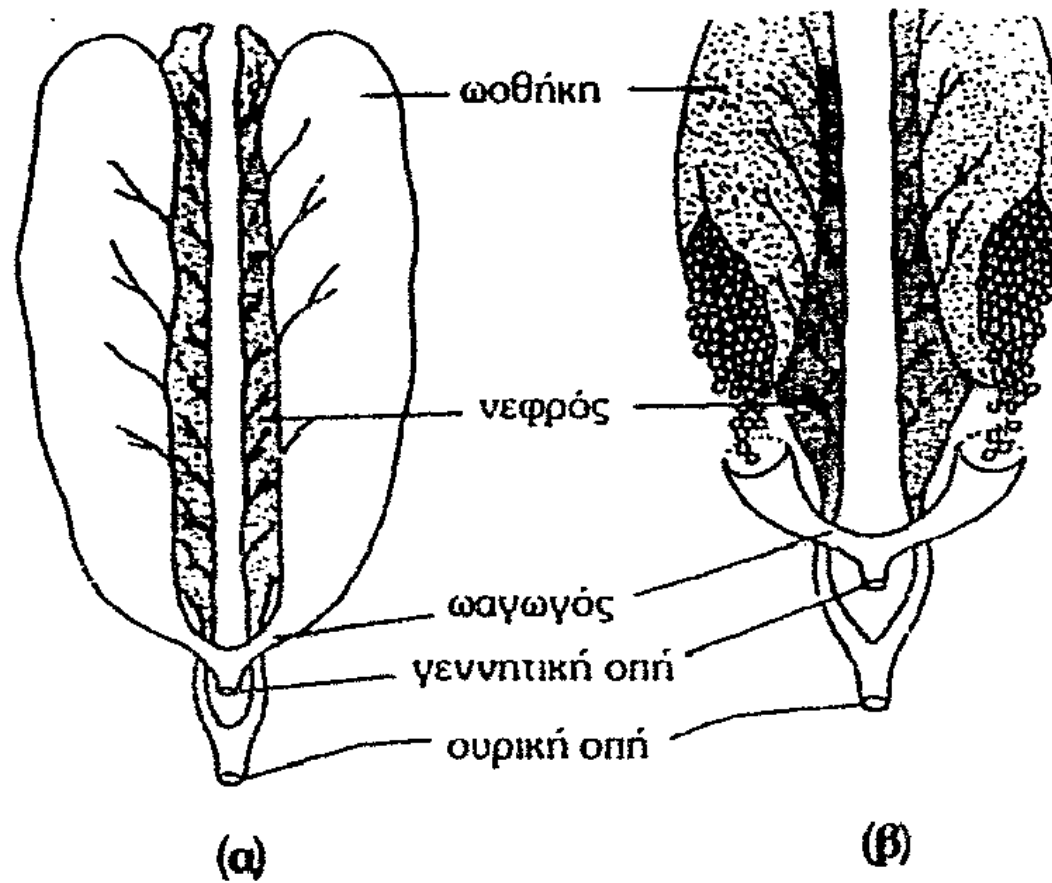


ΓΕΝΝΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- Τα φύλα στα ψάρια είναι κατά κανόνα χωρισμένα. Υπάρχουν όμως πολλά είδη οστεϊχθύων που εμφανίζουν **ερμαφροδιτισμό**.
- Οι **γονάδες** σχηματίζουν δύο επίμηκες μάζες που βρίσκονται στο ραχιαίο μέρος της περιπλαχνικής κοιλότητας, κοντά στους νεφρούς.
- Στο γεννητικό σύστημα των αρσενικών ψαριών η κεντρική κοιλότητα του κάθε όρχη προεκτείνεται προς τα πίσω σε ένα απαγωγό σωλήνα, το **σπερματογωγό**. Οι δύο σπερματογωγοί ενώνονται σε έναν άζυγο σωλήνα που εκβάλλει προς τα έξω με έναν **γεννητικό πόρο** (ανεξάρτητο του ουρικού πόρου) που βρίσκεται ανάμεσα στον ουρικό πόρο και την έδρα. (Σε άλλες περιπτώσεις εκβάλλει μέσα στην ουρήθρα ή στο τελικό τμήμα του εντέρου που σχηματίζει μια κλοάκη.)
- Στο γεννητικό σύστημα των θηλυκών ψαριών η κοιλότητα της ωοθήκης συνεχίζεται προς τα πίσω με έναν αγωγό, τον **ωαγωγό**. Οι δύο ωαγωγοί ενώνονται σε έναν άζυγο σωλήνα, που ανοίγει την εποχή της αναπαραγωγής και εκβάλλει ανάμεσα στην έδρα και στον απεκκριτικό πόρο και σε μερικά είδη στην ουρήθρα. Στα σαλμονοειδή (Salmonidae) δεν υπάρχει ωαγωγός.



Ωοθήκες και νεφροί Τελεοστέων: (α) τυπικού Τελεοστέου, (β) Πέστροφας (από Young).

ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- Στα ψάρια το νευρικό σύστημα αποτελείται από:
 1. έναν πενταμερή εγκέφαλο,
 2. το νωτιαίο μυελό,
 3. τα νεύρα,
 4. και τα αισθητήρια όργανα.
- Τα τμήματα του εγκεφάλου είναι:
 1. ο τελεγκέφαλος,
 2. ο διεγκέφαλος,
 3. ο μεσεγκέφαλος,
 4. ο μετεγκέφαλος,
 5. και ο μυελεγκέφαλος.
- Τα ψάρια έχουν μικρούς εγκέφαλους (1/15 του εγκεφάλου πτηνού ή θηλαστικού ίδιου μεγέθους)

1) Ο τελεγκέφαλος συνδέεται με την όσφρηση, την έγχρωμη όραση, την μνήμη, και με την συμπεριφορά της αναπαραγωγής και της διατροφής.

•Οι **οσφρητικοί λοβοί** του τελεγκέφαλου είναι μεγάλοι στα άγναθα, τεράστιοι στους καρχαρίες όπως οι σφυροκέφαλοι και σχετικά μεγάλοι σε τελεόστεους που βασίζονται κατά κύριο λόγο στη όσφρηση για να βρουν την τροφή τους (γατόψαρα).

2) Ο διεγκέφαλος ελέγχει το συντονισμό συμπεριφοράς και το ενδοκρινές σύστημα του ψαριού.

3) Ο μεσεγκέφαλος (εκεί βρίσκονται οι **οπτικοί λοβοί**) παίζει σημαντικό ρόλο στην όραση γι' αυτό και ψάρια που βασίζονται στην όραση για εύρεση τροφής κλπ., έχουν πολύ ανεπτυγμένους οπτικούς λοβούς.

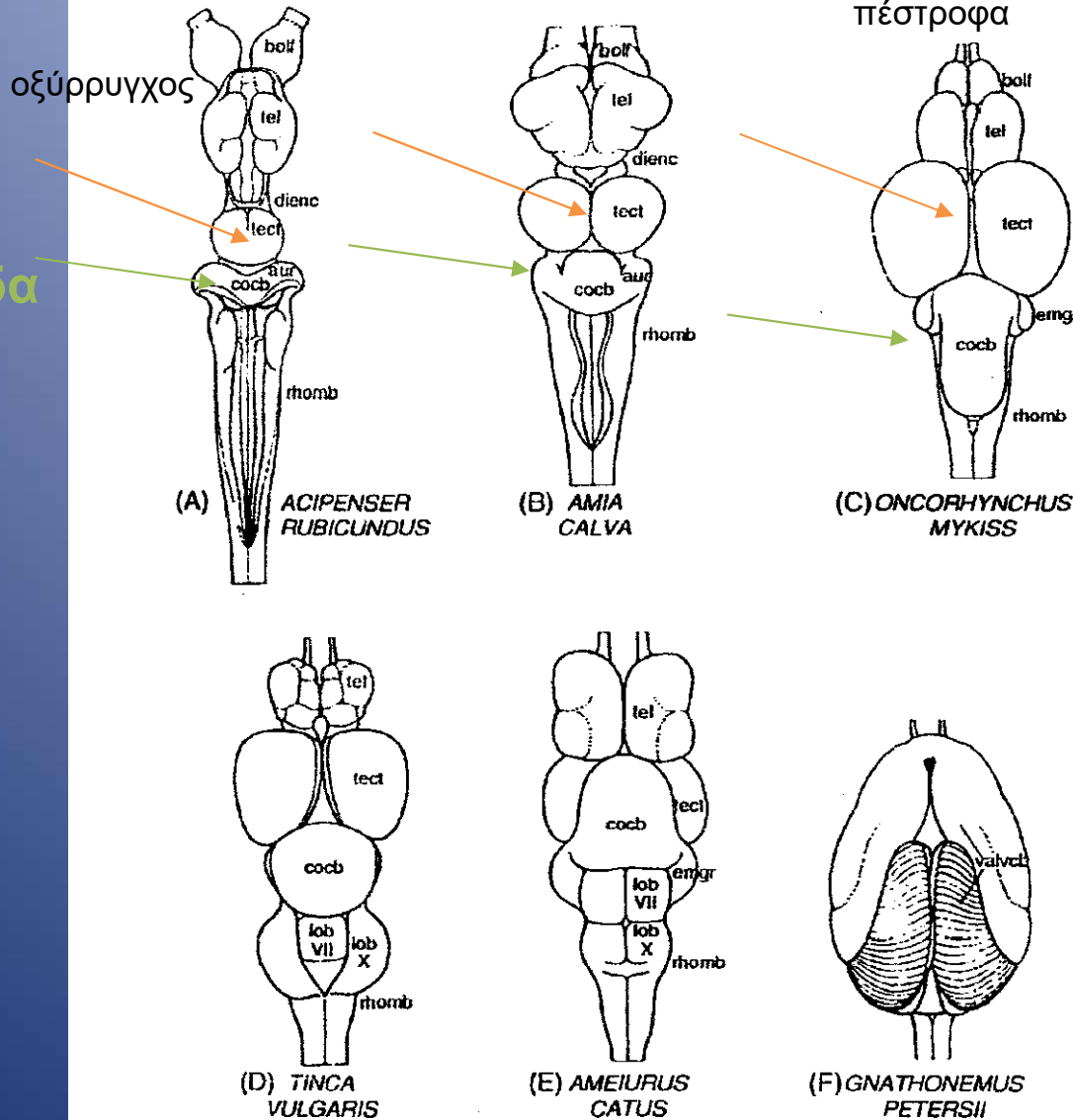
4) Ο μετεγκέφαλος είναι υπεύθυνος για την κολύμβηση του ψαριού. Ο μετεγκέφαλος ή **παρεγκεφαλίδα** είναι λίγο ανεπτυγμένος στα άγναθα ενώ στα ψάρια-ελέφαντες (Mormyridae) είναι υπερτροφικός. Είναι ίσως ο μεγαλύτερος λοβός στον εγκέφαλο. Η μεγάλη παρεγκεφαλίδα είναι χαρακτηριστικό των ψαριών που αντιλαμβάνονται ηλεκτρικά πεδία.

5) Ο μυελεγκέφαλος είναι το πίσω τμήμα του εγκεφάλου και είναι το κέντρο για όλα τα αισθητήρια συστήματα εκτός της όρασης και της όσφρησης. Εμπλέκεται επίσης στην αυτόνομη λειτουργία των βραγχίων, καρδιάς, νηκτικής κύστης, στομαχιού και ρύθμιση της αναπνοής.

Dorsal views of brains of representative fishes. (A) Sturgeon. (B) Bowfin. (C) Trout. (D) Minnow. (E) Catfish. (F) Elephant fish. Major brain parts from anterior to posterior: *bolf* = olfactory lobe; *tel* = telencephalon; *dienc* = diencephalon; *tect* = optic lobe; *cocb* = cerebellum; *rhomb* = myelencephalon; *valvcb* = valvula cerebelli.

οπτικοί λοβοί

Παρεγκεφαλίδα
(κολύμβηση)

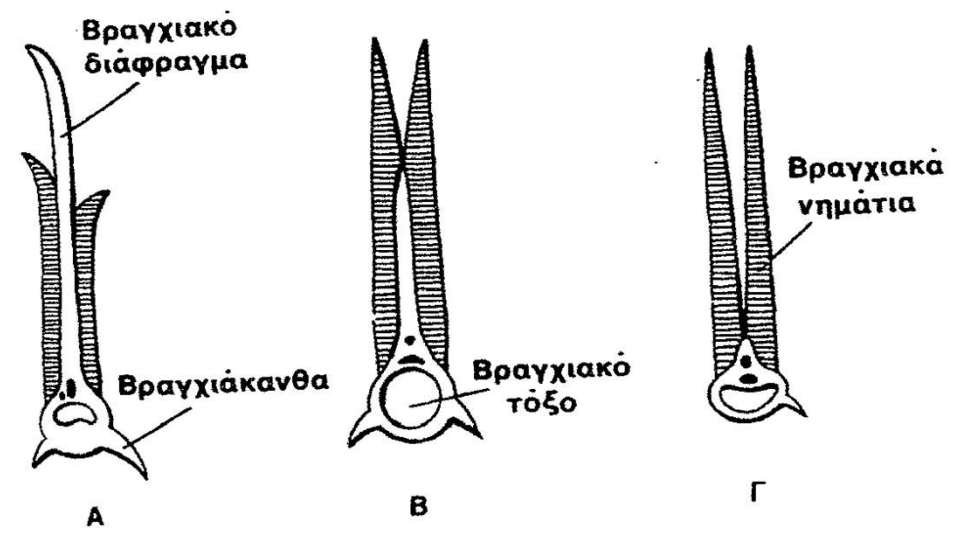
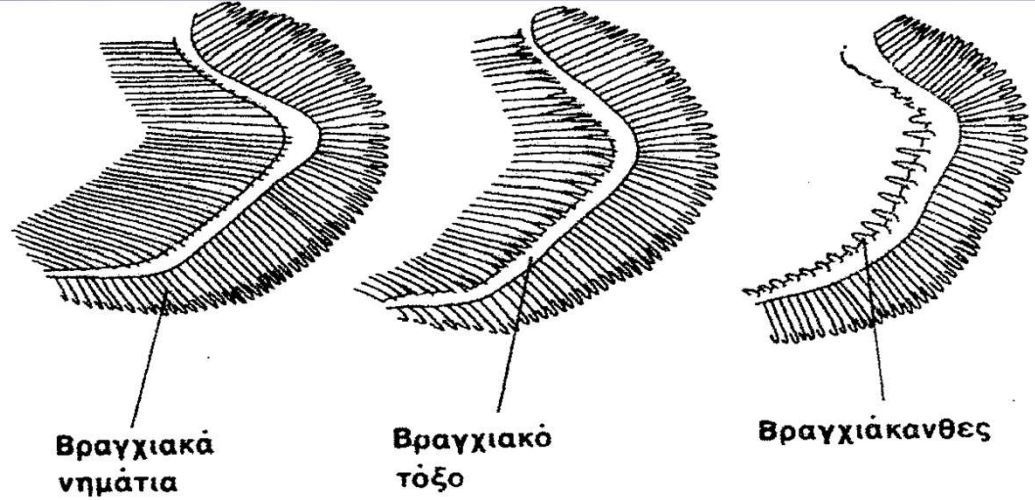


From Nieuwenhuys and Pouwels 1983.



ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- Κατά την αναπνοή των ψαριών, όπως και των άλλων σπονδυλωτών, λαμβάνεται O_2 και αποβάλλεται CO_2 . Η ανταλλαγή αερίων στην πλειονότητα των ψαριών γίνεται στα **βράγχια**.
- Σ' αυτό βοηθάνε η μεγάλη επιφάνεια και οι λεπτές επιθηλιακές μεμβράνες των **δευτερογενών βραγχιακών νηματίων**, και η αντίθετη ροή του αίματος σε σχέση με την ροή του νερού.
- Συνήθως έχουμε 4 ζεύγη βραγχιακών μονάδων στους οστεϊχθείς με το πέμπτο ζεύγος να φέρει τα φαρυγγικά οστά.
- Στους χονδριχθείς έχουμε συνήθως 5 ζεύγη βραγχιακών μονάδων αλλά σε μερικά είδη μπορούμε να έχουμε 6 ή και 7.
- Κάθε βραγχιακή μονάδα αποτελείται από ένα άκαμπτο οστέινο τόξο που στην εξωτερική του επιφάνεια υπάρχουν τα **πρωτογενή βραγχιακά νημάτια** σε δύο σειρές, και στην εσωτερική του οι **βραγχιάκανθες**. Με μικροσκόπιο μπορούμε να διακρίνουμε, επάνω στα πρωτογενή, και τα **δευτερογενή βραγχιακά νημάτια**.
- Τα βραγχιοκαλύμματα που καλύπτουν τα βράγχια των ψαριών αποτελούνται από 4 μέρη (οστά) και ονομάζονται: **κύριο επικαλυμματικό, προεπικαλυμματικό, μεσοεπικαλυμματικό και υποεπικαλυμματικό**.



Βραγχιακές μονάδες διαφόρων ειδών ψαριών (Α, Β, Γ τομές βραγχιακών μονάδων στα ελασμοβράγχια, οξύρυγχο και οστεϊχθύες, αντιστοιχα).

- Η συνολική επιφάνεια των βραγχίων συνδέεται άμεσα με την κινητικότητα των ψαριών.
- Τα πιο ενεργά (κινητικά) ψάρια με μεγαλύτερες μεταβολικές απαιτήσεις έχουν κατά κανόνα μεγαλύτερες επιφάνειες βραγχίων από ότι λιγότερο κινητικά ψάρια.

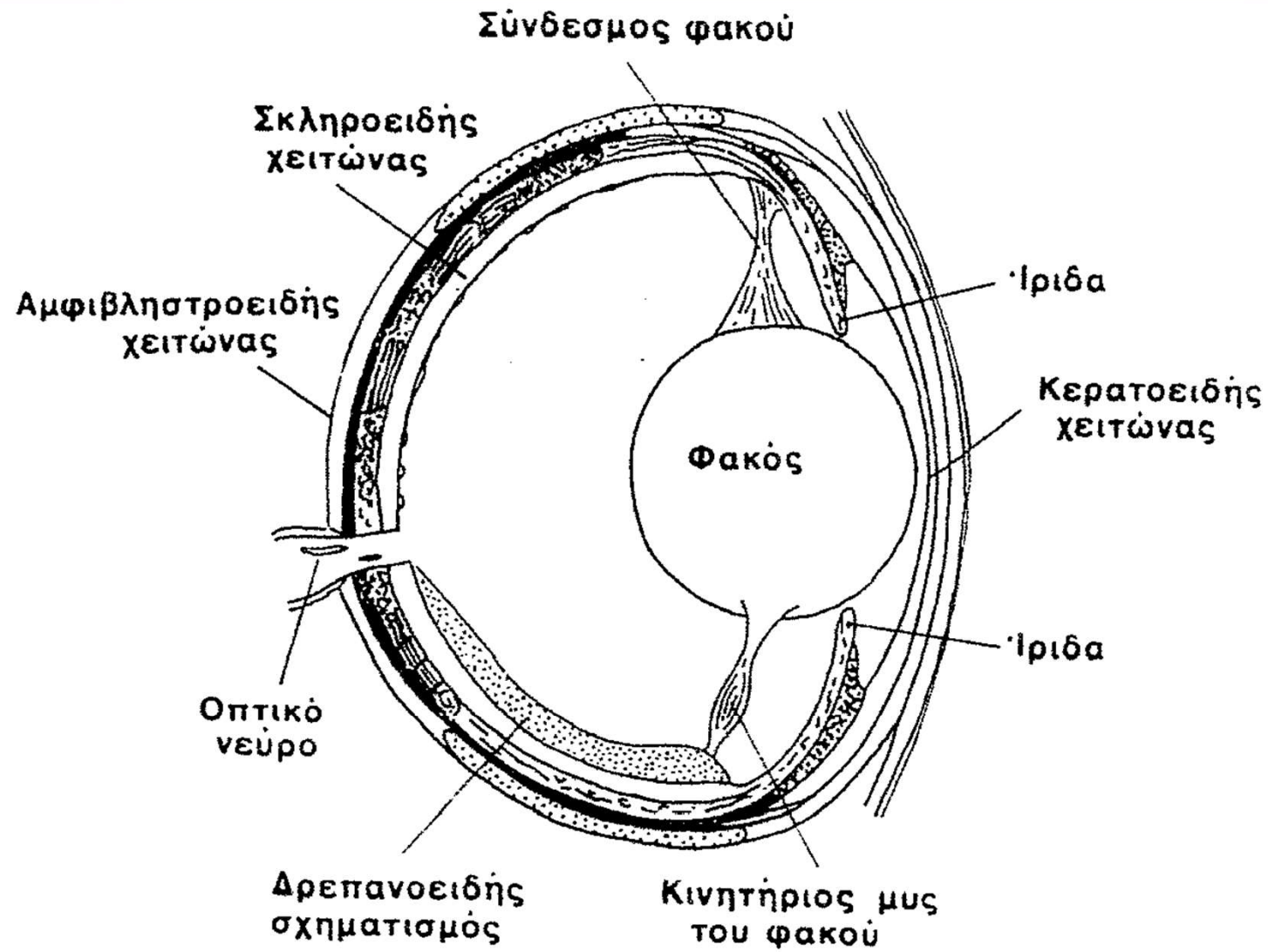
ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ

ΟΣΦΡΗΣΗ

- Στα οσφρητικά όργανα περιλαμβάνονται δύο οσφρητικοί σάκοι που επικοινωνούν με το εξωτερικό περιβάλλον με τους ρώθωνες που βρίσκονται συνήθως πάνω από το ρύγχος.
 - Τα άγναθα έχουν ένα ρώθωνα και ένα οσφρητικό σάκο.
 - Οι χονδριχθείς και οι οστεϊχθείς έχουν 2 οσφρητικούς σάκους και 2 ρώθωνες με 1 ή 2 ρινικές οπές σε κάθε ρώθωνα.
 - Οι οσφρητικοί σάκοι είναι λιγότερο ανεπτυγμένοι στους οστεϊχθείς απ' ό τι στους χονδριχθείς.
- Οι ρώθωνες όλων σχεδόν των ψαριών ΔΕΝ επικοινωνούν με τον φάρυγγα και δεν χρησιμοποιούνται για αναπνοή στους τελεόστεους.
- Κάθε οσφρητικός σάκος έχει μια εσωτερική επένδυση που ονομάζεται **οσφρητικό επιθήλιο**. Το οσφρητικό επιθήλιο αποτελείται συνήθως από πτυχωτές ροζέτες. Όσες περισσότερες πτυχές υπάρχουν σ' αυτό τόσο περισσότερη επιφάνεια υπάρχει για τα νευρικά κύτταρα και συνεπώς τόσο περισσότερο ευαίσθητο είναι ένα είδος στην αίσθηση της όσφρησης.
- Η λειτουργία των οσφρητικών οργάνων είναι ο προσανατολισμός και η προειδοποίηση. Το σύστημα αυτό υποβοηθεί τα μεταναστευτικά ψάρια στις μεταναστεύσεις τους. Εκτός από το να βοηθά μερικά ψάρια να βρίσκουν το δρόμο τους, η όσφρηση βοηθάει άλλα ψάρια να βρίσκουν το ταίρι τους.

ΟΡΑΣΗ

- Τα μάτια των ψαριών έχουν την βασική δομή που έχουν τα μάτια όλων των σπονδυλωτών. Ο κρυσταλοειδής φακός είναι σφαιρικός ενώ ο κερατοειδής χιτώνας λίγο καμπυλωτός.
- Στους οστεϊχθείς τα μάτια είναι σημαντικότερο όργανο αίσθησης από ότι στους χονδριχθείς.
- Δεν υπάρχουν δακρυϊκοί αδένες ούτε βλεφαρίδες.
- Τα κύρια μέρη του ματιού των ψαριών είναι ο **αμφιβληστροειδής χιτώνας** (πίσω) και ο **φακός** (μπροστά).
- Με αλλαγή της θέσης του φακού ως προς τον αμφιβληστροειδή χιτώνα επιτυγχάνεται εστίαση σε κοντινά και μακρινά αντικείμενα.



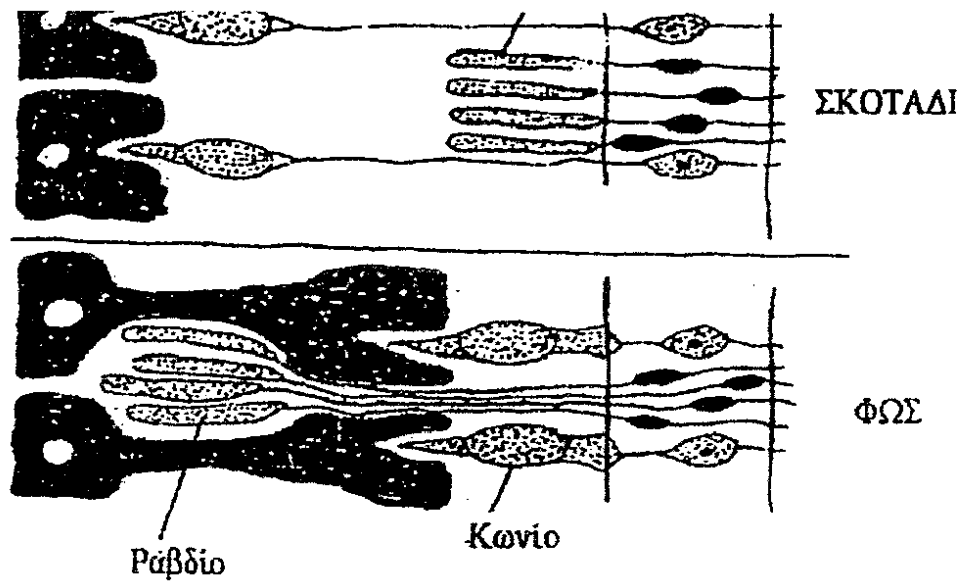
Ανατομία του οφθαλμού των οστειχθύνων.

- Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας των ψαριών έχει δύο κατηγορίες κυττάρων, τα **ραβδία** και τους **κόνους**.

→ Τα είδη που έχουν μεγαλύτερη δραστηριότητα τη νύχτα έχουν περισσότερα ραβδία από κόνους, μιας και τα ραβδία είναι πιο ευαίσθητα στο φώς. Ψάρια που ζούνε σε πολύ βαθιά νερά έχουν μόνο ραβδία.

- Σε έντονο φωτισμό η μελανίνη του επιθηλιακού στρώματος προστατεύει τα ραβδία ενώ σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού τα αποκαλύπτει στο λιγιστό φώς.
- Μερικοί χονδριχθείς και οι περισσότεροι οστεϊχθείς έχουν κόνους για όραση σε φωτεινές συνθήκες.

→ Οι κόννοι ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκουν είναι ευαίσθητοι σε πράσινη, κόκκινη ή μπλέ ακτινοβολία και ο συνδυασμός των ερεθισμάτων που στέλνουν στον εγκέφαλο δημιουργεί την έγχρωμη όραση.



Λειτουργία κωνίων και ραβδίων σε συνθήκες φωτός και σκοταδιού

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

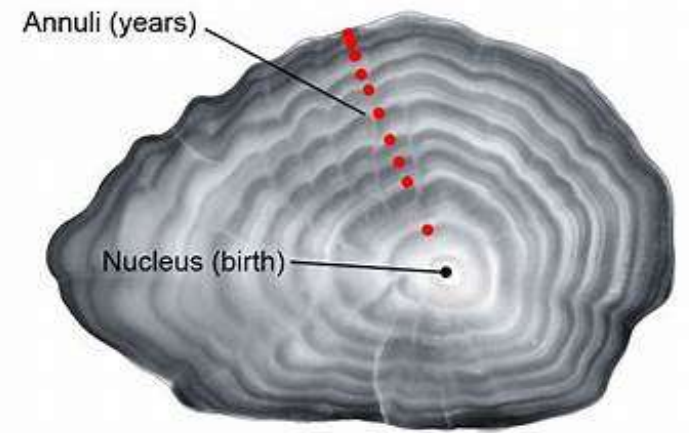
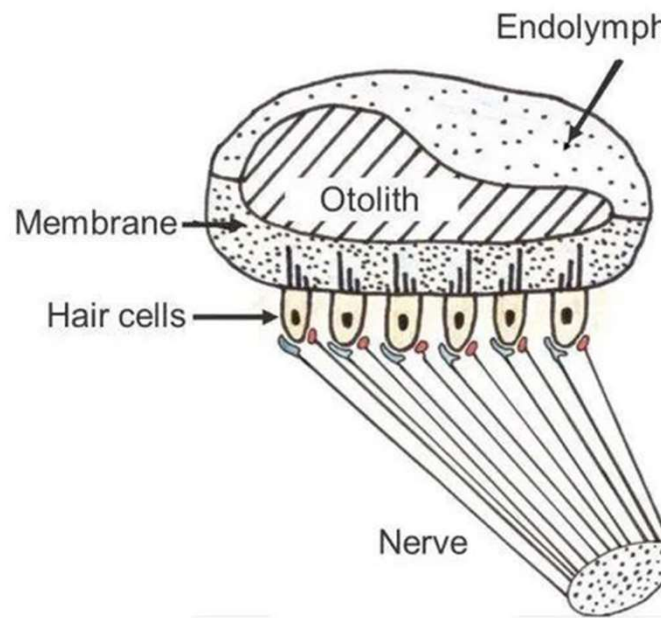
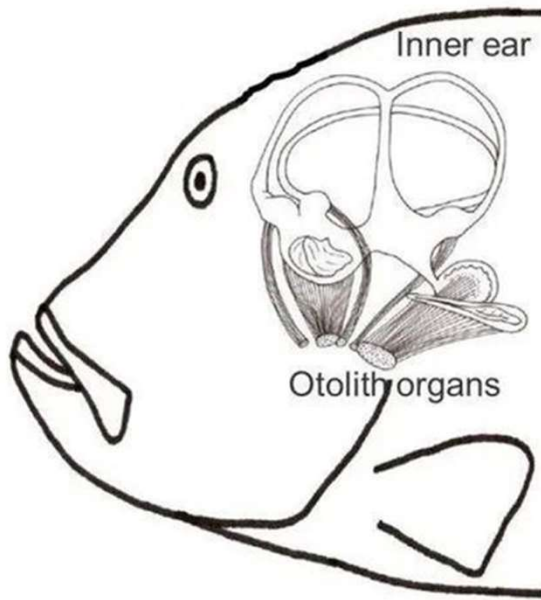
- Τα ψάρια μπορούν να αντιληφθούν δονήσεις στο νερό που μπορεί να προέρχονται από το θήραμα τους, άλλα ψάρια σε ένα κοπάδι, τον θηρευτή τους ή εμπόδια , με τη βοήθεια της πλευρικής γραμμής.
- Το πλευρικό όργανο αποτελείται από έναν αγωγό που βρίσκεται κάτω από τα λέπια και επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον με ανοίγματα που σχηματίζονται πάνω από τα λέπια της πλευρικής γραμμής.
- Στα τοιχώματα του αγωγού και ανάμεσα στα ανοίγματα υπάρχουν αισθητικοί δέκτες, οι **νευρομαστοί**.
→ Νευρομαστοί υπάρχουν και σε δερματικά οστά στο κεφάλι πολλών ψαριών. Τα αισθητικά κύτταρα του νευρομαστού καταλήγουν σε **αισθητικές βλεφαρίδες** που σκεπάζονται από μια βλεννώδη μάζα, το **κύπελλο**.

ΓΕΥΣΗ

- Χημειουποδοχείς γεύσης υπάρχουν κυρίως στην στοματική κοιλότητα (στόμα, φάρυγγας) αλλά και στις βραγχιακές άκανθες, στα βραγχιακά τόξα και εξωτερικά στα μουστάκια και στα πτερύγια.
- Μερικά γατόψαρα (Ictaluridae) έχουν χημειουποδοχείς γεύσης μοιρασμένες σε όλο το σώμα τους. Οι χημειουποδοχείς γεύσης βρίσκονται στο **επιθήλιο** και επικοινωνούν με το περιβάλλον μέσω ενός πόρου.

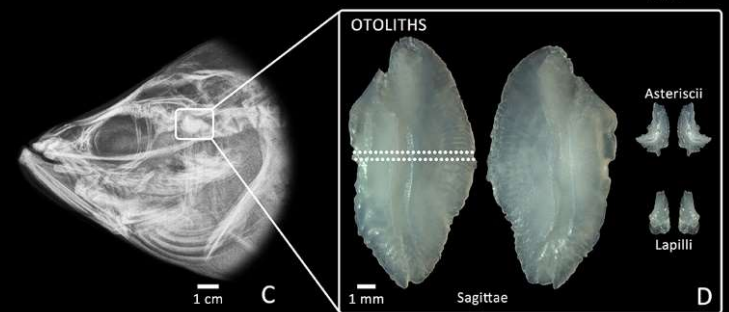
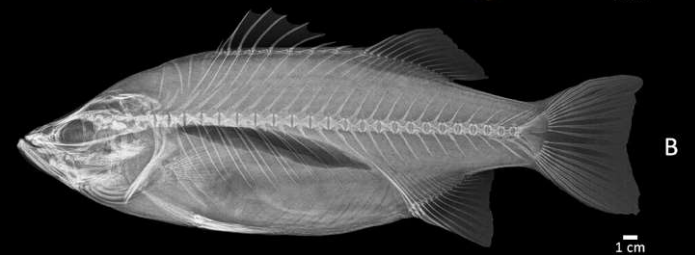
ΑΚΟΗ

- Το ακουστικό όργανο στα ψάρια είναι ο **έσω ους** που περιλαμβάνει το **κυστίδιο** και το **σακίδιο**.
- Από το κυστίδιο αποσπώνται 3 ημικυκλικοί σωλήνες κάθετοι ο ένας με τον άλλο.
- Το σακίδιο προεκτείνεται και σχηματίζει την **λάγηνο** από την οποία ξεκινά ο **ενδολεμφικός αγωγός** (μόνο στους χονδριχθείς).
- Στους οστειχθείς υπάρχουν 3 **ωτόλιθοι** (συμπαγή ασβεστολιθικά οστάρια), ο **χαλικοειδής**, ο **τοξοειδής** και ο **βελοειδής**.
- Ο τοξοειδής είναι ο μεγαλύτερος ωτόλιθος και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό ηλικίας.
- Η σάρκα των περισσότερων ψαριών είναι διαπερατή στον ήχο γιατί η πυκνότητα της είναι παρόμοια με εκείνη του νερού. Με άλλα λόγια τα ηχητικά κύματα περνούν μέσα από το σώμα του ψαριού.
- Τμήματα με διαφορετική πυκνότητα (π.χ. ωτόλιθοι, νηκτική κύστη) **πάλλονται** διαφορετικά από το υπόλοιπο ψάρι και έτσι γίνεται αισθητός ο ήχος.

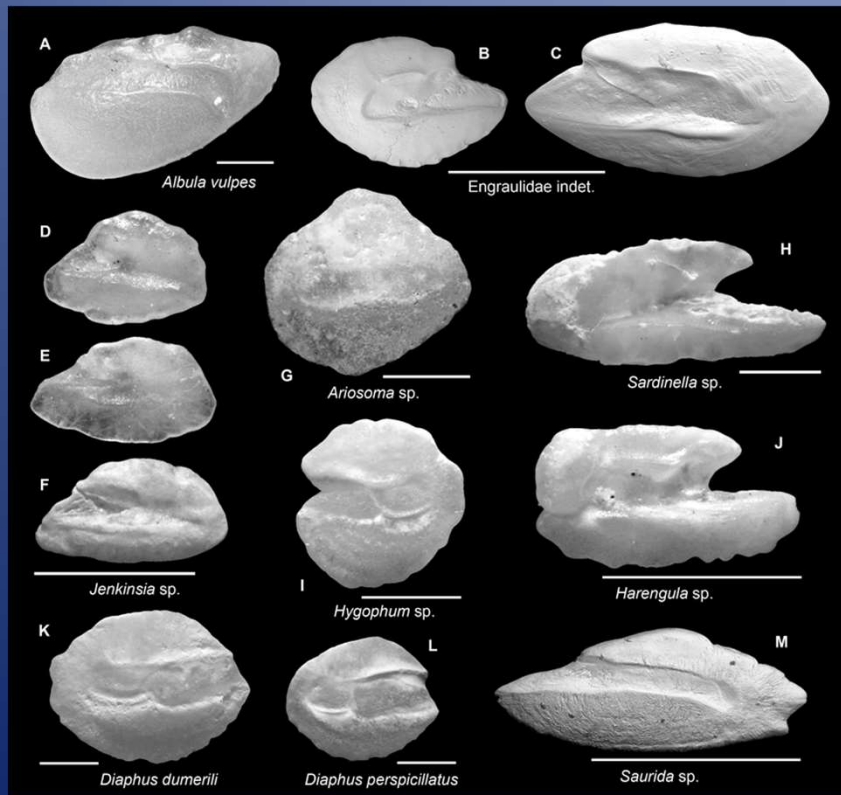


Striped bass

Scientific name: *Morone saxatilis* (Walbaum, 1792)



LEFT SAGITTA



ΗΛΕΚΤΡΟΥΠΟΔΟΧΕΙΣ

ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

- Μια μεγάλη ποικιλία ψαριών από διαφορετικές ταξονομικές ομάδες μπορούν να αντιληφθούν ηλεκτρισμό στο περιβάλλον.
- Οι χονδριχθείς χρησιμοποιούν την ικανότητα που έχουν να αντιλαμβάνονται τον ηλεκτρισμό στο να εντοπίζουν τα αδύναμα ηλεκτρικά πεδία που περιβάλλουν ένα ζωντανό θήραμα.
- Αυτά τα πεδία δημιουργούν ιοντικές διαφορές μεταξύ της σάρκας των ψαριών ή ασπονδύλων και του νερού που τα περιβάλλει.
- Επίσης ακόμα και η μικρότερη μυϊκή δραστηριότητα, όπως η λειτουργία της καρδιάς ή η κίνηση των αναπνευστικών μυών, εκπέμπει ένα αδύναμο ηλεκτρικό σήμα που εντοπίζεται.

- Υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρουποδοχέων. Ο ένας τύπος, στον οποίο ανήκουν και οι αμπούλες του Lorenzini στους καρχαρίες, υπάρχει στα ψάρια που εντοπίζουν μόνο τα ηλεκτρικά πεδία των υποψήφιων θηραμάτων ενώ ο άλλος τύπος υπάρχει στα ψάρια που εντοπίζουν τα ηλεκτρικά πεδία που τα ίδια δημιουργούν.
- Ψάρια που εντοπίζουν τόσο τα δικά τους ηλεκτρικά πεδία όσο και τα ηλεκτρικά πεδία άλλων ψαριών (θηραμάτων ή συντρόφων) έχουν και τα δύο είδη ηλεκτρουποδοχέων.
- Η ικανότητα που έχουν ορισμένα ψάρια να αντιλαμβάνονται μεταβολές ηλεκτρικής αγωγιμότητας χρησιμοποιείται στην επικοινωνία μεταξύ τους, στον προσανατολισμό και στην εύρεση της τροφής τους.
- Τα ηλεκτρικά μηνύματα είναι ειδικά για κάθε είδος και μπορούν να δώσουν πληροφορίες σχετικά με το είδος, το φύλλο, το μέγεθος, το στάδιο ωριμότητας, ύπαρξη και απόσταση εμποδίου, κλπ.