ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Εργαστηριακές ασκήσεις του μαθήματος

«ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΖΩΟΛΟΓΙΑ»

ΙΧΘΕΙΣ
ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ & ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΕΛΕΟΣΤΕΟΥ ΟΣΤΕΙΧΘΥΟΣ

Κουμουνδούρος Γεώργιος

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2001

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΙΧΘΥΩΝ

Με τον όρο ιχθείς περιγράφονται τα υδρόβια **σπονδυλωτά ζώα**, τα οποία φέρουν **βράγχια**, εξαρτήματα (όποτε υπάρχουν) με τη μορφή **πτερυγίων** και συνήθως **λέπια** δερμικής προέλευσης. Από την πλευρά της συστηματικής, τα ψάρια αποτελούν μια πολυφυλετική ομάδα του **φύλου των χορδωτών**, και μαζί με τις ομοταξίες των αμφιβίων, ερπετών, πτηνών και θηλαστικών συνιστούν το **υπόφυλο των σπονδυλωτών**.

	Γενικά χαρακτηριστικά των Χορδωτών	Εξειδικεύσεις των Σπονδυλωτών
1.	Αμφίπλευρα συμμετρικά ζώα. Τριπλοβλαστικά, δευτεροστόμια με καλά ανεπτυγμένο κοίλωμα (εντεροκοιλωματικά) και διακριτές σωματικές περιοχές.	Καλά ανεπτυγμένο κοίλωμα που περιέχει τα κοιλιακά συστήματα. Σώμα αποτελούμενο από κεφαλή, κορμό και ουρά. Παρουσία εξαρτημάτων στον κορμό (εκτός από τα άγναθα).
2.	Παρουσία νωτοχορδής σε κάποια τουλάχιστο στάδια του κύκλου ζωής.	Τα ενήλικα φέρουν ανεπτυγμένο διακριτό ενδοσκελετό, χόνδρινο ή οστέινο. Ο εγκέφαλος περιβάλλεται από κρανίο. Η νωτοχορδή μπορεί να διατηρείται εν' μέρει ή και εξ' ολοκλήρου.
3.	Επίνευρα που συνήθως φέρουν εγκεφαλικά κυστίδια ή εγκέφαλο.	Υψηλή διαφοροποίηση εγκεφάλου με 10-12 ζεύγη κρανιακών νεύρων. Παρουσία αυτόνομου νευρικού συστήματος.
4.	Παρουσία μεταεδρικής ουράς σε κάποια τουλάχιστο στάδια του κύκλου ζωής.	
5.	Παρουσία φαρυγγικών σχισμών σε κάποια τουλάχιστο στάδια του κύκλου ζωής.	
6.	Μεταμέρεια μυών αλλά όχι και κορμού.	
7.	Κλειστό κυκλοφορικό με κοιλιακή καρδιά, νωτιαία και κοιλιακά αγγεία.	Δίχωρη, τρίχωρη ή τετράχωρη καρδιά. Λευκά και ερυθρά αιμοσφαίρια.
8.	Πλήρες πεπτικό σύστημα.	Παρουσία ήπατος και παγκρέατος.
9.	Ακτινωτή ακαθόριστη αυλάκωση.	
10.	Το δέρμα αποτελείται από μονόστιβη επιδερμίδα.	Από δύο πολύστιβα στρώματα, την επιδερμίδα (εξωδερμικής προέλευσης) και τη δερμίδα (μεσοδερμικής προέλευσης). Φέρει διαφόρους τύπους δερμικών παραγώγων (αδένες, λέπια, νύχια, κέρατα, τρίχες, φτερά).
11.		Βραγχιακή ή πνευμονική αναπνοή.
12.		Ζεύγη νεφρών μεσονεφρικού ή μετανεφρικού τύπου.
13.		Ανάπτυξη ενδοκρινικού συστήματος.

Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί **26000 περίπου είδη** ζώντων ψαριών, με τις νέες εγγραφές να φθάνουν τις 200 ετησίως και αρκετούς να πιστεύουν ότι ο τελικός αριθμός των ειδών θα ξεπεράσει τις 30000. Αν και το 70% της επιφάνειας της Γης καλύπτεται από θάλασσα και μόνο το 1% από γλυκά ύδατα, το 58% των ψαριών είναι θαλάσσια, το 41% γλυκών υδάτων και το 1% ανάδρομα ή κατάδρομα.

Σύμφωνα με την επικρατούσα συστηματική κατάταξη, οι ομοταξίες που συνιστούν τη μεγάλη πολυφυλετική ομάδα των ψαριών είναι οι ακόλουθες:

ΦΥΛΟ	**ΧΟΡΔΩΤΑ**				
ΥΠΟΦΥΛΟ	**ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΑ**				
ΥΠΕΡΟΜΟ	**ΑΓΝΑΘΑ**		**ΓΝΑΘΟΣΤΟΜΑΤΑ**		
ΤΑΞΙΑ					
ΟΜΟΤΑΞΙΑ	**Μυξινοειδή**	**Πετρομυζονοειδή**	**Χονδριχθείς**	**Ακτινοπτερύγιοι**	**Σαρκοπτερύγιοι**
	1. Απουσία γνάθων. 2. Απουσία λεπιών. 3. Μεμβρανώδη πτερύγια. 4. Απουσία ζυγών εξαρτημάτων και ραχιαίου πτερυγίου. 5. Ανοικτοί ρώθωνες. 6. Διατήρηση νωτοχορδής. 7. Δερμικά δόντια. 8. Απουσία σπονδύλων. 9. Ινώδης και χόνδρινος σκελετός. 10.Δίχωρη καρδιά. Παρουσία βοηθητικών καρδιών στα βράγχια. 11.5-16 ζεύγη βραγχίων με ποικίλο αριθμό φαρυγγικών σχισμών. 12.Νεφροί μεσονεφρικού τύπου. Ισοτονικά με το θαλασσινό νερό. 13.Απουσία στομάχου. 14.Επίνευρα, με εγκέφαλο και 10 ζεύγη κρανιακών νεύρων. 15. Παρουσία αισθητηρίων της γεύσης, όσφρησης και ακοής. Υποπλασμένοι οφθαλμοί. Ακουστικές κάψες με 1 ημικυκλικό σωλήνα. 16.Απουσία πλευρικής γραμμής. 17.Ερμαφρόδιτα με εξωτερική γονιμοποίηση, άμεση ανάπτυξη και μεροβλαστικές αυλακώσεις. 18.Απουσία νηκτικής κύστης 43 περίπου είδη.	1.Απουσία γνάθων. 2.Απουσία λεπιών. 3.Μεμβρανώδη πτερύγια. 4.Απουσία ζυγών εξαρτημάτων. 1-2 ραχιαία πτερύγια. 5.Τυφλοί ρώθωνες. 6.Διατήρηση νωτοχορδής. 7.Δερμικά δόντια. 8.Παρουσία σπονδύλων. 9.Ινώδης και χόνδρινος σκελετός. 10.Δίχωρη καρδιά. 11.7 ζεύγη βραγχίων με αυτόνομες φαρυγγικές σχισμές (7). 12.Νεφροί οπισθονεφρικού τύπου. Υπέρτονα ή υπότονα σωματικά υγρά. 13.Απουσία στομάχου. 14.Επίνευρα με εγκέφαλο και 10 ζεύγη κρανιακών νεύρων. 15. Παρουσία αισθητηρίων της όρασης, γεύσης, όσφρησης και ακοής. Ακουστικές κάψες με 2 ημικυκλικούς σωλήνες. 16.Παρουσία πλευρικής γραμμής. 17.Γονοχωριστικά με εξωτερική γονιμοποίηση, έμμεση ανάπτυξη και ολοβλαστικές αυλακώσεις. 18.Απουσία νηκτικής κύστης 41 περίπου είδη.	1.Παρουσία γνάθων. 2.Οι ελασμοβράγχιοι φέρουν πλακοειδή λέπια ή παράγωγά τους. 3.Ετερόκερκο ουραίο πτερ. Διφίκερκο στους ολοκέφαλους. 4.Παρουσία ζυγών εξαρτημάτων , καθώς και εδρικού και ραχιαίου πτερυγίου. 5.Τυφλοί ρώθωνες στους ελασμοβράγχιους και ανοικτοί στους ολοκέφαλους. 6.Διατήρηση νωτοχορδής, αλλά με περιορισμένη έκταση στα ενήλικα. 7.Δερμικά δόντια. 8.Ολοκληρωμένοι και ξεχωριστοί σπόνδυλοι. Απουσία κέντρων στους ολοκέφαλους. 9.Αποκλειστικά χόνδρινος σκελετός. 10.Δίχωρη καρδιά. 11.5-7 βραγχιακά τόξα με αυτόνομες φαρυγγικές σχισμές ή επικαλυμματικό οστό (ολοκέφαλοι). 12.Νεφροί οπισθονεφρικού τύπου. Παρουσία εδρικού αδένα. Υπέρτονα ή υπότονα σωματικά υγρά. 13.Παρουσία στομάχου στους ελασμοβράγχιους. 14.Επίνευρα με διαφοροποιημένο εγκέφαλο και 10 ζεύγη κρανιακών νεύρων. 15.Παρουσία αισθητηρίων της όρασης, γεύσης, όσφρησης ακοής και αντίληψης ηλεκτρικών πεδίων. Ακουστικές κάψες με 3 ημικυκλικούς σωλήνες. 16.Παρουσία πλευρικής γραμμής. 17.Γονοχωριστικά με εσωτερικήγονιμοποίηση και άμεση ανάπτυξη. Ωοτόκα, ωοζωοτόκα ή ζωοτόκα. 18.Απουσία νηκτικής κύστης **Ολοκέφαλοι** (31 περίπου είδη). **Ελασμοβράγχιοι** (815 περίπου είδη σε 16 τάξεις).	1.Παρουσία γνάθων. 2.Γανοειδή, κυκλοειδή ή κτενοειδή λέπια. Σε μερικά είδη τα λέπια έχουν εξαφανισθεί. 3.Ετερόκερκο ουραίο πτερ. στα πρωτόγονα είδη, ομόκερκο στα υπόλοιπα. 4.Ζυγά και μονά πτερύγια με δερμικές ακτίνες (άκανθες και λεπιδοτρίχια). 5.Τυφλοί ρώθωνες. 6.Νωτοχορδή μόνο κατά τη διάρκεια της οντογένεσης. Στα ενήλικα με τη μορφή υπολειμμάτων συνδετικού ιστού μεταξύ των σπονδύλων. 7.Δερμικά δόντια. 8.Ολοκληρωμένοι και ξεχωριστοί σπόνδυλοι. 9.Χόνδρινος (χονδρόστεοι), μερικώς οστέινος(ολόστεοι) ή οστέινος (τελεόστεοι) σκελετός. 10.Δίχωρηκαρδιά. 11.5 βραγχιακά τόξα, σκεπασμένα από ενιαίο βραγχιακό επικάλυμμα. 12.Νεφροί οπισθονεφρικού τύπου. Υπέρτονα ή υπότονα σωματικά υγρά. 13.Παρουσία στομάχου. 14.Επίνευρα με διαφοροποιημένο εγκέφαλο και 10 ζεύγη κρανιακών νεύρων. 15.Παρουσία αισθητηρίων της όρασης, γεύσης, όσφρηση και ακοής. Ακουστικές κάψες με 3 ημικυκλικούς σωλήνες. 16.Παρουσία πλευρικής γραμμής. 17.Παρουσιάζουν όλα τα γνωστά πρότυπα αναπαραγωγής. 18.Παρουσία νηκτικής κύστης (υδροστατικό όργανο, αναπνευστικό στους ολόστεους). **Χονδρόστεοι** (36 είδη) **Ολόστεοι** (8 είδη) **Τελεόστεοι** (25000 περίπου είδη σε 35-38 τάξεις)	1.Παρουσία γνάθων. 2.Κοσμοειδή λέπια. 3.Διφίκερκο ουραίο πτερύγιο, τρίλοβο στους κροσσοπτερύγιους. . 4.Παρουσία ζυγών και μονών πτερυγίων. Τα ζυγά φέρουν μονό βασικό στηρικτικό στοιχείο και μικρά λεπιδοτρίχια. 5.Τυφλοί ή ανοικτοί ρώθωνες. 6.Νωτοχορδή μόνο κατά τη διάρκεια της οντογένεσης. Στα ενήλικα με τη μορφή υπολειμμάτων συνδετικού ιστού μεταξύ των σπονδύλων. 7.Δερμικά δόντια. 8.Ολοκληρωμένοι και ξεχωριστοί σπόνδυλοι. 9.Οστέινος και χόνδρινος σκελετός. 10.Δίχωρηκαρδιά. 11.5 βραγχιακά τόξα, σκεπασμένα από ενιαίο βραγχιακό επικάλυμμα. 12.Νεφροί οπισθονεφρικού τύπου. Υπέρτονα ή υπότονα σωματικά υγρά. 13.Παρουσία στομάχου. 14.Επίνευρα με διαφοροποιημένο εγκέφαλο και 10 ζεύγη κρανιακών νεύρων. 15.Παρουσία αισθητηρίων της όρασης, γεύσης, όσφρηση και ακοής. Ακουστικές κάψες με 3 ημικυκλικούς σωλήνες. 16.Παρουσία πλευρικής γραμμής. 17.Γονοχωριστικά με εσωτερική ή εξωτερική γονιμοποίηση 18.Παρουσία νηκτικής κύστης (υδροστατικό και αναπνευστικό όργανο στους δίπνευστους). Στους κροσσοπτερύγιους γεμάτη λίπος. • Πνευμονική και συστεμική κυκλοφορία αίματος στους δίπνευστους. **Κροσσοπτερύγιοι** (1 είδος) **Δίπνευστοι** (6 είδη)

Οι τελεόστεοι αποτελούν την πιο μεγάλη και ποικιλόμορφη ομάδα ψαριών. Παρουσιάζουν πλειάδα διακριτικών (αν και όχι απαραιτήτως αποκλειστικών) χαρακτηριστικών, όπως:

1. Βραγχιακό επικάλυμμα αποτελούμενο από 4 οστά, συμπεριλαμβανομένου του μεσοεπικαλυμματικού οστού (απουσιάζει στους χονδρόστεους).
2. Βραγχιοστεγείς ακτίνες. Σύστημα αναπνοής «δύο αντλιών». Το μεσο-επικαλυμματικό οστό (τροποποίηση βραγχιοστεγούς) μεγάλωσε την βραγχιακή κοιλότητα, ενώ από την άλλη επέτρεψε τη διατροφή με εισρόφηση (αντί για το άρπαγμα).
3. Συνήθως ομόκερκο ουραίο πτερύγιο, με ουρονευρικά, επουραία και υπουραία οστά ως στηρικτικά στοιχεία.
4. Δίστιβα (αντί για τρίστιβα), ελαφρά/ελαστικά, ελασματοειδή (κυκλοειδή και κτενοειδή) λέπια. Πολλοί τελεόστεοι έχουν δευτερογενώς χάσει τα λέπια.
5. Πλήρως οστεοποιημένοι σπόνδυλοι, μικρότερου αριθμού από τους χονδρόστεους, αλλά με μικρότερο βάρος και μεγαλύτερη αντοχή.
6. Νηκτική κύστη, μειωμένου μεγέθους, με κύρια υδροστατική λειτουργία, αλλά και με ευρύτερες λειτουργίες σε κάποια είδη (παραγωγή και υποδοχή ήχων).
7. Το ζεύγος των εκτατών προγναθικών αποτελεί τα κυριότερα οστά των άνω σιαγώνων, δίνοντας τεράστια ποικιλία μορφο-λειτουργικών στοματικών τύπων.
8. Πτερύγια με μεγάλη ελαστικότητα και ικανότητα διαφορετικών κινήσεων. Τα θωρακικά πτερύγια έχουν χαρακτηριστικά διαφοροποιημένη εσωτερική δομή (όπως δύο ή περισσότερα μετακλείθρα, 4 εγγύς πτερυγιοφόρα).
9. Εξαιρετικά μεγάλη ποικιλία σωματικών σχημάτων και προτύπων αναπαραγωγής.

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΕΛΕΟΣΤΕΟΥ ΙΧΘΥΟΣ

ΓΕΝΙΚΑ

Δομή & σχήμα. Το σώμα των ψαριών είναι αμφίπλευρα συμμετρικό. Αποτελείται από τρεις ανατομικά περιοχές, την **κεφαλή**, τον **κορμό** και την **ουρά** (ουσιαστικά είναι το μεταεδρικό τμήμα του κορμού) σε εν' σειρά μεταξύ τους διάταξη. Ανάλογα με τον τρόπο και τόπο διαβίωσης, το σχήμα των τελεόστεων εμφανίζει πολύ μεγάλη ποικιλία. Μπορεί να είναι ατρακτοειδές (σύνηθες σχήμα), νωτοκοιλιακά ή πλευρικά πεπλατυσμένο, επίμηκες ή βραχύ, σφαιρικό, ωοειδές, κυβικό κλπ (Εικόνα 1). Από τους κύριους εξωτερικούς χαρακτήρες των γναθοστομάτων αντιπροσώπων των ψαριών είναι η **παρουσία πτερυγίων**.

Δέρμα. Το σώμα των τελεόστεων καλύπτεται από δίστιβο δέρμα (**επιδερμίδα** και **δερμίδα**) που φέρει **βλεννογόνους αδένες** και **λέπια** (**κυκλοειδή** ή **κτενοειδή**) σε γραμμική διάταξη. Μερικά είδη έχουν δευτερογενώς χάσει τα λέπια. Ο κορμός και η ουρά των ψαριών διατρέχονται από το **κανάλι της πλευρικής γραμμής**, η οποία ξεκινάει από το οπίσθιο όριο της κεφαλής και φθάνει μέχρι την αρχή του ουραίου πτερυγίου. Η πλευρική γραμμή καλύπτεται με τροποποιημένα λέπια (φέρουν πόρους).

Χρωματισμός. Ο χρωματισμός των τελεόστεων παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία από είδος σε είδος, ανάλογα κυρίως με το περιβάλλον διαβίωσης. Τα κύτταρα χρωματισμού εντοπίζονται κυρίως στη δερμίδα και αποτελούνται από **μελανοφόρα**, **ξανθοφόρα**, **ερυθροφόρα** και **ιριδοφόρα**.

Κίνηση. Η κίνηση επιτυγχάνεται από το αναπτυγμένο μυϊκό σύστημα και τα πτερύγια, καθένα από τα οποία επιτελεί διαφορετική λειτουργία (σταθεροποίηση στο οριζόντιο ή κάθετο επίπεδο, προώθηση, διατήρηση θέσης, φρενάρισμα, αλλαγή πορείας).

***Παρατηρήστε* και *εντοπίστε* τις διαφορετικές ανατομικές περιοχές του σώματος και τα πτερύγια. Με τη βοήθεια της λαβίδας *αποκολλήστε* μερικά λέπια και *παρατηρήστε τα* στο στερεοσκόπιο. *Παρατηρήστε* τις ζώνες αύξησης των λεπιών. *Διακρίνετε* τα κύτταρα χρωματισμού στο τμήμα του δέρματος που αποκολλήσατε μαζί με τα λέπια. *Εντοπίστε* την πλευρική γραμμή. *Παρατηρήστε* το γενικό πρότυπο χρωματισμού του σώματος.**

ΚΕΦΑΛΗ

Εντοπίζεται στο πρόσθιο τμήμα του σώματος. Εξυπηρετεί τη σύλληψη της τροφής και την αναπνοή, τη στήριξη και προστασία των αισθητηρίων και του εγκεφάλου, καθώς και την υδροδυναμική του σώματος. Τα κύρια εξωτερικά στοιχεία της κεφαλής είναι το **στόμα**, οι **οφθαλμοί**, το **βραγχιακό επικάλυμμα** και οι **ρώθωνες**.

Στόμα. Εντοπίζεται στην πρόσθια περιοχή της κεφαλής. Ανάλογα με τον διατροφικό τύπο κάθε είδους, το στόμα μπορεί να έχει πρόσθιο, νωτιαίο ή κοιλιακό προσανατολισμό.

Βραγχιακό επικάλυμμα. Εντοπίζεται στο οπίσθιο όριο της κεφαλής. Καλύπτει τη βραγχιακή σχισμή και προστατεύει τα βράγχια. Συνίσταται από 4 οστά, το επικαλυμματικό, το προ-, υπο- και μεσο επικαλυμματικό.

Οφθαλμοί. Συνήθως εντοπίζονται πλευρικά της κεφαλής. Δεν έχουν βλέφαρα. Η όραση είναι έγχρωμη.

Ρώθωνες. Τα 2 ζεύγη ρωθώνων εντοπίζονται στην περιοχή του ρύγχους, πρόσθια των οφθαλμών. Δεν επικοινωνούν με το πεπτικό σύστημα (τυφλοί).

***Εντοπίστε* και *παρατηρήστε* το στόμα, το βραγχιακό επικάλυμμα και τα υποκείμενα βράγχια, τους οφθαλμούς και τους ρώθωνες. *Προσδιορίστε* τον προσανατολισμό του στόματος.**

ΚΟΡΜΟΣ

Οριοθετείται μεταξύ των βραγχιακών σχισμών και της **έδρας**, περιλαμβάνοντας κυρίως την σπλαχνική χώρα. Στον κορμό εντοπίζονται τα θωρακικά και κοιλιακά πτερύγια, καθώς και τμήμα του ραχιαίου πτερυγίου.

Έδρα. Εντοπίζεται στην κοιλιακή περιοχή, πρόσθια του εδρικού πτερυγίου.

***Εντοπίστε* την έδρα.**

ΟΥΡΑ

Είναι το μεταεδρικό τμήμα του σώματος και ουσιαστικά αποτελεί συνεχές και αδιαίρετο τμήμα του κορμού. Ωστόσο διακρίνεται από τον τελευταίο γιατί δεν περιλαμβάνει κανένα τμήμα της σπλαχνικής χώρας. Καταλήγει στο ουραίο πτερύγιο.

ΠΤΕΡΥΓΙΑ

Υπάρχουν 5 τύποι πτερυγίων, τα οποία διακρίνονται σε **ζυγά** και **μονά** (**ή άζυγα**). Τα ζυγά περιλαμβάνουν το **ζεύγος των θωρακικών** και των **κοιλιακών πτερυγίων**, ενώ τα μονά περιλαμβάνουν το **ραχιαίο**, το **εδρικό** και το **ουραίο** (**ομόκερκο**) **πτερύγιο**. Τα πτερύγια αποτελούνται από τα **εσωτερικά οστά στήριξης** και τις **ακτίνες**. Οι τελευταίες διακρίνονται στις ενιαίες **σκληρές άκανθες**, στα μεταμερισμένα και διακλαδιζόμενα **λεπιδοτρίχια** και στα μεταμερισμένα **δερματοτρίχια** (εντοπίζονται μόνο στο ουραίο πτερύγιο). Το εδρικό, ραχιαίο και τα κοιλιακά πτερύγια φέρουν σκληρές άκανθες και λεπιδοτρίχια. Τα θωρακικά φέρουν μόνο λεπιδοτρίχια, ενώ το ουραίο φέρει λεπιδοτρίχια και δερματοτρίχια.

Η αριθμητική και ποιοτική σύσταση των ακτίνων των πτερυγίων αποτελεί διαγνωστικό μεριστικό χαρακτήρα. Το σχήμα (ιδιαίτερα του ουραίου), το σχετικό μέγεθος και η σχετική θέση (ιδιαίτερα των κοιλιακών) των πτερυγίων ποικίλλουν από είδος σε είδος ανάλογα με τον τρόπο διαβίωσης και το πρότυπο κολύμβησης. Ειδικότερα, το ουραίο πτερύγιο μπορεί να είναι ενιαίο ή να εμφανίζει δύο διακριτούς λοβούς, με ποικίλο βαθμό διαχωρισμού ανάλογα με την ταχύτητα και τη διάρκεια της κολύμβησης.

***Εντοπίστε* και *παρατηρήστε* τους <u>διαφορετικούς τύπους πτερυγίων</u> και <u>ακτίνων</u>.**

ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΕΛΕΟΣΤΕΟΥ ΙΧΘΥΟΣ

ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ

Η αναπνοή επιτελείται με τα **βράγχια**, τα οποία εντοπίζονται στο εσωτερικό των βραγχιακών επικαλυμμάτων. Τα βράγχια αποτελούνται από 5 ζεύγη οστέινων **βραγχιακών τόξων** (μόνο τα 4 είναι λειτουργικές αναπνευστικές δομές), στην οπίσθια πλευρά των οποίων εντοπίζονται τα **βραγχιακά ελάσματα** (κύριες αναπνευστικές δομές). Στο πρόσθιο των βραγχιακών τόξων υπάρχουν οι **βραγχιακές άκανθες**, οι οποίες εμποδίζουν την έξοδο της τροφής από τα βράγχια, προστατεύοντας έτσι τα ελάσματα από τραυματισμούς. Τα βραγχιακά τόξα προσφύονται στη βάση του νευροκρανίου και στη βάση του στόματος. Το νερό εισέρχεται από το στόμα και εξέρχεται από τα βραγχιακά ανοίγματα. Η κίνηση αυτή του νερού, στους περισσότερους τελεόστεους επιτυγχάνεται με τη συνδυασμένη λειτουργία του στόματος και των βραγχιακών επικαλυμμάτων (σύστημα δύο αντλιών).

ΤΟΜΗ: Χρησιμοποιώντας το ψαλίδι και ξεκινώντας από το στόμα, αφαιρέστε το δεξί υποκογχικό τοίχωμα της στοματικής και βραγχιακής κοιλότητας. Η τομή πρέπει να γίνει με την άκρη του ψαλιδιού, μόνο στο τοίχωμα και όχι στα περιεχόμενα όργανα.

***Αναγνωρίστε* τα <u>βραγχιακά τόξα</u>, τα <u>βραγχιακά ελάσματα</u> και τις <u>βραγχιακές άκανθες</u>. *Αφαιρέστε* το <u>εξωτερικό βραγχιακό</u> τόξο και *παρατηρήστε* στο στερεοσκόπιο τη <u>δομή των ελασμάτων</u>.**

ΠΕΠΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Κατά σειρά αποτελείται από το **στόμα**, τα **δόντια**, τη **στοματική κοιλότητα**, το **φάρυγγα**, τον **οισοφάγο**, το **στομάχι**, τα **πυλωρικά τυφλά**, το δίλοβο **ήπαρ**, τη **χοληδόχο κύστη**, το **πάγκρεας**, το **έντερο** και την **έδρα**. Αν και ανατομικά στοιχεία των βραγχιακών τόξων, τα **φαρυγγικά δόντια** και οι **βραγχιακές άκανθες** αποτελούν λειτουργικό στοιχείο του πεπτικού συστήματος.

<u>Στόμα και στοματική κοιλότητα</u>. Το στόμα σχηματίζεται από τις **άνω** (ζεύγος **προγναθικών**, **γναθικών**, **υπερώιων** και **τετραγώνων οστών**) και τις **κάτω γνάθους** (ζεύγος **οδοντικών** και **αρθρικών οστών**). Στη βάση της στοματικής κοιλότητας υπάρχει το **γλωσσοϋοειδές οστό**, το οποίο σχηματίζει τη **γλώσσα** των τελεόστεων.

<u>Δόντια</u>. Οι τελεόστεοι μπορεί να φέρουν δόντια σε όλα τα οστά των γνάθων, εκτός των αρθρικών και τετραγώνων. Δόντια επίσης εντοπίζονται και στο προσθιότερο κοιλιακό οστό του νευροκρανίου, την **ύνιδα**. Η μορφολογία των δοντιών ποικίλει ανάλογα με τις τροφικές προτιμήσεις κάθε είδους.

<u>Φάρυγγας, οισοφάγος, στομάχι, έντερο, έδρα</u>. Κατά σειρά εντοπίζονται αμέσως μετά τη στοματική κοιλότητα. Τα <u>πυλωρικά τυφλά</u> εντοπίζονται εξωτερικά του στομαχιού, στο όριο με το έντερο.

<u>Ήπαρ</u>. Εντοπίζεται πρόσθια και πλευρικά του στομαχιού. Είναι δίλοβο.

<u>Χοληδόχος κύστη</u>. Εντοπίζεται στην εσωτερική επιφάνεια του ήπατος. Εκβάλει στο έντερο, αμέσως μετά το στομάχι.

<u>Πάγκρεας</u>. Βρίσκεται στο τοίχωμα του εντέρου και δεν διακρίνεται μακροσκοπικά.

<u>Φαρυγγικά δόντια</u>. Εντοπίζονται στη νωτιαία και κοιλιακή επιφάνεια του φάρυγγα.

<u>Βραγχιακές άκανθες</u>. Εντοπίζονται στην πρόσθια επιφάνεια των βραγχιακών τόξων.

ΤΟΜΗ: Χρησιμοποιώντας το ψαλίδι και ξεκινώντας από την έδρα, αφαιρέστε το δεξί τοίχωμα της κοιλίας όπως φαίνεται στην Εικόνα 11. Η τομή πρέπει να γίνει με την άκρη του ψαλιδιού, μόνο στο κοιλιακό τοίχωμα και όχι στα περιεχόμενα όργανα.

***Αναγνωρίστε* το <u>στόμα</u>, <u>τα προγναθικά, γναθικά και οδοντικά οστά</u>, τη <u>στοματική κοιλότητα</u>, το <u>φάρυγγα</u> και τα <u>φαρυγγικά δόντια</u>, τον <u>οισοφάγο</u>, το <u>στομάχι</u>, τα <u>πυλωρικά τυφλά</u>, το <u>ήπαρ</u>, τη <u>χοληδόχο κύστη</u>, το <u>έντερο</u> και την <u>έδρα</u>. Με τη βοήθεια τη λαβίδας, *τραβήξτε* <u>το προγναθικό οστό</u> που έχει μείνει μετά τις μέχρι τώρα τομές και *παρατηρήστε* <u>τη δυνατότητα έκτασής του</u>.**

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟ

Κλειστό κυκλοφορικό σύστημα αποτελούμενο από **δίχωρη καρδιά** (με 1 κόλπο και 1 κοιλία), **αρτηρίες**, **φλέβες** και **τριχοειδή**. Το αίμα από τους ιστούς κατευθύνεται στην καρδιά (κοιλία και κόλπο), ακολούθως στα βράγχια και τέλος στους ιστούς. Τα κύρια αιμοποιητικά όργανα είναι η **σπλήνα** και ο **νεφρός**. Η αιμοσφαιρίνη εντοπίζεται στα στα ερυθρά αιμοσφαίρια, τα οποία είναι εμπύρηνα.

<u>Καρδιά</u>. Εντοπίζεται στο πρόσθιο κοιλιακό τμήμα της κοιλιακής χώρας, πρόσθια του ήπατος και οπίσθια των βραγχιακών τόξων.

<u>Σπλήνα</u>. Εντοπίζεται αριστερά και οπίσθια του στομαχιού.

<u>Νεφρός</u>. Εντοπίζεται κοιλιακά της σπονδυλικής στήλης, ή νωτιαία της κοιλιακής χώρας.

***Αναγνωρίστε* την <u>καρδιά</u> και τη <u>σπλήνα</u>.**

ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟ

Οι τελεόστεοι παρουσιάζουν σχεδόν κάθε τύπο αναπαραγωγής: **α**) κάποια είδη είναι γονοχωριστικά, ενώ άλλα πρώτανδρα ή πρωτόγυνα ερμαφρόδιτα, **β**) κάποια ωοτόκα, ενώ άλλα ωοζωοτόκα ή ζωοτόκα, **γ**) με εσωτερική ή εξωτερική γονιμοποίηση, **δ**) με πελαγικά ή βενθικά αυγά, **ε**) με μικρή γονιμότητα και μεγάλο μέγεθος αυγών ή με μεγάλη γονιμότητα και μικρά αυγά, **στ**) με ή χωρίς φύλαξη των αυγών και νυμφών από τον ένα ή και τους δύο γονείς κοκ.

Το αναπαραγωγικό σύστημα αποτελείται από τις **γονάδες**, τους **γεννητικούς αγωγούς** και τον **ουρογεννητικό πόρο**. Τελολεκιθικά αυγά με μεροβλαστική αυλάκωση. Έμμεση ανάπτυξη.

Γονάδες. Εντοπίζονται στην νωτιαία πλευρά της σπλαχνικής χώρας.

Ουρογεννητικός πόρος. Εντοπίζεται οπίσθια της έδρας, στο οπίσθιο όριο της σπλαχνικής χώρας.

***Εντοπίστε* τις γονάδες και τον ουρογεννητικό πόρο.**

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Η ουδέτερη πλευστότητα του σώματος στο υδάτινο περιβάλλον επιτυγχάνεται με την παρουσία ενός αεροφόρου σάκου, ο οποίος ονομάζεται **νηκτική κύστη**. Στους **φυσόστομους οστεϊχθείς** η πλήρωση της νηκτικής κύστης με ατμοσφαιρικό αέρα γίνεται μέσω του **πνευματικού αγωγού**, ο οποίος συνδέει τον οισοφάγο με τη νηκτική κύστη. Οι πιο εξελιγμένοι **φυσόκλειστοι οστεϊχθείες** έχουν κλειστή νηκτική κύστη, χωρίς πνευματικό αγωγό. Η είσοδος και η έξοδος των αερίων στη ή από τη νηκτική κύστη (από και προς το αίμα αντίστοιχα) γίνεται με το **θαυμαστό πλέγμα** και τον **αδένα αερίων**. Η νηκτική κύστη καταλαμβάνει το 5-7% του όγκου των σώματος και εντοπίζεται στην νωτιαία επιφάνεια της σπλαχνικής κοιλότητας, νωτιαία των γονάδων.

***Αναγνωρίστε* τη νηκτική κύστη. Με τη βοήθεια του ψαλιδιού ή νυστεριού, *κάντε* επιμήκη τομή και *παρατηρήστε* το εσωτερικό της.**

ΑΠΕΚΚΡΙΤΙΚΟ

Ανατομικά, το απεκκριτικό αποτελείται από το ζεύγος των **νεφρών**, την **ουροδόχο κύστη** και τον **ουρογεννητικό πόρο**. Παρά το ότι δεν αποτελούν ανατομικά στοιχεία του απεκκριτικού, τα **βράγχια** των τελεόστεων αποτελούν το σημαντικότερο όργανο απέκκρισης και οσμωτικής - ιοντικής ισορροπίας.

Νεφροί. Είναι επιμήκεις και εντοπίζονται κοιλιακά της σπονδυλικής στήλης και νωτιαία της νηκτικής κύστης, από το πρόσθιο μέχρι το οπίσθιο όριο της σπλαχνικής χώρας.

Ουροδόχος κύστη. Εντοπίζεται στην οπίσθια περιοχή της σπλαχνικής χώρας, νωτιαία και οπίσθια του εντέρου.

ΤΟΜΗ: Χρησιμοποιώντας το ψαλίδι ή το νυστέρι, κάντε επιμήκη τομή στο νωτιαίο τοίχωμα της νηκτικής κύστης.

***Εντοπίστε* τους νεφρούς και την ουροδόχο κύστη.**

ΝΕΥΡΙΚΟ

Αποτελείται από το **κεντρικό** (**εγκέφαλος** και **νευρική χορδή** ή **νωτιαίος μυελός**), το **περιφερειακό νευρικό σύστημα** (περιφερειακά **γάγγλια** και **νεύρα**), τμήμα του οποίου είναι και τα **αισθητήρια όργανα** (**οφθαλμοί**, **χημειοϋποδοχείς**, **υποδοχείς μηχανικών ερεθισμάτων**).

Εγκέφαλος. Εντοπίζεται στην κοιλότητα του νευροκρανίου. Αποτελείται από τους **οσφρητικούς λοβούς**, τα **εγκεφαλικά ημισφαίρια**, το **θάλαμο** και **υποθάλαμο**, τους **οπτικούς λοβούς**, την **παρεγκεφαλίδα** και τον **προμήκη μυελό**, ο οποίος καταλήγει στη νευρική χορδή.

Νευρική χορδή. Εντοπίζεται νωτιαία της σπονδυλικής στήλης. Διέρχεται μέσα από τα νευρικά τόξα των σπονδύλων.

Οφθαλμοί. Συνήθως εντοπίζονται πλευρικά της κεφαλής. Δεν έχουν βλέφαρα. Η όραση είναι έγχρωμη.

Χημειοϋποδοχείς. Οι υποδοχείς της όσφρησης εντοπίζονται στα δύο ζεύγη τυφλών ρωθώνων. Οι υποδοχείς της γεύσης, εκτός της στοματικής κοιλότητας, μπορούν να εντοπίζονται στα πτερύγια, δέρμα και σε ειδικές δερμικές αποφύσεις της περιστοματικής χώρας (μουστάκια).

Υποδοχείς μηχανικών ερεθισμάτων. Η ακοή, η αντίληψη των δονήσεων και άλλων διαταραχών του νερού, καθώς και ο προσανατολισμός-ισορροπία γίνονται αντιληπτά από τα ψάρια με το **ακουστικο-πλευρικό σύστημα** (*Acoustico-Lateralis System*). Αυτό αποτελείται από το **έσω αυτί** και το **σύστημα της πλευρικής γραμμής - νευρομαστών**.

Το έσω αυτί συνίσταται από 3 ημικυκλικούς σωλήνες, κάθε ένας από τους οποίους φέρει έναν ωτόλιθο. Οι 2 κοιλιακοί ημικυκλικοί σωλήνες (***sacculus*** και ***lagena***) χρησιμοποιούνται για την ακοή, ενώ ο τρίτος (***utriculus***) για την ισορροπία. Τα ψάρια που φέρουν οστάρια του Weber, χρησιμοποιούν και τη νηκτική κύστη για την αντίληψη

των ήχων.

Το σύστημα της πλευρικής γραμμής χρησιμοποιείται για την αντίληψη των διαταραχών του νερού γύρω από το ψάρι. Οι υποδοχείς (**νευρομάστες**) εντοπίζονται εντός των καναλιών της πλευρικής γραμμής (κάτω από τα λέπια) ή στην επιφάνεια του δέρματος. Η επικοινωνία των πρώτων με το εξωτερικό περιβάλλον επιτυγχάνεται μέσω των οπών των αντίστοιχων λεπιών.

ΤΟΜΗ: Χρησιμοποιώντας το ψαλίδι κάντε επιμήκη νωτιαία τομή του κρανίου ανάμεσα στους οφθαλμούς, ξεκινώντας από τη ρινική (πρόσθια) περιοχή και καταλήγοντας πίσω από την κεφαλή. Ακολούθως, κάντε νωτο-κοιλιακή τομή οπίσθια της δεξιάς πλευράς του κρανίου. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** η τομή πρέπει να γίνει επιφανειακά, μόνο στα οστά της οροφής του κρανίου.

***Εντοπίστε* τον εγκέφαλο, τον προμήκη μυελό και τη νευρική χορδή. *Εντοπίστε* και *αφαιρέστε* τον ωτόλιθο (*sacculus*). *Αποκολλήστε* ένα λέπι της πλευρικής γραμμής και *παρατηρήστε* στο στερεοσκόπιο τη δομή του. *Παρατηρήστε* τη δομή του ωτόλιθου στο στερεοσκόπιο.**

ΜΥΙΚΟ

Η μεγαλύτερη μάζα μυών εντοπίζεται στον κορμό και στην ουρά του σώματος, αμφίπλευρα της σπονδυλικής στήλης. Μύες ωστόσο εντοπίζονται στην κεφαλή και στη βάση των πτερυγίων. Οι μύες του σώματος διατάσσονται σε τμήματα με νωτο-κοιλιακή διάταξη και σχήμα W (**μυομερή** ή **μυοτόμοι**). Τα μυομερή χωρίζονται μεταξύ τους με κάθετα (στον επιμήκη άξονα) φύλλα συνδετικού ιστού (**μυοδιαφράγματα**). Επιπρόσθετα, τα μυομερή χωρίζονται σε νωτιαία και κοιλιακά (επι-αξονικά και υπο-αξονικά) από ένα οριζόντιο επίμηκες διάφραγμα. Οι μυϊκές ίνες διακρίνονται σε **λευκές**, **ερυθρές** και σε **ενδιάμεσες**.

ΤΟΜΗ: Χρησιμοποιώντας το ψαλίδι *κάντε* τομή του δέρματος κατά μήκος της δεξιάς πλευράς του εδρικού πτερυγίου, ξεκινώντας από την κοιλιακή χώρα. Με τη βοήθεια της λαβίδας, *ανασηκώστε* το δέρμα της δεξιάς πλευράς του κορμού.

***Εντοπίστε* τα μυομερή και τα μυοδιαφράγματα, τους λευκούς και ερυθρούς μύες.**

ΣΤΗΡΙΚΤΙΚΟ

Αποτελείται από τον **πρωτογενή** και το **δευτερογενή** (ή δερμικό) **ενδοσκελετό**. Οι κύριες ανατομικές μονάδες του ενδοσκελετού είναι τα **οστά**, τα οποία ανάλογα με την οντογενετική τους προέλευση διακρίνονται σε **μεμβρανικά** και σε **χονδρογενή** (ή **αντικατάστασης**). Ο ενδοσκελετός ανατομικά διακρίνεται στον **κρανιακό** και στον **οπισθοκρανιακό σκελετό**.

Κρανιακός σκελετός

- **Νευροκρανίο**
- **Σπλαχνοκρανίο** (γναθικό και υοειδές τόξο, βραγχιακά τόξα, οστά βραγχιακού επικαλύμματος)

Όπισθοκρανιακός σκελετός

- **Αξονικός σκελετός** (σπονδυλική στήλη, πλευρές, άζυγα πτερύγια)
- **Σκελετός των εξαρτημάτων** (θωρακικά και κοιλιακά πτερύγια)

Νευροκρανίο. Τα οστά του νευροκρανίου σχηματίζουν μια κάψα που περιβάλλει τον εγκέφαλο και τα κύρια αισθητήρια όργανα της κεφαλής.

Αξονικός οπισθοκρανιακός σκελετός (εκτός από τα πτερύγια). Αποτελείται από τους **σπόνδυλους**, και τις **πλευρές** (**νωτιαίες** και **κοιλιακές**). Γενικά οι σπόνδυλοι είναι αμφίκοιλοι και διακρίνονται σε **προ-αιματικούς**, σε **αιματικούς** και στο **ουρόστυλο**. Οι προ-αιματικοί εντοπίζονται στην περιοχή της κοιλίας (κορμός) και φέρουν στο νωτιαίο τμήμα τους τη **νευρική απόφυση** και το **νευρικό τόξο**. Οι αιματικοί σπόνδυλοι εντοπίζονται στην μεταεδρική περιοχή (ουρά) και εκτός των νευρικών αποφύσεων και τόξων, κοιλιακά φέρουν και **αιματικές αποφύσεις** και **τόξα**. Το ουρόστυλο είναι ο οπισθιότερος σπόνδυλος και στερείται αιματικών ή νευρικών αποφύσεων (έχει μόνο το κέντρο του σπονδύλου). Η νευρική χορδή διέρχεται μέσα από τα νευρικά τόξα. Οι πλευρές αρθρώνονται μόνο στους προ-αιματικούς σπονδύλους. Οι σπόνδυλοι στερούνται μεσοσπονδύλιων δίσκων και ενώνονται μεταξύ τους με συνδετικό ιστό, απομεινάρι της νωτοχορδής.

Πτερύγια. Αποτελούνται από τις **ακτίνες** και τα εσωτερικά **οστά στήριξής** τους. Ανάλογα με τη δομή τους, οι ακτίνες διακρίνονται σε **σκληρές άκανθες**, **λεπιδοτρίχια** και **δερματοτρίχια**. Οι δύο τελευταίοι τύποι εμφανίζουν μεταμερή. Τα λεπιδοτρίχια είναι δισχιδή.

Ο αριθμός των σπονδύλων, των πλευρών και των ακτίνων ποικίλει από είδος σε είδος.

ΤΟΜΗ: *Αφαιρέστε* τους μύες του ουραίου μίσχου και της δεξιάς μεταεδρικής πλευράς του σώματος. *Αφαιρέστε* ένα σπόνδυλο, κάνοντας τομή στους ενδιάμεσους συνδετικούς ιστούς.

***Εντοπίστε* και *παρατηρήστε* τις <u>αποφύσεις</u>, τα <u>τόξα</u>, τις <u>δύο κοίλες περιοχές</u> και το <u>συνδετικό ιστό</u>. *Παρατηρήστε* τις <u>ακτίνες των πτερυγίων</u> και διακρίνετε τα <u>λεπιδοτρίχια</u>, τις <u>σκληρές άκανθες</u> και τα <u>δερματοτρίχια</u>. Εντοπίστε τα <u>οστά στήριξης του εδρικού πτερυγίου</u>. Ποιες είναι οι <u>διαφορές μεταξύ των πτερυγίων ως προς τη σύσταση σε ακτίνες</u>? *Σημειώστε* τη <u>σύσταση κάθε πτερυγίου σε διαφορετικούς τύπους ακτίνων</u>:**

Θωρακικά:
Κοιλιακά:
Ραχιαίο, Εδρικό:
Ουραίο:

ΑΝΟΣΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Το ανοσοποιητικό σύστημα αποτελείται από την **πρόσθια μοίρα του νεφρού**, το **θύμο αδένα**, τη **σπλήνα** και το **λεμφικό ιστό που συνδέεται με το έντερο**. Στο αίμα υπάρχουν τα **λεμφοκύτταρα** και τα **μακροφάγα**. Το δέρμα αποτελεί σημαντικό στοιχείο του αμυντικού συστήματος των σπονδυλωτών.

ΕΝΔΟΚΡΙΝΙΚΟ

Αποτελείται από 11 ενδοκρινείς αδένες (χωρίς εκφορητικό αγωγό): **υποθάλαμος**, **υπόφυση**, **επίφυση**, **θυρεοειδής**, **πάγκρεας**, **γονάδες**, **διάμεσοι νεφροί**, **θύμος**, **γραστρο-εντερικός βλεννογόνος**, **οπισθοβράγχιος αδένας**.