



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ζωολογία II

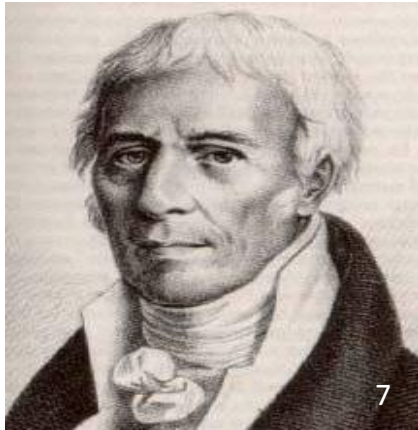
Ενότητα 1^η. Σπονδυλόζωα

Παναγιώτης Παφίλης, Επικ. Καθηγητής
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Βιολογίας

Ποιά taxa περιλαμβάνει η ομάδα;



Εξέλιξη Σπονδυλοζώων



Jean-Baptiste Lamarck



Τα Σπονδυλόζωα εξελίχθηκαν από τα ασπόνδυλα.



Βασικά χαρακτηριστικά της ομάδας 1/2

1. Φέρουν – σε κάποια φάση του κύκλου ζωής τους- τα 5 τυπικά γνωρίσματα των Χορδωτών.
2. Φέρουν περίβλημα που αποτελείται από μια εξωτερική επιδερμίδα (προερχόμενη από το εξώδερμα) και μια εσωτερική δερμίδα (από το μεσοδερμικό συνδετικό ιστό).
3. Διαθέτουν χόνδρινο ή οστέινο ενδοσκελετό (εξαιρέση των μυξίνων) καθώς και κρανίο.
4. Έχουν μυώδη φάρυγγα. Στα ψάρια οι φαρυγγικοί θύλακες ανοίγουν προς τα έξω ενώ στα τετράποδα διαφοροποιούνται σε αδένες.
5. Φέρουν διαχωρισμένα μυικά τμήματα (μυομερή) σε σχήμα W για τη διευκόλυνση της κίνησης.



Βασικά χαρακτηριστικά της ομάδας 2/2

6. Διαθέτουν πεπτικό σύστημα (ενισχυμένο με μύες) και διακριτά ήπαρ και πάγκρεας
7. Φέρουν κανονικό κυκλοφορικό σύστημα με καρδιά πολλαπλών θαλάμων. Διαθέτουν ερυθροκύτταρα με αιμοσφαιρίνη
8. Φέρουν καλά αναπτυγμένο κοίλωμα
9. Έχουν απεκκριτικό σύστημα εξοπλισμένο με ζεύγος σπειραματικών νεφρών
10. Υπάρχει εξελιγμένος τριμερής εγκέφαλος καθώς και ζεύγη ειδικών αισθητηρίων οργάνων
11. Διαθέτουν ενδοκρινικό σύστημα συνεπικουρούμενο από αδένες
12. Είναι συνήθως γονοχωριστικά
13. Τα περισσότερα έχουν δύο ζεύγη εξαρτημάτων

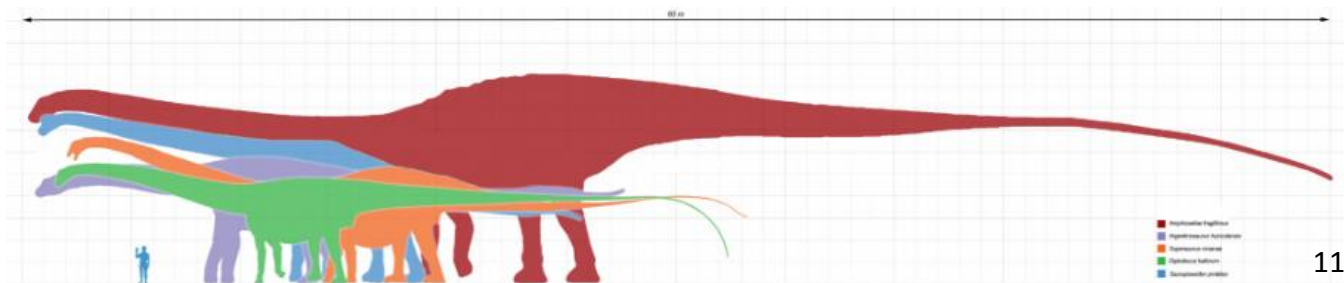


Μυοσκελετικά στοιχεία

- Ο ενδοσκελετός επιτρέπει την ανάπτυξη μεγαλύτερων μεγεθών σώματος.
- Οι μεταμερικοί μύες άλλαξαν από τους μύς των Κεφαλοχορδωτών σε σχήμα V και απέκτησαν σχήμα W.
- Ο χόνδρινος σκελετός θα πρέπει να ήταν η προγενέστερη μορφή η οποία στην πορεία αντικαταστάθηκε από οστίτη ιστό. Στα έμβρυα ακόμα παράγεται ο εύκαμπτος χόνδρος.



- Χάρη στον οστεϊνο σκελετό αυξήθηκε η δομική ισχύς και αναπτύχθηκαν περισσότεροι και πιο ρωμαλέοι μύς.



Σκελετός

- Σε πολλά αρτίγονα Σπονδυλόζωα ο ενδοσκελετός είναι ακόμα χόνδρινος (π.χ. Μυξίνες, Πετρόμυζοι, Καρχαρίες, Οξύρυγχος).
- Υποστηρίζεται ότι η εμφάνιση σκελετού σχετίζεται με την ρύθμιση των ανόργανων στοιχείων (αποθήκευση κυρίως νατρίου και φωσφόρου).
- Τα περισσότερα Σπονδυλόζωα διαθέτουν ένα εκτεταμένο εξωσκελετό, όπως στα πρωτόγονα ψάρια (π.χ. Οστρακόδερμα).



- Κερατινοποιημένες δομές επιδερμικής προέλευσης υπάρχουν σε πολλά Σπονδυλόζωα: φολίδες, λέπια, τρίχες, φτερά, νύχια, κέρατα.



Αναβάθμιση της φυσιολογίας

- Οι αυξημένες μεταβολικές απαιτήσεις οδήγησαν σε ανάπτυξη διαφοροποιημένων συστημάτων.
- Με την καλύτερη αιμάτωση των βραγχίων λόγω της προσθήκης τριχιδίων, η λειτουργία του φάρυγγα τροποποιήθηκε προς την αναπνοή. Η πρόσθεση μυών δημιούργησε μια ισχυρή αντλία.
- Η ανάπτυξη αποτελεσματικού πεπτικού συστήματος και της παρουσίας πεπτικών αδένων, ήπατος και παγκρέατος έδωσε τη δυνατότητα πέψης περισσότερης τροφής.
- Η τρίχωρη καρδιά και η παρουσία ερυθροκυττάρων με αιμοσφαιρίνη ενίσχυσε τη μεταφορά θρεπτικών στοιχείων και αερίων. Η παρουσία νεφρών εξασφάλισε την απαγωγή άχρηστων ουσιών.



Εγκέφαλος

- Η αλλαγή της διατροφής (από διήθηση σε θήρευση) οδήγησε σε δημιουργία αισθητηρίων και κινητικών κέντρων για τον εντοπισμό και τη σύλληψη της λείας.
- Το πρόσθιο τμήμα του νευρικού σχοινιού διαφοροποιήθηκε σε τριμερή εγκέφαλο (προσεγκέφαλος, μεσεγκέφαλος και μετεγκέφαλος).
- Ειδικά, ανά ζεύγη, αισθητήρια όργανα προέκυψαν για τη λήψη ερεθισμάτων από μεγάλες αποστάσεις (μάτια, υποδοχείς πίεσης, χημικοί υποδοχείς γεύσης, οσφρητικά όργανα, υποδοχείς πλευρικής γραμμής, υποδοχείς ηλεκτρικών ερεθισμάτων).
- Χάρη στα παραπάνω τα Σπονδυλόζωα απέκτησαν σαφή αίσθηση του χώρου.



Νευρική ακρολοφία

- Είναι δομή εξωδερμικών κυττάρων που βρίσκονται κατά μήκος του εμβρυικού νευρικού σωλήνα.
- Συμβάλει στο σχηματισμό του μεγαλύτερου μέρους του κρανίου, του φαρυγγικού σκελετού, της οδοντίνης των δοντιών καθώς και μερικών ενδοκρινών αδένων.
- Μπορεί επίσης να ρυθμίζει την ανάπτυξη γειτονικών ιστών (π.χ. αδαμαντίνη στα δόντια).



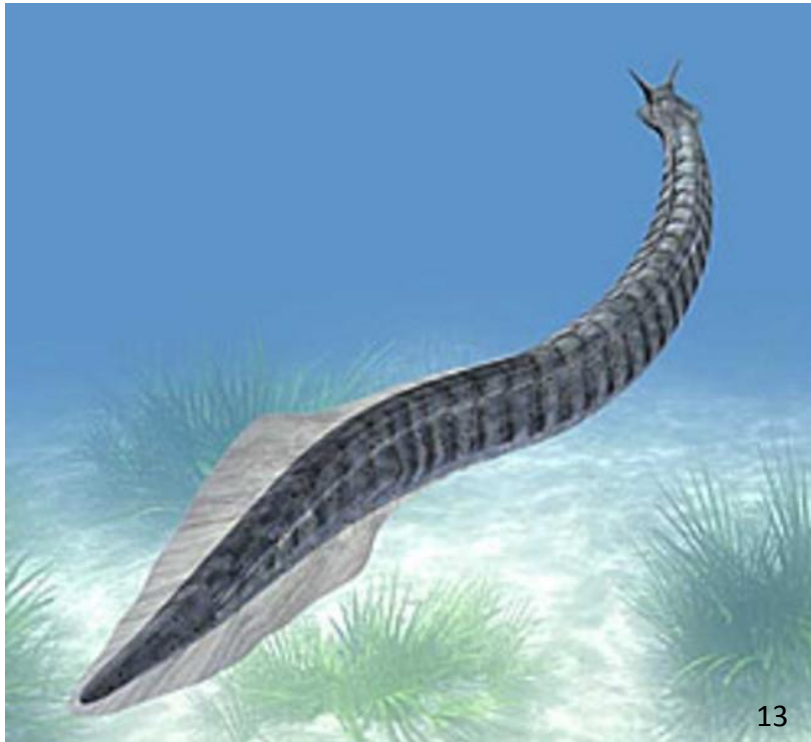
Εξωδερμικά πλακώδη

- Είναι εξωδερμικές δισκοειδείς παχύνσεις εκατέρωθεν του πρόσθιου τμήματος του νευρικού σωλήνα.
- Δημιουργούν το οσφρητικό επιθήλιο, τους φακούς των ματιών, το επιθήλιο του εσωτερικού αυτιού, τους ηλεκτροϋποδοχείς και τους γευστικές κάλυκες.
- Τόσο τα εξωδερμικά πλακώδη όσο και η νευρική ακρολοφία εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στην εξέλιξη στα Σπονδυλόζωα.



Ποιός ήταν ο προπάππος μας;

Pikaia, ταινιοειδής μορφή σαν ψάρι, μήκους περί τα 5 εκ.



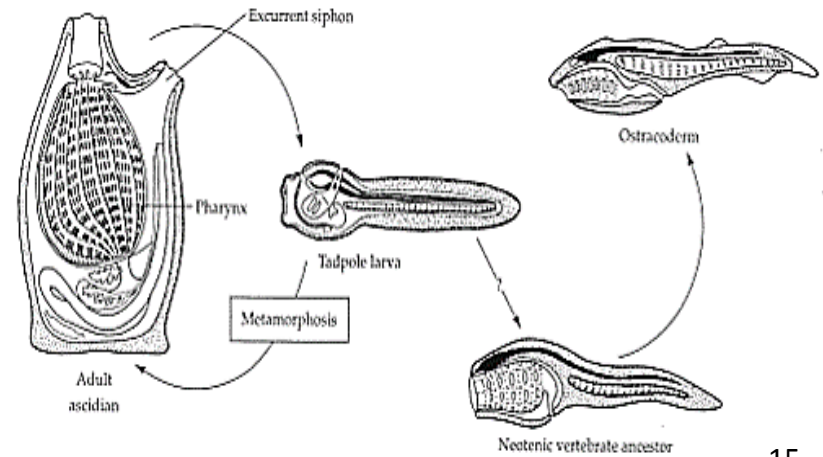
Haikouella lanceolata, ιχθυόμορφο πλάσμα με νωτιαία χορδή και νευρικό σχοινί αλλά **ΚΑΙ** ζεύγος ματιών και διευρυμένο εγκέφαλο.

Λείπουν όμως βασικές δομές των Σπονδυλοζώων (π.χ. κρανίο, αυτί). Φαίνεται λοιπόν ότι είναι αδερφό taxon και όχι πρόγονος...



Η Υπόθεση του Garstang (1928)

- Μια γυρινόμορφη προνύμφη των Χιτωνοζών απέτυχε να μεταμορφωθεί σε ενήλικο και αναπτύσσοντας γονάδες κατέστη γόνιμη σε αυτή τη φάση.
- Η διαδικασία καλείται παιδομόρφωση και περιγράφει την εξελικτική διατήρηση των χαρακτηριστικών της προνύμφης στο σώμα του ενήλικου ατόμου.



- Η υπόθεση αμφισβητήθηκε διότι
1. ο πρόγονος των δευτεροστομίων κολυμπούσε ελεύθερα και 2. τα Ασκίδια αποτελούν προκύψαν σχέδιο ενώ οι Κωπηλάτες είναι πιο κοντά στον πρόγονο των Χορδωτών.



Διαδικασίες που οδηγούν στην παιδομόρφωση

- 1.Νεοτενία: ο ρυθμός ανάπτυξης του σώματος επιβραδύνεται κι έτσι το ζώο δεν αποκτά τη μορφή του ενήλικου ατόμου όταν ωριμάσει.
- 2.Προγένεση: πρόωρη ωρίμανση των γονάδων σε προνυμφικό στάδιο το οποίο παύει να αναπτύσσεται και δεν λαμβάνει την ενήλικη μορφή.
- 3.Μεταγενέστερη μετατόπιση: η αναπτυξιακή διαδικασία επιβραδύνεται σε σχέση με την αναπαραγωγική ωρίμανση.



Το πρότυπο της προγονικής μορφής...

- Το προνυμφικό στάδιο των Λάμπραινων (αμμόκοιτη προνύμφη) φαίνεται ότι περιγράφει ικανοποιητικά τον πιθανό πρόγονο των Σπονδυλοζώνων.
- Στην αρχή είχε θεωρηθεί ξεχωριστό είδος από τις Λάμπραινες μέχρι που παρακολούθηθηκε η διαδικασία μεταμόρφωσης.
- Έχει επίμηκες, λεπτό σώμα και τρέφεται με διήθηση του νερού αλλά με μυική άντληση.
- Μοιάζει πολύ με τον αμφίοξο αλλά φέρει διαμερισματοποιημένη καρδιά, τριμέρη εγκέφαλο κ.α. Διαθέτει επίσης πραγματικό ήπαρ που αντικαθιστά το ηπατικό τυφλό και χοληδόχο κύστη.



16



Τα πρώτα Σπονδυλόζωα: άγναθα ψάρια

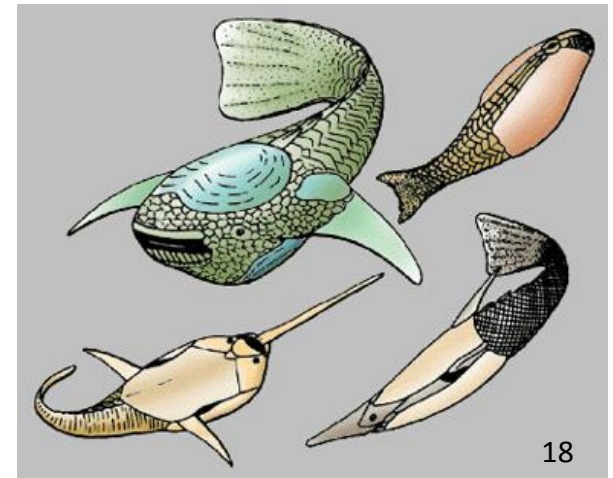


Πρωτοεμφανίστηκαν στο Κάμβριο (περίπου πριν από 540 εκατομύρια χρόνια)



Τα πρώιμα Σπονδυλόζωα 1/2

- Διέθεταν πολλούς από τους τυπικούς χαρακτήρες των Σπονδυλοζώων (καρδιά, ακουστικές κάψες, ζεύγος ματιών).
- Τα πρώτα οστρακόδερμα έφεραν δεσμίδα θωρακισμένη με οστίτη ιστό και στερούνταν ζυγών πτερυγίων.
- Τα ετερόστρακα μετακινούνταν πάνω στον θαλάσσιο πυθμένα όπου και έβρισκαν την τροφή τους ενεργοποιώντας μυϊκές συσπάσεις του φάρυγγα, στοιχείο που καταδεικνύει την ικανότητα ενεργού θήρευσης.



Τα πρώιμα Σπονδυλόζωα 2/2

- Τα οστεόστρακα παρουσίασαν για πρώτη φορά ζεύγος θωρακικών πτερυγίων που διευκόλυναν τον έλεγχο της κίνησης και στα τρία επίπεδα.
- Τα ανασπίδια είχαν ατρακτοειδή διαμόρφωση σώματος και παρουσίασαν έντονη διαφοροποίηση κατά το Σιλούριο.
- Η συντριπτική πλειοψηφία των οστρακόδερμων εξαφανίστηκε κατά το τέλος του Δεβονίου.



19

- Οι Κωνόδοντες έμοιαζαν με τον αμφίοξο αλλά παρουσίαζαν μεγαλύτερο βαθμό εγκεφαλοποίησης. Σειρά από χαρακτηριστικά τα κατατάσσουν στα Σπονδυλόζωα αλλά η ακριβής τους θέση μέσα στον κλάδο είναι ασαφής.



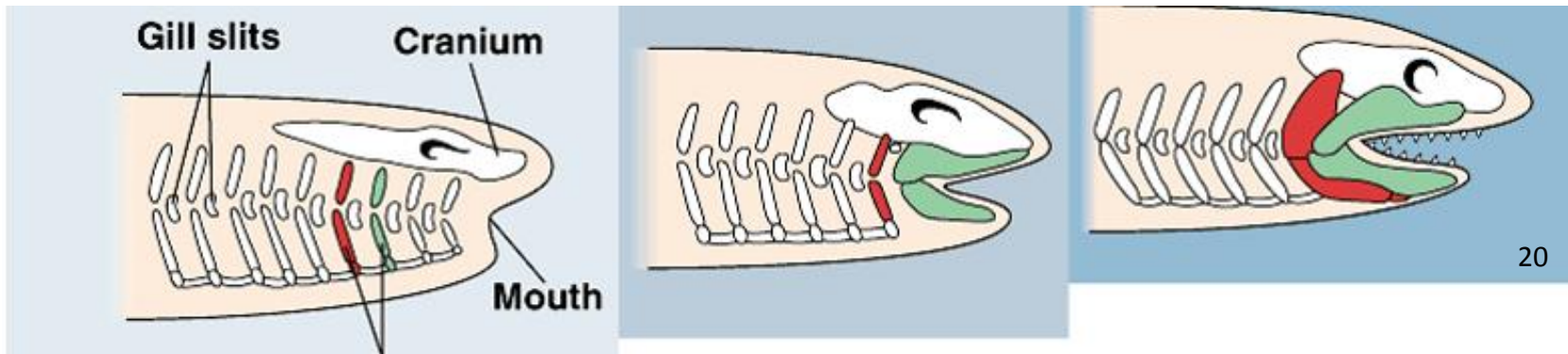
Ο τελευταίος κρίκος: γναθόστομα Σπονδυλόζωα

- Η εμφάνιση της γνάθου είναι ένα από τα σημαντικότερα γεγονότα στην εξέλιξη της ομάδας.
- Η δημιουργία γνάθου επιτρέπει την θήρευση μεγάλης και κινούμενης λείας και το χειρισμό αντικειμένων.
- Φαίνεται ότι η γνάθος προέκυψε από τροποποιήσεις του 1^{ου} ή του 2^{ου} βραγχιακού τόξου. Η επέκταση του τελευταίου και οι βοηθητικοί μυες αρχικά έπαιζαν ρόλο στον αερισμό των βραγχίων ώστε να αντιμετωπιστούν οι αυξημένες μεταβολικές ανάγκες των Σπονδυλοζώων.



Ενδείξεις για την καταγωγή της γνάθου 1/2

1. Τα βραγχιακά τόξα, όπως και οι γνάθοι, σχηματίζονται από τις ανώτερες και κατώτερες ράβδους που εκάμφθησαν προς τα πρόσω.
2. Αμφότερα προέρχονται από τα κύτταρα της νευρικής ακρολοφίας.
3. Οι μύες της γνάθου είναι ομόλογοι με εκείνους που υποστήριζαν τα βράγχια.



20



Ενδείξεις για την καταγωγή της γνάθου 2/2

- Από τα οστά της γνάθου προέκυψαν στην πορεία της εξέλιξης τα οσάρια του μέσου αυτιού των θηλαστικών.
- Η προέλευση των γνάθων και των ζευγών εξαρτημάτων μπορεί να συνδέεται με διπλασιασμό τον Hox γονιδίων.



21



Τέλος Παρουσίασης



Χρηματοδότηση

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



Σημειώματα



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών,
Παναγιώτης Παφίλης, Επίκουρος Καθηγητής. «Ζωολογία II. Ενότητα 1.
Σπονδυλόζωα». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή
διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL1/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

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



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

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

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

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



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

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

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

- **Εικόνα 1.** Copyright Keoki Stender. Σύνδεσμος: <http://www.marinelifephotography.com/fishes/surgeonfishes/acanthurus-achilles.htm>. Πηγή: <http://www.marinelifephotography.com>.
- **Εικόνα 2.** Σύνδεσμος: <http://gallery4share.com/k/kite-bird-of-prey.html>. Πηγή: <http://gallery4share.com>.
- **Εικόνα 3.** Copyrighted.
- **Εικόνα 4.** Myomimus Roach. Copyright © 2009-2015 - Зоошкола - в помощь ученикам и студентам, Зооклуб - животные. Σύνδεσμος: <http://zooschool.ru/mouse/gliridae/11.shtml>. Πηγή: <http://zooschool.ru>.
- **Εικόνα 5.** Copyright Photo: Dan Burton. Σύνδεσμος: http://www.divernet.com/UK_Diving/uk_diving_general/158919/big_tracy_gets_around.html. Πηγή: <http://www.divernet.com>.
- **Εικόνα 6.** Copyright by Casado Internet Group, Belize. Σύνδεσμος: <http://ambergris caye.com/critters/redeyedtreefrog.html>. Πηγή: <http://ambergris caye.com>.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/)

- **Εικόνα 7.** Copyright ©2014 Soylent Communications Σύνδεσμος: <http://www.nndb.com/people/275/000057104/>. Πηγή: <http://www.nndb.com>.
- **Εικόνα 8.** Copyrighted.
- **Εικόνα 9.** Copyrighted.
- **Εικόνα 10.** Copyrighted.
- **Εικόνα 11.** Copyright Content is available under CC-BY-SA. Σύνδεσμος: <http://dinopedia.wikia.com/wiki/Amphicoelias>. Πηγή: <http://dinopedia.wikia.com>.
- **Εικόνα 12:** Copyright ©Portal Ενημέρωσης Αγροτών-Πολιτών Περιφέρειας Ηπείρου. Σύνδεσμος: <http://www.agroepirus.gr/eagro/farmers/articles/article.jsp?context=9104&articleid=6266>. Πηγή: <http://www.agroepirus.gr>.
- **Εικόνα 13.** Copyright © Δημοσιογραφικός Οργανισμός Λαμπράκη Α.Ε. Σύνδεσμος: <http://www.tovima.gr/science/medicine-biology/article/?aid=447148>. Πηγή: <http://www.tovima.gr>.
- **Εικόνα 14.** Copyright © 1996 - 2014 SINA Corporation, All Rights Reserved. Σύνδεσμος: <http://photo.blog.sina.com.cn/u/1507843895/page9>. Πηγή: <http://photo.blog.sina.com.cn>.
- **Εικόνα 15.** Copyright © 2015 Memorial University of Newfoundland. Σύνδεσμος: https://www.mun.ca/biology/scarr/Garstang_Hypothesis.html. Πηγή: <https://www.mun.ca>.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/)

- **Εικόνα 16.** Photo credit : mattressale.eu. Σύνδεσμος: <http://imagestack.co/74746198-eel-lamprey-ammocoetes-larva.html> . Πηγή: mattressale.eu.
- **Εικόνα 17.** Copyrighted.
- **Εικόνα 18.** Σύνδεσμος: <https://www.tumblr.com/search/ostracoderms>. Πηγή: <https://www.tumblr.com>.
- **Εικόνα 19.** Copyrighted.
- **Εικόνα 20.** Copyright Pearson Education Inc. Publishing as Benjamin Cummings. Σύνδεσμος: <http://www.bio.utexas.edu/faculty/sjasper/Bio213/chordates.html>. Πηγή: <http://www.bio.utexas.edu>.
- **Εικόνα 21.** The sea lamprey. Copyright © 2002–2015 University of Bristol. Σύνδεσμος: <http://www.bris.ac.uk/news/2010/7275.html> Πηγή: <http://www.bris.ac.uk>.

