

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ-ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΑ ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΩΝ  
ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΑ 2<sup>ο</sup> ΜΕΡΟΣ**

**Δρ Σωκράτης Ρουσιάκης  
Επίκουρος Καθηγητής**

**ΑΡΧΕΓΟΝΑ ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΑ  
ΚΑΙ  
ΙΧΘΥΕΣ**

# ΟΙ ΙΧΘΥΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΓΕΝΙΚΑ ΤΟΥΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Με τον όρο **ιχθύες** αναφέρονταν στο παρελθόν διάφορα υδρόβια ζώα. Σήμερα ο όρος αυτός δεν έχει συστηματική οντότητα. Χρησιμοποιείται όμως ευρέως για εκπαιδευτικούς λόγους.

Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά των ιχθύων, ειδικότερα των εξελιγμένων είναι η παρουσία **πτερυγίων**. Πρόκειται για πεπλατυσμένες δομές που υποστηρίζονται εσωτερικά από ποικίλα και διαφορετικά ανάλογα με την ταξινομική ομάδα σκελετικά στοιχεία. Γενικά, ο σκελετός των πτερυγίων δομείται από διάφορα στοιχεία στη βάση και πτερυγιακές ακτίνες στο άκρο του πτερυγίου.

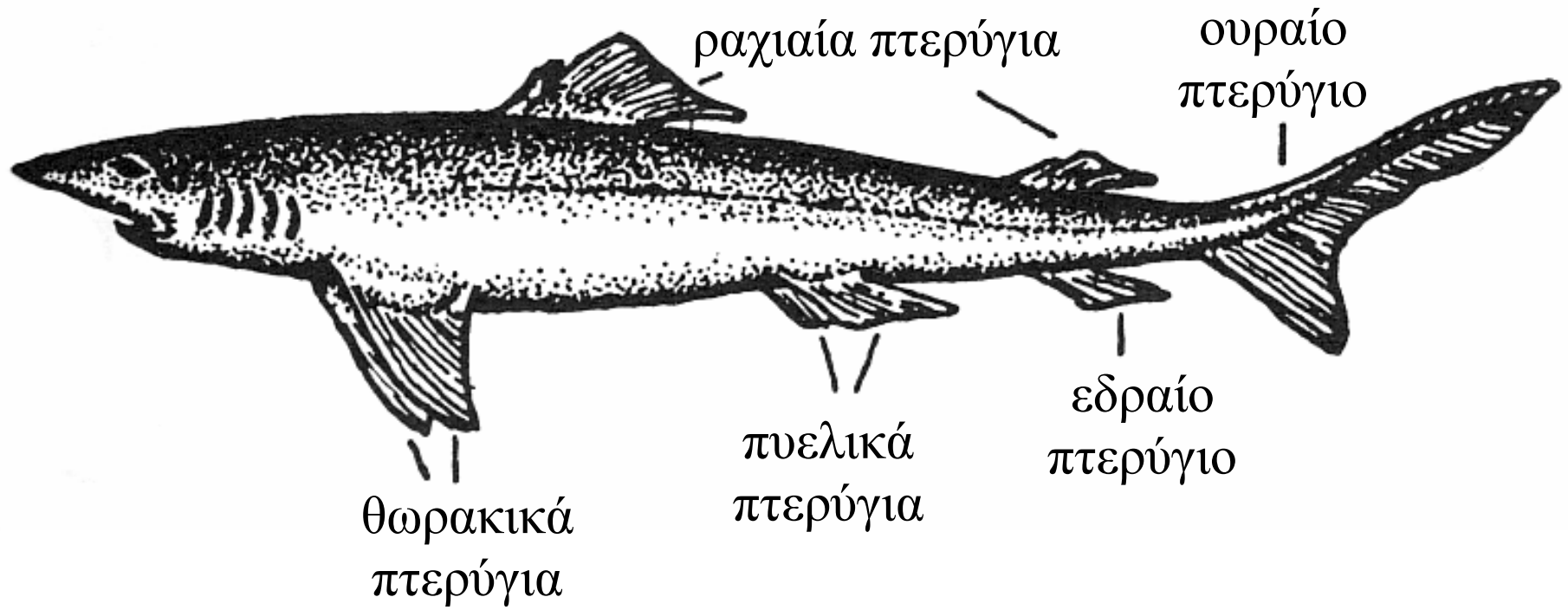
Τα πτερύγια διακρίνονται σε **απλά** και σε **συζυγή** πτερύγια.

**Απλά** πτερύγια είναι τα **ραχιαία** (συνήθως 1 ή 2), το **εδραίο πτερύγιο** και το **ουραίο πτερύγιο**.

**Συζυγή** πτερύγια είναι τα **θωρακικά πτερύγια** και τα **πυελικά πτερύγια**.

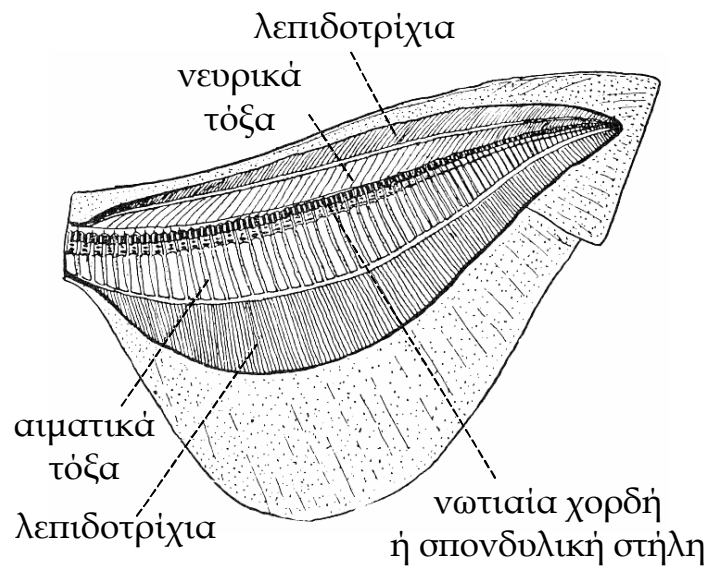
Το **ουραίο πτερύγιο** ποικίλει πολύ σε μορφή και διευθέτηση του εσωτερικού του σκελετού.

Διακρίνονται τρεις βασικοί τύποι ουραίου πτερυγίου: ο **ετερόκερκος** (τυπικός των καρχαριών) στον οποίο η σπονδυλική στήλη (ή νωτιαία χορδή) κάμπτεται προς τα πάνω, ο **διφύκερκος** (τυπικός των αρτίγονων δίπνων) στον οποίο η σπονδυλική στήλη εκτείνεται ευθυτενώς ως τη βάση του ουραίου πτερυγίου το οποίο αναπτύσσεται συμμετρικά πάνω και κάτω από το άκρο της σπονδυλικής στήλης, και ο **ομόκερκος** (χαρακτηριστικός των τελεοστέων) όπου το πτερύγιο είναι μάλλον συμμετρικό αλλά η εσωτερική δομή αποκαλύπτει ότι η σπονδυλική στήλη φέρεται στο άνω άκρο της προς τα άνω. Υπάρχει επίσης και ένας τύπος που είναι ανάποδος του ετερόκερκου, ο **υπόκερκος**, όπου η σπονδυλική στήλη κάμπτεται προς τα κάτω. Είναι συνήθης σε πολλούς άγναθους ιχθύς.

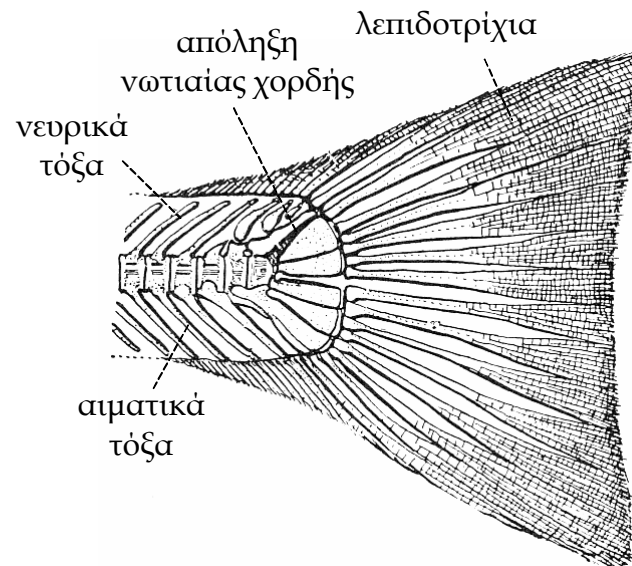


Τα πτερύγια και η ονομασία τους σε έναν καρχαρία

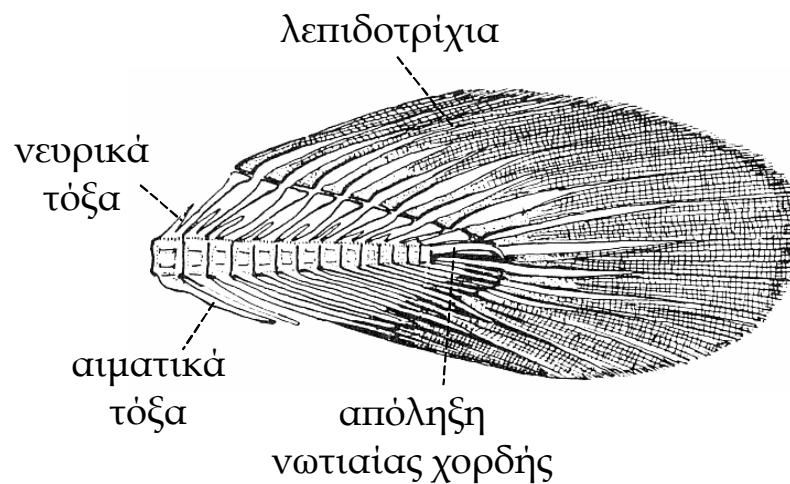




ετερόκερκος τύπος



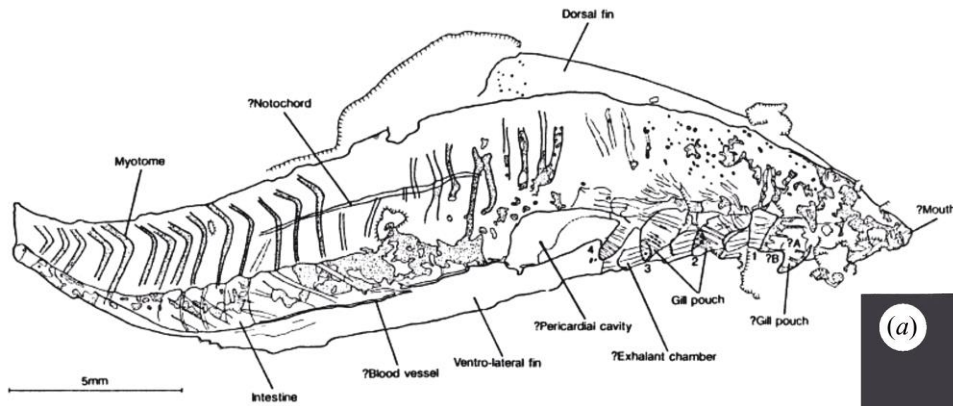
ομόκερκος τύπος



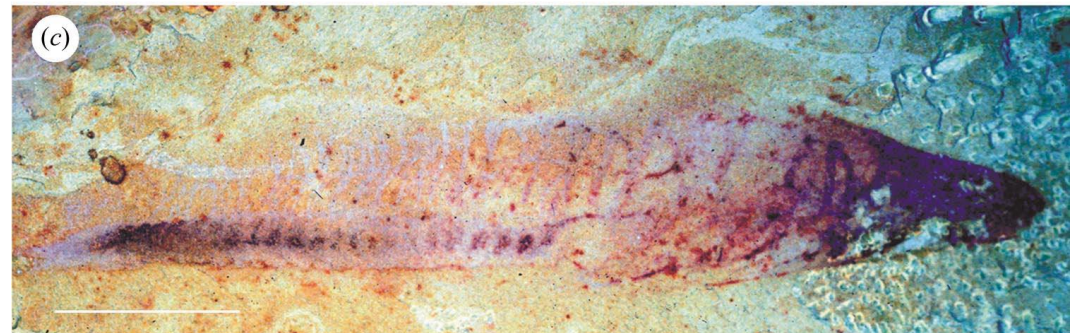
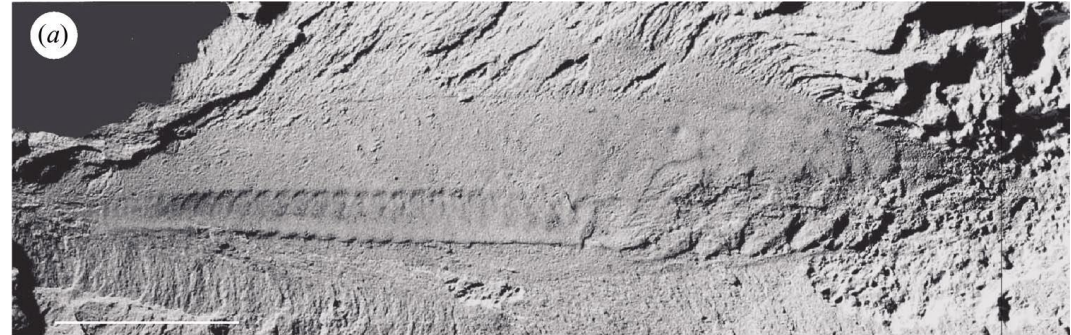
διφύκερκος τύπος

Οι πλέον συνήθεις τύποι ουραίων πτερυγίων και η εσωτερική τους δομή (κατά Dean 1895).

# ΤΑ ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΑ ΓΝΩΣΤΑ ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΑ



*Myllokunmingia*, Κατώτερο Κάμβριο  
Κίνας. Κατά Shu et al. (1999) και Xian-  
Guang et al. (2002)



Τα παλαιότερα γνωστά σπονδυλωτά (*Vertebrata*) έχουν βρεθεί στο Κατώτερο Κάμβριο της Κίνας. Είναι ηλικίας περίπου 530 εκατομμυρίων ετών.

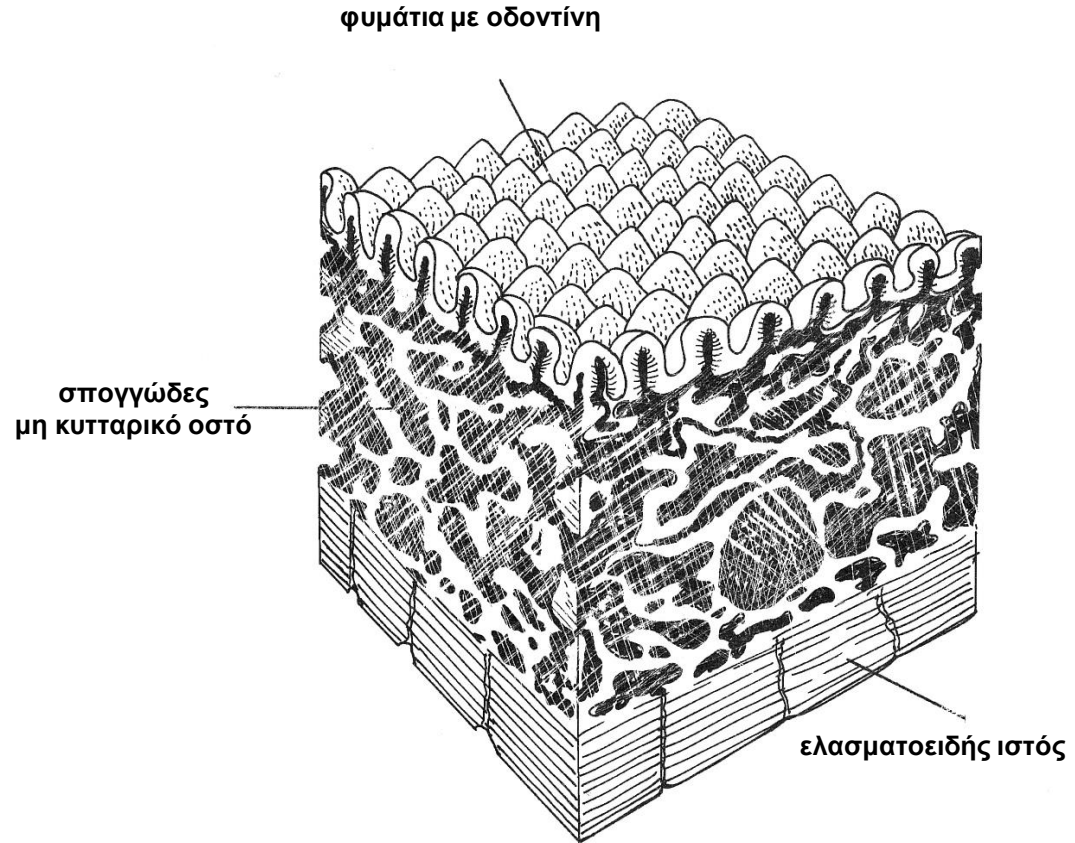
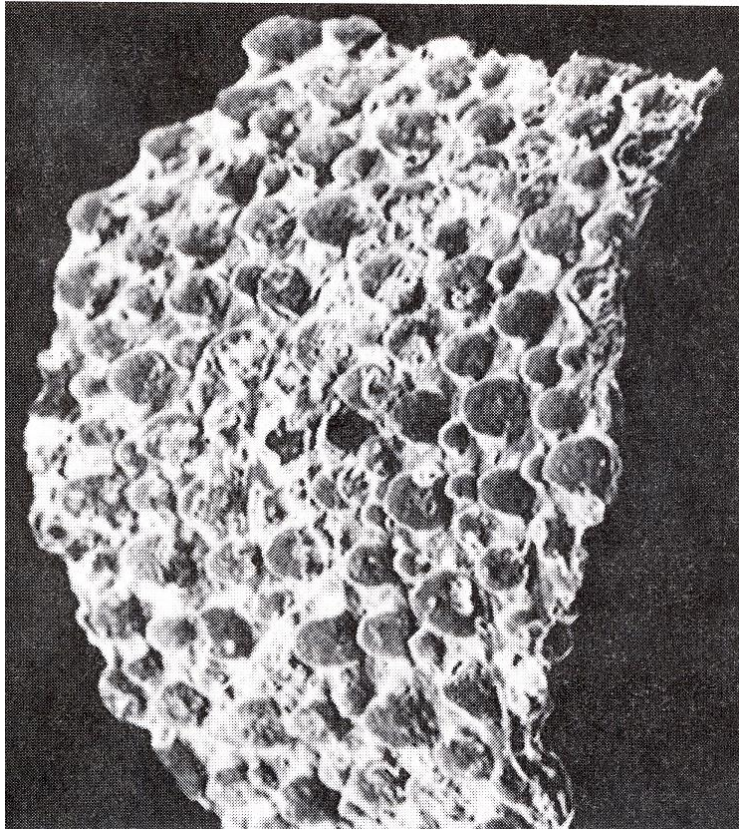
Χαρακτηρίζονται από υδροδυναμικό σχήμα, ασαφή κεφαλή αλλά πιθανή παρουσία στόματος, βράγχια, μέχρι 25 σε αριθμό μομερή σχήματος V, πιθανή παρουσία νωτιαίας χορδής, και χαμηλό ραχιαίο πτερύγιο. **Δεν διαθέτουν οστεοποιημένα σκελετικά στοιχεία.**

Οι φυλογενετικές σχέσεις αυτών των ευρημάτων είναι ασαφείς.



## ΤΑ ΑΡΧΑΙΟΤΕΡΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΕΞΩΣΚΕΛΕΤΟΥ

Τα αρχαιότερα σκελετικά ευρήματα είναι θραύσματα εξωσκελετικών στοιχείων και ανήκουν στο *Anatolepis* που είναι γνωστό από το Ανώτερο Κάμβριο έως το Κατώτερο Ορδοβίσιο, ηλικίας περίπου 500 έως 470 εκατ. ετών. Οι ακριβείς φυλογενετικές σχέσεις είναι ασαφείς. Κατά καιρούς έχει θεωρηθεί ακόμη και ασπόνδυλο (αρθρόποδο) αλλά νεότερες έρευνες το εντάσσουν στα σπονδυλωτά λόγω της οδοντίνης που υπάρχει στα φυμάτια του εξωσκελετού.



*Anatolepis*, Ανώτερο Κάμβριο-Κατώτερο Ορδοβίσιο, εξωτερική μορφολογία και δομή του εξωσκελετού. Κατά Carroll (1988).

# ΑΓΝΑΘΟΙ ΙΧΘΥΕΣ (“AGNATHA”)

Οι παλαιότεροι ιχθύες συχνά ομαδοποιούνται ως ομοταξία υπό τον όρο «**άγναθοι**», αν και σήμερα η συνάθροιση αυτή θεωρείται **πολυφυλετική**.

Οι άγναθοι παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία μορφών και μεγέθους. Εμφανίστηκαν στο **Κατώτερο Κάμβριο**, πριν από περίπου 520 εκατ. έτη. Με εξαίρεση τους μυξίνους και τα Petromyzontida που ζουν και σήμερα και τα κωνόδοντα που έζησαν μέχρι το Τριαδικό, οι άλλες ομάδες αγνάθων εξαφανίστηκαν στο Ανώτερο Δεβόνιο.

## Κυριότερες ομάδες αγνάθων

### Άγναθοι αβέβαιης συστηματικής θέσης

Ομοτ. Myxini

Ομοτ. Petromyzontida

Ομοτ. † Conodonta

Ομοτ. † Pteraspidomorphi

(ή Diplorhina)

Υφομοτ. † Astraspida

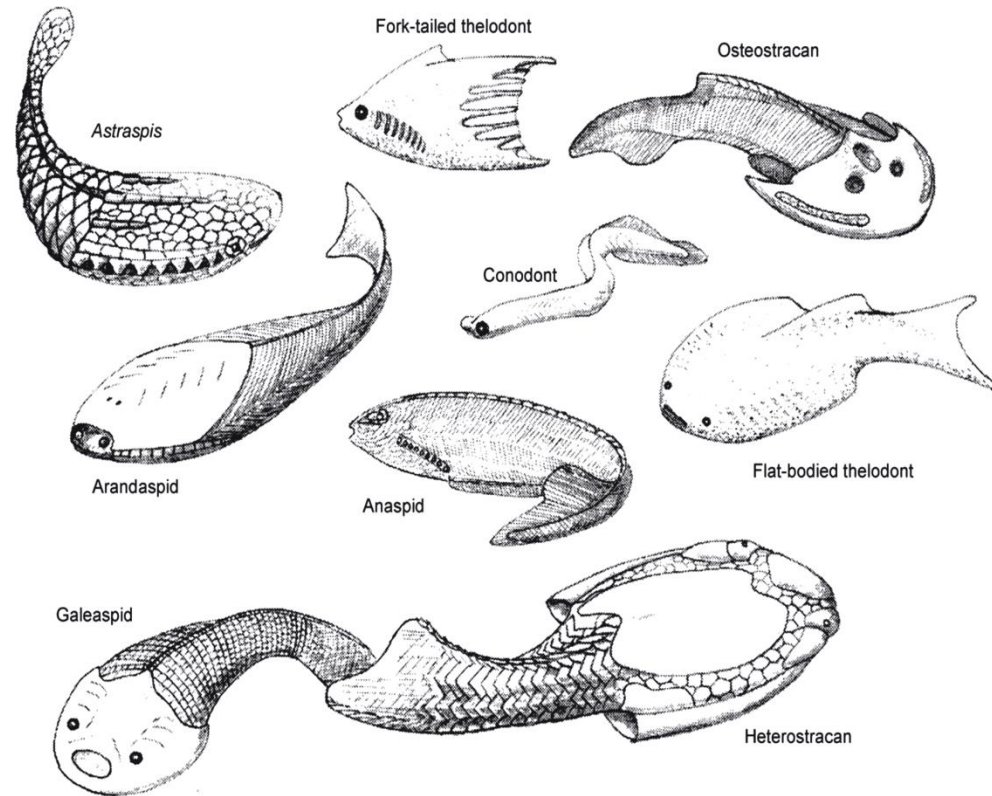
Υφομοτ. † Arandaspida

Υφομοτ. † Heterostraci

Ομοτ. † Anaspida

Ομοτ. † Thelodonti

Ομοτ. † Osteostracomorphi

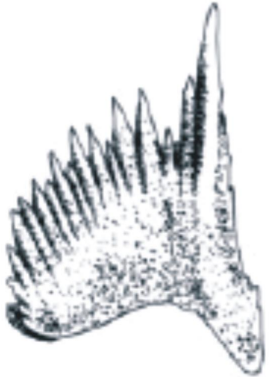


## Αναπαραστάσεις αγνάθων



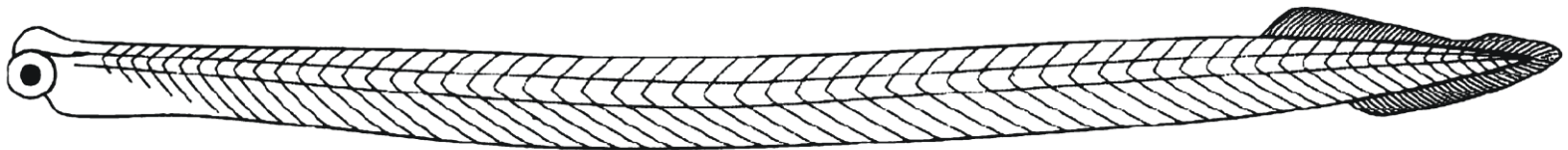
# ΟΜΟΤΑΞΙΑ † CONODONTA (ΚΩΝΟΔΟΝΤΑ)

## Κάμβριο-Τριαδικό

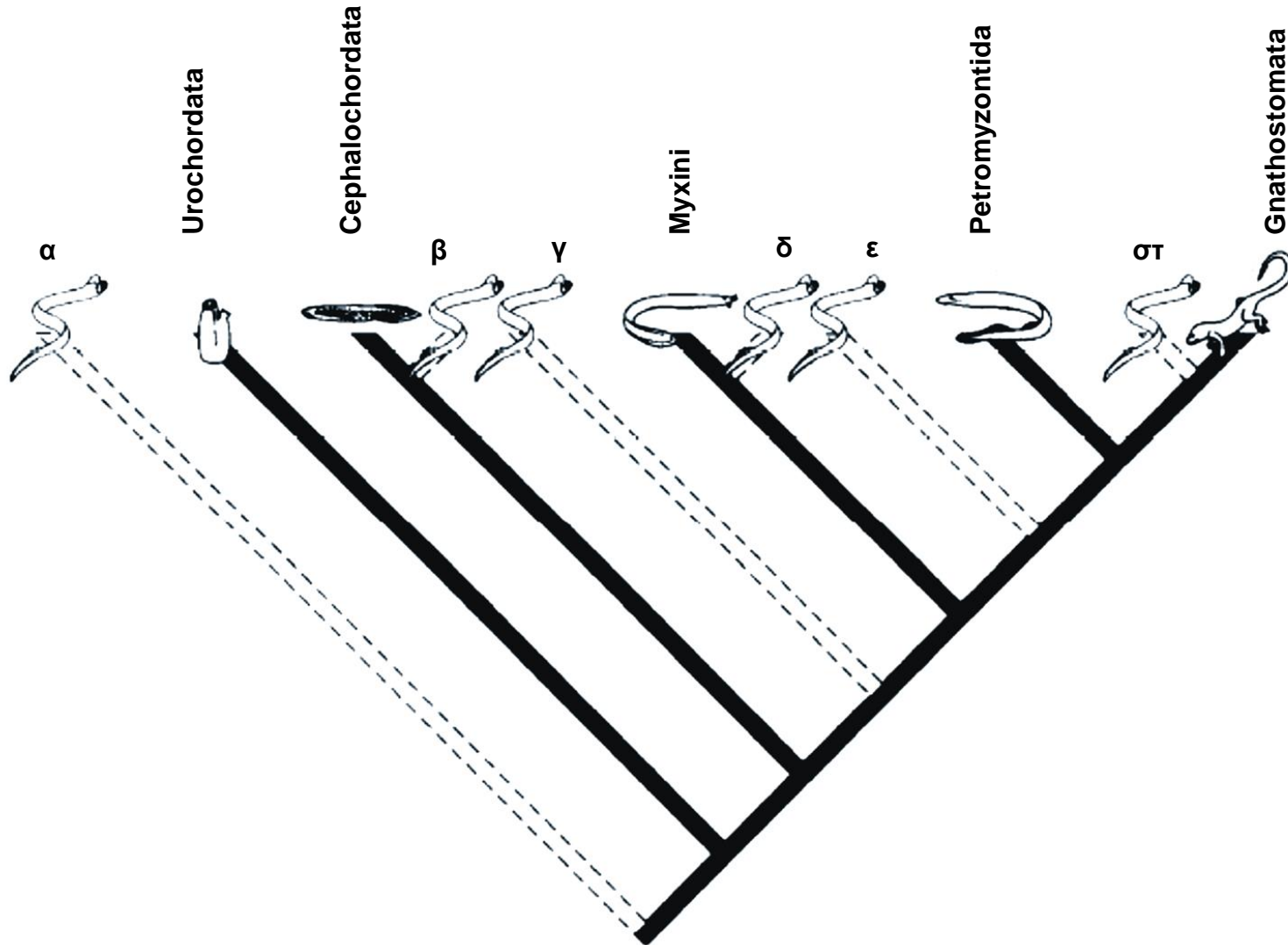


Τα κωνόδοντα χαρακτηρίζονται από επίμηκες σώμα, διακριτή κεφαλική περιοχή με συζυγή αισθητήρια όργανα ακοής και όσφρησης, νωτιαία χορδή, ραχιαίο νευρικό σχοινίο, μυομερή σχήματος V, ουραίο πτερύγιο με εσωτερικό σκελετό. Διαθέτουν μασητική συσκευή με οрукτοποιημένα σκελετικά στοιχεία απατιτικής σύστασης. Αν και το οрукτό αυτό απαντάται στα σπονδυλωτά, οι φυλογενετικές σχέσεις των κωνοδόντων με άλλα σπονδυλωτά είναι αβέβαιες γιατί απουσιάζουν τυπικοί σκληροί ιστοί των σπονδυλωτών όπως η αδαμαντίνη, η οδοντίνη και οστίτης.

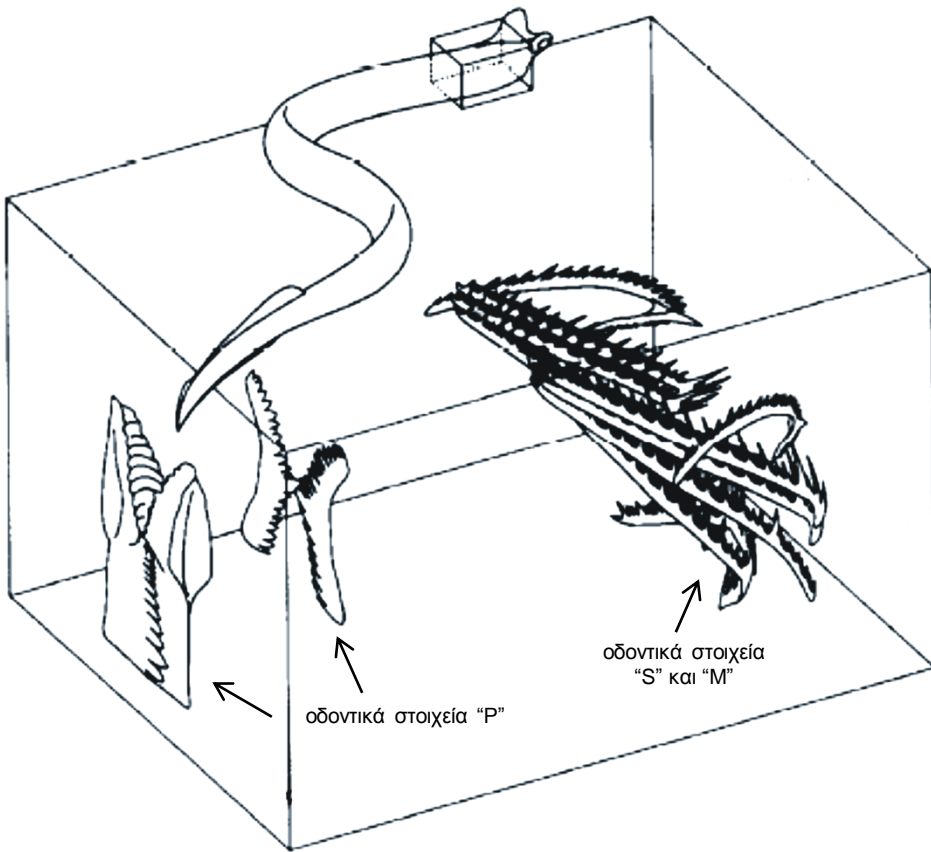
Ποικιλία στη μορφολογία των οδοντικών στοιχείων της μασητικής συσκευής των κωνοδόντων. Κατά Donoghue (2001).



Αναπαράσταση κωνοδόντου. Κατά Sweet & Donoghue (2001).



Απλοποιημένο διάγραμμα που απεικονίζει τις υποθέσεις που έχουν διατυπωθεί για τις σχέσεις συγγένειας των κωνοδόντων με άλλα χορδωτά. Οι υποθέσεις (α), (β) και (γ) απαιτούν την ανεξάρτητη εξέλιξη ορισμένων χαρακτήρων (όπως εξωτερικούς οφθαλμικούς μύες, ουραίο πτερύγιο με εσωτερική ακτινωτή υποστήριξη και απατιτικής σύστασης σκελετικά στοιχεία) στα κωνόδοντα και τα σπονδυλωτά. Η υπόθεση (δ) απαιτεί είτε την ανεξάρτητη εξέλιξη αυτών των χαρακτήρων στα κωνόδοντα είτε τη δευτερογενή απώλειά τους στα μυξινοειδή. Η υπόθεση (ε) απαιτεί τη δευτερογενή απώλεια σκληρών σκελετικών στοιχείων στα πετρωμυζοντοειδή. Κατά Aldridge & Purnell (1996).



**Αρχιτεκτονική μασητικής συσκευής κωνοδόντου** και η σχετική της θέση στο σώμα του ζώου. Το εμπρόσθιο τμήμα είναι δεξιά. Κατά Aldridge & Purnell (1996).



**Πρότυπο της μασητικής συσκευής του κωνοδόντου *Idiognathus*.** Εμπρόσθια όψη. Κατά Purnell & Donoghue (1997).

# ΟΜΟΤΑΞΙΑ † ΠΤΕΡΑΣΠΙΔΟΜΟΡΦΗ (ΠΤΕΡΑΣΠΙΔΟΜΟΡΦΟΙ) Ανώτερο Ορδοβίσιο-Ανώτερο Δεβόνιο

Στην ομοταξία αυτήν ανήκουν **θωρακοφόροι ιχθύες** το σώμα των οποίων καλύπτεται από **δερμικές πλάκες**.

Η ομοταξία διακρίνεται επιμέρους στις ομάδες (υφομοταξίες) των:

- † **Astraspida** (Αστράσπιδα) Αν. Ορδοβίσιο-Κατ. Σιλούριο
- † **Arandaspida** (Αραντάσιδα) Ορδοβίσιο
- † **Heterostraci** (Ετερόστρακοι) Κατ. Σιλούριο-Αν. Δεβόνιο

Καλύτερα γνωστοί είναι οι **ετερόστρακοι**.



## **ΥΦΟΜΟΤΑΞΙΑ † ASTRASPIDA (ΑΣΤΡΑΣΠΙΔΑ)**

**Αν. Ορδοβίσιο-Κατ. Σιλούριο**

Τα αστράσπιδα χαρακτηρίζονται από εξωσκελετό με φυμάτια που καλύπτονται από παχύ αδαμαντινοειδές ιστό. Τα μάτια είναι μικρά και τοποθετημένα στις πλευρές της κεφαλής. Δεν υπάρχουν συζυγή πτερύγια.

## **ΥΦΟΜΟΤΑΞΙΑ † ARANTASPIDA (ΑΡΑΝΤΑΣΠΙΔΑ)**

**Ορδοβίσιο**

Τα αστράσπιδα χαρακτηρίζονται από τη θέση των οφθαλμών που είναι στο άκρο της κεφαλής και ραχιαίως. Ο εξωσκελετός τους δεν είναι καλώς γνωστός, αλλά δομείται από τρία στρώματα ιστών και φαίνεται πως μοιάζει με των ετεροστράκων. Δεν υπάρχουν συζυγή πτερύγια.

# ΥΦΟΜΟΤΑΞΙΑ † HETEROSTRACI (ΕΤΕΡΟΣΤΡΑΚΟΙ)

## Κατώτερο Σιλούριο-Ανώτερο Δεβόνιο

Πρόκειται για **θωρακοφόρους ιχθύες** μήκους από 10 cm έως 1,5 m.

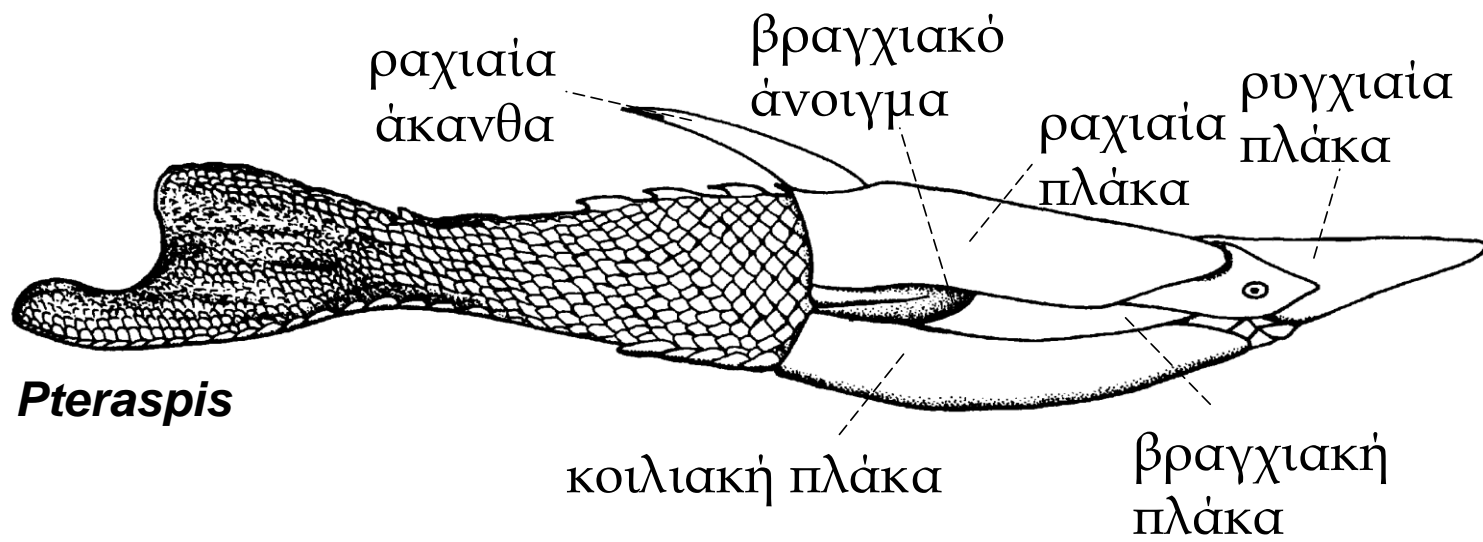
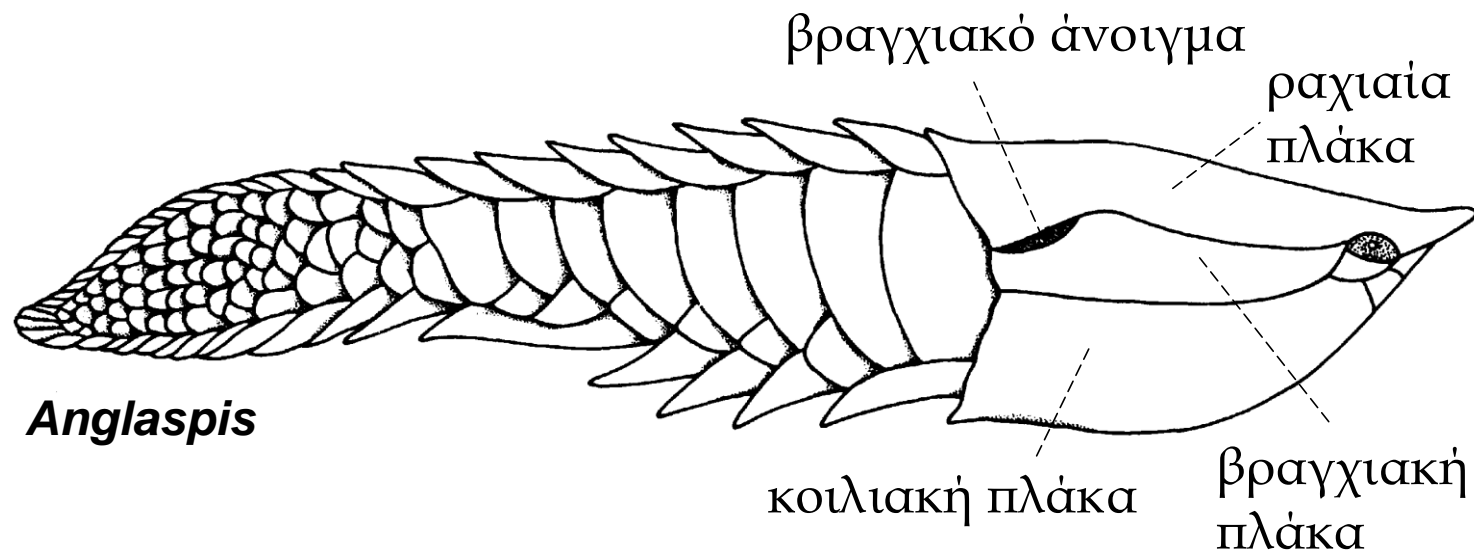
Το εμπρόσθιο τμήμα περιβάλλεται από **οστέινες αρθρωτές πλάκες** οι οποίες σε ορισμένες μορφές εκτείνονται μέχρι την έδρα.

Το στόμα βρίσκεται κοντά στο εμπρόσθιο άκρο, στις περισσότερες μορφές σε κοιλιακή θέση. Διαθέτει πλάκες οι οποίες πιστεύεται ότι λειτουργούσαν όπως τα δόντια.

Υπάρχει ένα μόνο βραγχιακό άνοιγμα σε κάθε πλευρά της κεφαλικής θωράκισης. Οι οφθαλμοί είναι πλευρικοί. Στην κεφαλή και τις πλευρές του σώματος υπάρχει γραμμικό σύστημα αισθητήριων πόρων.

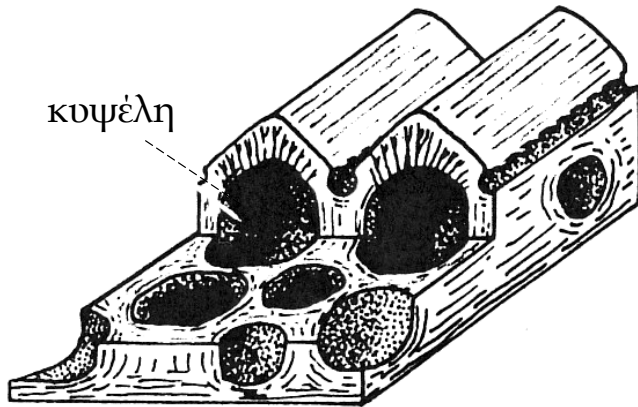
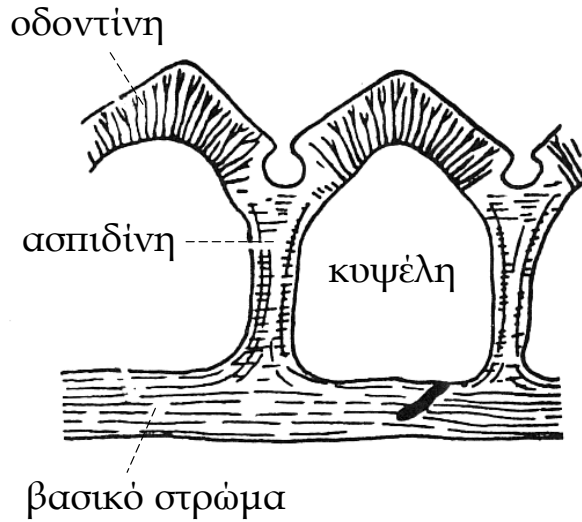
**Δεν υπάρχουν συζυγή πτερύγια ούτε εδραίο πτερύγιο.** Υπάρχει μόνο ουραίο πτερύγιο το οποίο είναι ευκίνητο και διαθέτει δύο λοβούς, από τους οποίους ο κοιλιακός συνήθως είναι ο μεγαλύτερος και υποστηρίζεται εσωτερικά από το οπίσθιο τμήμα της νωτιαίας χορδής (**υπόκερκος δομή**). Σε ορισμένες μορφές το ουραίο πτερύγιο είναι διφύκερκο.

Ίσως οι ετερόστρακοι να κολυμπούσαν αδέξια. Πρέπει να τρέφονταν βυθίζοντας το στόμα τους στο ίζημα του πυθμένα. Σε ορισμένες μορφές το στόμα βρίσκεται σε ραχιαία θέση και η οστέινη θωράκιση είναι εξαιρετικά ελαττωμένα. Πιθανόν αυτές οι μορφές να τρέφονταν στα επιφανειακά ύδατα διηθώντας μικροοργανισμούς από το νερό.



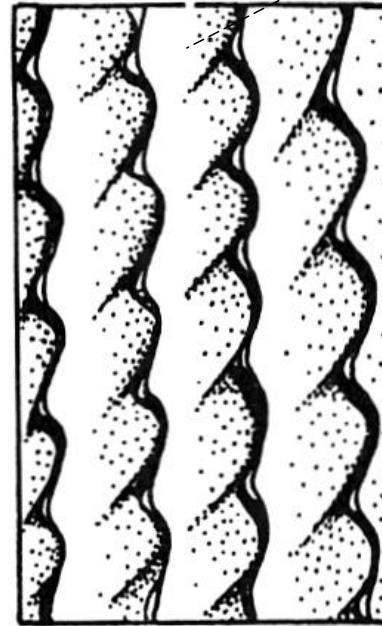
Γενικά χαρακτηριστικά του *Anglaspis* και του *Pteraspis*, δύο αντιπροσωπευτικών ετεροστράκων. Κατά Carroll (1988).

Ιστολογικά, ο εξωσκελετός των ετεροστράκων δομείται από τρία στρώματα, ένα βασικό ελασματοειδές στρώμα, ένα ενδιάμεσο κυψελοειδές και ένα επιφανειακό που σχηματίζει ανάγλυφο από ράχες οδοντίνης ή φυμάτια. Το βασικό και ενδιάμεσο στρώμα δομούνται από **ασπιδίνη** έναν μη κυτταρικό ιστό που παρουσιάζει ζώνες ανάπτυξης

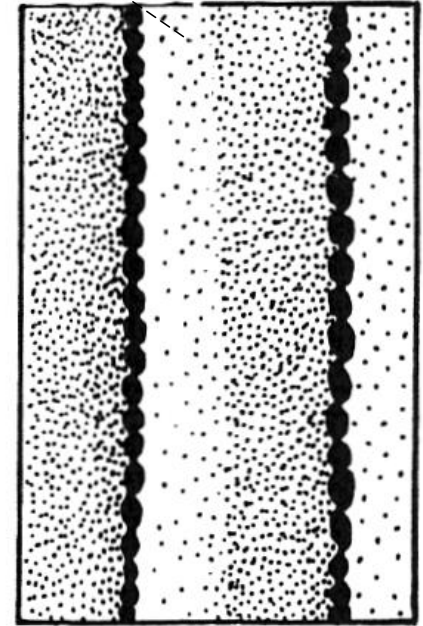


Γενική δομή του εξωσκελετού των ετεροστράκων. Κατά Janvier (1996).

ράχη οδοντίνης



α



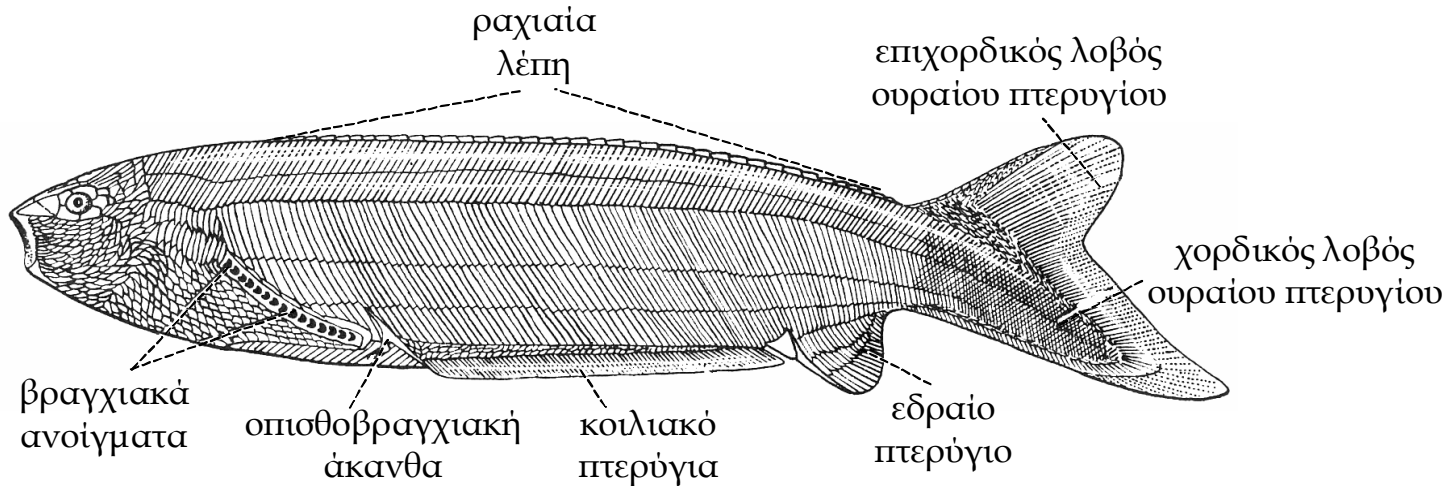
β

Εξωτερική μορφή των δερμικών οστών των πτερασπιδόμορφων (α) και των κυθασπιδόμορφων (β) ετεροστάκων. Κατά Janvier (1996).

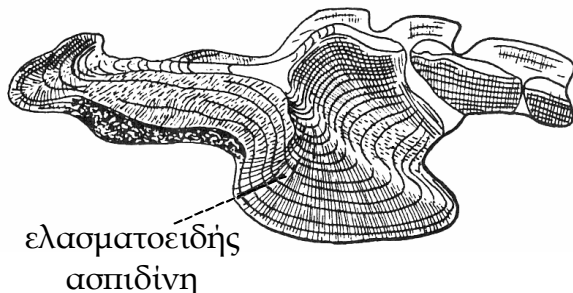
# ΟΜΟΤΑΞΙΑ † ANASPIDA (ΑΝΑΣΠΙΔΑ)

## Σιλούριο

Τα ανάσπιδα είναι από τους λίγα άγναθα σπονδυλωτά που **δεν διαθέτουν δερμική κεφαλική θωράκιση**. Σε αυτόν το χαρακτήρα οφείλεται και το όνομά τους. Έχουν πλευρικώς πιεσμένο σώμα, και χαρακτηρίζονται από την παρουσία ακανθών πίσω από τα εξωτερικά βραγχιακά ανοίγματα. Η ουρά είναι **υπόκερκου τύπου**. Τα λέπη δομούνται από μη κυτταρικό ελασματοειδές οστό που μοιάζει με ασπιδίνη. Δεν υπάρχει οδοντίνη ούτε αδαμαντινοειδής ιστός. Τα ανάσπιδα ήταν κυρίως γλυκών υδάτων.



Γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του *Pharyngolepis*. Κατά Janvier (1996).



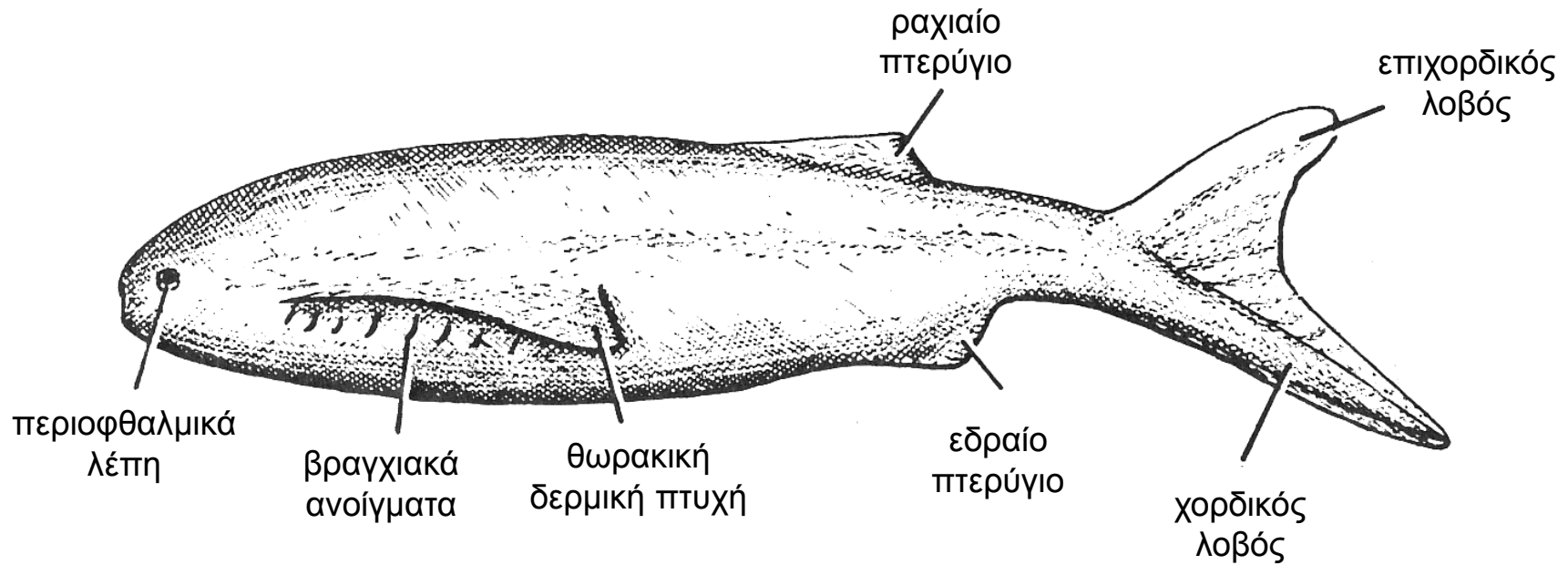
Εγκάρσια τομή λέπους ανάσπιδου. Κατά Janvier (1996).

## ΟΜΟΤΑΞΙΑ † THELODONTI (ΘΗΛΟΔΟΝΤΟΙ) Ανώτερο Ορδοβίσιο-Ανώτερο Δεβόνιο

Η ομοταξία αυτή περιλαμβάνει μικρόσωμες μορφές (10-20 cm) των οποίων το σώμα αντί να καλύπτεται από πλάκες καλύπτεται από μικρά **θηλοειδή φυμάτια**. Τα φυμάτια αυτά είναι **παρόμοια με εκείνα των αρτίγονων καρχαριών** και **διαθέτουν πολφική κοιλότητα**.

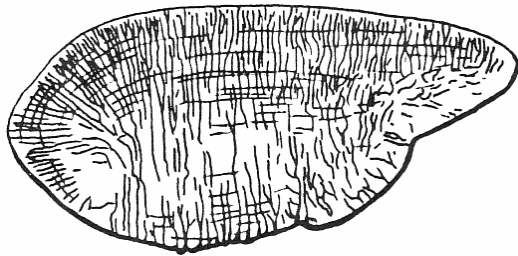
Τα περισσότερα θηλόδοντα έχουν σώμα πλευρικώς πεπλατυσμένο. Διαθέτουν ένα ραχιαίο και ένα εδραίο πτερύγιο, ενώ το ουραίο πτερύγιο είναι υπόκερκου ή διφύκερκου τύπου. Πίσω από το κεφάλι και σε πλευρική θέση υπάρχει μια δερμάτινη μεμβράνη που λειτουργούσε ως θωρακικό πτερύγιο. Κάτω από αυτή υπάρχουν τα βραγχιακά ανοίγματα. Οι οφθαλμοί είναι πλευρικοί. Υπάρχει γραμμικό σύστημα αισθητήριων αγωγών τόσο στη ράχη όσο και στην κοιλιά.

Οι θηλόδοντοι πιστεύεται ότι ήταν **βενθικοί οργανισμοί** που τρέφονταν μόλις πάνω από την επιφάνεια του πυθμένα. Ορισμένοι θηλόδοντοι πρέπει να ήταν ιλυοβόροι οργανισμοί.

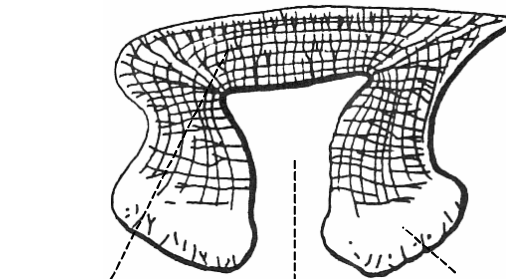


**Μορφολογικά χαρακτηριστικά της *Loganellia*, θηλόδοντου του Ανωτέρου Σιλουρίου. Κατά Janvier (1996).**

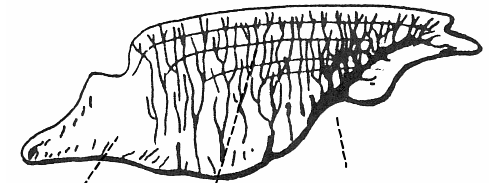
Τα λέπνη των θηλόδοντων διακρίνονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με την ιστολογική τους δομή, ενώ κάποια μοιάζουν με τα πλακοειδή λέπνη των αρτίγονων καρχαριών. Σε όλες τις περιπτώσεις κάθε λέπος έχει στεφάνη δομημένη από οδοντίνη και βάση από μη κυτταρικό οστό. Στις πρωτόγονες μορφές δεν υπάρχει πολφική κοιλότητα.



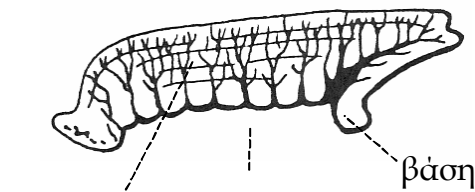
πρωτόγονη μορφή  
χωρίς πολφική  
κοιλότητα



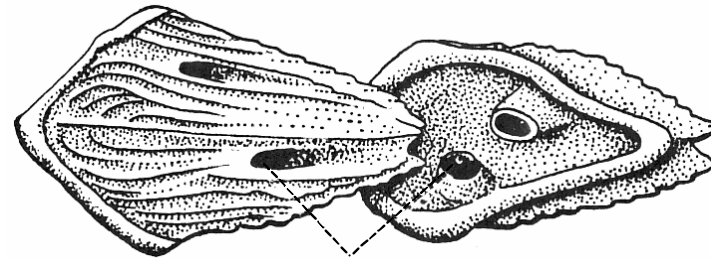
κορώνα  
πολφική  
κοιλότητα  
βάση



βάση  
πολφική  
κοιλότητα  
κορώνα



κορώνα  
πολφική  
κοιλότητα  
βάση



πόροι γραμμικού  
αισθητήριου συστήματος

Καθ' ύψος τομές θηλοειδών λεπών θηλόδοντων, και εξωτερική και εσωτερική όψη λεπών όπου διακρίνονται οι πόροι του γραμμικού αισθητήριου συστήματος. Κατά Janvier (1996).



# ΟΜΟΤΑΞΙΑ † ΟΣΤΕΟΣΤΡΑΚΟΜΟΡΦΗ (ΟΣΤΕΟΣΤΡΑΚΟΜΟΡΦΟΙ)

## Κατώτερο Σιλούριο-Ανώτερο Δεβόνιο

Η ομοταξία αυτή περιλαμβάνει διάφορες ταξινομικές ομάδες, από τις οποίες σημαντικότερη και καλύτερα γνωστή είναι αυτή των **οστεοστράκων**.

Οι **οστεόστρακοι** είναι θωρακισμένοι ιχθύες όπως και οι ετερόστρακοι, αλλά **η κεφαλική τους ασπίδα δεν αποτελείται από πολλά οστά αλλά είναι ενιαία**.

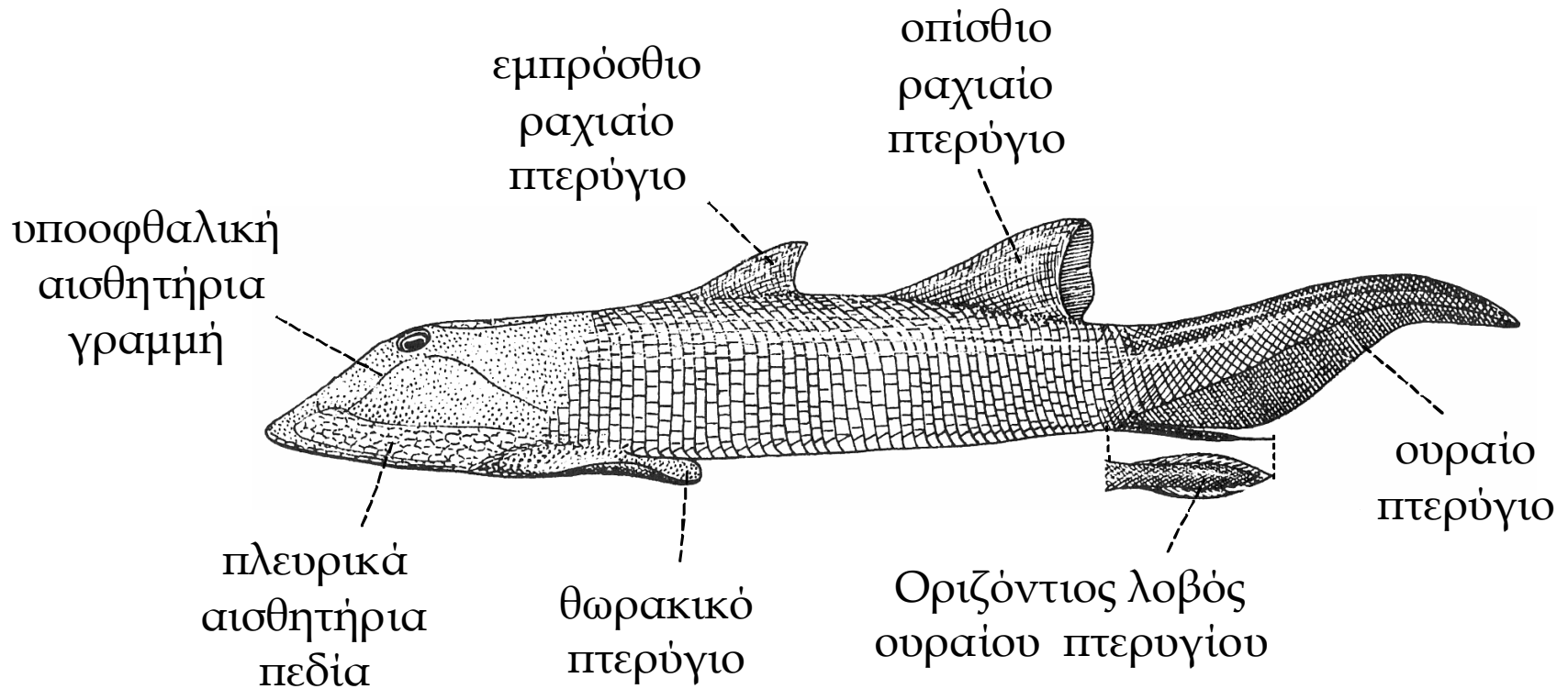
Το κεφάλι τους διαθέτει γραμμικό αισθητήριο σύστημα, αλλά και πλευρικά αισθητήρια πεδία (ή ηλεκτροπαραγωγά όργανα) που ενώνονται με τον λαβύρινθο. Επιπλέον ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι η παρουσία ενός οριζόντιου λοβού, κοιλιακώς του ουραίου πτερυγίου, ο οποίος όμως εξαφανίζεται στις πιο εξελιγμένες μορφές.

Στους περισσότερους οστεόστρακους το κεφάλι και το σώμα είναι πλευρικώς πεπλατυσμένα. Οι οφθαλμοί είναι σε ραχιαία θέση. Στις περισσότερες μορφές πίσω από το κεφάλι υπάρχουν **συζυγή θωρακικά πτερύγια**. Οι οστεόστρακοι λοιπόν θεωρούνται ως οι πρώτοι ιχθύες με **συζυγή θωρακικά πτερύγια**.

Το ουραίο πτερύγιο είναι **ετερόκερκου** τύπου, το οποίο πρέπει να προσέδιδε σημαντική άνωση αυξάνοντας τη συνολική ευκινησία του ζώου.

Η ιστολογία της θωράκισης των οστεοστράκων είναι πιο ποικίλη και περίπλοκη κάθε άλλου άγναθου ιχθύος.

Οι οστεόστρακοι ήταν **βενθικοί**, δυσκίνητοι οργανισμοί. Ζούσαν σε ήρεμα θαλάσσια ύδατα, λαγούνες και δέλτα. Ορισμένοι ίσως να ζούσαν για μικρό χρονικό διάστημα ημιβυθισμένοι στον πυθμένα. Τρέφονταν διηθώντας μικροοργανισμούς από το νερό.

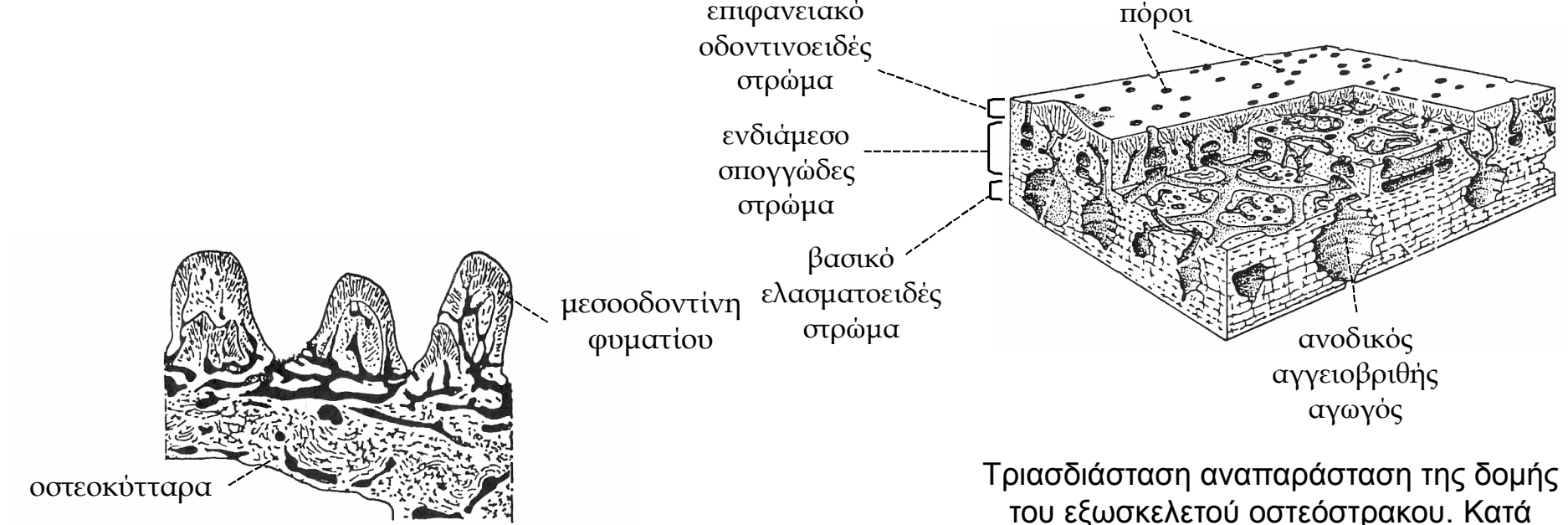


Μορφολογικά χαρακτηριστικά του *Ateleaspis*, οστεόστρακου από το Κατώτερο Σιλούριο της Σκωτίας. Κατά Janvier (1996).

Η ιστολογία της θωράκισης των οστεοστράκων είναι πιο ποικίλη και περίπλοκη από κάθε άλλον άγνωστο ιχθύ.

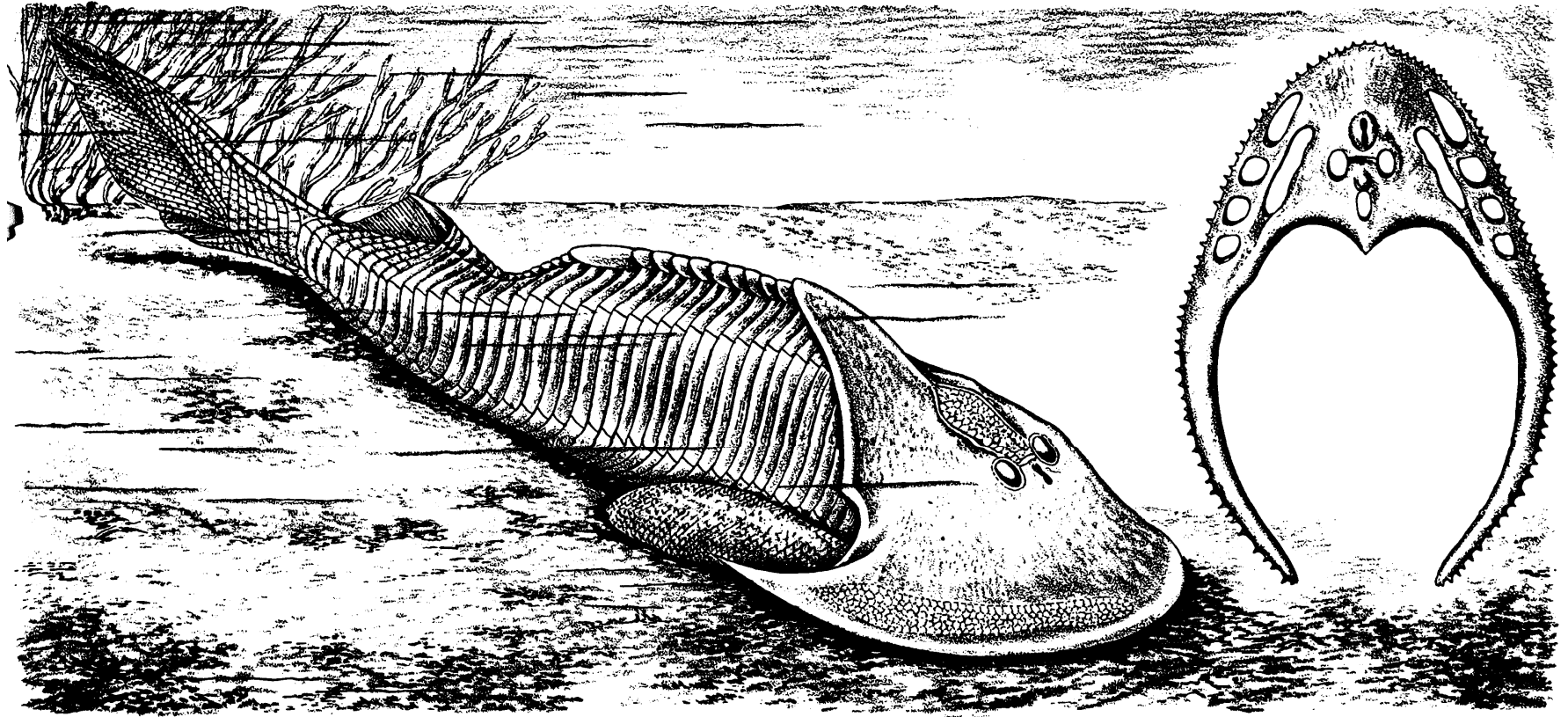
Τα λέπνη του εξωσκελετού και τα πλακίδια που δομούν την κεφαλική θωράκιση δομούνται από πραγματικό οστίτη με οστεοκύτες.

Κάθε λέπος δομείται από ένα βασικό ελασματοειδές στρώμα ένα ενδιάμεσο σπογγώδες στρώμα οστού με πολύπλοκο δίκτυο αγωγών, και ένα επιφανειακό στρώμα από μεσοδοντίνη. Τα φυμάτια της εξωτερικής επιφάνειας των λεπών μπορεί να καλύπτονται από ένα λεπτό στρώμα αδαμαντινοειδούς ιστού.



Τρισδιάστατη αναπαράσταση της δομής του εξωσκελετού οστεόστρακου. Κατά Janvier (1996).

Καθ' ύψος τομή εξωσκελετού οστεόστρακου. Κατά Janvier (1996).

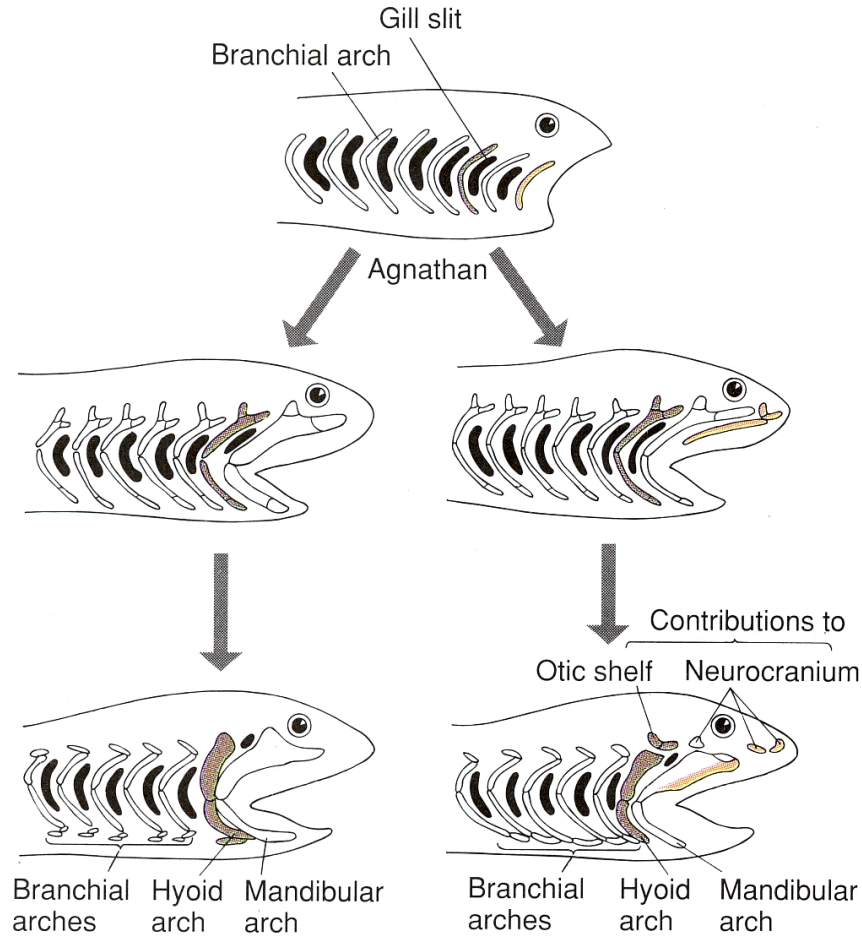


Αναπαράσταση του οστεόστρακου *Cephalaspis* (μήκος 17 cm), Κατ. Δεβόνιο

# ΑΝΘΥΠΟΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ ΓΝΑΘΟΣΤΟΜΑΤΑ (ΓΝΑΘΟΣΤΟΜΑΤΑ)

## Ανώτερο Ορδοβίσιο-σήμερα

Στα γναθοστόματα εντάσσονται όλα τα σπονδυλωτά με γνάθους, συμπεριλαμβανομένων ιχθύων αλλά και τετραπόδων δηλαδή αμφιβίων, ερπετών πτηνών και θηλαστικών. Οι γνάθοι προήρθαν από τα βραγχιακά τόξα και η εξέλιξή τους αποτέλεσε ένα από τα σημαντικότερα συμβάντα στην εξέλιξη των σπονδυλωτών, μαζί με την εξέλιξη των άκρων στα πρώτα τετράποδα του Δεβονίου.



σειριακή θεωρία

συνθετική θεωρία

Οι δύο κυριότερες θεωρίες για την προέλευση των γνάθων.

Σύμφωνα με τη **σειριακή θεωρία** οι γνάθοι προήρθαν αποκλειστικά από τα εμπρόσθια βραγχιακά τόξα.

Σύμφωνα με τη **συνθετική θεωρία** τα βραγχιακά τόξα συνέβαλαν τόσο στο σχηματισμό γνάθων όσων και σκελετικών στοιχείων του νευροκρανίου.

Κατά Kardong (1995).

## ΟΜΟΤΑΞΙΑ † PLACODERMI (ΠΛΑΚΟΔΕΡΜΟΙ) (Μέσο Σιλούριο-Κατώτερο Λιθανθρακοφόρο)

Οι πλακόδερμοι, που άκμασαν στο Δεβόνιο, χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη **θωράκισης**, όπως οι ετερόστρακοι και οστεόστρακοι. Η **θωράκιση όμως αυτή διακρίνεται σε δύο τμήματα: αυτό της κεφαλής και αυτό του κορμού**. Στις εξελιγμένες μορφές πλακοδέρμων μεταξύ αυτών των δύο τμημάτων υπάρχει μία ευκίνητη άρθρωση. Αυτή η άρθρωση επέτρεπε την ευρύτατη διάνοιξη του στόματος, ακόμη και όταν η κάτω γνάθος ακουμπούσε στον πυθμένα.

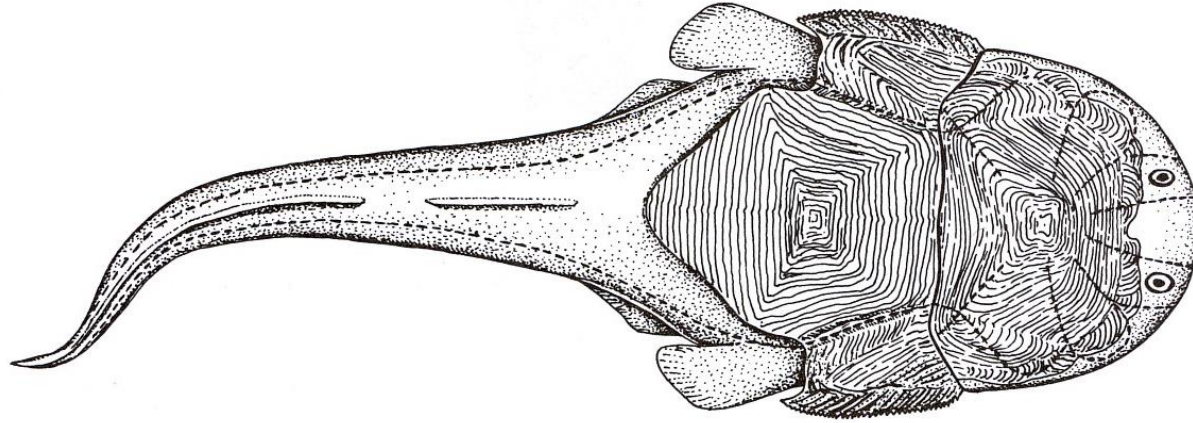
Ένα άλλο χαρακτηριστικό των πλακοδέρμων είναι ότι ο εξωσκελετός τους διαθέτει έναν ιδιαίτερο τύπο σκληρού ιστού, την **ημιοδοντίνη**.

Υπάρχουν **συζυγή θωρακικά πτερύγια** συνήθως μεγάλου μεγέθους που καλύπτονται και αυτά από πλάκες, ενώ τα **πυελικά πτερύγια** είναι μικρά. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ύπαρξης εδραίου πτερυγίου. Η ουρά είχε τυπική **ετερόκερκο** δομή.

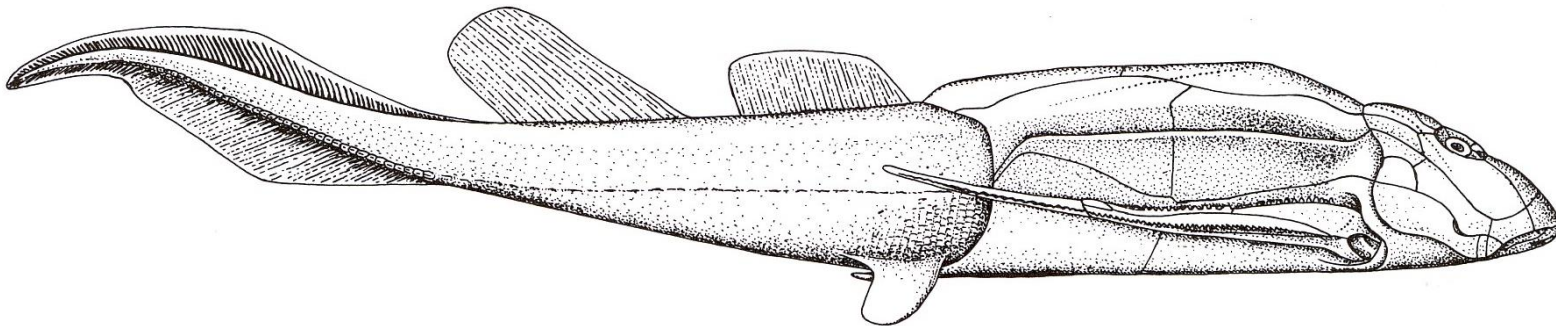
Οι πλακόδερμοι **διαθέτουν γνάθους**. Σε αντίθεση όμως με τους εξελικτικά σύγχρονους ιχθύς, οι μύες που κινούν τις γνάθους βρίσκονται εξωτερικά των οστών και όχι εσωτερικά. **Δεν υπάρχουν πραγματικά δόντια**, ομόλογα με των άλλων σπονδυλωτών, αλλά τροποποιημένες οστέινες πλάκες με κοπτική λειτουργία.

Γενικά, το σώμα των πλακόδερμων ήταν πλευρικός πεπλατυσμένο. Αυτό σε συνδυασμό με τη βαριά θωράκιση υποδηλώνει πως **οι περισσότεροι πλακόδερμοι ήταν βενθικοί οργανισμοί**. Ορισμένοι είχαν προσαρμοστεί σε περισσότερο ελεύθερη κολύμβηση, μέσω ελάττωσης του πάχους και της έκτασης της θωράκισης και μείωσης της οστεοποίησης του ενδοσκελετού.

Οι περισσότεροι πλακόδερμοι ήταν **θαλάσσιοι**, αν και **ορισμένες μορφές προσαρμόστηκαν σε ενδιαιτήματα γλυκών υδάτων**. Ορισμένες μορφές είχαν μήκος 6-7 μέτρα.

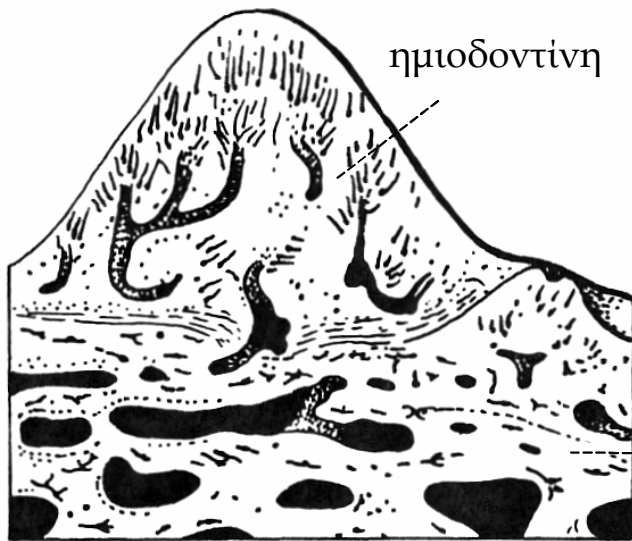


***Phyllolepis*, Ανώτερο Δεβόνιο**



***Bothriolepis*, Ανώτερο Δεβόνιο**

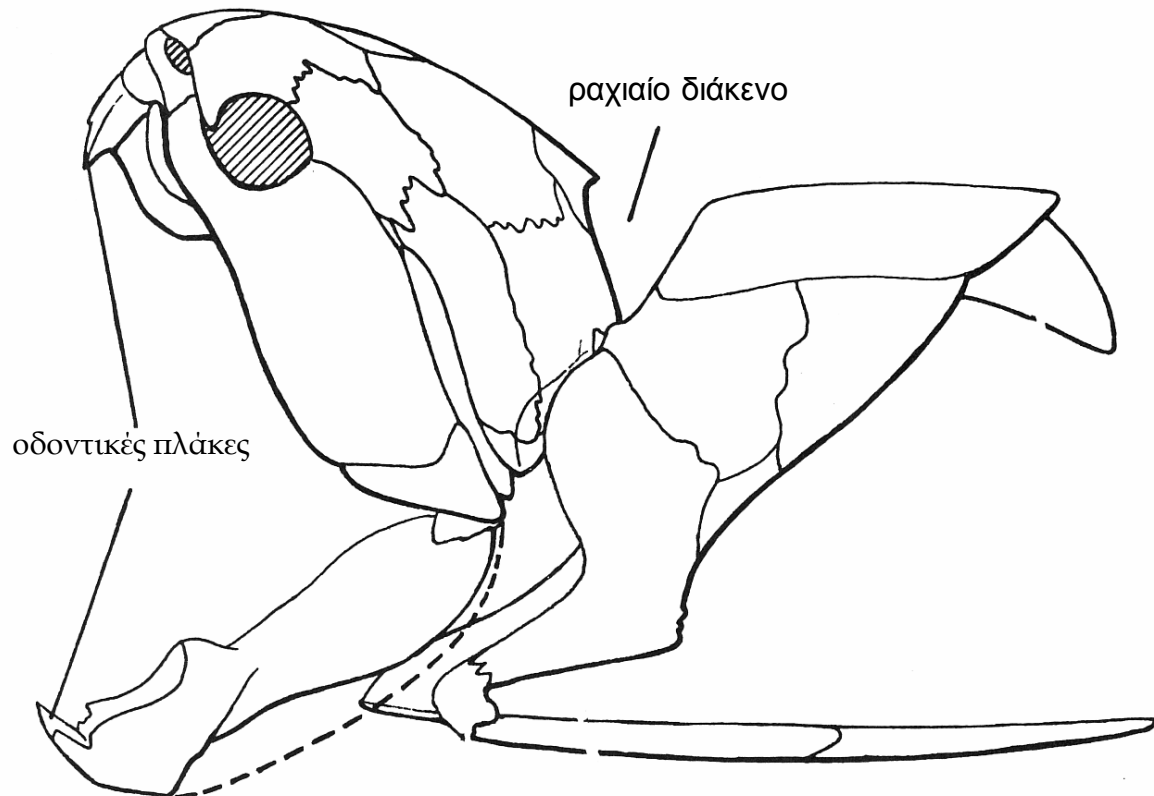
Κατά Carroll (1988).



ημιοδοντίνη

Καθ' ύψος τομή φυματίου εξωσκελετού  
πλακοδέρμου. Κατά Janvier (1996).

δερμικό  
οστό



ραχιαίο διάκενο

οδοντικές πλάκες

*Dunkleosteus*, Ανώτερο Δεβόνιο.  
Θωράκιση σε πλάγια όψη. Κατά  
Janvier (1996).



# ΟΜΟΤΑΞΙΑ CHONDRICHTHYES (ΧΟΝΔΡΙΧΘΥΕΣ)

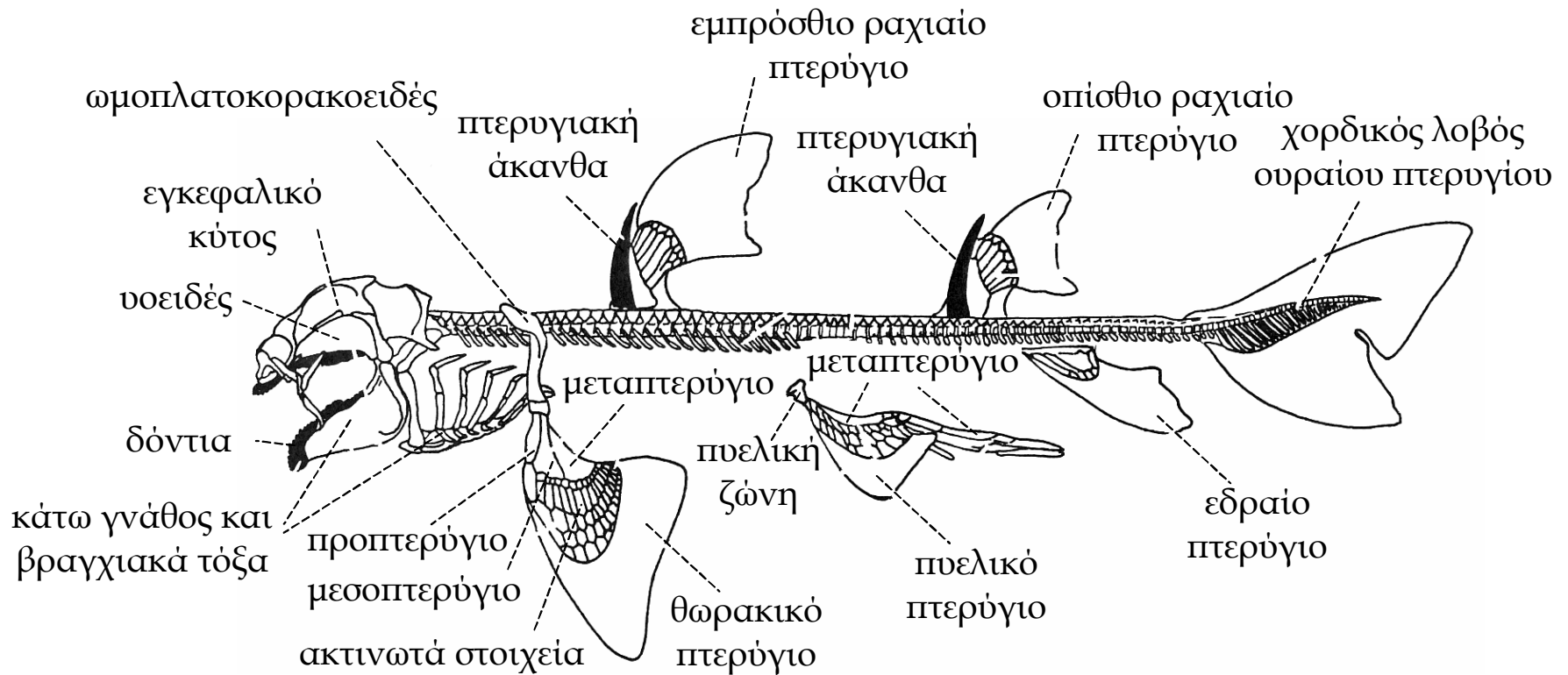
## Ανώτερο Ορδοβίσιο-σήμερα

Βασικό χαρακτηριστικό των χονδριχθύων είναι ότι **ο ενδοσκελετός τους δεν οστεοποιείται αλλά είναι χόνδρινος**. Δεν διαθέτουν εξωσκελετό όπως τα περισσότερα άγναθα και οι πλακόδερμοι, αλλά το σώμα τους φέρει λέπια που αποκαλούνται **πλακοειδή**. Οι γνάθοι φέρουν δόντια που αντικαθίστανται σειριακά. Τα πτερύγια υποστηρίζονται εσωτερικά από κεράτινες πτερυγιακές ακτίνες που ονομάζονται **κερατοτρίχια**.

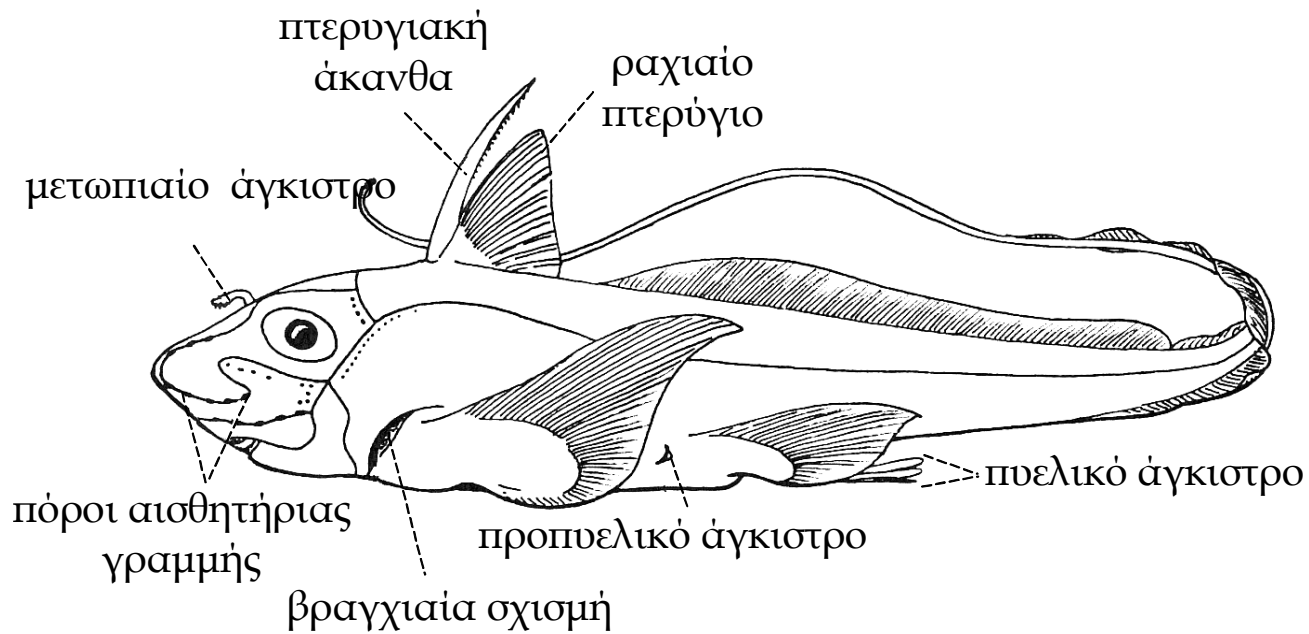
Στους αρτίγονους χονδριχθούς ο αξονικός σκελετός των πτυελικών πτερυγίων έχει μετατραπεί σε όργανο αναπαραγωγής το **γονοπόδιο**. Αυτό όμως δεν ισχύει για όλους τους χονδριχθούς του παρελθόντος. Συνήθως υπάρχουν δύο ραχιαία πτερύγια τα οποία συχνά φέρουν στο εμπρόσθιο τμήμα τους μία άκανθα.

Γενικά, οι χονδριχθούς διακρίνονται σε δύο μεγάλες ομάδες, τους **ολοκέφαλους** (χίμαιρες) και τους **ελασμοβράγχιους** (καρχαρίες, σελάχια και ράγιες).

Τα παλαιότερα ευρήματα προέρχονται από θαλάσσιες αποθέσεις, και οι χονδριχθούς είναι κυρίως θαλάσσιοι. Μία τάξη του Παλαιοζωικού όμως ήταν συνήθης στα γλυκά νερά, ενώ άλλα γένη, αρτίγονα και μη, ανέχονται μεγάλες διακυμάνσεις αλμυρότητας.

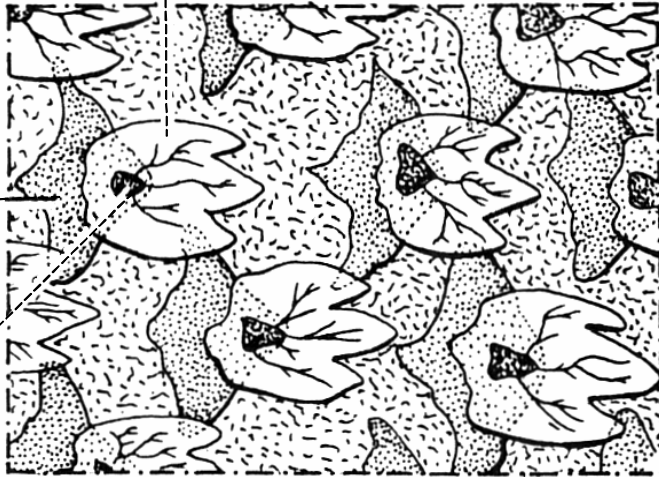


Σκελετός του *Heterodontus* σε πλάγια όψη, όπου επισημαίνονται τα βασικότερα σκελετικά χαρακτηριστικά των χονδριχθύων. Κατά Janvier (1996).



Αρσενική ***Chimaera***, όπου επισημαίνονται τα γενικά χαρακτηριστικά των ολοκέφαλων χονδριχθύων. Κατά Janvier (1996).

στεφάνη  
λέπους



ρίζα  
λέπους

πολφική  
κοιλότητα

Διευθέτηση των **πλακοειδών λεπίων**  
στο δέρμα των ελασμοβραγχίων.  
Κατά Janvier (1996).

αυλός

πόρος

νευρική απόληξη



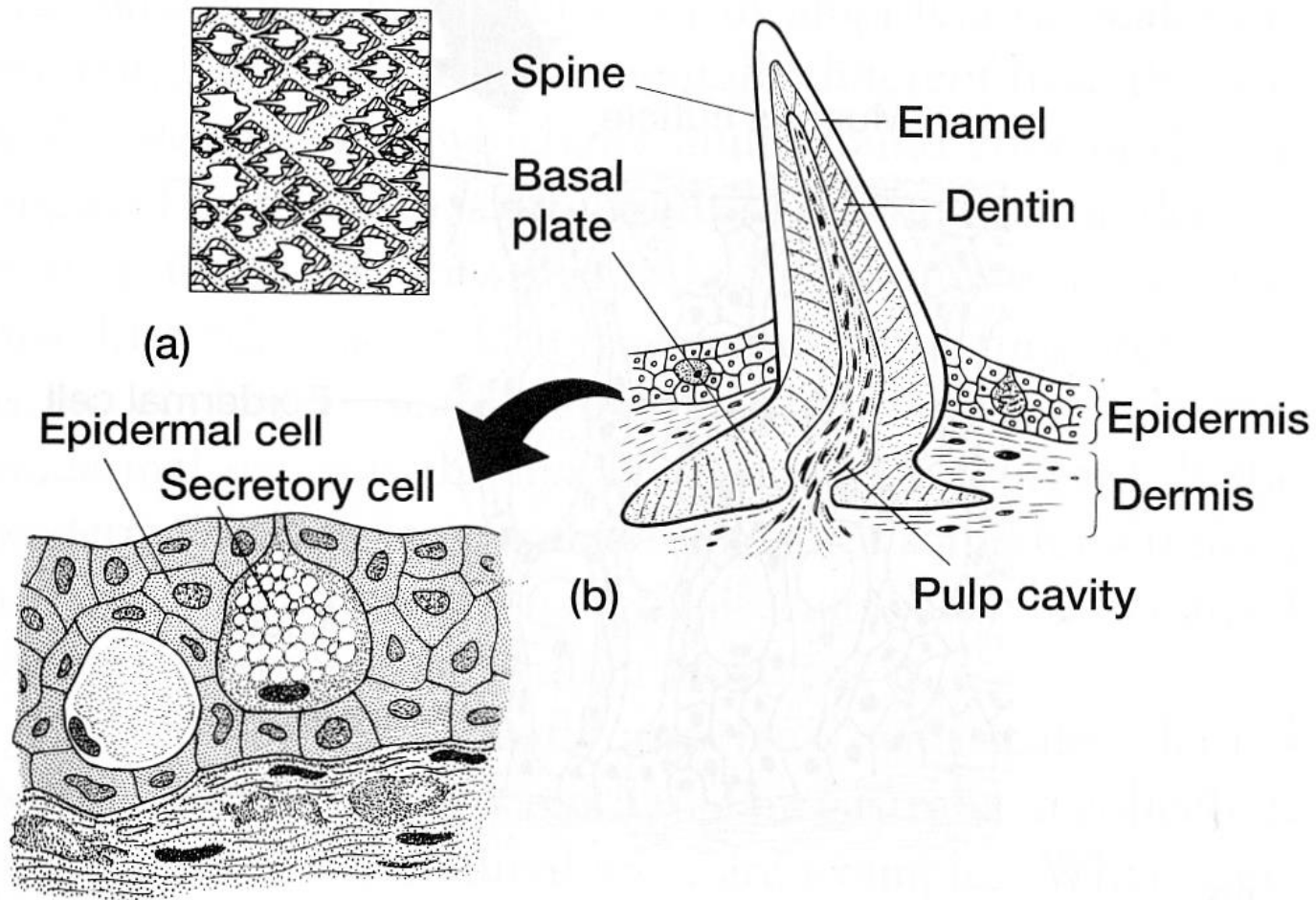
Επιμήκης τομή αισθητήριας γραμμής  
καρχαρία. Κατά Janvier (1996).

δόντι σε  
λειτουργία



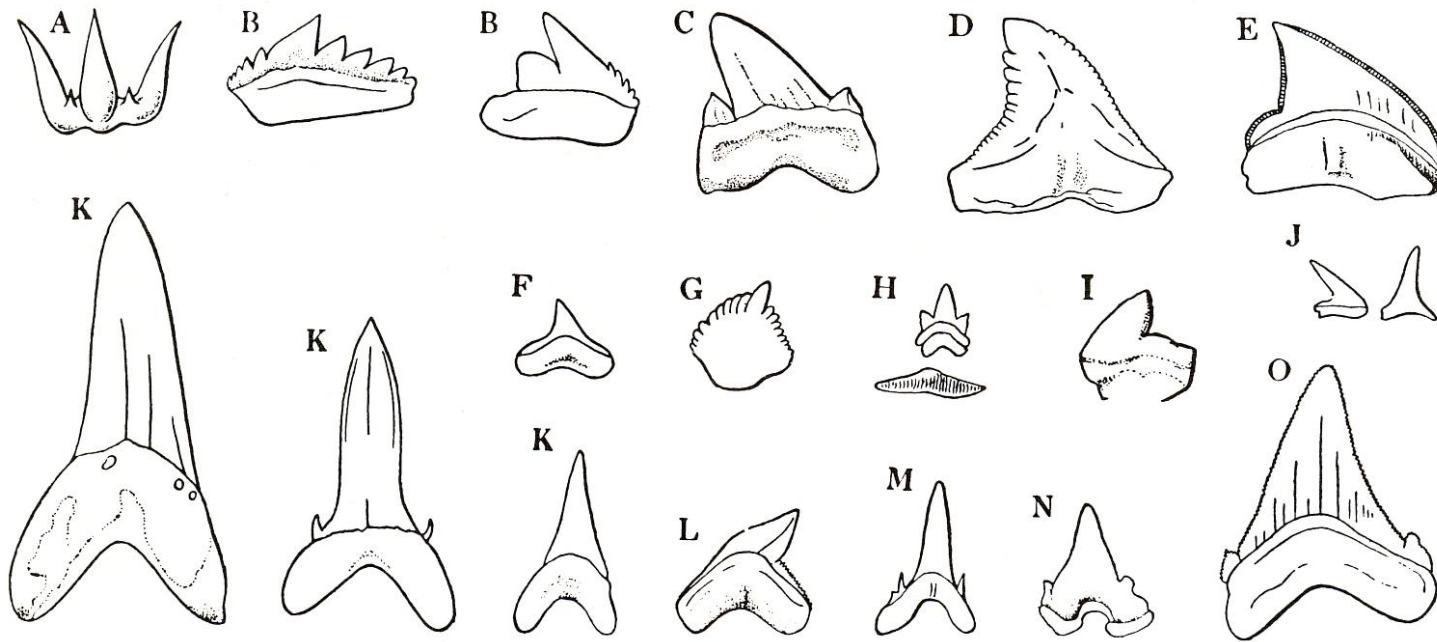
αναπτυσσόμενο  
δόντι

Τμήμα κάτω γνάθου καρχαρία  
σε παρειακή όψη όπου  
απεικονίζονται ανα-  
πτυσσόμενοι και σε  
λειτουργία οδόντες. Κατά  
Janvier (1996).



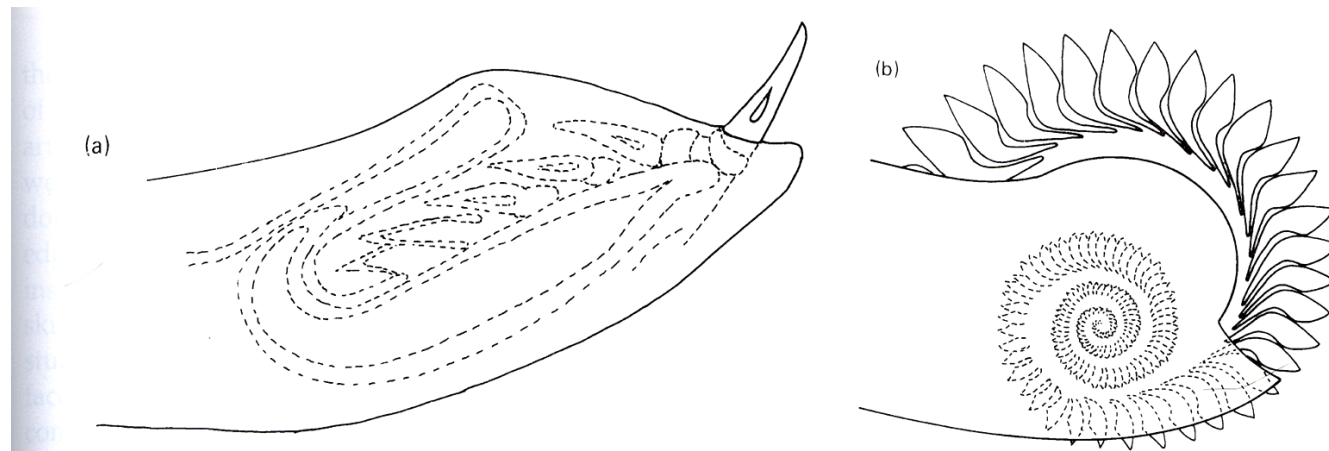
**Figure 6.9** Shark skin. (a) Surface view of the skin showing regular arrangement of projecting placoid scales. (b) Section through a placoid scale of a shark. The projecting scale consists of enamel and dentin around a pulp cavity.

**Λέπη και δομή λεπίων στους καρχαρίες. Κατά Kardong (1995).**

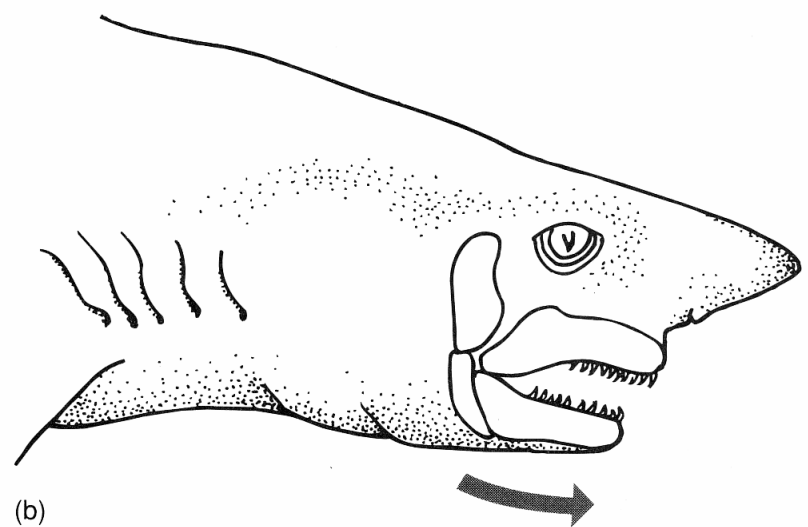
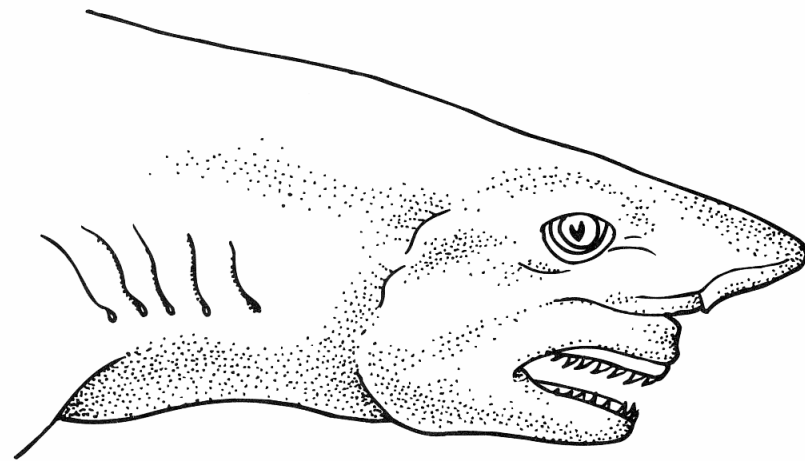
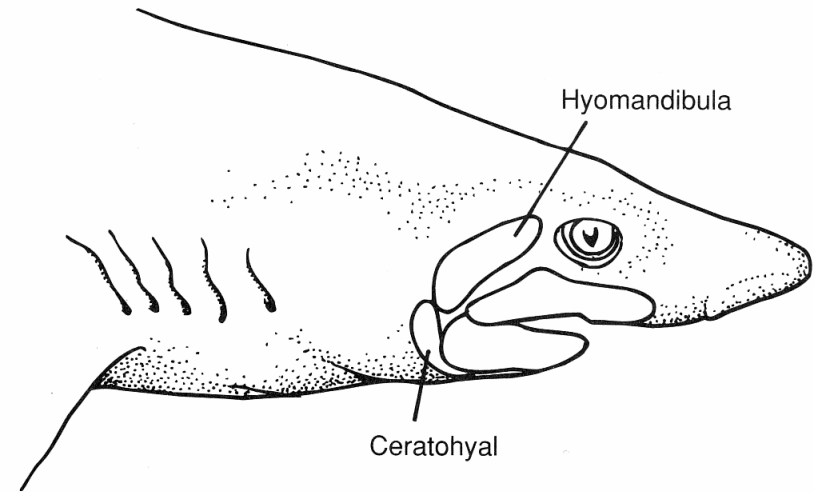
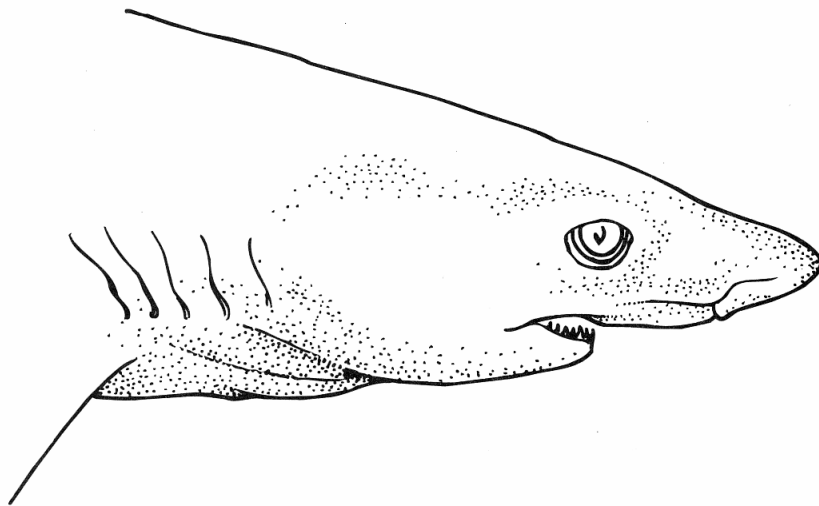


## Ποικιλομορφία οδόντων στους χονδριχθύς

**Αντικατάσταση των οδόντων στους χονδριχθύς (κατά Kardong 1995)**



**Figure 7-6** Tooth replacement by chondrichthyans. (a) Diagrammatic cross section of the jaw of an extant shark showing a single functional tooth backed by a band of replacement teeth in various stages of development; (b) lateral view of the symphyseal (middle of the lower jaw) tooth whorl of the edestoid cladodont *Helicoprion*, showing the chamber into which the lifelong production of teeth spiraled.



(a)

(b)

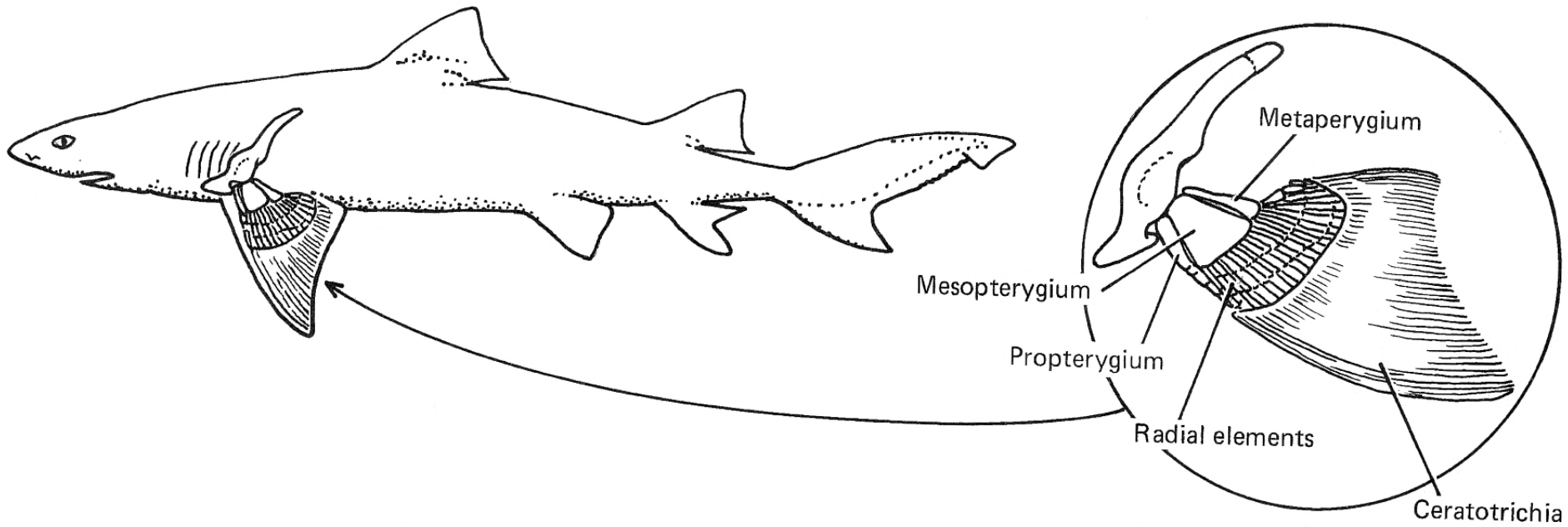
**Figure 7.19** Feeding in sharks. (a) Sketches of shark with jaws retracted (top) and manually protracted (bottom). (b) Interpreted positional changes in the mandibular arch as it rides forward on its suspension from the ceratohyal. Position

depicted is near the completion of jaw closure on the prey. Arrow indicates ventral and forward shift of the jaws.

Based on the research of T. H. Frazzetta.

Κρανιοκίνηση στους καρχαρίες. Κατά Kardong (1995).





**Δομή θωρακικού πτερυγίου χονδριχθύων**

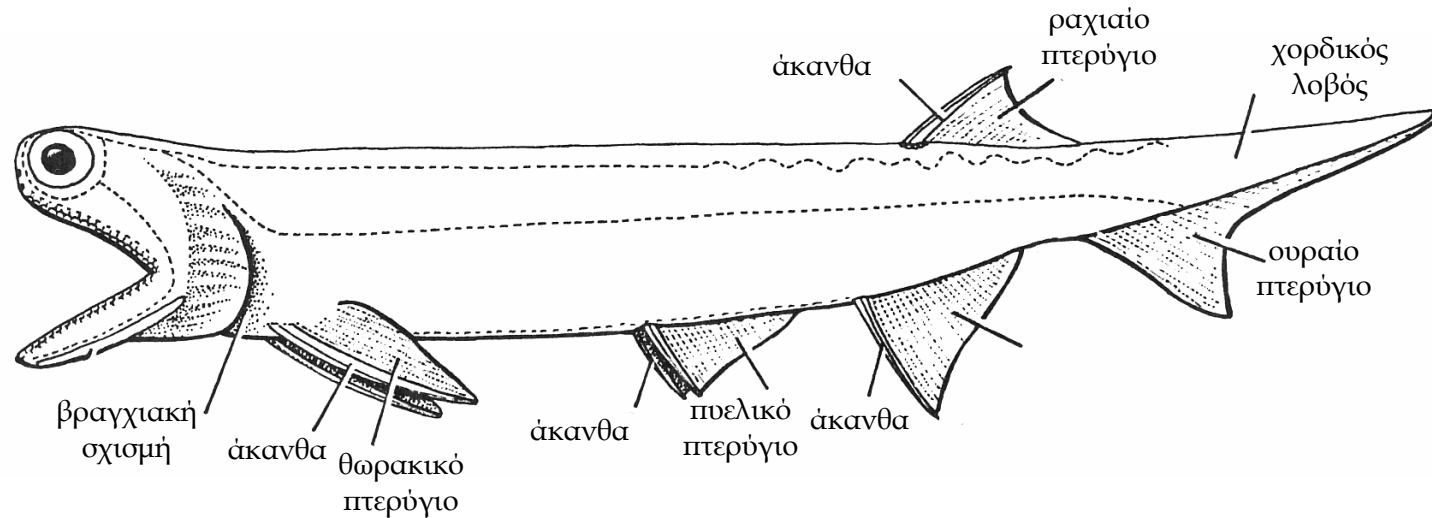
# ΟΜΟΤΑΞΙΑ † ACANTHODII (ΑΚΑΝΘΟΔΙΟΙ)

## Ανώτερο Ορδοβόσιο-Κατώτερο Πέρμιο

Οι **ακανθόδιοι** είναι ομάδα γναθοστομάτων με χαρακτηριστικό την ύπαρξη μεγάλων ακανθών μπροστά από όλα τα πτερύγια εκτός του ουραίου. Το κεφάλι και η ωμική περιοχή καλύπτονται από λέπτη ή μικρές οστέινες πλάκες. Οι περισσότερες μορφές διαθέτουν δόντια. Η ουρά είναι επίκερκου τύπου.

Τα λέπτη ποικίλουν σε δομή. Όλα όμως χαρακτηρίζονται από την ανάπτυξη μέσω προσθήκης ιστού συγκεντρικά γύρω από ένα αρχικό φυμάτιο.

Οι περισσότεροι ακανθόδιοι ήταν θαλάσσιοι. Υπήρχαν μορφές σαρκοβόρες αλλά και μορφές που τρέφονταν με μικροοργανισμούς που διηθούσαν από το νερό. Επίσης, το περιεχόμενο του στομάχου ορισμένων μορφών δείχνει ότι υπήρχαν και μορφές που τρεφόντουσαν με μικρά καρκινοειδή.



Γενικά μορφολογικά χαρακτηριστικά των ακανθόδιων. Κατά Janvier (1996).

## «**OSTEICHTHYES (ΟΣΤΕΪΧΘΥΕΣ)**»

Υπό την ονομασία **οστεϊχθύες** αναφέρονται τα περισσότερα σπονδυλωτά από αυτά που αποκαλούμε σήμερα ψάρια. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία **ενδοχονδρικού οστού**, δηλαδή οστού που δεν οστεώνεται μόνο επιφανειακά (περιχονδρικά) αλλά και εσωτερικά (ενδοχορδικά).

Το κεφάλι και η ωμική ζώνη καλύπτονται από μεγάλα δερμικά οστά και τα δόντια φύονται σε δερμικά οστά. Ο λαβύρινθος διαθέτει μεγάλους **ωτόλιθους** (ή **στατόλιθους**). Τα πτερύγια διαθέτουν έναν ιδιαίτερο τύπο επιμήκων τροποποιημένων λεπών, τα **λεπιδοτρίγια**.

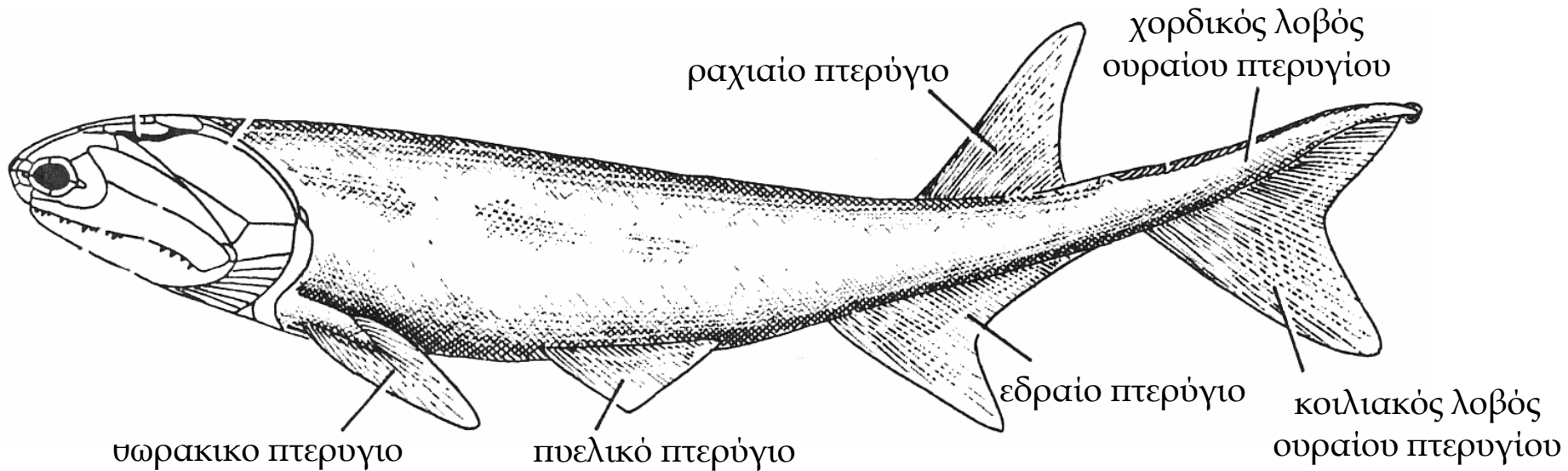
Με εξαίρεση τους ακτινοπτερύγιους, οι πρωτόγονες μορφές διαθέτουν δύο ραχιαία πτερύγια, ένα εδραίο, και ουραίο πτερύγιο επίκερκου τύπου το οποίο όμως τροποποιείται συχνά σε διφύκερκο. Η ωμική ζώνη περιλαμβάνει πολυάριθμα οστά.

Ο όρος οστεϊχθύες σήμερα δεν έχει συστηματική οντότητα. Τα σπονδυλωτά που εντάσσονταν παλαιότερα στην ίδια ομάδα ως οστεϊχθύες σήμερα διακρίνονται σε δύο ομοταξίες, τους **ακτινοπτερύγιους** και τους **σαρκοπτερύγιους**.

# ΑΚΤΙΝΟΠΤΕΡΥΓΙΙ (ΑΚΤΙΝΟΠΤΕΡΥΓΙΟΙ)

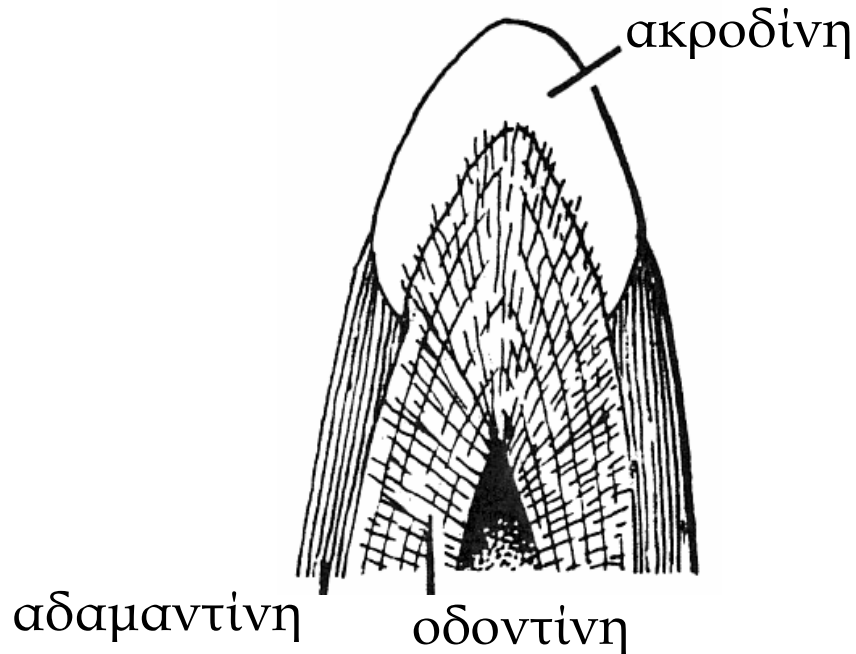
## Ανώτερο Σιλούριο-σήμερα

Αυτή η ομοταξία αντιπροσωπεύει μια από τις μεγαλύτερες και πλέον ποικιλόμορφες ταξινομικές ομάδες σπονδυλωτών. Οι ακτινοπτερύγιοι χαρακτηρίζονται από μεγάλο γναθιαίο οστό στο κρανίο, και δόντια που επικαλύπτονται από έναν διάφανο σκληρό ιστό την **ακροδίνη**. Επιπλέον διαθέτουν **μόνο ένα ραχιαίο πτερύγιο** το οποίο όμως σε ορισμένες περιπτώσεις (ειδικότερα στους εξελιγμένους τελεόστεους) διαιρείται σε δύο τμήματα δίνοντας την εντύπωση ύπαρξης δύο ραχιαίων πτερυγίων. Τα λέπτη είναι **γανοειδούς τύπου** στις αρχέγονες μορφές, **κυκλοειδούς** ή **κτενοειδούς** τύπου ή μπορεί να απουσιάζουν στις εξελιγμένες. Καλύπτονται από **γανοΐνη** (εναλλαγές οδοντίνης και αδαμαντίνης). Δεν υπάρχει πνευλική ζώνη.

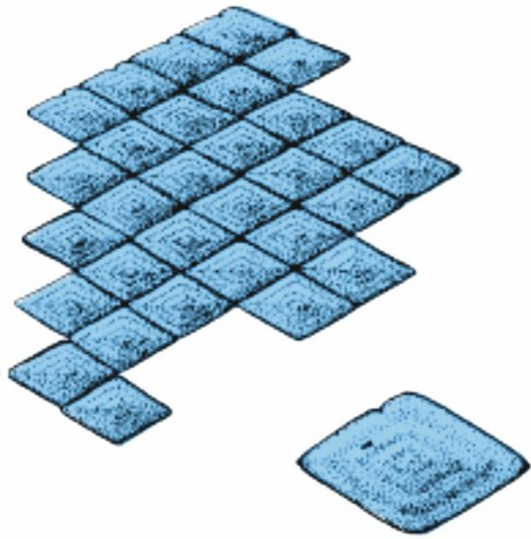


Γενικά χαρακτηριστικά του ακτινοπτερύγιου *Cheirolepis* από το Μέσο και Ανώτερο Δεβόνιο της Ευρώπης και Β. Αμερικής. Κατά Janvier (1996).

Η κορυφή των οδόντων των ακτινοπτερυγίων καλύπτεται από **ακροδίνη**. Πρόκειται για διαφανή σκληρό ιστό ο οποίος **σχηματίζεται από τη συμβολή τόσο του εξωδέρματος όσο και από το μεσέγχυμα, σε αντίθεση με την αδαμαντίνη που παράγεται μόνο από το εξώδερμα**. Απαντάται σε όλους τους ακτινοπτερύγιους, ενώ έχει δευτερογενώς εξαφανιστεί σε μορφές με δόντια τροποποιημένα σε θλαστικές πλάκες.



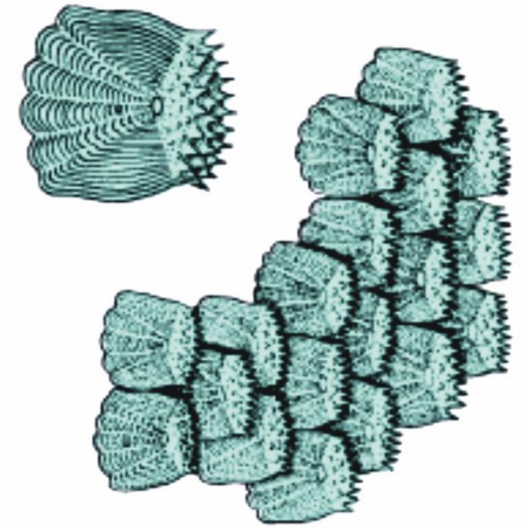
Καθ' ύψος τομή οδόντος ακτινοπτερυγίου.  
Κατά Janvier (1996).



**γανοειδή λέπια**



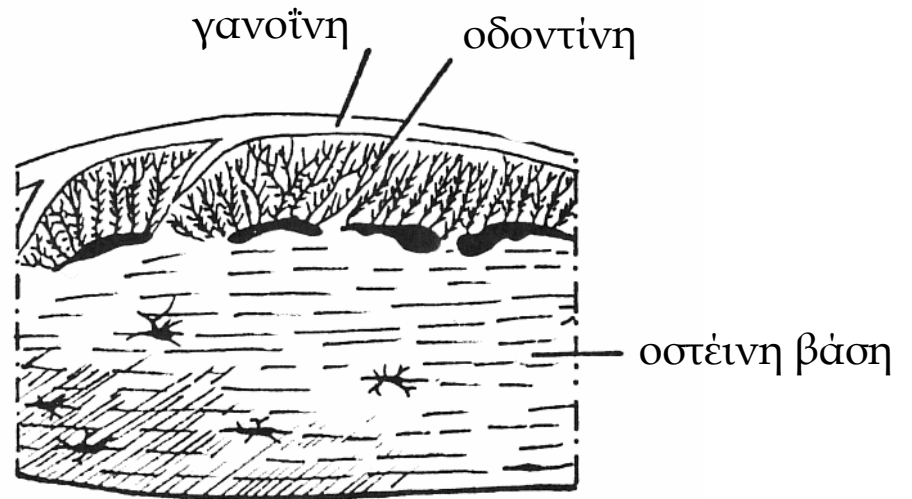
**κυκλοειδή λέπια**

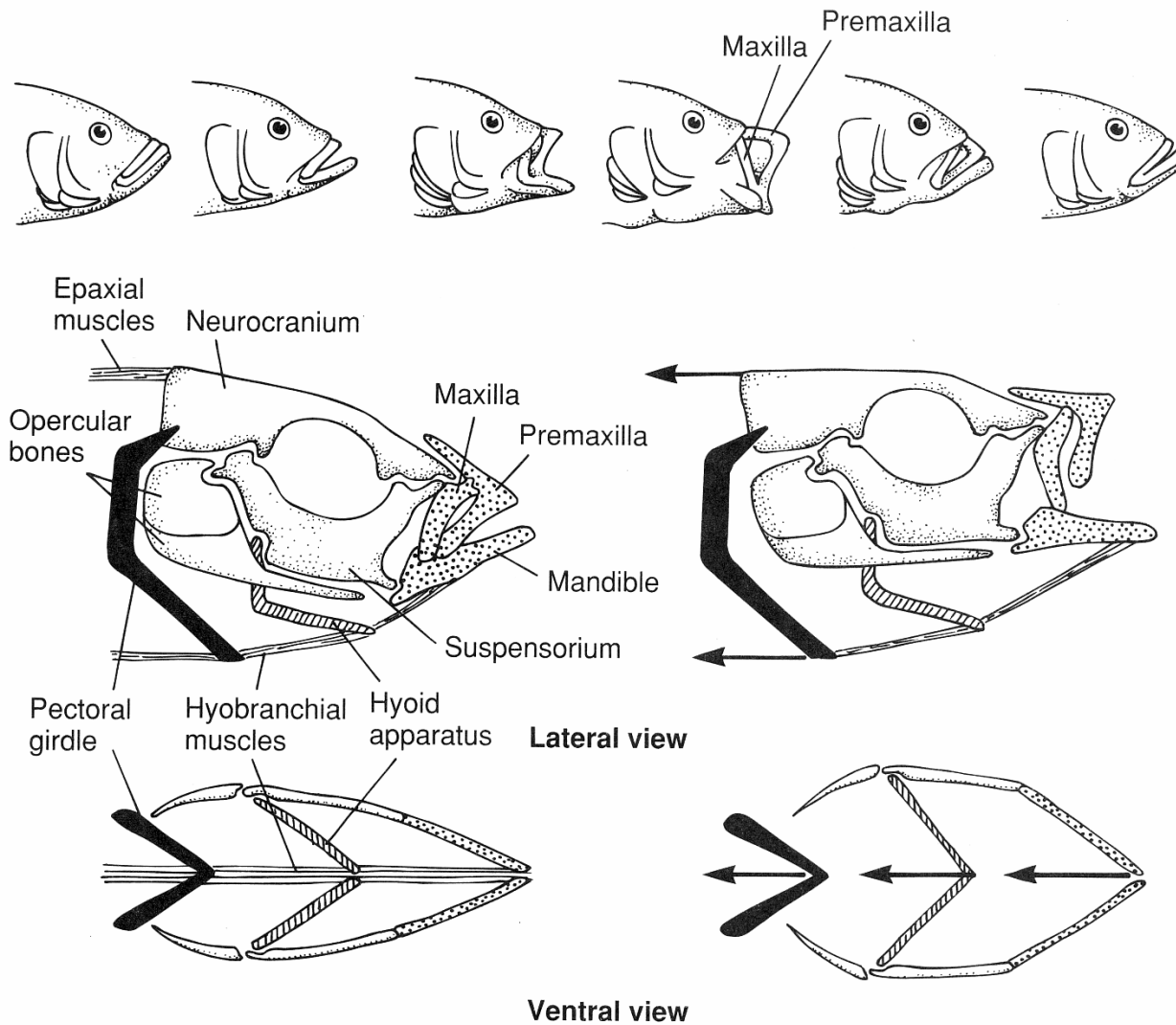


**κτενοειδή λέπια**

Τύποι λεπίων ακτινοπτερυγίων. Κατά Hickman et al. (2001).

Καθ' ύψος τομή λέπτους ακτινοπτερυγίου.  
Κατά Janvier (1996).





**Figure 7.25** Suction feeding of a teleost fish. Top series are traces from a high-speed film of jaw opening (food not shown). Note changes in position of the jaws. Lateral and ventral views, respectively, of the major kinetic bones of the skull are shown

when jaws are closed (left) and when they are open (right). Note the forward movement of the jaws (stippled areas) and outward expansion of the buccal cavity. Lines of muscle action are shown by arrows.

Κρανοκίνηση στους ακτινοπτερύγιους τελεόστεους ιχθύς. Κατά Kardong (1995).



## **SARCOPTERYGII (ΣΑΡΚΟΠΤΕΡΥΓΙΟΙ)**

### **Κατώτερο Δεβόνιο-σήμερα**

Οι **σαρκοπτερύγιοι (ορισμένες φορές αναφέρονται και ως κροσσοπτερυγιοί)** διακρίνονται λόγω της σκελετικής ανατομίας των συζυγών τους πτερυγίων.

Τα **πτερύγια έχουν χάσει όλα τα ακτινωτά σκελετικά στοιχεία** που χαρακτηρίζουν άλλους ιχθύες και έχει παραμείνει μόνο το **μεταπτερύγιο** που σχηματίζει έναν **επιμήκη άξονα**. Έτσι, ο σκελετός του πτερυγίου συντάσσεται με την αντίστοιχη θωρακική ή πυελική ζώνη μέσω μόνο ενός σκελετικού στοιχείου (**μονοβασική σύνταξη**). Τα συζυγή πτερύγια διαθέτουν πολλούς μύες για την κίνησή τους οι οποίοι εκτείνονται σε μεγάλο τμήμα του πτερυγίου.

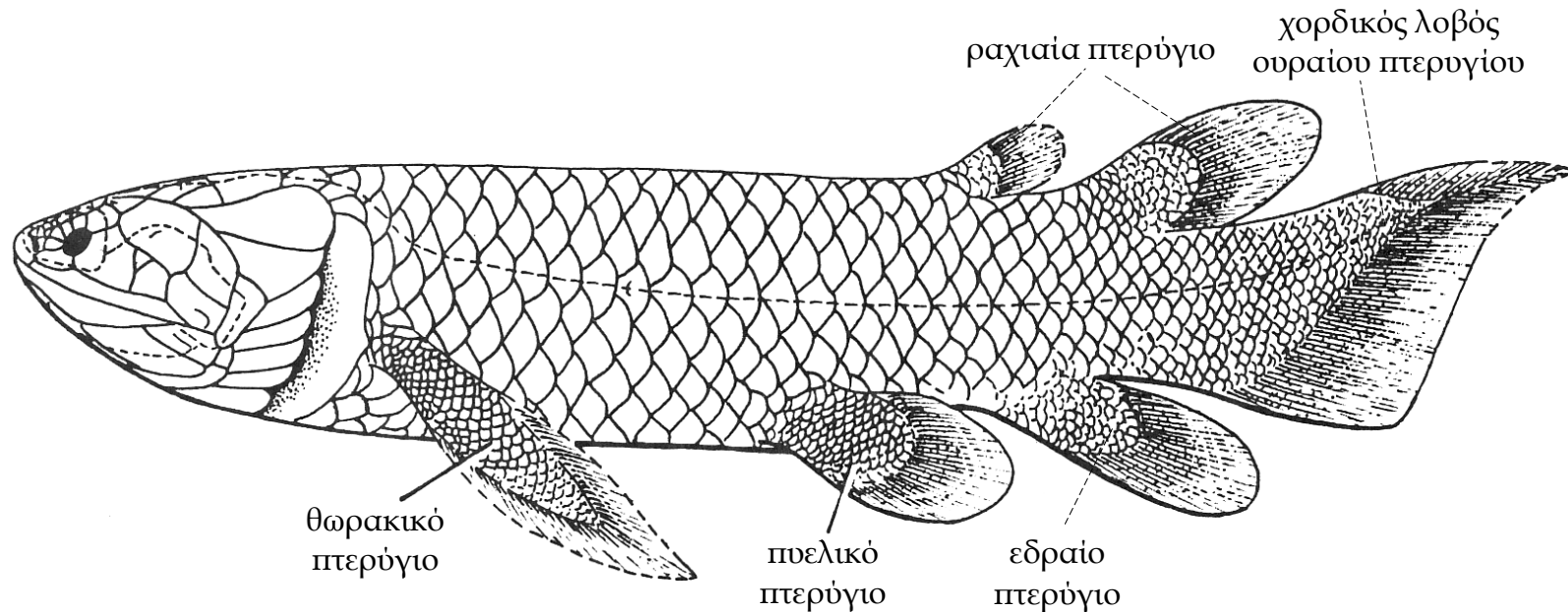
Τα **δόντια διαθέτουν πραγματική πρισματική αδαμαντίνη**. Σε ορισμένους σαρκοπτερύγιους τα δόντια έχουν έντονες πτυχώσεις.

Οι σαρκοπτερύγιοι διακρίνονται επιμέρους σε πολλές ταξινομικές ομάδες. Έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί από αυτούς προήρθαν τα τετράποδα. Η δομή των συζυγών πτερυγίων τους, με τον επιμήκη άξονα στήριξης και την εκτενή παρουσία μυών αποτέλεσε κατάλληλη ανατομική βάση για τη μετέπειτα εξέλιξη των άκρων στα πρώτα τετράποδα.

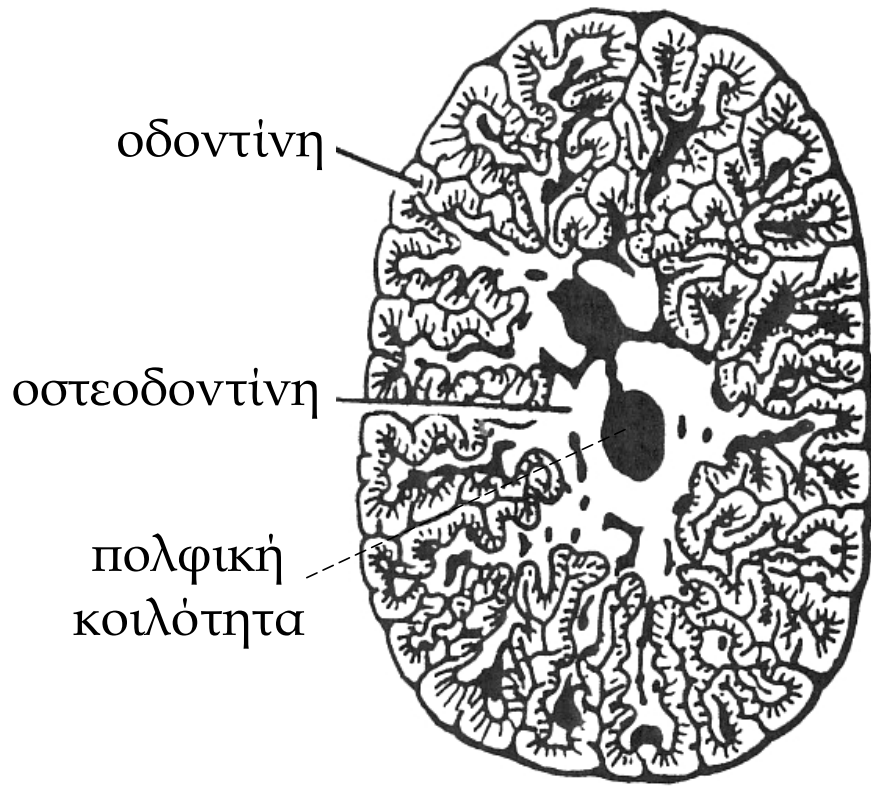
# ΠΟΡΟΛΕΡΙΦΟΡΜΕΣ (ΠΟΡΟΛΕΠΙΟΜΟΡΦΟΙ)

## Δεβόνιο

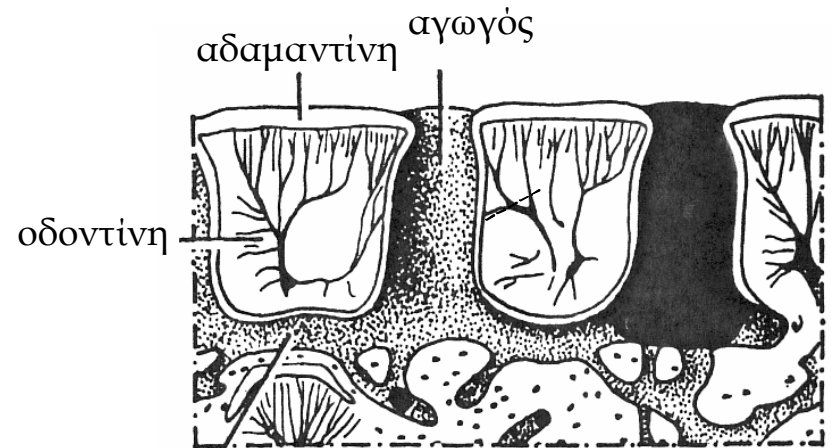
Πρόκειται για **διπνόμορφους** **σαρκοπτερύγιους** που διαθέτουν δόντια με έντονες πτυχώσεις. Τα **λέπτη και δερμικά οστά** **δομούνται από κοσμίνη**, ένα δηλαδή βασικό στρώμα οδοντίνης που καλύπτεται από αδαμαντίνη. Διατρέχονται από αγωγούς που ίσως να σχετίζονται με την παρουσία ηλεκτροαισθητήριων οργάνων ή με κάποιο σύστημα απόθεσης χημικών στοιχείων. Οι πορολεπιόμορφοι ζούσαν σε θαλάσσια, παράκτια περιβάλλοντα.



Γενικά χαρακτηριστικά του πορολεπιόμορφου σαρκοπτερύγιου *Porolepis* από το Κατώτερο Δεβόνιο της Ευρώπης. Κατά Janvier (1996).



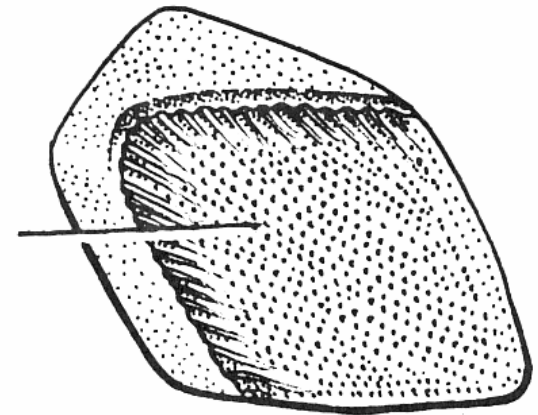
Εγκάρσια τομή οδόντος του  
σαρκοπτερύγιου πορολεπιόμορφου  
*Hamodus* από το Μέσο Δεβόνιο της  
Εσθονίας. Κατά Janvier (1996).



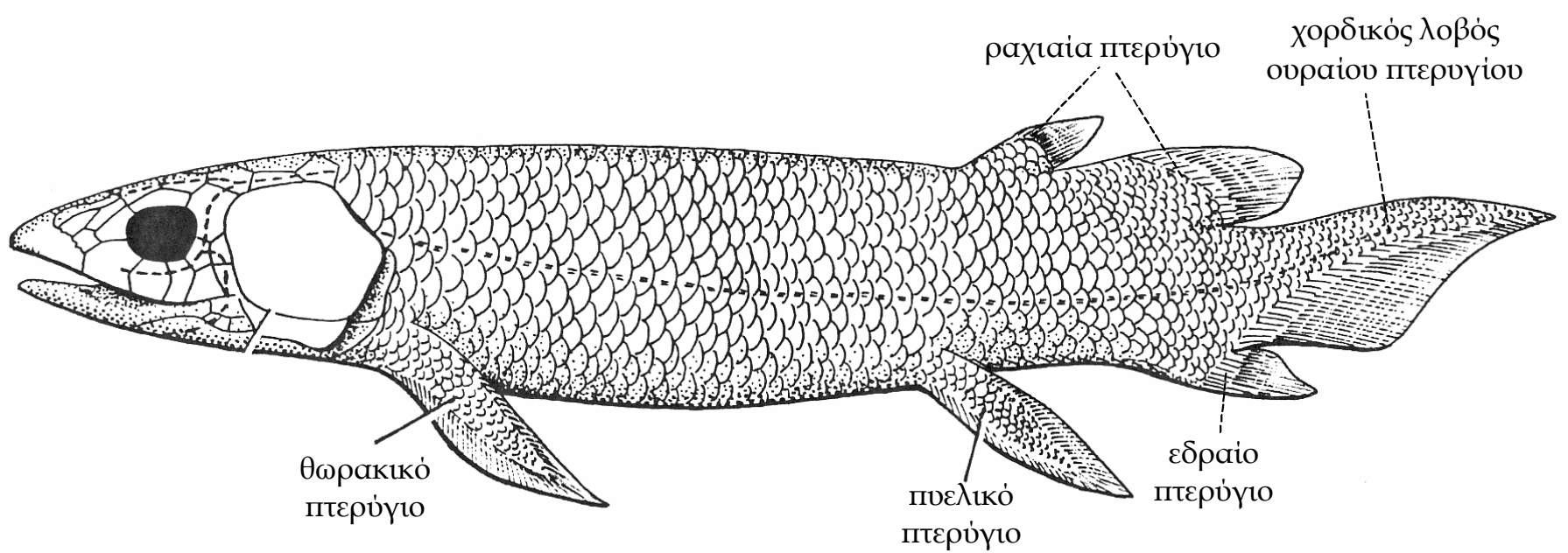
οριζόντιο  
δίκτυο αγωγών

Καθ' ύψος τομή της κοσμίνης του εξωσκελετού  
του σαρκοπτερύγιου πορολεπιόμορφου  
*Porolepis*. Κατά Janvier (1996).

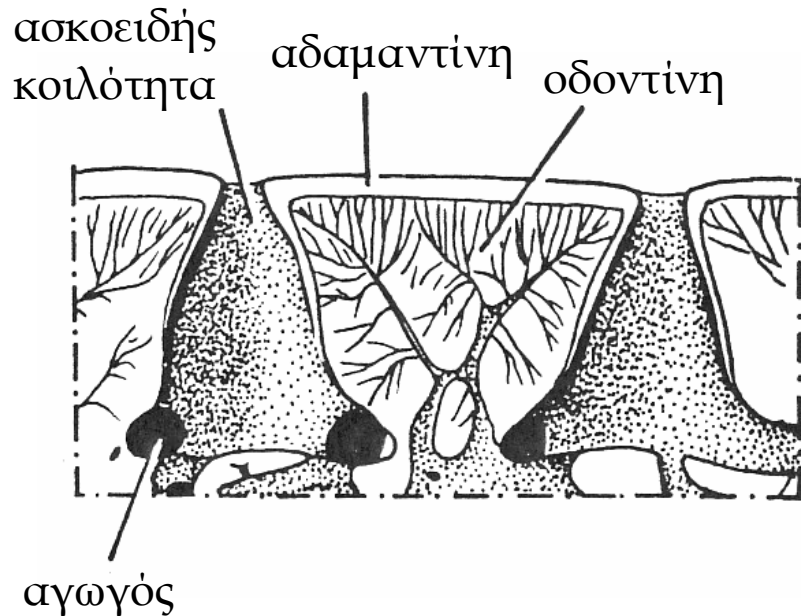
ασκοειδής  
κοιλότητα  
κοσμίνης



Πλάγια όψη λέπυσης του σαρκοπτερύγιου  
πορολεπιόμορφου *Holoptychius* από το Μέσο  
και Ανώτερο Δεβόνιο. Κατά Janvier (1996).

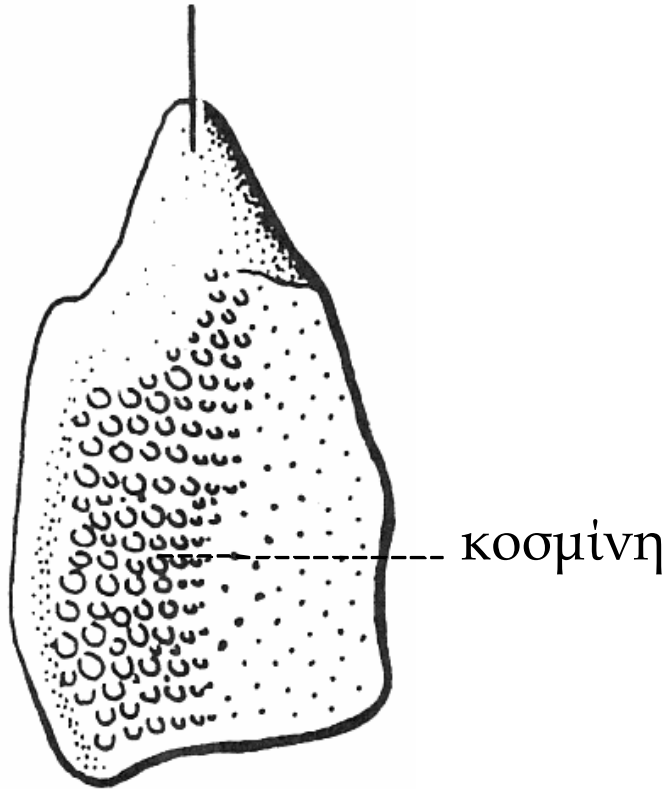


Γενικά χαρακτηριστικά του διπνόμορφου σαρκοπτερύγιου *Dipterus* από το Μέσο έως Ανώτερο Δεβόνιο. Κατά Janvier (1996).

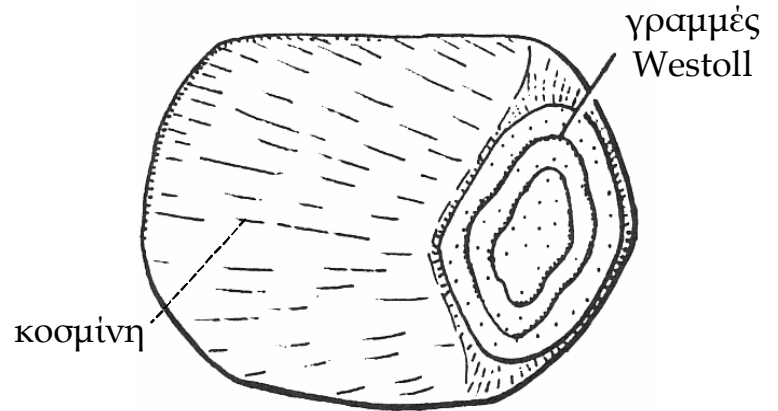


Καθ' ύψος τομή της κοσμίνης της δερμικής θωράκιση του σαρκοπτερύγιου διπνόμορφου *Dipterus*. Κατά Janvier (1996).

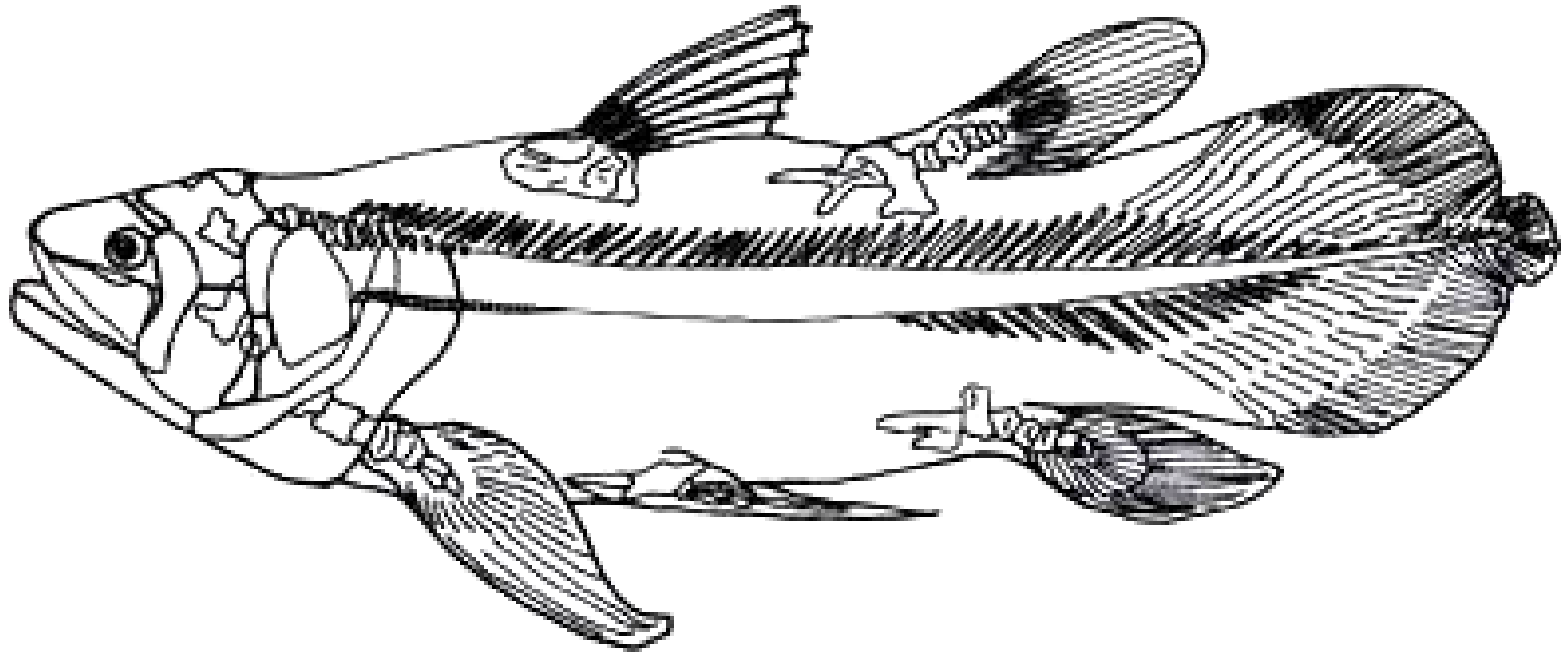
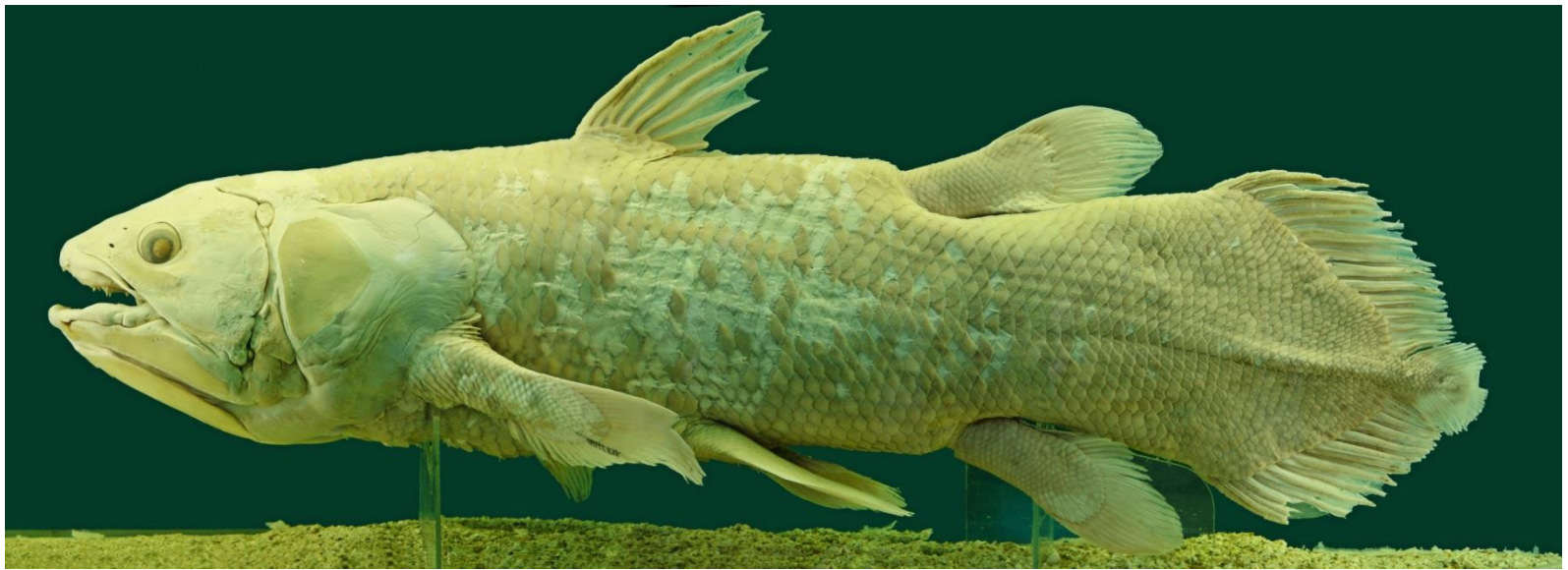
ραχιαίο  
φυμάτιο



Εξωτερική όψη λέππους του  
σαρκοπτερύγιου διπνόμορφου  
*Dipnorynchus* από το Κατώτερο  
Δεβόνιο. Κατά Janvier (1996).



Εξωτερική όψη λέππους του  
σαρκοπτερύγιου διπνόμορφου  
*Rhinodipterus* από το Ανώτερο  
Δεβόνιο. Κατά Janvier (1996).



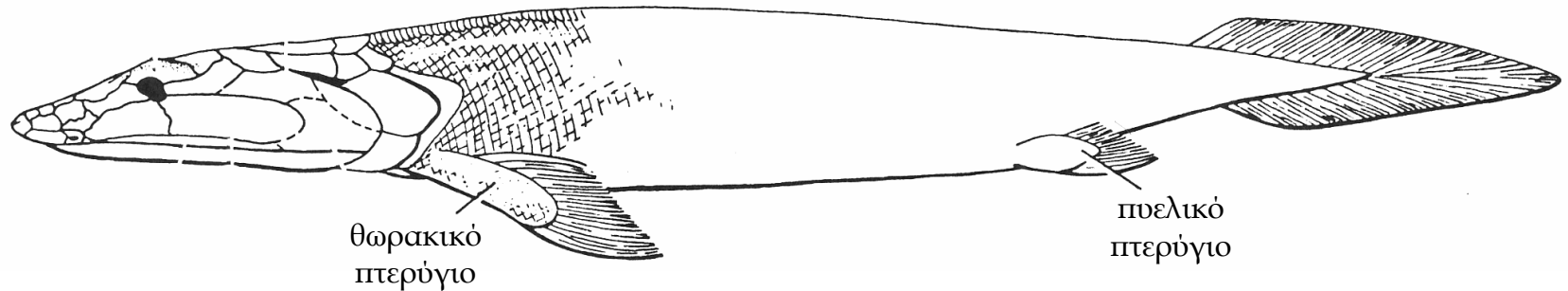
*Latimeria chalumnae* αρτίγονο (συντηρητικό απολίθωμα).

## *Panderichthys* Ανώτερο Δεβόνιο

Πρόκειται για **σαρκοπτερύγιο** που έχει ιδιαίτερη εξελικτική σημασία γιατί **διαθέτει πολλά κοινά ανατομικά χαρακτηριστικά με τα αρχέγονα τετράποδα**.

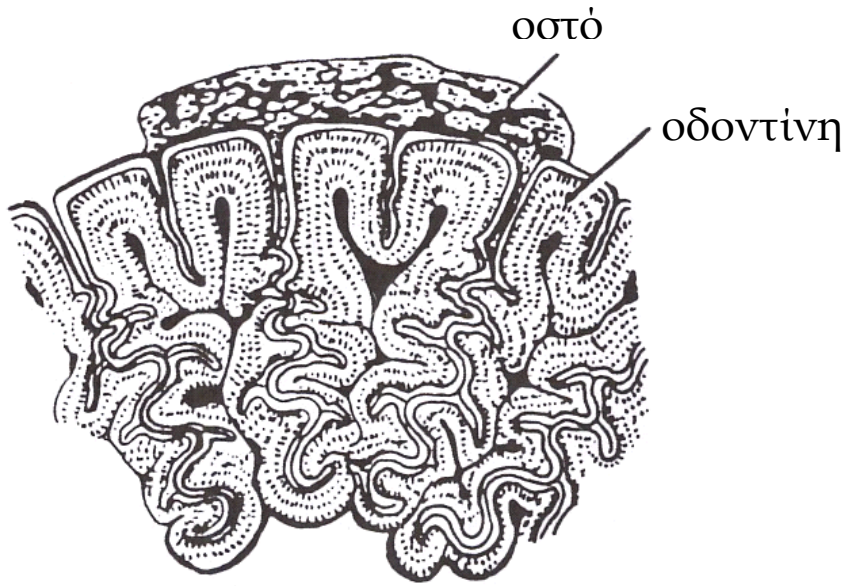
Ως τέτοια αναφέρουμε τα **συζυγή μετωπιαία οστά** και άλλα χαρακτηριστικά της δομής του κρανίου, **την λαβυρινθώδη δομή των οδόντων**, και την **απουσία ραχιαίου και εδραίου πτερυγίου**.

Διατηρεί όμως και χαρακτηριστικά ιχθύων, όπως εκτενή σειρά επιθηματικών οστών που καλύπτουν τα βράγχια, υπάρχει σύνδεση του κρανίου με την ωμική ζώνη, τα δερμικά οστά του κρανίου διαθέτουν γραμμικό σύστημα αισθητήριων αγωγών, και τα πτερύγια διαθέτουν λεπιδοτρίχια. Ο σκελετός του θωρακικού πτερυγίου μοιάζει με των οστεολεπιόμορφων. Ο σκελετός του πυελικού πτερυγίου δεν είναι γνωστός.

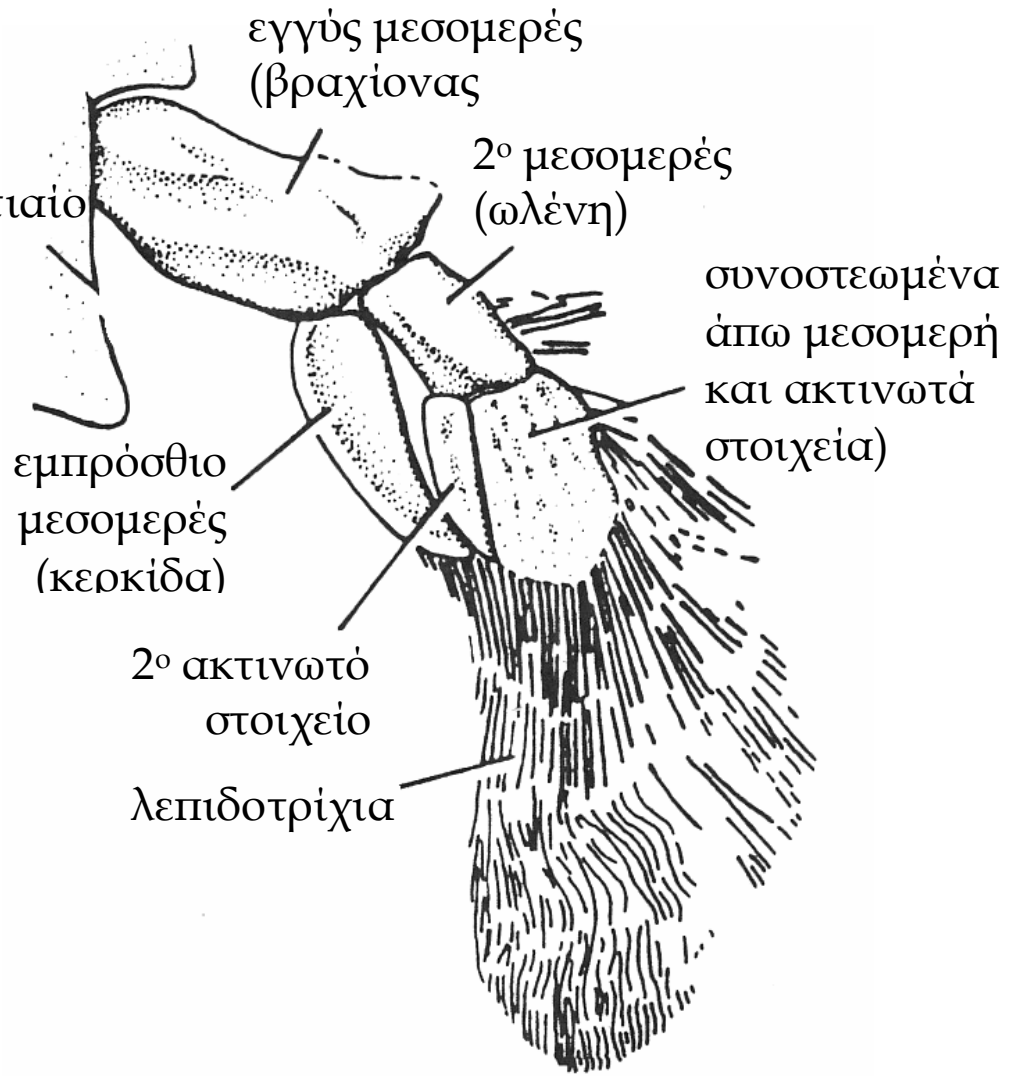


Γενικά χαρακτηριστικά του σαρκοπτερύγιου *Panderichthys* από το Ανώτερο Δεβόνιο της Λετονίας. Κατά Janvier (1996).

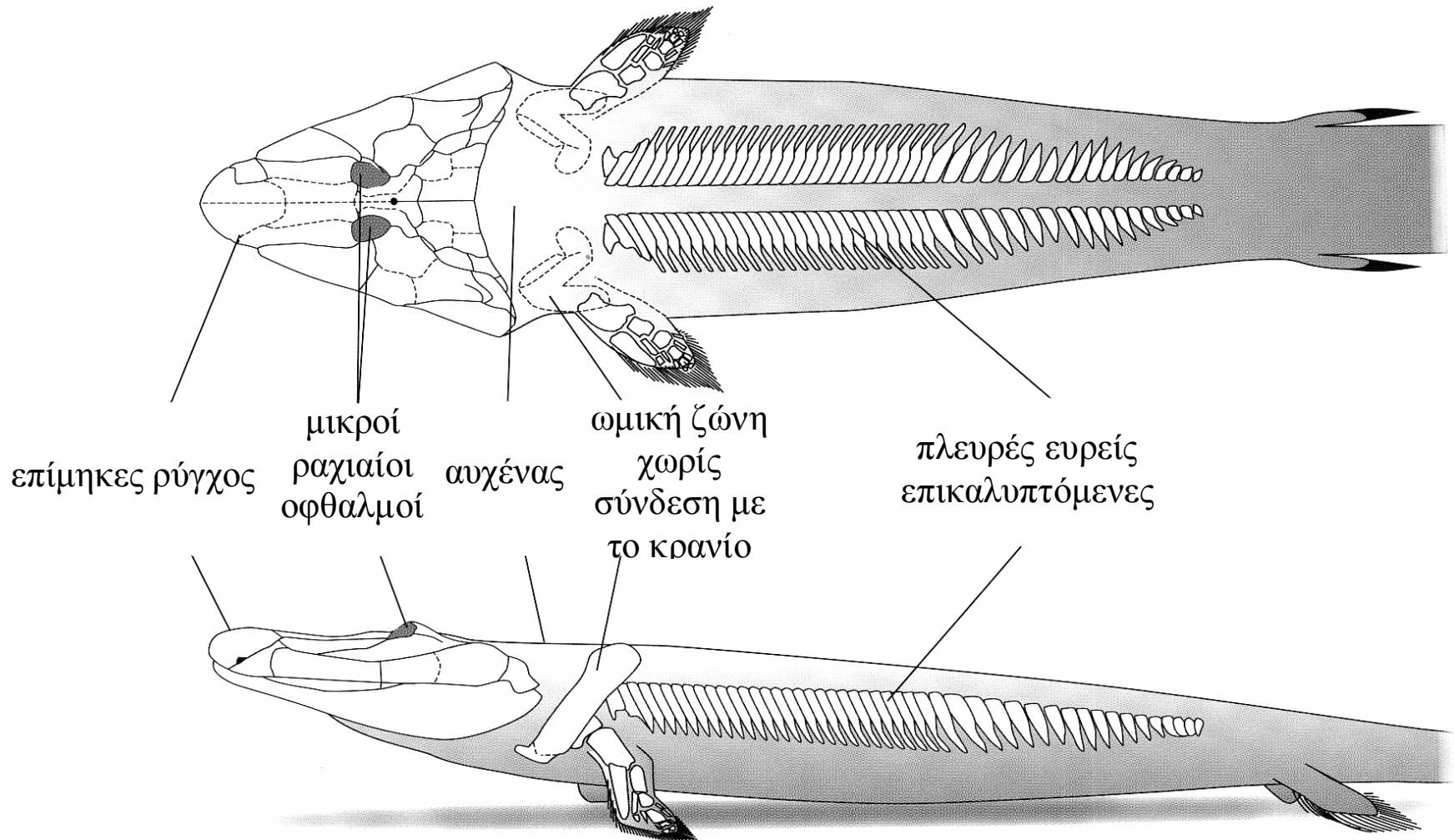




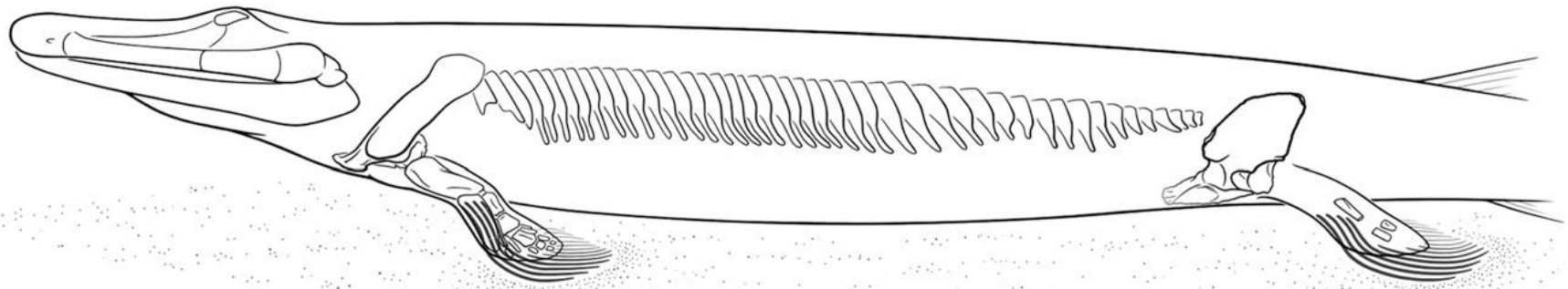
Εγκάρσια τομή οδόντος του *Panderichthys* από το Ανώτερο Δεβόνιο της Λετονίας. Κατά Janvier (1996).



Σκελετός θωρακικού πτερυγίου του *Panderichthys* σε πλάγια όψη. Κατά Janvier (1996).



***Tiktaalik*, σαρκοπτερύγιος του Αν. Δεβονίου (περ. 375 εκατ. έτη) της Αρκτικής, θεωρούμενος ως πιθανός πρόγονος των τετραπόδων (κατά Steyer 2009).**



**Αναθεωρημένη αναπαράσταση του *Tiktaalik* μετά την εύρεση σκελετικών στοιχείων της πνευλικής ζώνης (κατά Shubin et al. 2014).**

# ΑΠΟΛΙΘΩΜΕΝΟΙ ΙΧΘΥΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Απολιθώματα ιχθύων είναι γνωστά από αρκετές περιοχές της Ελλάδας. Ενδεικτικά αναφέρουμε:

Λιάσιο (Κατώτερο Ιουρασικό) της Λευκάδας το παλαιότερο ίσως απολίθωμα σπονδυλωτού από την Ελλάδα

Ανώτερο Κρητιδικό Πίνδου

Ανώτερο Μειόκαινο χερσονήσου Παλικής (Κεφαλονιά)

Ανώτερο Μειόκαινο Ιεράπετρας και Μεσσαράς (Κρήτη)

Ανώτερο Μειόκαινο Γαύδου

Ανώτερο Μειόκαινο Ζακύνθου

Κατώτερο Πλειόκαινο Φαληράκι Ρόδου

Πλειόκαινο Σερρών

Πλειόκαινο Αίγινας

Πλειόκαινο Κυθήρων

Πλειόκαινο Καλαμάκι Αττικής

Ανώτερο Πλειόκαινο Ηρακλείου, Κρήτης

Πλειστόκαινο Κυθήρων.

Απολιθώματα ιχθύων του Νεογενούς είναι επίσης γνωστά από την Κύμη Ευβοίας.

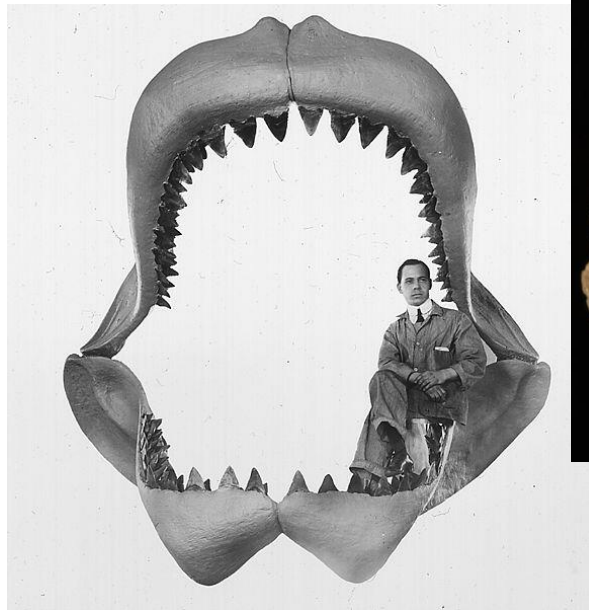
***Carcharodon megalodon***

Μειόκαινο, Κεφαλονιά, Κρήτη

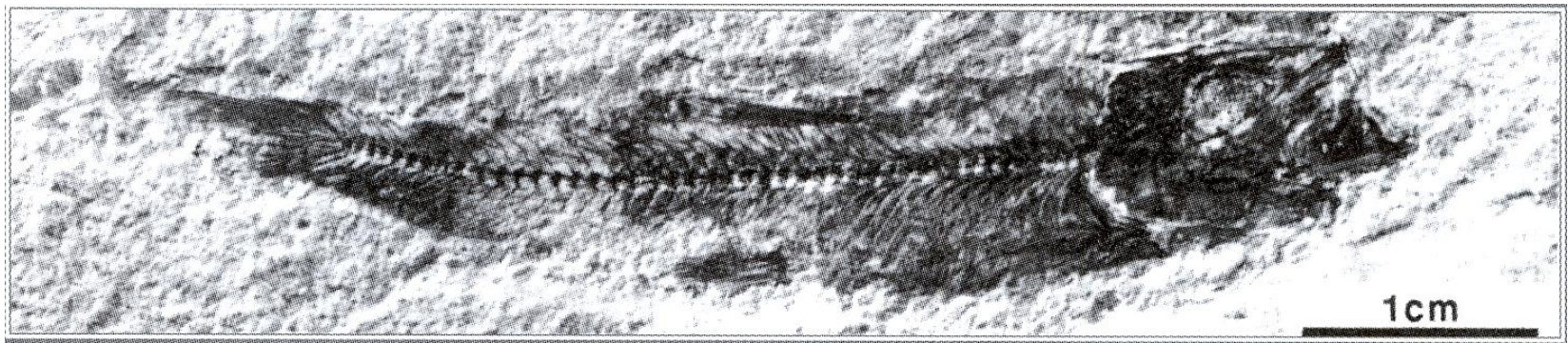
Δόντι και αναπαράσταση στοματικής κοιλότητας  
γιγαντιαίου καρχαρία. Το μήκος του ζώου έφτανε τα 16 m.



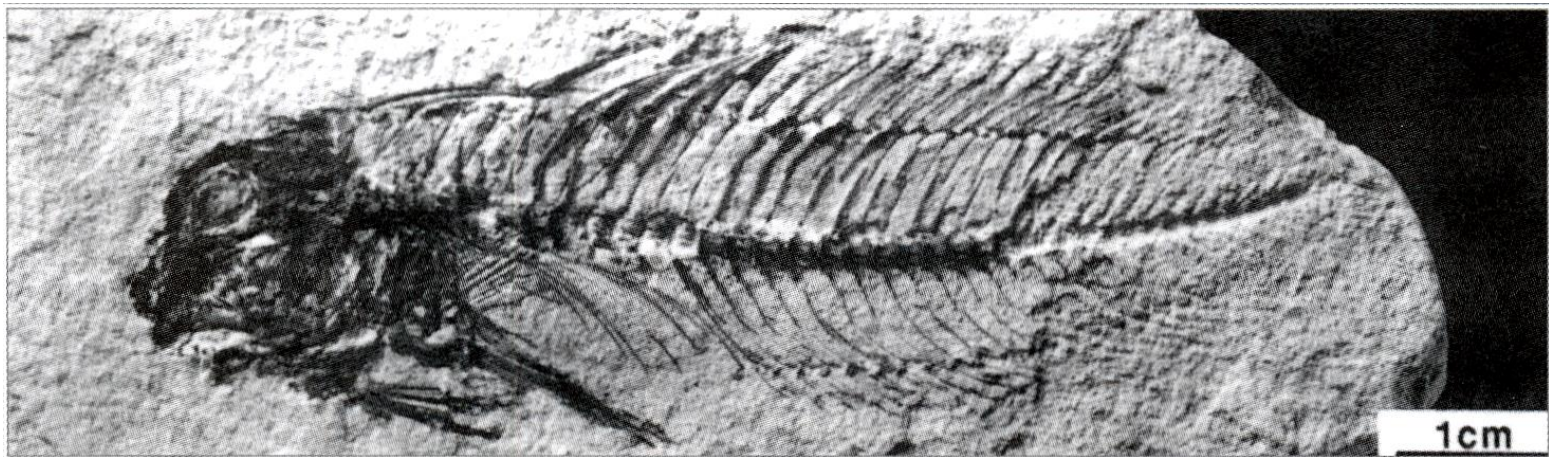
***Carcharodon carcharias*,**  
Αν. Πλειόκαινο, Κύθηρα



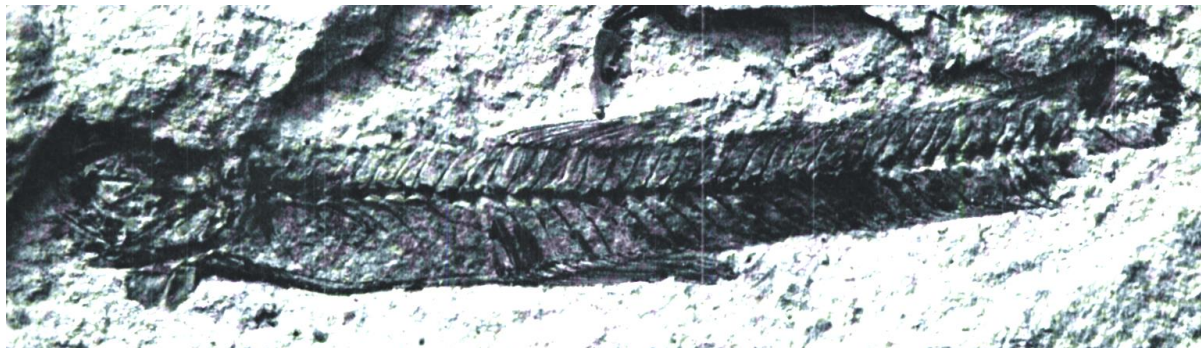




***Spratelloides gracilis*, Πλειόκαινο, Κρήτη**



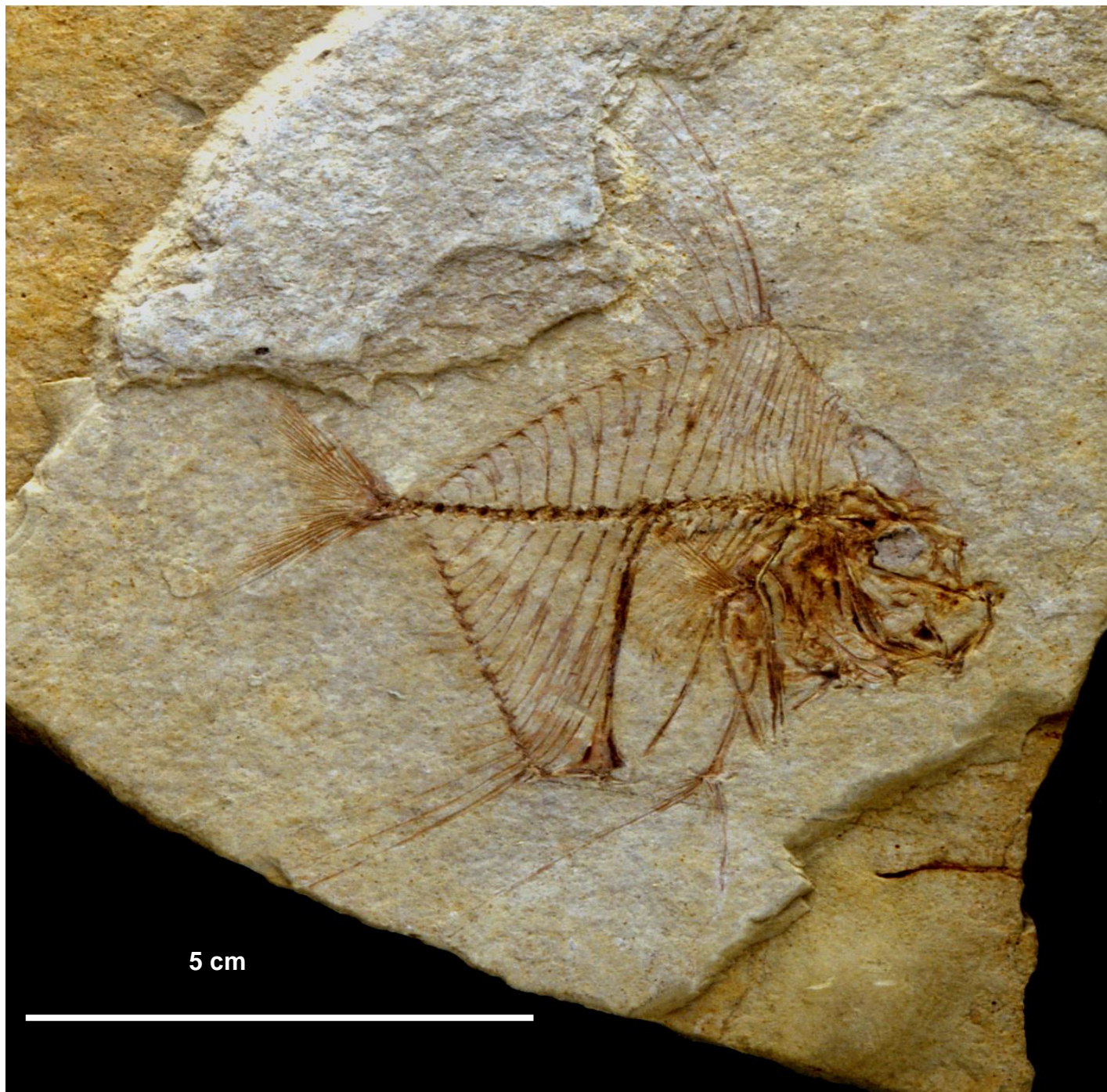
***Blenius*, Πλειόκαινο, Κρήτη**



***Bregmaceros* sp., Μειόκαινο, Κρήτη**



*Mene psarianosi*,  
Μειόκαινο,  
Ιεράπετρα Κρήτης



## ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗ

- 1) Ποιοι είναι οι τύποι πτερυγίων των ιχθύων, ποια από αυτά είναι απλά και ποια συζυγή;
- 2) Ποιοι είναι οι τέσσερεις βασικοί τύποι ουραίου πτερυγίου των ιχθύων; Πώς διακρίνονται;
- 3) Πού έχουν βρεθεί τα αρχαιότερα απολιθώματα σπονδυλωτών και τι ηλικίας είναι (στρωματογραφική ηλικία και απόλυτη);
- 4) Τι ηλικίας είναι τα αρχαιότερα ευρήματα εξωσκελετού των σπονδυλωτών; Ποιος είναι ο ιστός που χαρακτηρίζει αυτά τα ευρήματα και τα εντάσσει στα σπονδυλωτά;
- 5) Τι είναι τα κωνόδοντα και ποια είναι τα βασικά τους χαρακτηριστικά;
- 6) Πότε εμφανίζονται τα πρώτα σπονδυλωτά με γνάθους και από ποια δομή θεωρείται ότι προήρθαν οι γνάθοι; Από τους Πλακόδερμους, Χονδριχθούς και Ετερόστρακους ποιοι ιχθύες διαθέτουν γνάθους και ποιοι όχι;
- 7) Ποιοι είναι οι τύποι λεπών που υπάρχουν στους ακτινοπτερύγιους (ονομαστικά). Πώς ονομάζεται ο σκληρός ιστός που επικαλύπτει αυτά τα λέπη;
- 8) Από ποια ομάδα ιχθύων θεωρείται ότι προήρθαν τα τετράποδα; Πότε εμφανίστηκαν οι αρχαιότεροι εκπρόσωποι αυτής της ομάδας και πότε τα πρώτα τετράποδα;
- 9) Τι είναι το *Carcharodon megalodon* (σε ποια ταξινομική ομάδα εντάσσεται), που έχουν βρεθεί απολιθώματά του στην Ελλάδα και τι ηλικίας είναι;



# ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aldridge R.J. & Purnell M.A. (1996). The conodont controversies. *Tree*, 11 (11): 463-468.
- Carroll R.L. (1988). Vertebrate Paleontology and Evolution. W.H. Freeman and Company, 1-698.
- Dean B. (1895). Fishes, Living and Fossil. An outline of their forms and probable relationships. Macmillan and Co., New York, 1-300.
- Donoghue P.C.J. (2001). Conodonts meet cladistics: recovering relationships and assessing the completeness of the conodont fossil record. *Palaeontology*, 44(1): 65-93.
- Hickman C. P. Jr., Roberts L.S. & Larson A. (2001). Integrated Principles of Zoology. McGraw-Hill, 1-899.
- Janvier P. (1996). Early Vertebrates. Oxford University Press, 1-393.
- Kardong K.V. (1995). Vertebrates. Comparative Anatomy, Function and Evolution. Wm. C. Brown, Dubuque, 1-777.
- Nelson J.S. (2006). Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., 1-601.
- Purnell M.A. & Donoghue P.C.J. (1997). Architecture and functional morphology of the skeletal apparatus of ozarkodinid conodonts. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 352: 1545-1564.
- Schultz O. & Verykiou E. (1975). *Carcharodon carcharias* (Linné) aus dem Pleistozän der Insel Kythira, Griechenland. *Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών*, 50: 399-408.
- Shu D.G., Luo H.L., Morris S.C., Zhang X.L., Hu S.X., Chen L., Han J., Zhu M., Li Y. & Chen L.Z. (1999). Lower Cambrian vertebrates from south China. *Nature*, 402: 42-46.
- Shubin N.H., Daeschler E.B. & Jenkins F. A. Jr (2014). Pelvic girdle and fin of *Tiktaalik roseae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1-7.
- Steyer S. (2009). La terre avant les dinosaures. Belin, 1-205.
- Symeonidis N.K. (1969). Fossile Fische aus der Gegend von Irapetra (Kreta). *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, 21: 501-519.
- Symeonidis N.K. & Schultz O. (1969). Eine miozäne Selachierfauna der Halbinsel Paliki (Kephallinia, Griechenland). *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, 21: 153-162.
- Symeonidis N.K. & Schultz O. (1973). Bemerkungen zur neogenen Fischfauna Kretas und Beschreibung zweier Fundstellen mit miozänen Mollusken, Echiniiden etc., Insel Kreta, Griechenland. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 77: 141-147.
- Sweet W.C. & Donoghue P.C.J. (2001). Conodonts: Past, present, future. *Journal of Paleontology*, 75(6): 1174-1184.
- Xian-Guang H., Aldridge R.J., Siveter D.J., Siveter D.J. & Xiang-Hong F. (2002). New evidence on the anatomy and phylogeny of the earliest vertebrates. *Proceedings of the Royal Society of London*, 269: 1865-1869.