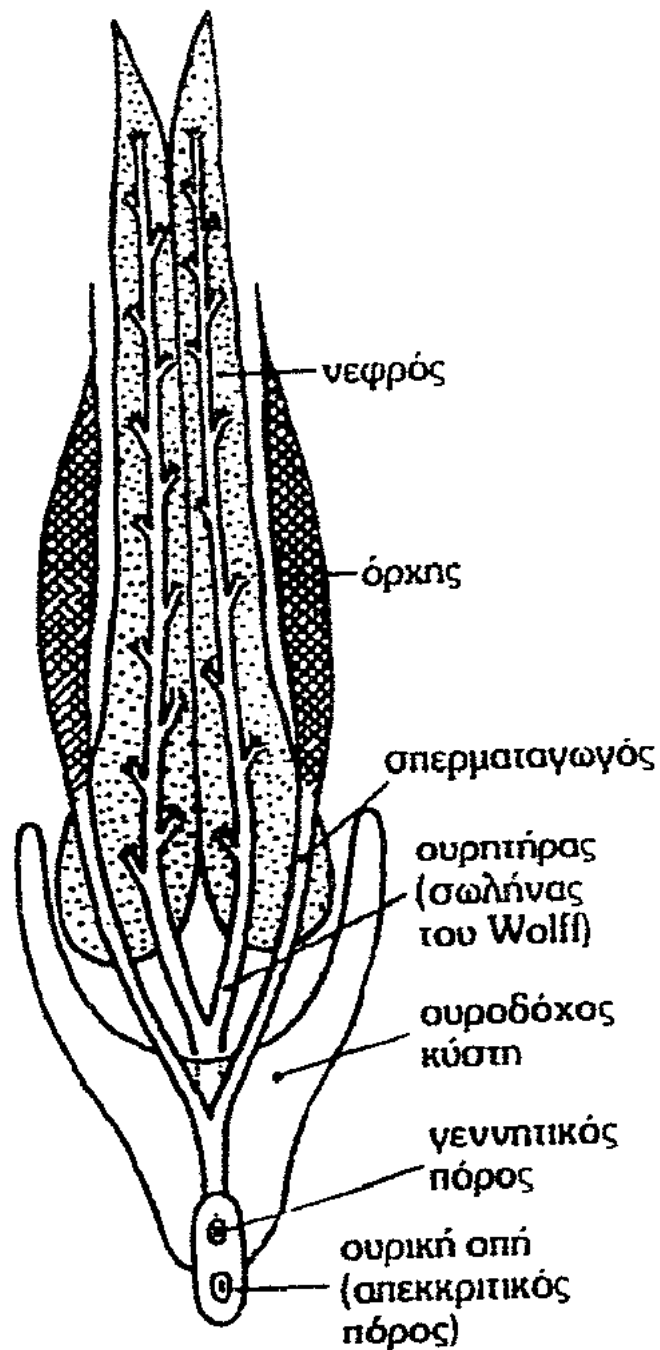


- Τα οστάρια του Weber στους Οσταριόφυσους Τελεοστέους: (α) σχέση με το έσω ους, (β) σχέση με τη νηκτική κύστη (από Boué & Chanton).

- Ψάρια όπως τα κυπρινοειδή, που ανήκουν στην ομάδα Osteriophysi, χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη μιας αλυσίδας από 3 οστάρια (**οστάρια του Weber**) που βρίσκεται ανάμεσα στην νηκτική κύστη και στον μεμβρανώδη λαβύρινθο του έσω ους.
- Τα οστάρια του Weber είναι το **σκαφοειδές**, που εφάπτεται στον λαβύρινθο, το **εμβόλιμο**, και ο  **τρίπους** που ακουμπά επάνω στην νηκτική κύστη.
- Αυτά τα οστά επιτρέπουν στα ψάρια που τα έχουν να αντιλαμβάνονται ήχους υψηλής συχνότητας καθώς και άλλες μεταβολές της υδροστατικής πίεσης που δέχεται η νηκτική κύστη.

# ΑΠΕΚΚΡΙΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- Το απεκκριτικό ή ουροποιητικό και το γεννητικό σύστημα έχουν κοινή καταγωγή και βρίσκονται σε στενή συνάφεια.
- Το απεκκριτικό σύστημα συγκροτείται από τους νεφρούς και τους απεκκριτικούς αγωγούς (σωλήνες του Wolff, ουρητήρες, κλπ.).
- Στους τελεόστεους οι νεφροί σχηματίζουν δύο επιμήκεις μάζες που βρίσκονται συμμετρικά τοποθετημένες στην ραχιαία επιφάνεια της περιπλαχνικής κοιλότητας.

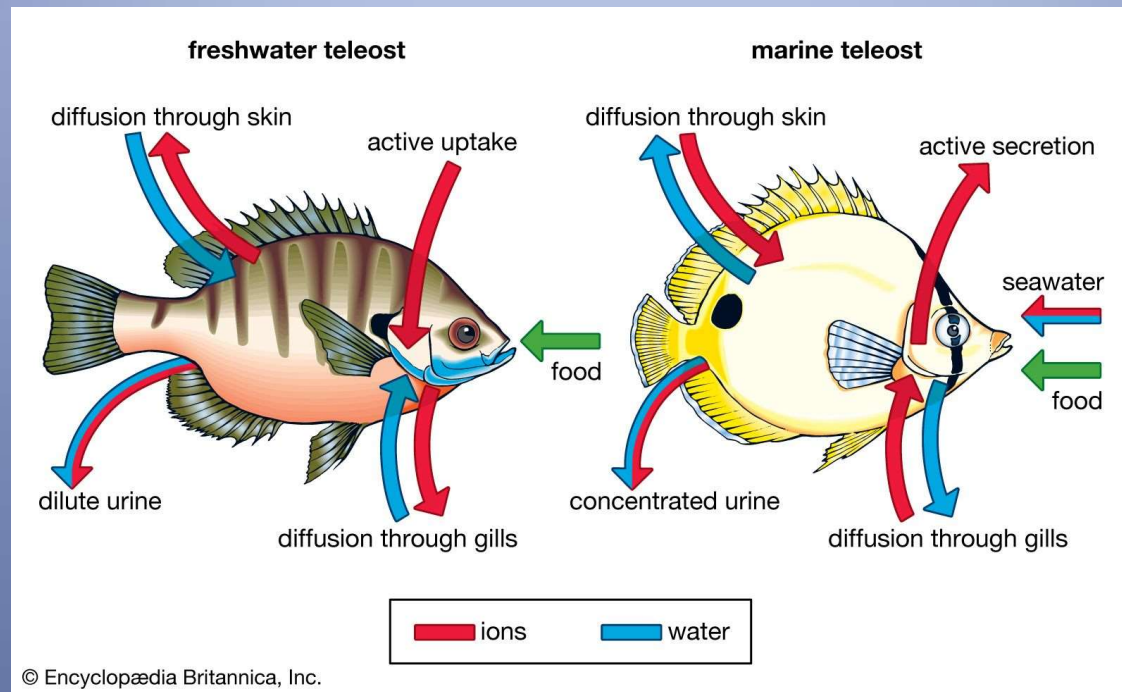


.- Ουρογεννητικό σύστημα ἄρρενος Τελεοστέου (από Βουέ & Chanton).

- Στην εξωτερική μια κοιλιακή πλευρά του κάθε νεφρού υπάρχει ο σωλήνας του Wolff ή πρωτογενής ουρητήρας.
- Οι δύο σωλήνες του Wolff ενώνονται για να σχηματίσουν μια κύστη που εκβάλλει προς τα έξω με ένα μοναδικό απεκκριτικό πόρο πίσω από την έδρα.
- Σε κάθε νεφρό διακρίνουμε το πρώτο τμήμα ή πρόνεφρο (στους οστεϊχθείς εκφυλίζεται μετά τα προνυμφικά στάδια) και το μεσόνεφρο.

- Η απεκκριτική λειτουργία είναι πολύ σημαντική στα ψάρια γιατί το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζουν (γλυκό ή θαλασσινό νερό) διαφέρει από το εσωτερικό του σώματος τους ως προς την συγκέντρωση των αλάτων.
- Τα ψάρια που ζουν σε γλυκά νερά είναι **υπερτονικά** → η συγκέντρωση των αλάτων στο σώμα τους είναι μεγαλύτερη από εκείνη του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ζουν.
- Για να διατηρήσουν τη συγκέντρωση των αλάτων στο σώμα τους σταθερή:
  - α) αυξάνουν την απέκκριση για να αποβάλουν το πλεονάζον νερό (λόγω όσμωσης υπάρχει συνεχής ροή νερού από το περιβάλλον στο σώμα τους),
  - β) υπάρχει συγκράτηση αλάτων του σώματος στα νεφρά και έτσι τα ούρα τους είναι αρκετά αραιά, και
  - γ) τυχόν απώλειες αλάτων στο περιβάλλον αναπληρώνονται από τα βράγχια (δεσμεύουν άλατα από το περιβάλλον) και από το έντερο (δέσμευση αλάτων από την τροφή).

- Τα ψάρια που ζουν στην θάλασσα είναι υποτονικά → η συγκέντρωση των αλάτων στο σώμα τους είναι μικρότερη από εκείνη του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ζουν.
- Για να διατηρήσουν τη συγκέντρωση των αλάτων στο σώμα τους σταθερή:
  - α) πίνουν θαλασσινό νερό (αυτό αυξάνει και την πυκνότητα αλάτων στο σώμα),
  - β) περιορίζουν την απέκκριση πολύτιμου νερού (λόγω όσμωσης υπάρχει συνεχής ροή νερού από το σώμα τους στο περιβάλλον),
  - γ) υπάρχει αποβολή αλάτων του σώματος μέσω νεφρών και έτσι τα ούρα τους είναι πολύ πυκνά, και
  - δ) αποβάλλουν άλατα (κυρίως χλώριο και νάτριο), αμμωνία και ουρία από τα βράγχια καθώς και μικρή ποσότητα αλάτων αποβάλλεται με τα περιττώματα.



- Οι θαλάσσιοι χονδριχθείς (με υπερτονικό αίμα και ιστούς με υψηλές περιεκτικότητες ουρίας) και οι κοιλάκανθες έχουν τον **πρωκτικό αδένα** που αποβάλλει υγρό πυκνότερο του αίματος με τις αναγκαίες για απομάκρυνση ουσίες, αφού τα βράγχια δεν συμμετέχουν στην απομάκρυνση αλάτων και ουρίας.
- Είδη ψαριών όπως ο σολομός το χέλι κλπ., που κινούνται τόσο σε γλυκά όσο και σε θαλασσινά νερά κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής τους, έχουν ειδικά κύτταρα που εκτελούν ενεργό προσρόφηση ή απομάκρυνση αλάτων από το αίμα ανάλογα με την αλατότητα του περιβάλλοντος στην επιδερμίδα και τα βράγχιά τους .

