



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Ζωικοί Εχθροί Θεωρία

Ενότητα 3: Εσωτερική μορφολογία &  
φυσιολογία των εντόμων

Δρ Δήμητρα Ζωάκη-Μαλισιόβα  
Καθηγήτρια Εντομολογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα: Τεχνολόγων Γεωπόνων

Τίτλος Μαθήματος: Ζωικοί Εχθροί Θεωρία

Ενότητα 3: Εσωτερική μορφολογία & φυσιολογία των εντόμων

Όνομα Καθηγητή: Δρ Δήμητρα Ζωάκη-Μαλισιόβα

Βαθμίδα Καθηγητή: Καθηγήτρια

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





# Χρηματοδότηση

- 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.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Εσωτερική μορφολογία & φυσιολογία των εντόμων

# Σκοποί ενότητας

- Καταγραφή των μορφολογικών χαρακτηριστικών του σώματος των εντόμων εσωτερικά, καθώς και των βασικότερων μηχανισμών φυσιολογίας των εντόμων

# Περιεχόμενα ενότητας

- Εσωτερική μορφολογία & φυσιολογία των εντόμων.
  - Πεπτικό & απεκκριτικό σύστημα.
  - Βρώση, θρέψη και πέψη.
  - Κυκλοφορικό σύστημα.
  - Αναπνευστικό σύστημα.
  - Μυϊκό σύστημα.
  - Νευρικό σύστημα.
  - Σκελετικό σύστημα.
  - Ενδοκρινικό σύστημα.
  - Αισθητήρια όργανα.
  - Αναπαραγωγικό σύστημα.

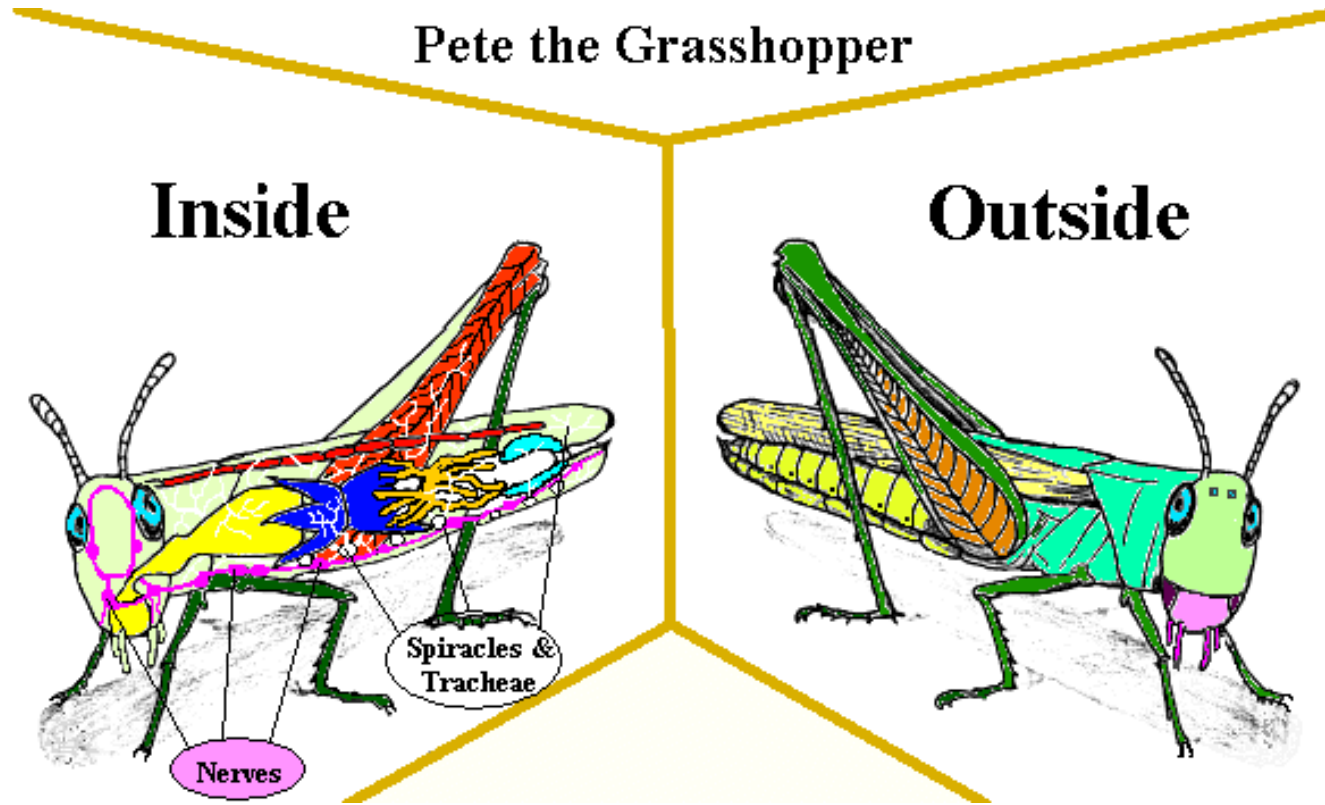
# **Εσωτερική μορφολογία & φυσιολογία των εντόμων**

**Μορφολογικά χαρακτηριστικά των εντόμων εσωτερικά & βασικότεροι μηχανισμοί φυσιολογίας τους**





# Εσωτερική & εξωτερική μορφολογία της ακρίδας



# Εσωτερική μορφολογία των εντόμων





# Πεπτικό & απεκκριτικό σύστημα των εντόμων



# Πεπτικό & απεκκριτικό σύστημα

## Πεπτικό σύστημα

- Πέψη τροφών
- Απορρόφηση προϊόντων πέψης
- Αποβολή άπεπτων υλικών της τροφής

## Απεκκριτικό σύστημα

- Για τη ρύθμιση της ιοντικής σύστασης αιμολέμφου αποβάλλονται από το σώμα τα άχρηστα και επιβλαβή προϊόντα (αζωτούχα προϊόντα αποδόμησης πρωτεϊνών, π.χ. ουρικό οξύ, αμμωνία)
- Σωλήνες Malpighi και οπίσθιο έντερο αποτελούν και τα κυριότερα τμήματα του απεκκριτικού συστήματος (βλέπε κάτωθι)

# Πεπτικό σύστημα

- Περιλαμβάνει τον **πεπτικό σωλήνα** και διάφορους **αδένες** που συνδέονται με αυτόν (χειλικοί, γναθικοί, φαρυγγικοί, σωλήνες Malpighi)
- Ο πεπτικός σωλήνας είναι ένας στενόμακρος σωλήνας, ο οποίος ξεκινά με το στόμα και καταλήγει στην έδρα
- Ο πεπτικός σωλήνας διακρίνεται στο **πρόσθιο έντερο** (φάρυγξ, οισοφάγος, πρόλοβος, προκοιλίδιο), στο **μέσο έντερο** και στο **οπίσθιο έντερο** (πυλωρός, ειλεός, κώλον, ορθό ή απευθυσμένο, έδρα)

# Πεπτικό σύστημα εντόμου

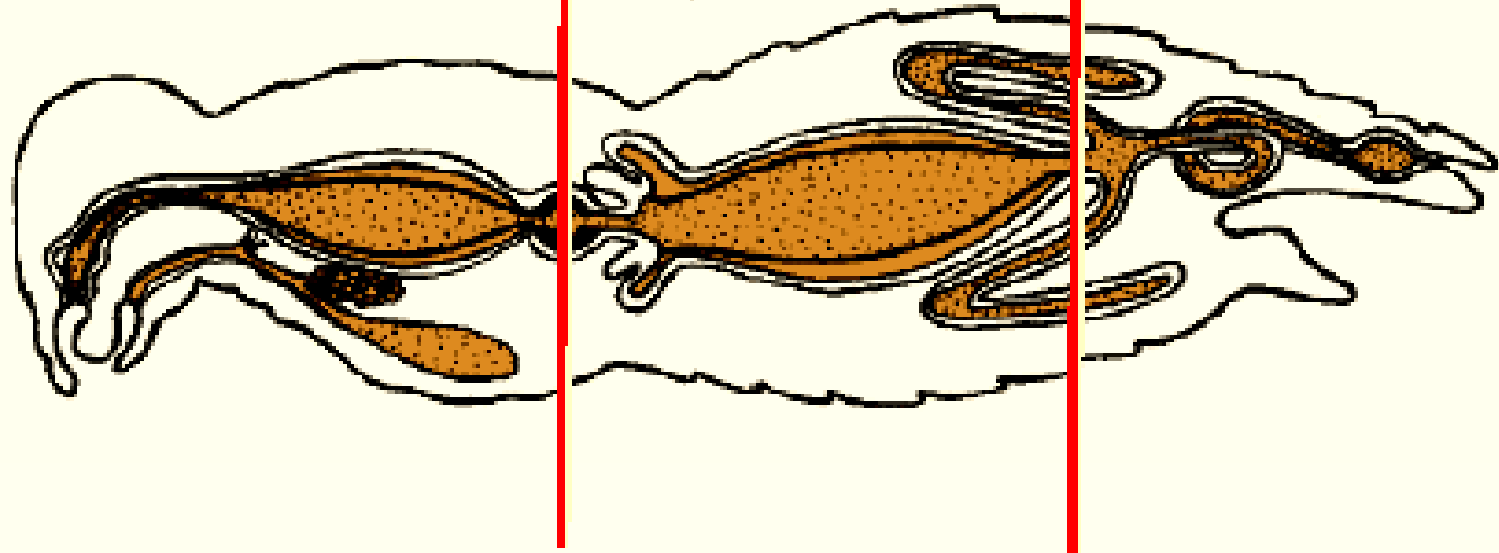


# Πεπτικός σωλήνας

Πρόσθιο έντερο

Μέσο έντερο

Οπίσθιο έντερο



# Πεπτικό σύστημα: Πρόσθιο έντερο εκτοδερμικής προέλευσης

- **Φάρυγγας:** αποτελεί συνέχεια της στοματικής κοιλότητας και είναι απλός κυλινδρικός σωλήνας, ο οποίος έχει ως σκοπό να συσπά τους μύες του (περισταλτική κίνηση), να αυξάνεται ο όγκος του να τελικά να καταπίνει-ροφά την τροφή, που βρίσκεται στην στοματική κοιλότητα
- **Οισοφάγος:** αποτελεί συνέχεια του φάρυγγα και είναι επίσης σωλήνας λεπτός και κυλινδρικός, ο οποίος σχηματίζει διεύρυνση στο πίσω μέρος, ώστε να σχηματιστεί ο πρόλοβος



# Πεπτικό σύστημα: Πρόσθιο έντερο εκτοδερμικής προέλευσης

- **Πρόλοβος:** όργανο αποθήκευσης τροφών, αλλά μπορεί να γίνει και κάποιας μορφή πέψης τους; διαφέρει στα διάφορα είδη εντόμων
  - **Orthoptera & Coleoptera:** καλά ανεπτυγμένος, ώστε να γίνεται η απαιτούμενη προεργασία στα σκληρά δυτικά τμήματα ή στις στερεές ουσίες πριν φθάσουν στο προκοιλίδιο
  - **Lepidoptera:** σχηματίζεται πλευρικά του οισοφάγου σαν λεπτός σάκος (νεκταροδόχος κύστη)
  - **Diptera:** ενώνεται με τον οισοφάγο με μακρύ σωληνοειδή μίσχο
  - **Hymenoptera** (π.χ. μέλισσα): αποτελεί διεύρυνση οισοφάγου



# Πεπτικό σύστημα: Μέσο έντερο ενδοδερμικής προέλευσης

- Κύριος χώρος πέψης των τροφών και απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων
- Περιλαμβάνει το κυρίως στομάχι & τις γαστρικές θηλές
- Οι γαστρικές θηλές είναι κοντά στο πρόσθιο άκρο του μέσου εντέρου, ενώ στο πίσω άκρο του φέρει την **πυλωρική βαλβίδα** ή πυλωρό πο υ ρυθμίζει τη ροή του περιεχομένου προς το οπίσθιο έντερο
- **Κυρίως στομάχι:** ανάλογα με το είδος μπορεί να είναι κοντό σακκοειδές (π.χ. Orthoptera) ή μακρύ σακκοειδές (π.χ. Diptera) ή να χωρίζεται σε 3 ή 4 τμήματα, τους γαστρικούς ή κοιλιακούς θαλάμους (π.χ. Hemiptera)

# Πεπτικό σύστημα: Μέσο έντερο ενδοδερμικής προέλευσης

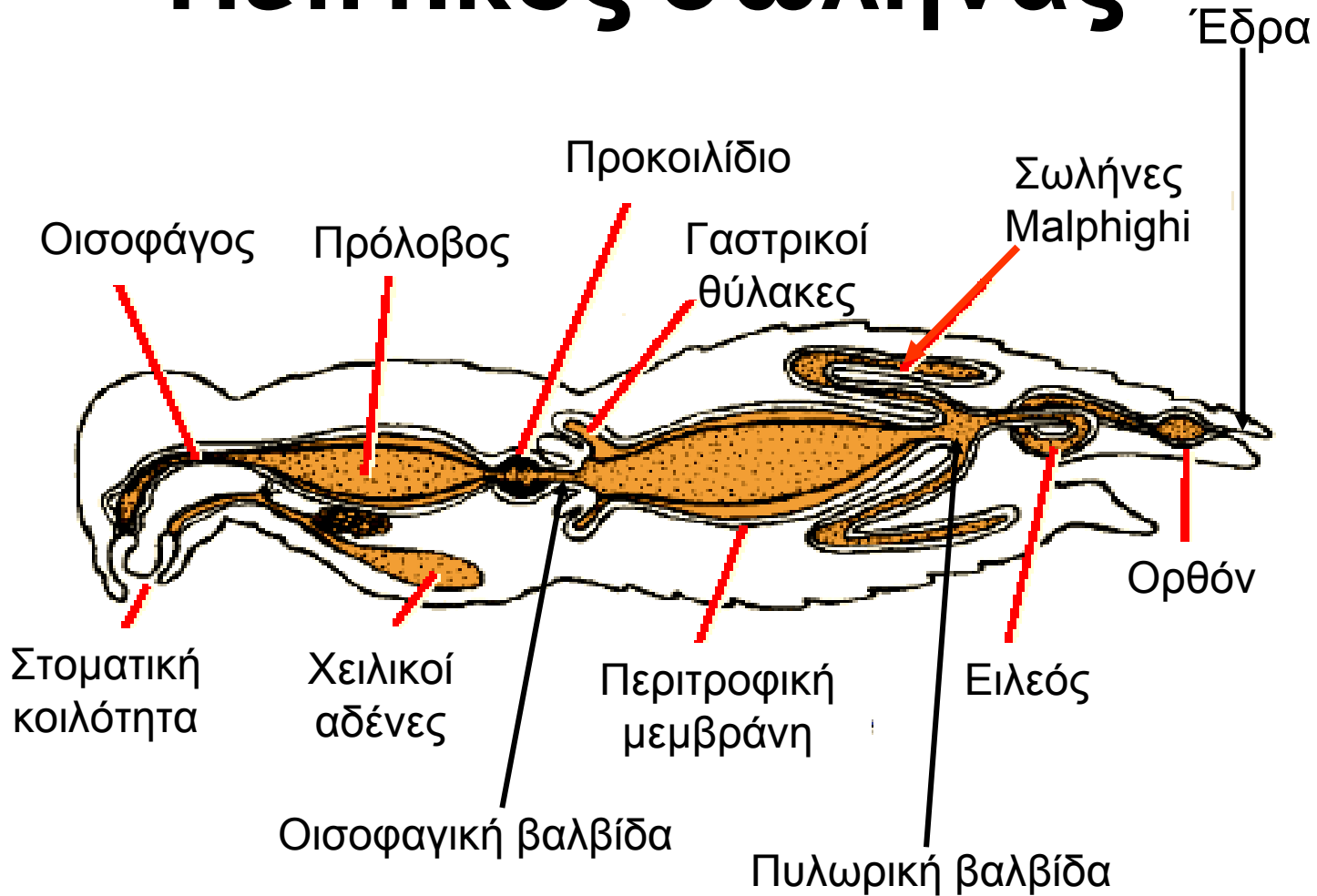
- **Γαστρικές θηλές:** επεκτάσεις του μεσεντέρου, τυφλές και λοβοειδείς, που εκκρίνουν πεπτικά υγρά & ένζυμα και αυξάνουν την ενεργή επιφάνεια του μέσου εντέρου
- Σε πολλά έντομα σχηματίζονται στις γαστρικές θηλές κοίλοι χώροι (οι **συμβιωτικές κρύπτες**), στις οποίες εγκαθίσταται συμβιωτικά βακτήρια ή άλλοι μικροοργανισμοί, για την πέψη δύσπεπτων ουσιών (π.χ. κυτταρίνες) και σύνθεση διαφόρων απαραίτητων ουσιών

# Πεπτικό σύστημα: Οπίσθιο έντερο εκτοδερμικής προέλευσης

- Αποτελεί συνέχεια του μέσο-εντέρου και περιλαμβάνει το **λεπτό & παχύ έντερο**, που καταλήγει στην έδρα
- Στον πυλωρό ή αρχή του οπίσθιου εντέρου εκβάλλουν οι σωλήνες Malpighi (απεκκριτικά όργανα), οι οποίοι είναι λεπτοί, μακροί, τυφλοί σωλήνες και βρίσκονται στο αιμόκοιλο
- Υπόλοιπο τμήμα μέσου εντέρου διατηρεί την ομοιόσταση ρυθμίζοντας την απορρόφηση ύδατος & αλάτων
- Σε ορισμένα είδη πραγματοποιείται και μικροβιακή πέψη ορισμένων συστατικών της τροφής

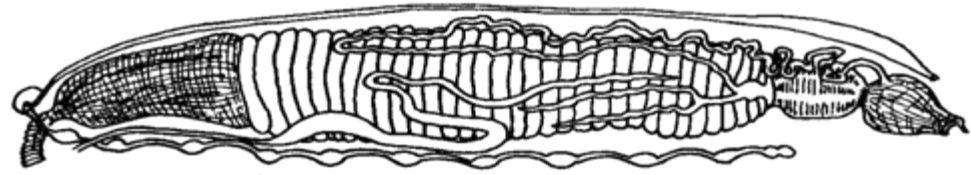


# Πεπτικός σωλήνας

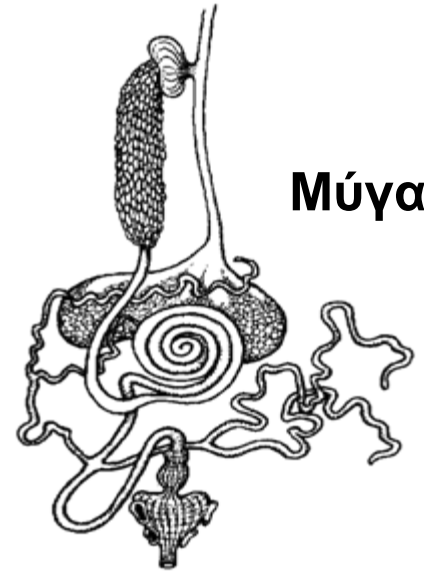




# Πεπτικό σύστημα διαφόρων εντόμων



**Προνύμφη Lepidoptera**

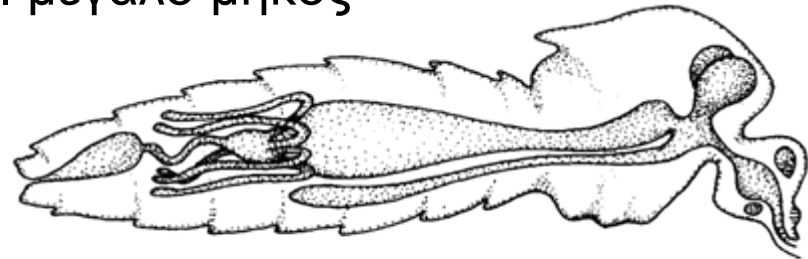


**Μύγα**



**Κατσαρίδα**

Έντομα που τρέφονται με υγρή τροφή, ο πεπτικός σωλήνας έχει μεγάλο μήκος



**Κουνούπι**



# Αδένες πεπτικού συστήματος

- Οι **αδένες** που συνδέονται με τον πεπτικό σωλήνα ή εκβάλλουν σε αυτόν είναι οι:
  - Χειλικοί ή σιελογόνοι
  - Γναθικοί
  - Φαρυγγικοί, οι οποίοι εκβάλλουν στην κεφαλή
  - Σωλήνες **Malpighi** ή **μαλπίγγειοι σωλήνες** ή **ουροφόροι σωλήνες**, οι οποίοι κατέχουν το ρόλο των νεφρών



# Χειλικοί ή σιελογόνοι αδένες

- **Παράγουν σάλιο & μετάξι**
- Σάλιο παράγουν μόνο κατά το ενήλικο στάδιο των εντόμων, ενώ το μετάξι το παράγουν μόνο κατά το προνυμφικό στάδιο (π.χ. Lepidoptera, Hymenoptera)
- Σάλιο συμβάλλει στη διαβροχή της τροφής, διευκόλυνση της μασήσεως και έναρξη της πέψεως κυρίως με τα ένζυμα αμυλάση & ινβερτάση, αλλά και σπανιότερα με πρωτεάσες & λιπάσες
- Μετάξι εκκρίνεται για την κατασκευή καταλυμάτων θέσεων ή βομβυκίου, στα οποία μέσα σε αυτά η προνύμφη ζει και αναπτύσσεται ή διαπαύει και νυμφώνεται, αντίστοιχα





# Γναθικοί αδένες

- Είναι 2 ζεύγη που βρίσκονται στην κεφαλή
- **Άνω γναθικοί:** σακκοειδείς και αντικαθιστούν τους σιελογόνους στα είδη ή στάδια του εντόμου, που οι σιελογόνου παράγουν μετάξι ή οι ίδιοι παράγουν φερομόνες
- **Κάτω γναθικοί:** μικροί και παράγουν ουσία, η οποία υγραίνει τα στοματικά μόρια (δρα ως λιπαντικό)



# Φαρυγγικοί αδένες

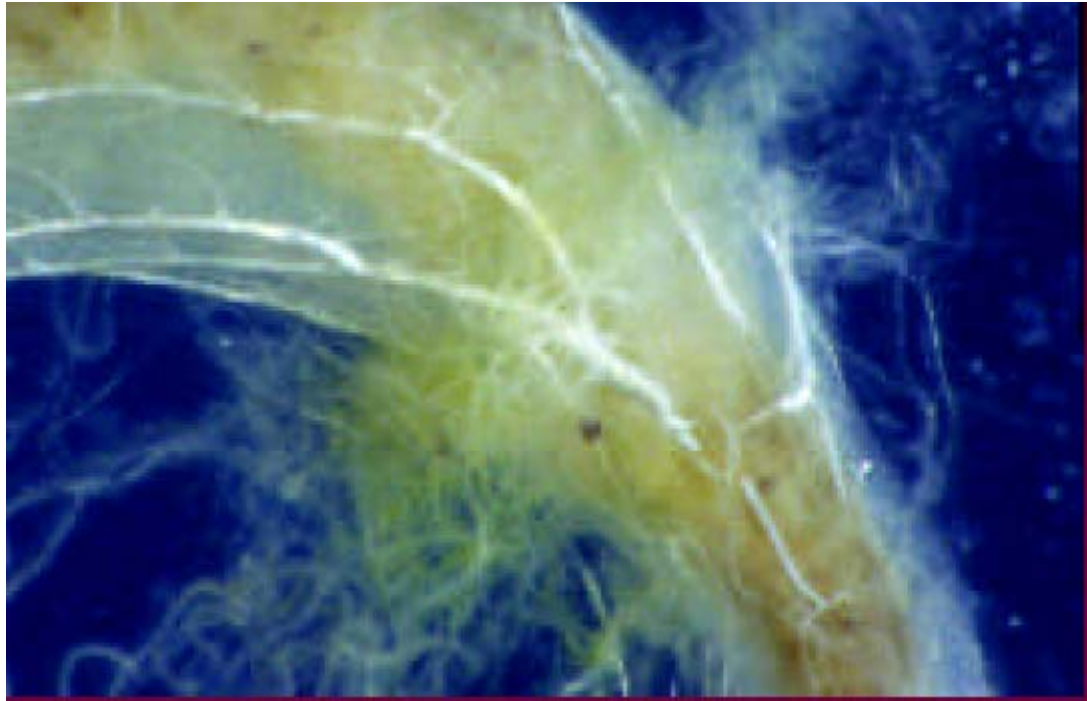
- Απαντώνται στα Hymenoptera (μέλισσα, σφήκα, μυρμήγκι)
- Είναι ένας σε κάθε πλευρά της κεφαλής (σύνολο: 2) και εκβάλλουν ο καθένας με το δικό του αγωγό στη βάση του υποφάρυγγα
- Παράγουν έκκριμα (περιέχει **ιμβερτάση**), με το οποίο οι εργάτριες τρέφουν τις προνύμφες και τη βασίλισσα
- Είναι καλά ανεπτυγμένες στις εργάτριες των μελισσών, που εκκρίνουν το βασιλικό πολτό
- Όταν οι εργάτριες γεράσουν και από τροφοί γίνουν συλλέκτριες νέκταρος & γύρης, οι φαρυγγικοί αδένες ατροφούν
- Στη βασίλισσα είναι υπωτυπώδεις, ενώ στους κηφήνες ανύπαρκτοι



# Σωλήνες Malpighi (Αδένες)

- Βρίσκονται στο πρόσθιο τμήμα του λεπτού εντέρου και είναι όργανα έκκρισης και αποβολής των άχρηστων ουσιών
- Αριθμός ποικίλλει στα διάφορα είδη και μπορούν να φθάσουν τους 250
- Είναι λεπτοί, μακριοί και τυφλοί σωλήνες (στα Collembola & αφίδες, απουσιάζουν) και έχουν ρόλο απεκκρίσεως και αποθήκευσης ουρικών αλάτων και οξέων
- Σε μερικά έντομα (προνύμφες Neuroptera και ορισμένα Coleoptera) παράγουν και μετάξι

# Σωλήνες Malpighi





# Βρώση, θρέψη & πέψη των εντόμων



# Βρώση-Θρέψη

- Ανάλογα με το είδος τροφής, διακρίνονται σε φυτοφάγα, ζωοφάγα/σαρκοφάγα, σαπροφάγα
- **Φυτοφάγα:** αποκλειστική τροφή η λήψη φυτικών χυμών και φυτικών ιστών; Ζημιώνονται έτσι ρίζες, κορμός, κλάδοι, βλαστοί, φύλλα, σπέρματα, καρποί
- **Ζωοφάγα:** τροφή άλλα έντομα ή ακάρεα και είναι χρήσιμα για τη γεωργία (βιολογική μέθοδος εντόμων με τη χρήση άλλων εντομοφάγων εντόμων)



# Βρώση-Θρέψη

- **Μονοφάγο:** ανήλικο ζώο τρώγει μόνο ένα είδος, καθώς αναπτύσσεται
- **Ολιγοφάγο ή στενοφάγο:** το ζώο που επιβιώνει τρώγοντας λίγα είδη τροφής ή προσβάλλοντας λίγα είδη ξενιστών
- **Πολυφάγο:** το ζώο που επιβιώνει τρώγοντας πολλά είδη τροφής ή προσβάλλοντας λίγα είδη ξενιστών
- Κατσαρίδα: **παμφάγο**, γιατί τρέφεται με κάθε σχεδόν εδώδιμο υλικό
- Η γνώση του αν ένα έντομο είναι φυτοφάγο ή ολιγοφάγο ή πολυφάγο συμβάλλει στην επιλογή του κατάλληλου τρόπου καταπολέμησής του



# Βρώση-Θρέψη

- Στα Αμετάβολα & Ημιμετάβολα, τα ενήλικα τρώνε το ίδιο είδος ή τύπος τροφής με τα ανήλικα στάδια (έχουν τον ίδιο τύπο στοματικών μορίων)
- Στα Ολομετάβολα, η τροφή του ενήλικου διαφέρει από αυτή των ανηλικών σταδίων (προνύμφη) και συχνά τα στοματικά μόρια είναι διαφορετικού τύπου
- **Κουνούπι:** Η τροφή των αρρένων ενηλίκων είναι το νέκταρ, ενώ των ενήλικου θήλεος είναι κυρίως το αίμα των ζώων. Οι προνύμφες τρώνε από το ύδωρ που διαβιούν οργανική ύλη, διαλυμένες οργανικές θρεπτικές ουσίες και μικροοργανισμούς, ενώ άλλες είναι θηρευτικές σαρκοφάγες





# Βρώση-Θρέψη

- Ως τροφή μπορεί να είναι νεκρές ή ζωντανές ουσίες φυτικής ή ζωικής προέλευσης
- Απαραίτητες ουσίες για τη θρέψη
  - Το **νερό**
  - Τα **ανόργανα άλατα**; Σε μεγάλες ποσότητες τα K, Mg, P; Σε μικρές ποσότητες τα Na, Ca; Σε ίχνη τα Zn, Fe, Mn, Cu
  - Τα **αμινοξέα** (από την πέψη πρωτεϊνών ή από τους συμβιωτικούς μικροοργανισμούς)

# Πεπτικό σύστημα & πέψη

- Ρόλος πεπτικού συστήματος είναι να καταστούν οι τροφές αφομοιώσιμες και χρήσιμες στον οργανισμό για την περαιτέρω ανάπτυξη & επιτέλεση διαφόρων λειτουργιών (π.χ. αναπαραγωγή, κίνηση κ.λπ.)
- Κατά την πέψη γίνεται αποικοδόμηση συστατικών τροφής με τα πεπτικά ένζυμα (αμυλάση, ιμβερτάση, πρωτάσες, λιπάσες) σε ουσίες μικρότερου ΜΒ και στη συνέχεια απορρόφηση από τα κύτταρα του μεσεντέρου
- Τα πεπτικά ένζυμα κάθε εντόμου (**καρβοϋδράσες (αμυλάση & ιμβερτάση), πρωτεάσες, λιπάσες**) είναι συνάρτηση του είδους της τροφής του

# Πεπτικό σύστημα & πέψη

- Θρεπτικά στοιχεία που απορροφούνται εισέρχονται στην αιμολέμφο, για να μεταφερθούν στα διάφορα σημεία του σώματος
- Άχρηστες ουσίες απεκκρίνονται από τους σωλήνες Malpighi και το οπίσθιο έντερο
- Παρατηρείται και η αποθηκευτική απέκκριση, δηλαδή ορισμένα προϊόντα του μεταβολισμού απομακρύνονται από θέσεις που μπορεί να βλάψουν, χωρίς όμως να αποβάλλονται από το σώμα; Αυτοί οι **μεταβολίτες** αποθηκεύονται στο λιπόσωμα, στα κύτταρα της υποδερμίδας, στα λέπια πτερύγων κ.λπ.



# Πέψη

- Σε ορισμένα έντομα, οι **συμβιωτικοί οργανισμοί** (κυρίως ζύμες ή βακτήρια) που ανιχνεύονται στον πεπτικό σωλήνα παρέχουν ένζυμο/α, που δεν παράγονται από το έντομο
- Μερικά ξυλοφάγα Coleoptera παράγουν **κυτταρινάση**, για να αποικοδομήσουν την κυτταρίνη
- Ξυλοφάγα έντομα (προνύμφες Scarabaeidae) έχουν στον πεπτικό τους σωλήνα κυτταρινοκλαστικά συμβιωτικά βακτήρια ή οι τερμίτες και ξυλοφάγες κατσαρίδες φέρουν, αντίστοιχα, πρωτόζωα



# Κυκλοφορικό σύστημα των εντόμων



# Κυκλοφορικό σύστημα

- **Ανοικτό** σύστημα μιας και ο **αιμόλεμφος** γεμίζει όλες τις κοιλότητες του σώματος του εντόμου και εξαρτήματα μεταξύ εξωσκελετού & εσωτερικών οργάνων
  - **Αιμόκοιλο**: γενική σωματική κοιλότητα, που είναι γεμάτη με αιμολέμφο
- Κύριο όργανο κυκλοφορίας αιμολέμφου: **νωτιαίο αγγείο**
- Η ροή του αιμόλεμφου στηρίζεται στην ύπαρξη του νωτιαίου αγγείου, του κοιλιακού και του νωτιαίου διαφράγματος
- Ο αιμολέμφος είναι το μόνο εκτοκυτταρικό ρευστό, που περιέχει πλάσμα και αιμοκύτταρα



# Νωτιαίο αγγείο

- Βρίσκεται στη νωτιαία χώρα αμέσως κάτω από το χιτίνινο περίβλημα
- Εκτείνεται από την άκρη της κοιλιάς μέχρι την κεφαλή
- Αποτελεί εύθραυστο μεμβρανώδες αγγείο, που έχει ως ρόλο να αντλεί τον αιμολέμφο στο χώρο της κοιλιάς και να τον αδειάζει στην εσωτερική κοιλότητα της κεφαλής
- Είναι κλειστό στο πίσω άκρο (κοιλία) και ανοιχτό στο πρόσθιο άκρο (κεφαλή)
- Αποτελείται από την **αορτή** (πρόσθιο σωληνοειδές τμήμα) και την **καρδία** (οπίσθιο, που χωρίζεται σε θαλάμους)



# Καρδία

- Τμήμα νωτιαίου αγγείου και βρίσκεται στην κοιλιά
- Λειτουργεί σαν αντλία που δέχεται και προωθεί παλμικά τον αιμολέμφο στην αορτή, η οποία στη συνέχεια μεταφέρει τον αιμολέμφο και μαζί της τα θρεπτικά στοιχεία στους ιστούς
- Συνήθως έχει κατά μήκος συσφίξεις στα πλάγια των οποίων υπάρχουν σχισμές εισόδου του αιμολέμφου (τα **ostia**), τα οποία λειτουργούν σαν βαλβίδες εισόδου





# Πτερυγόσχημοι μύες

- Ζεύγος τους συνδέεται πλευρικά σε κάθε τμήμα της καρδιάς
- Περισταλτικές τους κινήσεις πιέζουν τον αιμολέμφο να κινηθεί από τμήμα σε τμήμα της καρδιάς και να φθάσει στο πρόσθιο τμήμα του ραχιαίου αγγείου
- Σε κάθε διαστολή, τα ostia εισαγωγής ανοίγουν και ο αιμολέμφος εισέρχεται στο αγγείο
- Παλμοί καρδιάς ποικίλλουν με το είδος και κυμαίνονται 30-200 παλμούς ανά λεπτό
- Η αορτή δεν διαθέτει μύες & βαλβίδες



# Αορτή

- Τμήμα του νωτιαίου αγγείου (πρόσθιο μέρος), που διασχίζει το θώρακα και εκβάλλει εντός κεφαλικής κάψας
- Δεν διαθέτει μύες και βαλβίδες
- Αιμολέμφος φθάνει διαμέσου της αορτής στην κεφαλική κάψα, «περιλούζει» τα όργανα της κεφαλής και κινείται ξανά προς τα πίσω ρέοντας επί του πεπτικού σωλήνα
- Τελικά ο αιμολέμφος φθάνει διαμέσου του θώρακα στην κοιλιά, από όπου και θα επαναπροσληφθεί από την καρδία

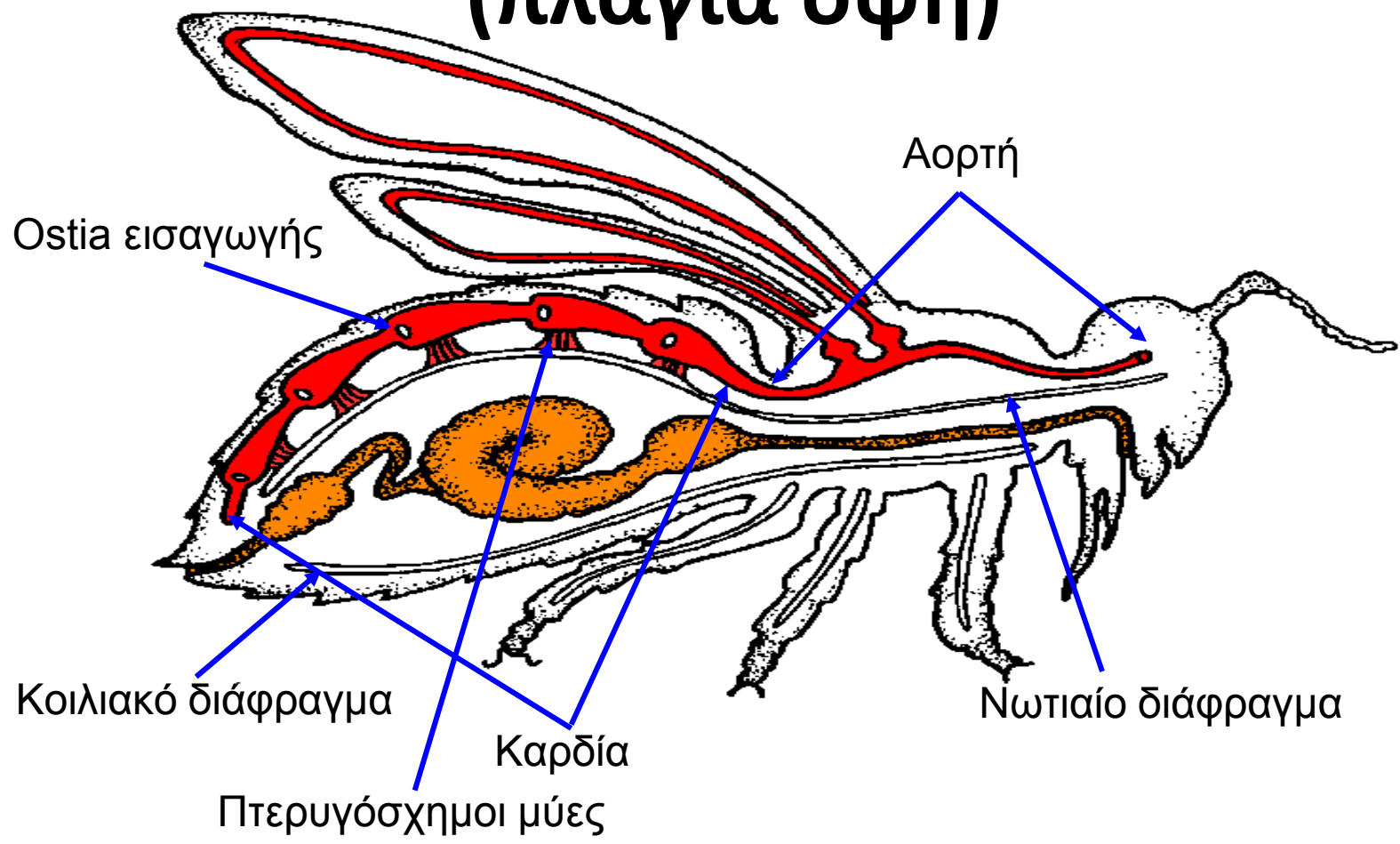


# Κυκλοφορία αιμολέμφου

- Διευκόλυνση κυκλοφορίας αιμολέμφου με τη σωματική κοιλότητα να διαιρείται σε 3 περιοχές από το κοιλιακό & ραχιαίο διάφραγμα (2 λεπτά ινομυϊκά χωρίσματα)
- **Ραχιαίο διάφραγμα:** σχηματίζεται από τους πτερυγόσχημους μύες της καρδιάς και άλλες συσχετιζόμενες δομές; Απλώνεται κατά μήκος της κοιλίας πάνω από τον πεπτικό σωλήνα και κάτω από την καρδιά και δημιουργεί προς τα πάνω το νωτιαίο ή περικαρδιακό κοίλωμα
- **Κοιλιακό διάφραγμα:** βρίσκεται σε παράλληλη θέση με το ραχιαίο κάτω από τον πεπτικό σωλήνα και πάνω από την αλυσίδα των γαγγλίων; Κάτω από το κοιλιακό διάφραγμα δημιουργείται το κοιλιακό ή περινευρικό κοίλωμα
- Μεταξύ των 2 διαφραγμάτων δημιουργείται το σπλαχνικό κοίλωμα

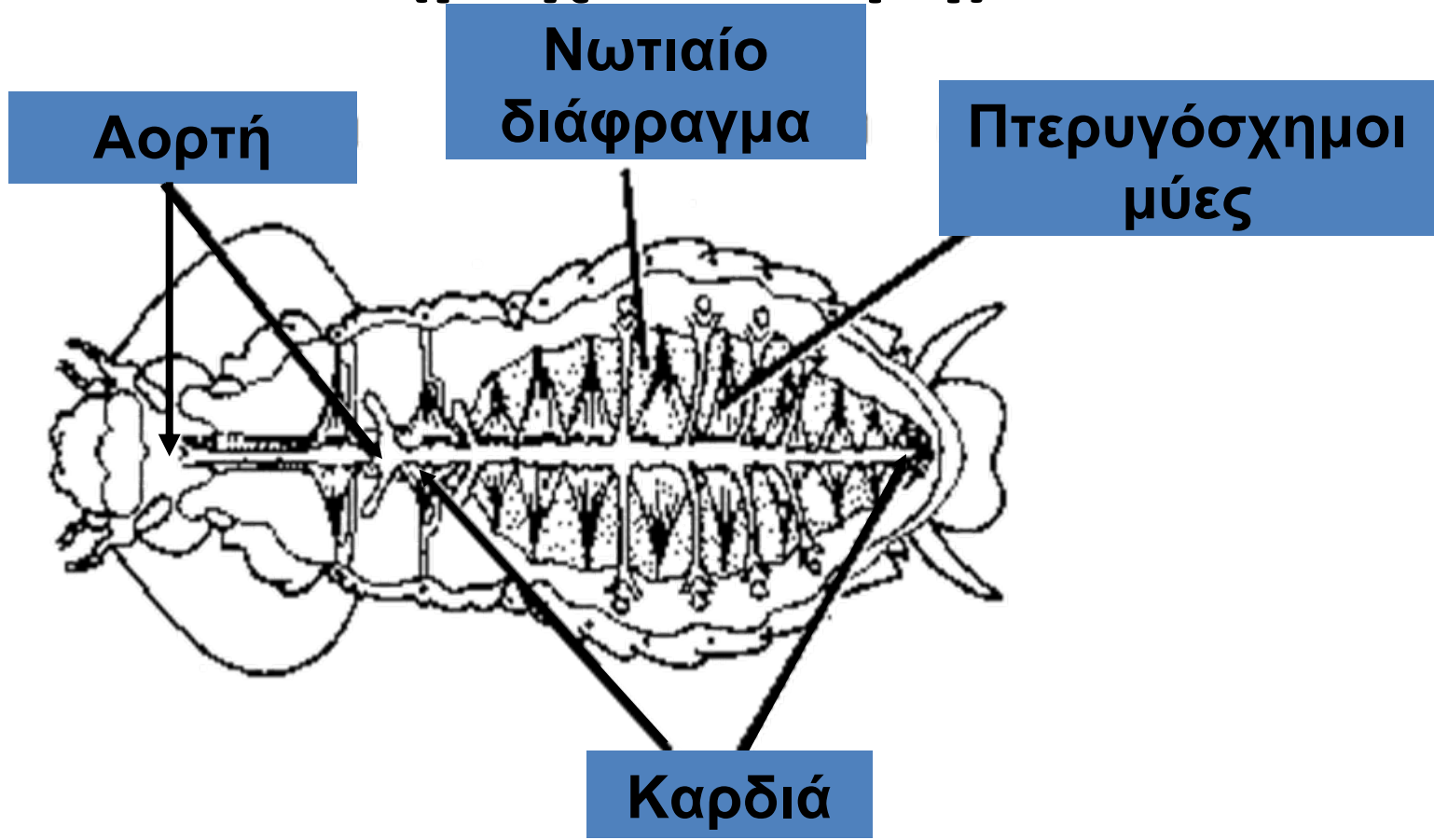


# Κυκλοφορικό σύστημα (πλάγια όψη)



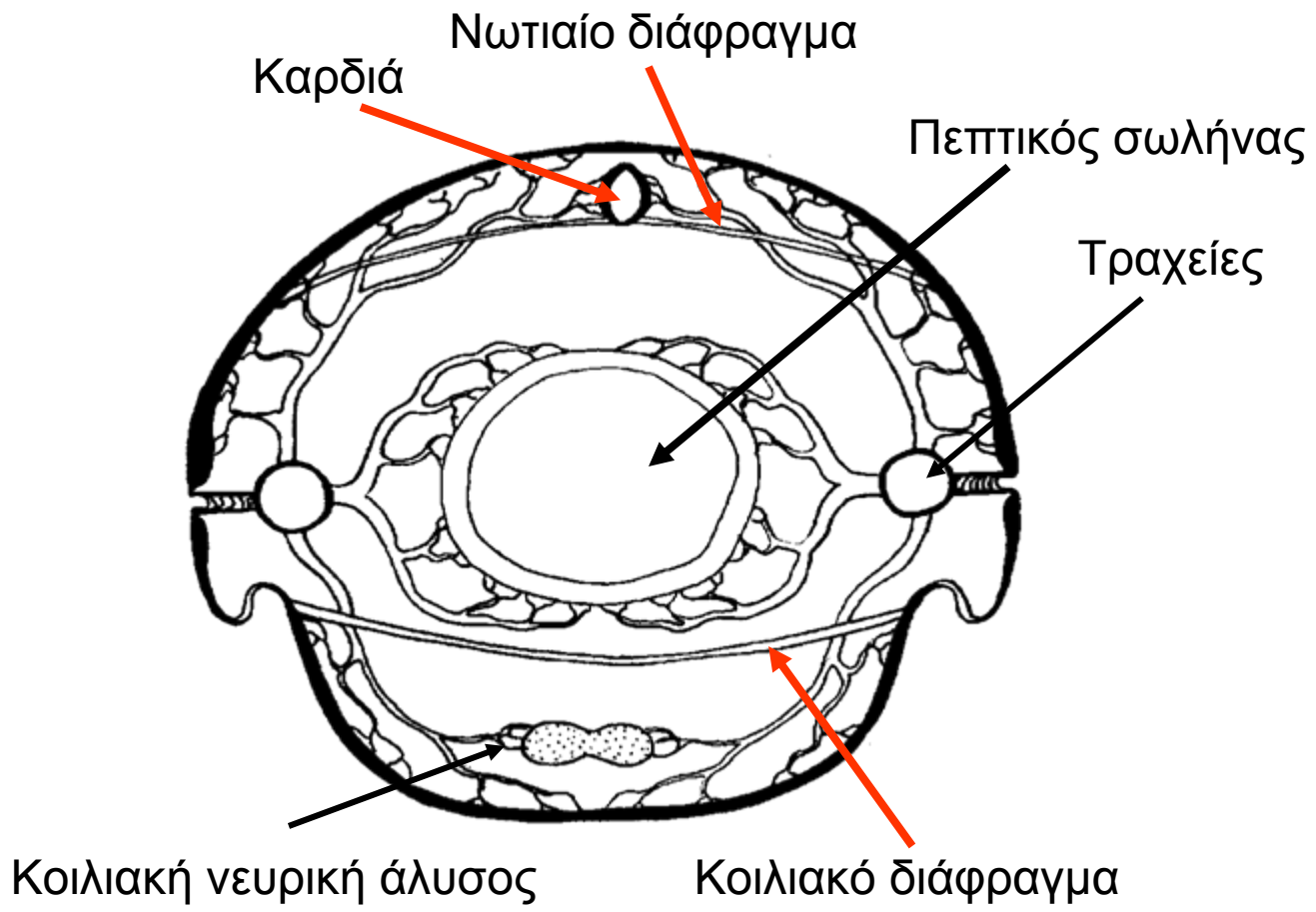


# Κυκλοφορικό σύστημα (ραχιαία όψη)



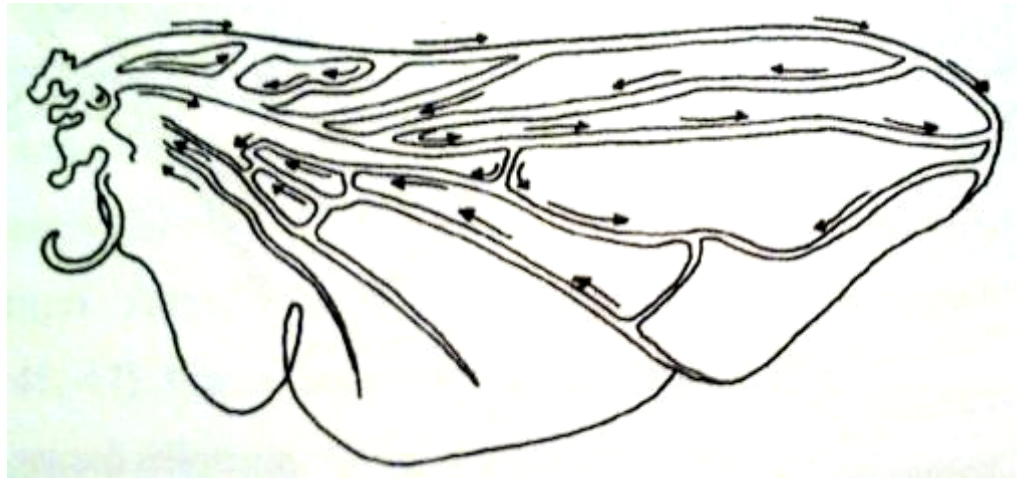


# Εγκάρσια τομή κοιλίας



# Αιμολέμφος-Πτέρυγες

- Στις πτέρυγες και σε διάφορα άλλα εξαρτήματα των εντόμων υπάρχουν καθορισμένα κανάλια ροής του αιμολέμφου





# Αιμολέμφος ή αιμολύμφη

- Κυκλοφορεί στο σώμα ως υγρό υποκίτρινο ή υποπράσινο ή άχρωμο και αποτελείται από πλάσμα (90%) & αιμοκύτταρα
- **Πλάσμα:** περιέχει 85% νερό; Τα διαχειμάζοντα έντομα αυξάνουν την περιεκτικότητα πλάσματος σε ριβουλόζη, τρεχαλόζη και γλυκερόλη, για να αποφύγουν το πάγωμα
- **Αιμοκύτταρα:** άμορφα στοιχεία, που χρησιμεύουν στη βρώση στερεών σωματιδίων (φαγοκύττωση); Μερικά έχουν και αποταμιευτική δράση μιας και περιέχουν ως έγκλειστα γλυκογόνο και λιπίδια, τα οποία μειώνονται σε περιόδους πείνας





# Ρόλοι πλάσματος

- Απόθεμα ύδατος προς χρήση σε περιόδους αφυδάτωσης
- Αποταμιεύει & μεταφέρει θρεπτικών ουσιών, αλάτων, ορμονών, CO<sub>2</sub> κ.λπ. μέσα στο σώμα
- Επούλωση πληγών
- Δρα μηχανικά με την πίεση, ώστε να εκπτύσσονται, εκτείνονται ή αναστρέφονται μέρη του σώματος των εντόμων
- Προστατεύει στα έντομα που έχουν την αντανακλαστική αιμορραγία, όταν ενοχληθούν
- Καταστρέφει παθογόνους μικροοργανισμούς (φαγοκύτωση)
- Βοηθά στη βιάδιση και ρυθμίζει τη θερμοκρασία



# Αναπνευστικό σύστημα των εντόμων



# Αναπνευστικό σύστημα τραχειακό

- Αποτελείται από δίκτυο χιτίνινων σωλήνων, τις **τραχείες**
- Παραλαμβάνει το οξυγόνο από το περιβάλλον και το μεταφέρει σε όλα τα κύτταρα του σώματος
- Παραλαμβάνει το  $CO_2$  που παράγουν τα κύτταρα και το απομακρύνει
- Σε πολλά πτερωτά έντομα, οι τραχείες διευρύνονται σε ορισμένα σημεία, τους (πτυσσόμενους) **αερόσακκους**, οι οποίοι έχουν ελαστικό τοίχωμα και συμβάλλουν στην αύξηση του αέρα εντός τραχειακού συστήματος και στη μείωση του ειδικού βάρους του σώματος κατά την πτήση

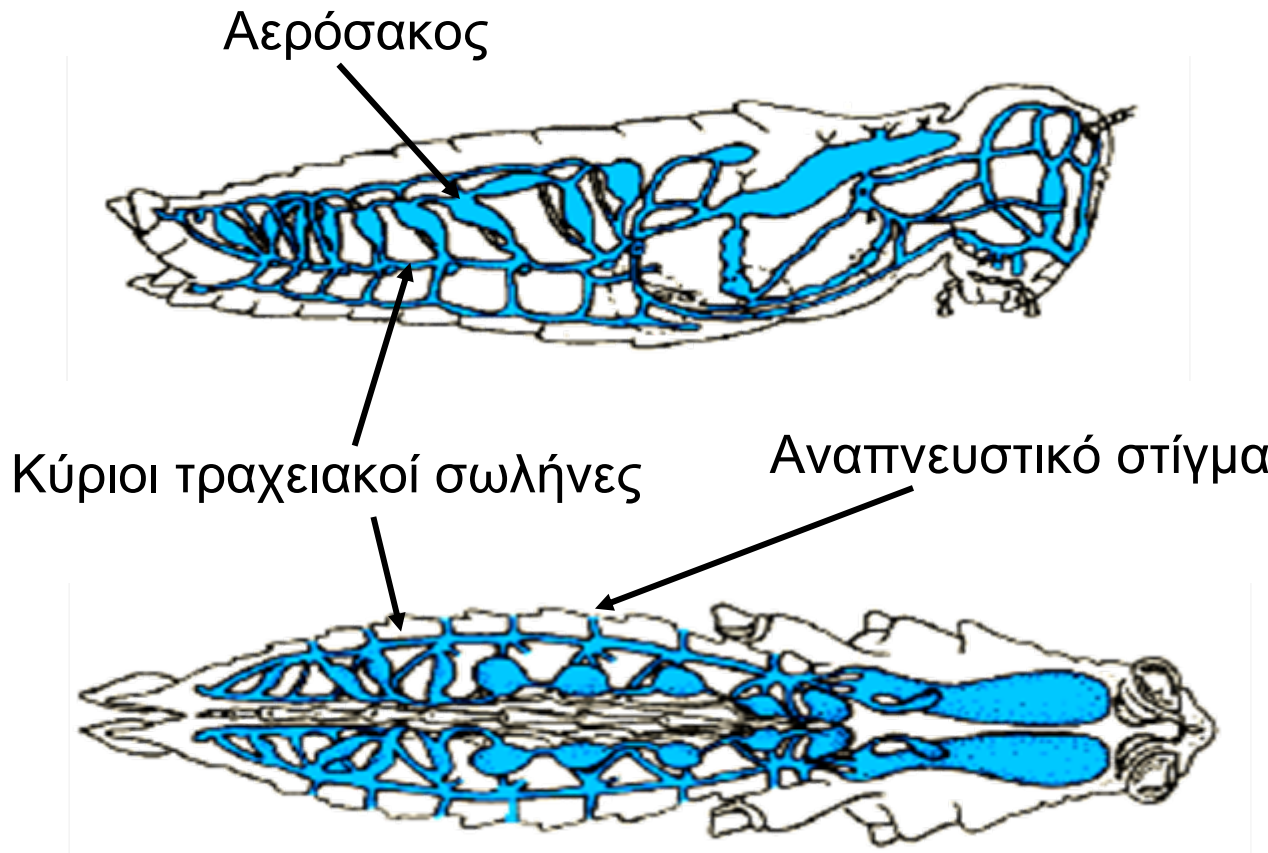


# Αναπνευστικό σύστημα τραχειακό

- **Αέρας εισέρχεται στις τραχείες δια μέσου των αναπνευστικών στιγμάτων** (συνήθως είναι πλευρικός στο θώρακα και κοιλία) και φθάνει στα τραχεΐδια, όπου το οξυγόνο εμπλουτίζει με διάχυση τα γειτονικά κύτταρα
- Τα στίγματα είναι τα στόμια του τραχειακού συστήματος και έχουν την ικανότητα να κλείνουν & ανοίγουν (ελέγχονται από μικρούς μύες) ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος
- Με το κλείσιμο των στιγμάτων περιορίζεται η είσοδος & έξοδος αέρα, απώλεια ύδατος και είσοδος ερεθιστικών ουσιών



# Αναπνευστικό σύστημα

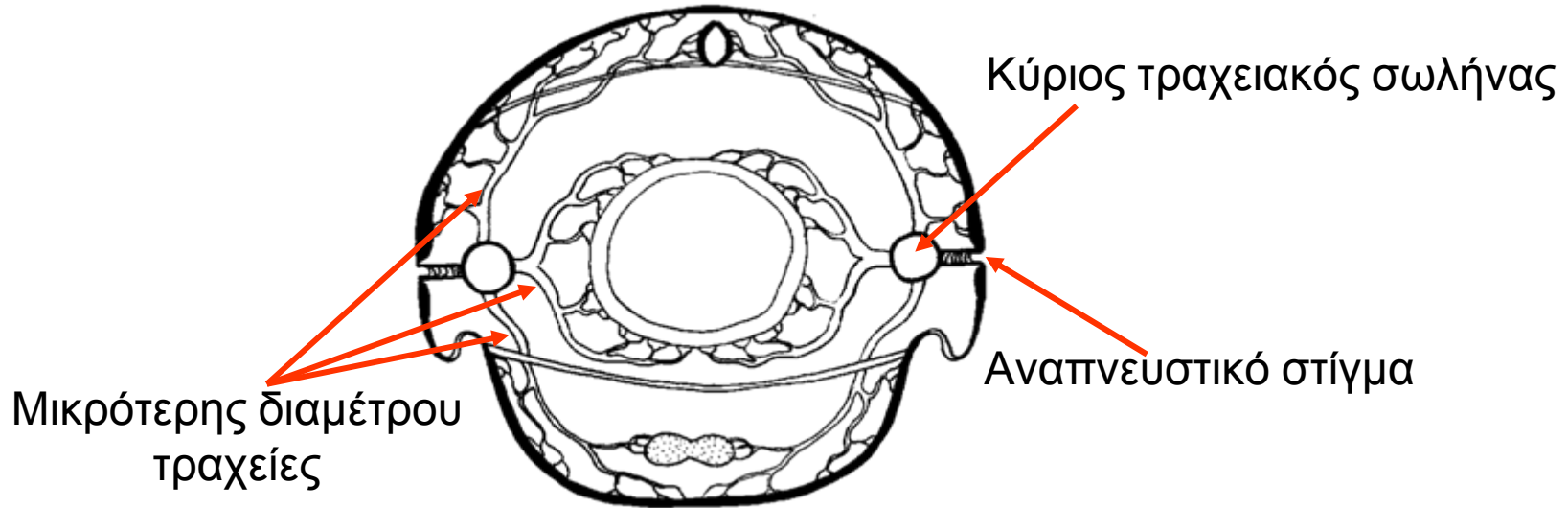


Πλάγια  
όψη

Ραχιαία  
όψη



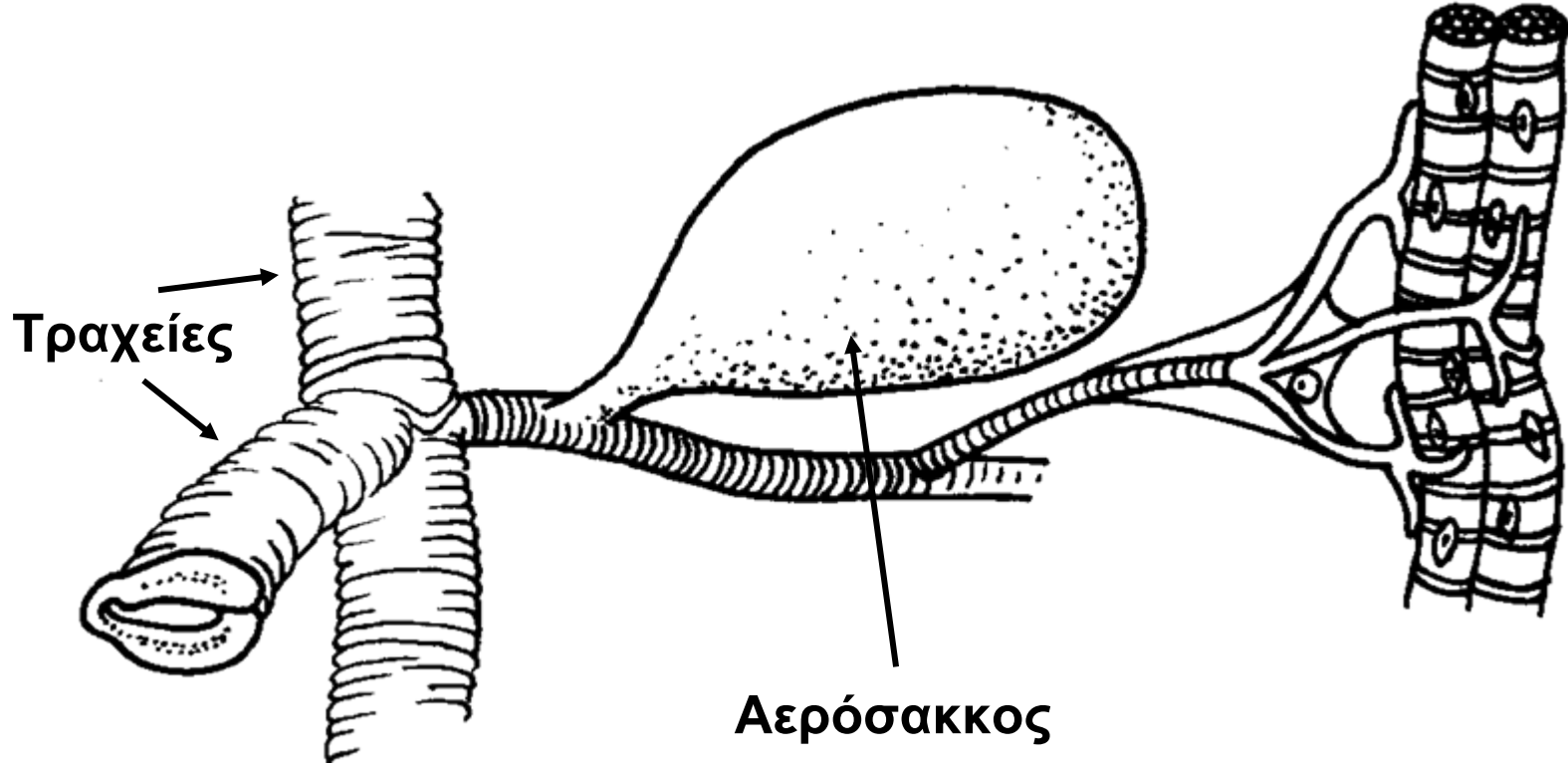
# Εγκάρσια τομή κοιλίας



Οι **τραχείες** είναι χιτίνινοι ελαστικοί αεροφόροι σωλήνες κυκλικής ή ελλειπτικής διατομής, οι οποίες διατρέχουν εσωτερικά με τις λεπτότερες διακλαδώσεις τους, τα **τραχεΐδια**, το σώμα προς όλες τις κατευθύνσεις για τη μεταφορά  $O_2$  στους ιστούς και διάφορα όργανα



# Τμήμα τραχειακού συστήματος



Τρόπος διακλάδωσης και εισχώρησης  
στους ιστούς του εντόμου



# Κατηγορίες αναπνευστικών συστημάτων

- **Βάσει αριθμού & διάταξη αναπνευστικών στιγμάτων**
- **Ολοπνευστικό:** υπάρχουν 10 ζεύγη στιγμάτων, 2 στο θώρακα και 8 στην κοιλιά
- **Ημιπνευστικό:** υπάρχουν λιγότερα από 10 ζεύγη στιγμάτων
- **Αναπνευστικό:** δεν λειτουργεί κανένα από τα στίγματα; Αέρας εισέρχεται στο κλειστό αυτό σύστημα με διάχυση μέσω του εξωσκελετού ή δια μέσω βραγχίων





# Μυϊκό σύστημα των εντόμων



# Μυϊκό σύστημα

- Πολλοί, μικροί και ισχυροί μύες
- Μπορούν συχνά να κάνουν ταχύτατες συσπάσεις
- Οι μυς είναι γραμμωτοί, ημιδιαφανείς και άχρωμοι ή τεφροί, ενώ οι μυς της πτήσης είναι συνήθως κιτρινωποί ή καστανωποί
- Οι μυς συστέλλονται, όταν λάβουν ερέθισμα από το νευρικό σύστημα



# Κατηγορίες μυών

- **Κεφαλικοί** (λαιμός, στοματικά μόρια, κεραίες)
- **Θωρακικοί** (πλευρικοί, ποδιών κ.λπ.)
- **Πτήσεως**
- **Κοιλιακοί** (γεννητικοί οπλισμού, κέρων, στιγματών κ.λπ.)



# Νευρικό σύστημα των εντόμων



# Νευρικό σύστημα

- Καλά ανεπτυγμένο, που χρησιμεύει για την επικοινωνία εντόμου με το εξωτερικό περιβάλλον, αλλά και για τη ρύθμιση & συντονισμό της ομαλής και αρμονικής λειτουργίας των εσωτερικών οργάνων του εντόμου
- Θεμελιώδης δομική μονάδα είναι το **νευρικό κύτταρο**, που **αποτελείται** από το **περικάρνο** (κύριο εμπύρηνο κυτταρικό σώμα), τους **δενδρίτες** (κοντές πρωτοπλασματικές εκβλαστήσεις του κυτταρικού σώματος), τους **νευράξονες** (πρωτοπλασματικές αποφυάδες) και τα **τελικά κλωνία**



# Νευρικό σύστημα

- Συνδέει τα αισθητήρια όργανα, τα οποία διεγείρονται από τα ερεθίσματα και το έντομο ανάλογα αντιδρά
- Αποτελείται από τους **νευρώνες** ή **νευρικά κύτταρα** ή **νευράδα** (παράγουν και μεταδίδουν τα ερεθίσματα) και τα **νευρογλοιακά κύτταρα** (υποστήριξη, απομόνωση & θρέψη νευρώνων)
- Ο νευρώνας λαμβάνει και μεταδίδει ηλεκτροχημικά ερεθίσματα και περιλαμβάνει το **κυτταρικό σώμα**, τους **δενδρίτες** (δεκτικές ίνες) και τον **νευρίτη** ή **νευράξονα** (μακριά μεταδίδουσα ίνα)
- Οι νευρώνες διακρίνονται σε **αισθητήριους**, σε **κινητήριους** και σε **συνδετικούς** ή **ενδιάμεσους** (ένωση αισθητήριων και κινητήριων νευρώνων)

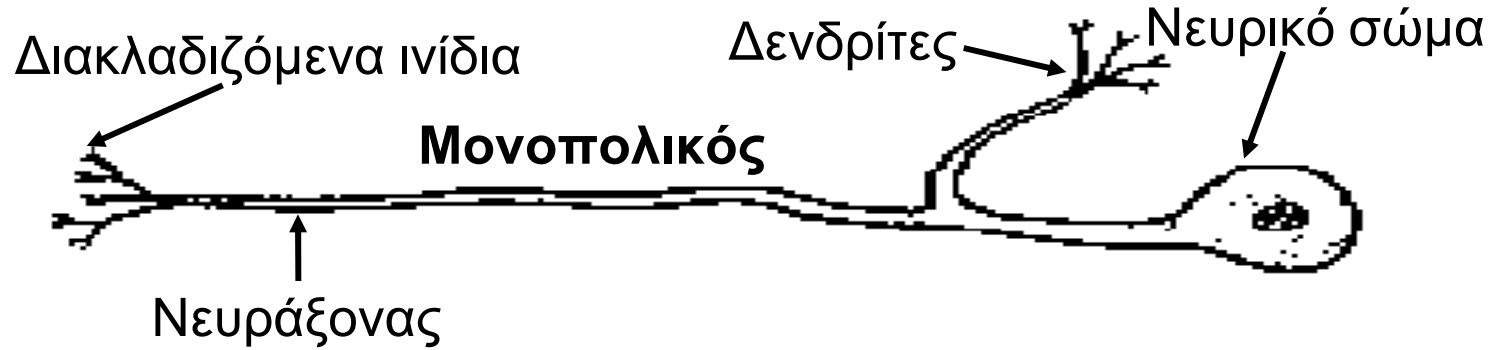


# Νευρώνες

- Ανάλογα με τη διάταξη του νευράξονα και του δενδρίτη σε σχέση με το κυτταρικό σώμα διακρίνονται σε μονοπολικούς, διπολικούς & πολυπολικούς
- **Μονοπολικοί:** έχουν 1 δενδρίτη & 1 νευράξονα, που αρχίζουν από κοινό άξονα του κυτταρικού σώματος
- **Διπολικοί:** 1 δενδρίτη & 1 νευράξονα που αρχίζει από τον πόλο του κυτταρικού σώματος, ο οποίος είναι αντίθετος με αυτόν που αρχίζει ο νευράξονας
- **Πολυπολικοί:** έχουν πολυάριθμους δενδρίτες, οποίοι μαζί με τα ινίδια του νευράξονα βρίσκονται σε επαφή με άλλα νευρικά κύτταρα και τα σημεία επαφής τους καλούνται **συνάψεις**



# Τύποι νευρώνων



← - - - - -  
Μεταβίβαση μηνύματος





# Μετάδοση νευρικής ώσης

- Νευρικά κύτταρα δημιουργούν ηλεκτρικό σήμα (νευρική ώση (κύμα, παλμός), το οποίο κινείται προς μία κατεύθυνση κατά μήκος της μεμβράνης των κυττάρων
- Δενδρίτες λαμβάνουν τη νευρική ώση και κινείται κατά μήκος του νευράξονα φθάνοντας τελικά στα νευρικά ινίδια του νευράξονα και θα καταλήξει στη σύναψη
- Μέσω της σύναψης θα μεταδοθεί χημικά σε άλλο νευρώνα ή σε άλλο κύτταρο
- Όταν το σήμα φθάσει διαμέσου του νευράξονα στη σύναψη, η ώση μιδενίζεται, αλλά παράλληλα εκλύεται εξειδικευμένη χημική ένωση (νευροδιαβιβαστής, νευρομεταδότες)



# Μετάδοση νευρικής ώσης

- Αυτή η ουσία διασχίζει τη σύναψη, δεσμεύεται σε εξειδικευμένη θέση του επόμενου κυττάρου και προκαλεί νέα ώση
- Χημικές ουσίες μετάδοσης νευρικών ώσεων (νευροδιαβιβαστές) είναι οι **ακετυλοχολίνη (ACh)** (κεντρικό νευρικό σύστημα), το **γ-αμινοβουτυρικό οξύ** (ανασταλτικοί νευρώνες), η L-γλουταμίνη (νευρομυικές συνάψεις) και η **αδεναλίνη**
- Η σύναψη «ελευθερώνεται» μέσω της υδρόλυσης της ACh από το ένζυμο **ακετυλοχολινεστεράση (AChE)**, ώστε να είναι έτοιμη για νέα μετάδοση νευρικής ώσης

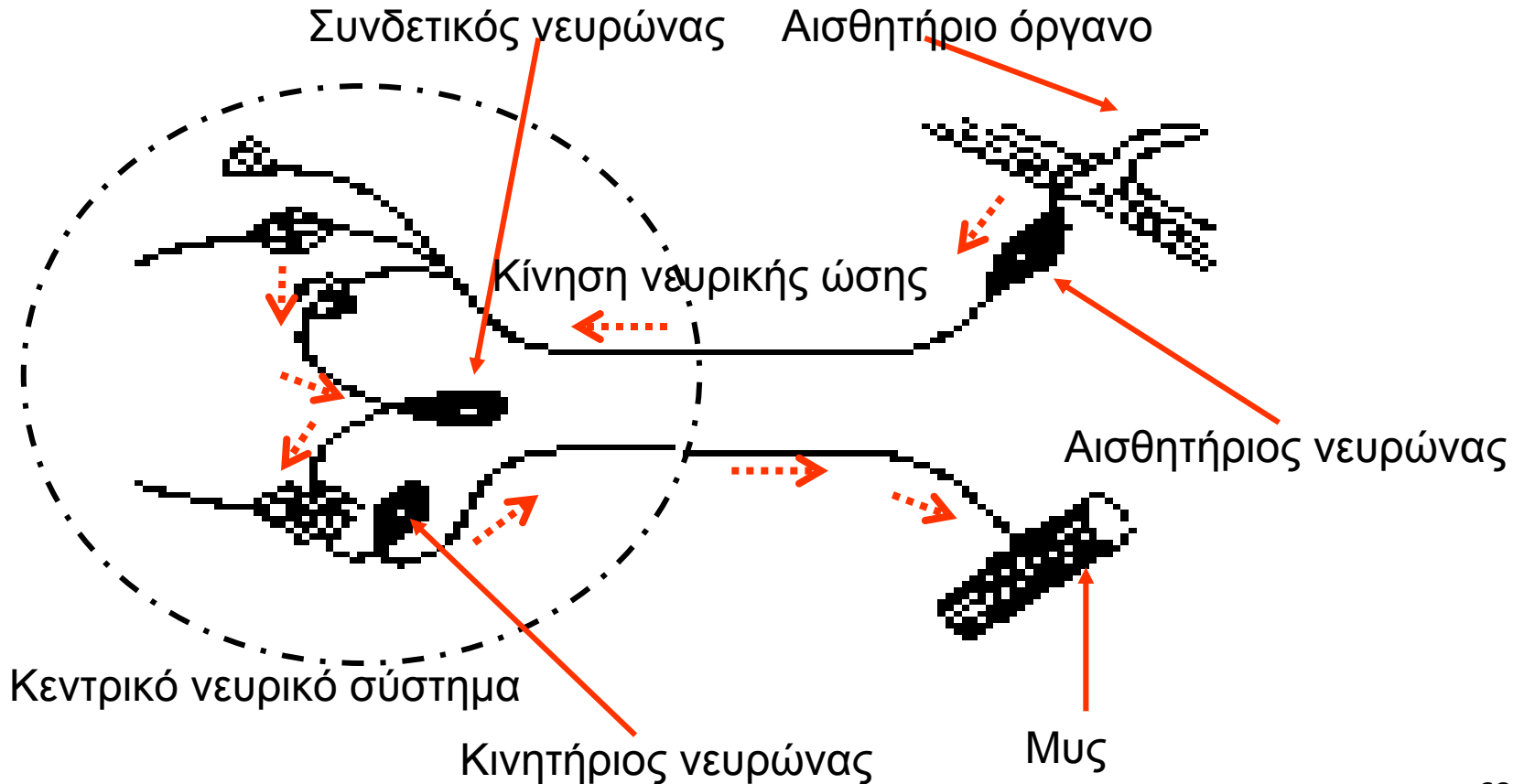


# Κατηγορίες νευρώνων βάσει λειτουργίας στο νευρικό σύστημα

- **Αισθητήριοι:** νευρικά κύτταρα, που έχουν δενδρίτες που σχετίζονται με αισθητήρια όργανα ή υποδοχείς, και μεταφέρουν πληροφορίες από τα αισθητήρια όργανα προς το κεντρικό νευρικό σύστημα
- **Κινητήριοι:** μεταφέρουν πληροφορίες από το κεντρικό νευρικό σύστημα προς διάφορα όργανα δράσης του σώματος και διεγείρουν αντιδράσεις στους μύες και σε διάφορους αδένες
- **Συνδετικοί ή ενδιάμεσοι:** βρίσκονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα και συνδέουν αισθητήριο με κινητήριο νευρώνα

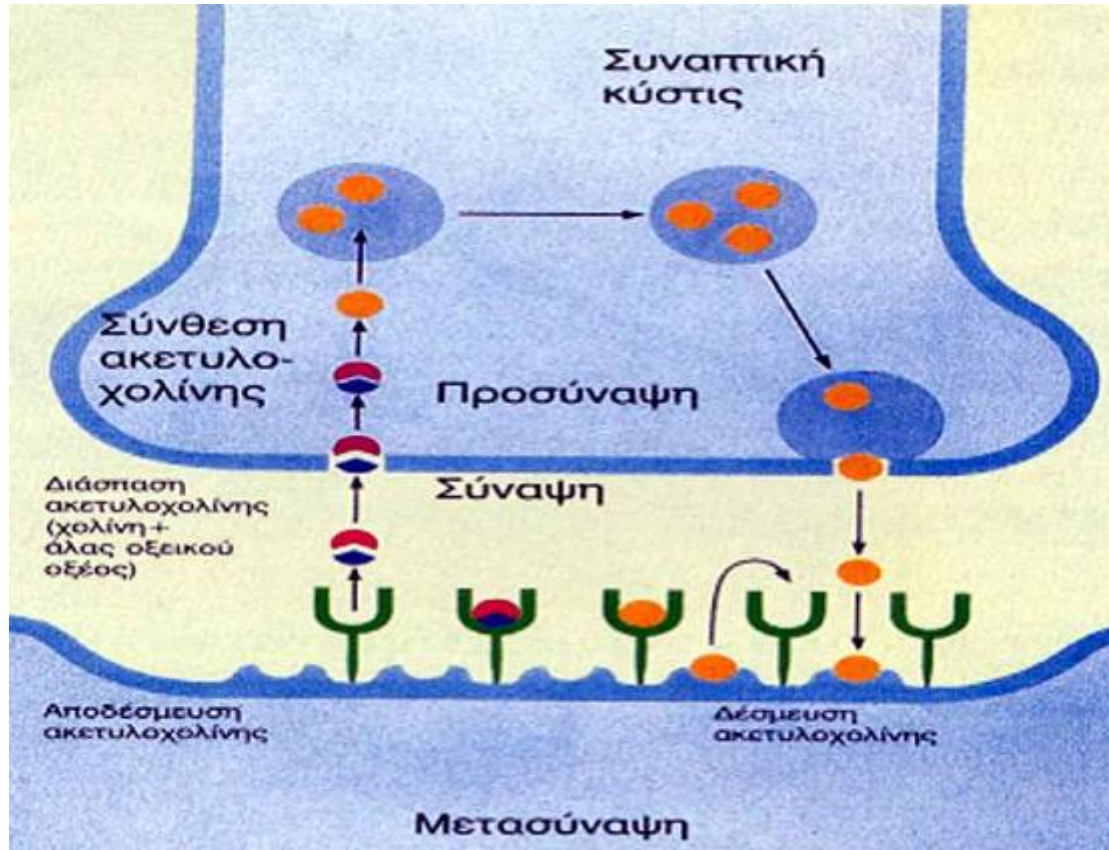


# Μετάδοση νευρικής ώσης διαμέσου αισθητηρίου, ενδιάμεσου & κινητηρίου νευρώνα





# Τρόπος μεταβίβασης μηνύματος





# Νευρικό σύστημα

- Μέσα στο σώμα των εντόμων, οι νευρώνες βρίσκονται σε ομάδες, τα **γάγγλια**, ήτοι περιέχουν ολόκληρους νευρώνες, νευρικά σώματα και νευρικές συνάψεις
- Τα γάγγλια με αυτή την περίπλοκη δομή επεξεργάζονται πληροφορίες των αισθητηρίων οργάνων και ρυθμίζουν τις κινητήριες αντιδράσεις
- Οι νευράξονες πολλών νευρώνων μαζί δημιουργούν δέσμη, που λέγεται **νεύρο**



# Νευρικό σύστημα

- Τα **γάγγλια** μέσα στο σώμα των εντόμων διατάσσονται με συγκεκριμένο τρόπο και δημιουργούν **τρία κυρίως νευρικά συστήματα**:
  - **Κεντρικό** (περιέχει διπλή σειρά γαγγλίων και τον εγκέφαλο)
  - **Σπλαχνικό ή συμπαθητικό** (διαιρείται οισοφαγικό, κοιλιακό, ουραίο και συνδέεται άμεσα με τον εγκέφαλο)
  - **Περιφερειακό** (περιέχει όλα τα νεύρα που ξεκινούν από τα γάγγλια του κεντρικού και σπλαχνικού συστήματος και κατευθύνονται προς τους ιστούς και όργανα του εντόμου)



# Κεντρικό νευρικό σύστημα

## Εγκέφαλος

- Αποτελεί κέντρο οπτικών, οσφρητικών, γευστικών ερεθισμάτων
- Ρυθμίζει τη λειτουργία των νευροεκκριτικών οργάνων, που εκκρίνουν την ειδική ορμόνη για το μηχανισμό έκδυσης & μεταμόρφωσης
- Αποτελείται από **3 ζεύγη γαγγλίων**, τα οποία σχετίζονται:
  - **Πρωτοεγκέφαλος** με την όραση και νευρώνει τους σύνθετους & απλούς οφθαλμούς
  - **Δευτεροεγκέφαλος** με τα αισθητήρια όργανα που εδράζουν στις κεραίες
  - **Τριτοεγκέφαλος** νευρώνει το άνω χείλος και ολοκληρώνει τις αισθητήριες πληροφορίες του 1<sup>ου</sup> & 2<sup>ου</sup> εγκεφάλου; Επίσης ο τριτοεγκέφαλος συνδέει τον εγκέφαλο με τα υπόλοιπα γάγγλια του νευρικού συστήματος και το σπλαχνικό νευρικό σύστημα





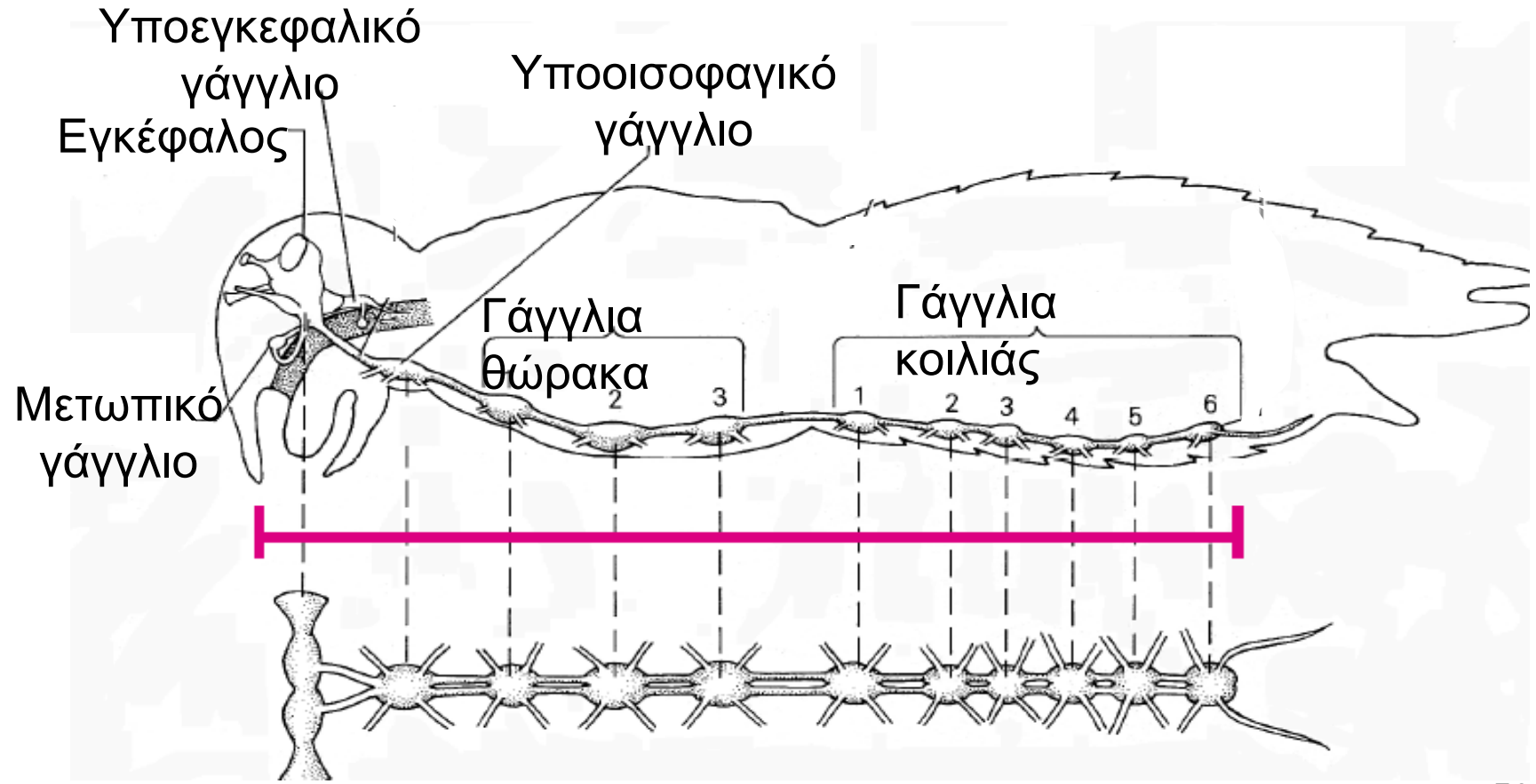
# Κεντρικό νευρικό σύστημα

## Γναθεγκέφαλος

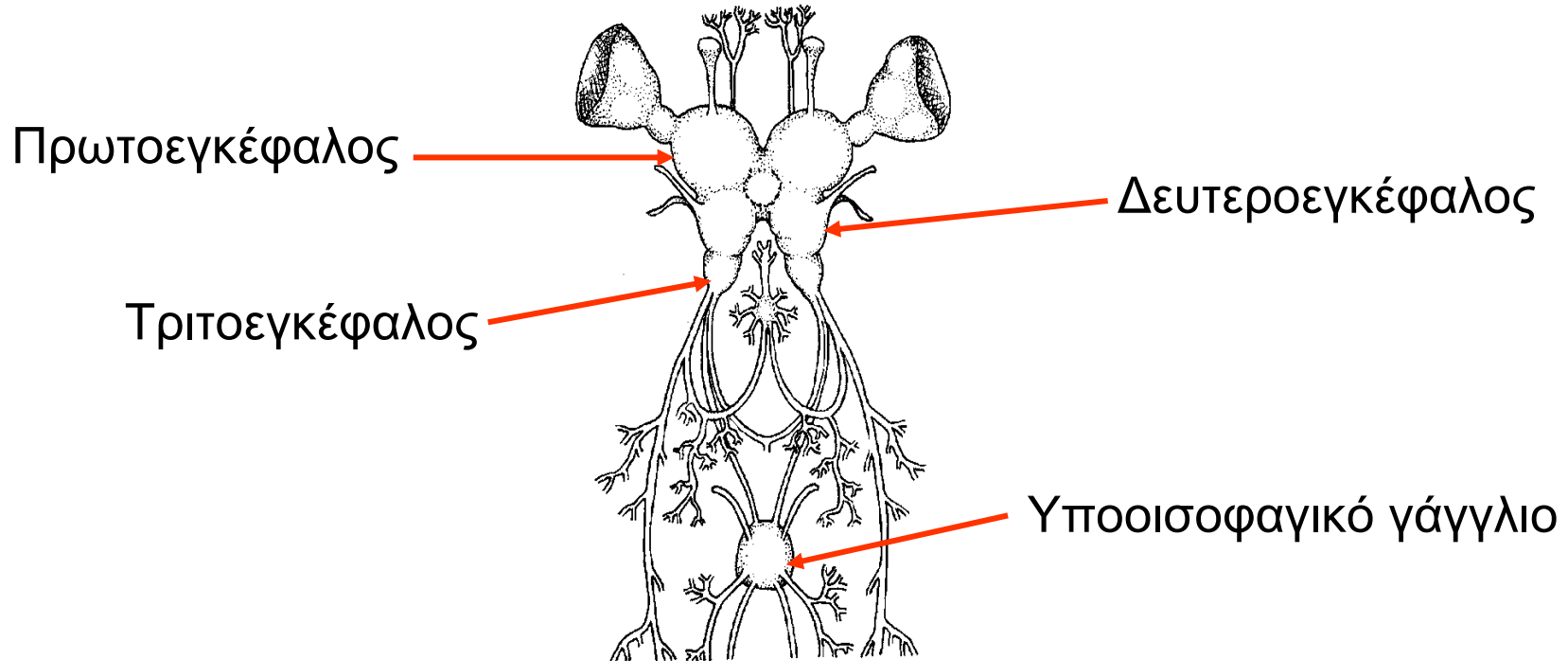
- Σύμπλεγμα γαγγλίων (υποοισοφαγικό γάγγλιο), που βρίσκεται στη νωτιαία πλευρά της κεφαλής (υπό του εγκεφάλου & οισοφάγου)
- Συνδέει με νεύρα τις άνω & κάτω γνάθους, το κάτω χείλος, τον υποφάρυγγα και τους χειλικούς αδένες
- Ενώνεται από τη μία πλευρά με τον εγκέφαλο και από την άλλη με την κοιλιακή γαγγλιακή αλυσσο, η οποία αποτελείται από 3 θωρακικά και έως 8 κοιλιακά γάγγλια
- **Θωρακικά γάγγλια:** νευρώνουν πόδια, πτέρυγες, αισθητήρια οργανίδια
- **Κοιλιακά γάγγλια:** νευρώνουν κοιλιακούς μύες, γεννητικό οπλισμό και άλλα όργανα της κοιλιάς

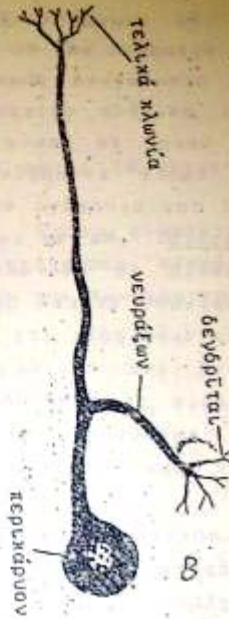
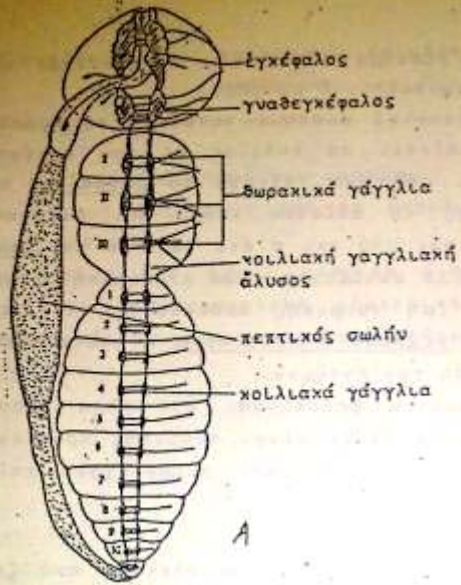


# Νευρικό σύστημα



# Εγκέφαλος



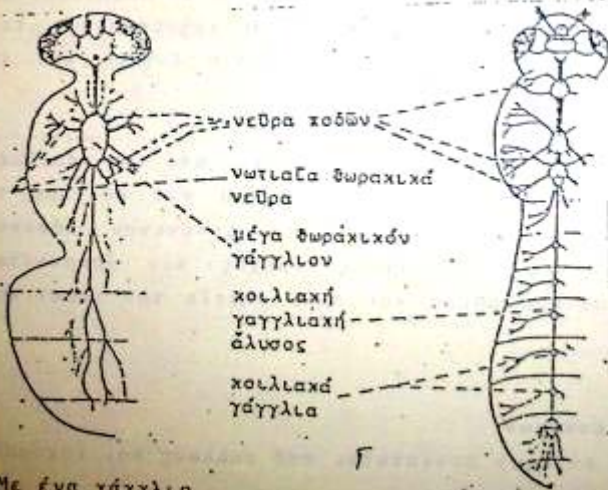


# Νευρικό σύστημα

**A.** Κεντρικό νευρικό σύστημα

**B.** νευρικό κύτταρο

**Γ.** τύποι κοιλιακής γαγγλιακής αλυσος





# Συμπαθητικό νευρικό σύστημα

- Αποτελείται από το οισοφαγικό & κοιλιακό συμπαθητικό σύστημα
- **Οισοφαγικό** νευρώνει το πρόσθιο & οπίσθιο έντερο και συνδέεται απευθείας με τον εγκέφαλο με νεύρα, τα οποία εκφύονται από το μετωπικό γάγγλιο, από το οποίο εκπορεύεται επίσης το οπίσθιο νεύρο που διέρχεται από τον οισοφάγο και εκτείνεται στο ινιακό γάγγλιο
- **Κοιλιακό** αποτελείται από ζεύγη εγκάρσιων νεύρων, τα οποία εκφύονται από τα γάγγλια της κοιλιακής γαγγλιακής αλύσου και νευρώνουν τις τραχείες και τα αναπνευστικά τρήματα; Από το τελευταίο κοιλιακό γάγγλιο εκπορεύονται τα σπλαχνικά νεύρα, τα οποία νευρώνουν το οπίσθιο έντερο και τα όργανα αναπαραγωγής



# Συμπαθητικό νευρικό σύστημα

- Με το ινιακό γάγγλιο συνδέονται δύο ενδοκρινή αδενώδη σωμάτια, τα **corpora allata** (μη νευρικής προέλευσης), τα οποία εκκρίνουν την ειδική **νεανική ή νεοτενίνη** ορμόνη
- Αυτή η ορμόνη κατέχει σημαντικό ρόλο στη μεταμόρφωση
- Πλησίον αυτών των αδενωδών σωματίων βρίσκονται και δύο άλλα αδενώδη σωμάτια, τα **corpora cardiaca** (νευρικής προέλευσης), τα οποία εκκρίνουν, επίσης, ειδικές ορμόνες που συμμετέχουν, επίσης, στον ορμονικό μηχανισμό της έκδυσης



# Σκελετικό σύστημα των εντόμων



# Σκελετικό σύστημα

- Διαφορά εντόμων με σπονδυλωτά
- Έντομα **δεν** έχουν οστέινο ενδοσκελετό, αλλά ανεπτυγμένο δερματοσκελετό εξωτερικά
- Ο δερματοσκελετός φέρει πτυχώσεις εσωτερικά, που χρησιμεύουν στη στήριξη μυών και των εσωτερικών οργάνων





# Ενδοκρινικό σύστημα των εντόμων



# Ενδοκρινικό σύστημα

- Συμβάλει στην ομοιοστασία του εντόμου, το συντονισμό της συμπεριφοράς, τη ρύθμιση ανάπτυξης & εξέλιξης
- **Ενδοκρινείς αδένες** είναι αυτοί, που δεν έχουν εκφορητικό αγωγό και εκκρίνουν κατευθείαν στον αιμολέμφο χημικές ουσίες, τις **ορμόνες**, οι οποίες επηρεάζουν τη λειτουργία των κυττάρων-στόχων, με διεγερτική ή ανασχετική δράση
- **Επίδραση ορμονών:** ανάπτυξη, μεταμόρφωση, σεξουαλική ωρίμανση, αναπαραγωγή, μεταναστευτικές κινήσεις, διάπαυση
- Ορμόνες παράγουν εκτός από τους **ειδικούς ενδοκρινείς αδένες**, τα **νευροεκκριτικά κύτταρα** και **ορισμένα άλλα όργανα** (ωοθήκες, όρχεις, σπερμοθήκες, λιπόσωμα, τμήματα πεπτικού σωλήνα)



# Προθωρακικοί αδένες

- **Μεγαλύτεροι ενδοκρινείς αδένες** που εντοπίζονται στον προθώρακα, ακριβώς πίσω από το κεφάλι
- **Παράγουν τα εκδυσοστεροειδή**, π.χ. εκδυσόνη, που διεγείρουν τα κύτταρα της υποδερμίδας του εξωσκελετού και προκαλούν την έκδυση των εντόμων
- Όταν τα άτομα ενηλικιωθούν, οι προθωρακικοί αδένες ατροφούν και δεν λαμβάνουν χώρα πλέον άλλες εκδύσεις



# Προθωρακικοί αδένες

- Παράγουν & εκκρίνουν τις ορμόνες έκδυσης, μόνο εφόσον διεγερθούν από την προθωρακικοτρόπο ορμόνη, η οποία εκκρίνεται από ζεύγος εκκριτικών σωματιδίων, τα **corpora cardiaca**, που βρίσκονται στα τοιχώματα της αορτής, που εδράζει ακριβώς όπισθεν του εγκεφάλου
- Τα **corpora allata** αποτελούν άλλο ζεύγος εκκριτικών σωματιδίων, που βρίσκονται όπισθεν των corpora cardiaca, και παράγουν τη νεανική ορμόνη, η οποία προκαλεί την ανάσχεση της εμφάνισης των χαρακτηριστικών του ενηλίκου κατά την ανήλικη ανάπτυξη των εντόμων και την αναπαραγωγική ωρίμανση των ενηλίκων

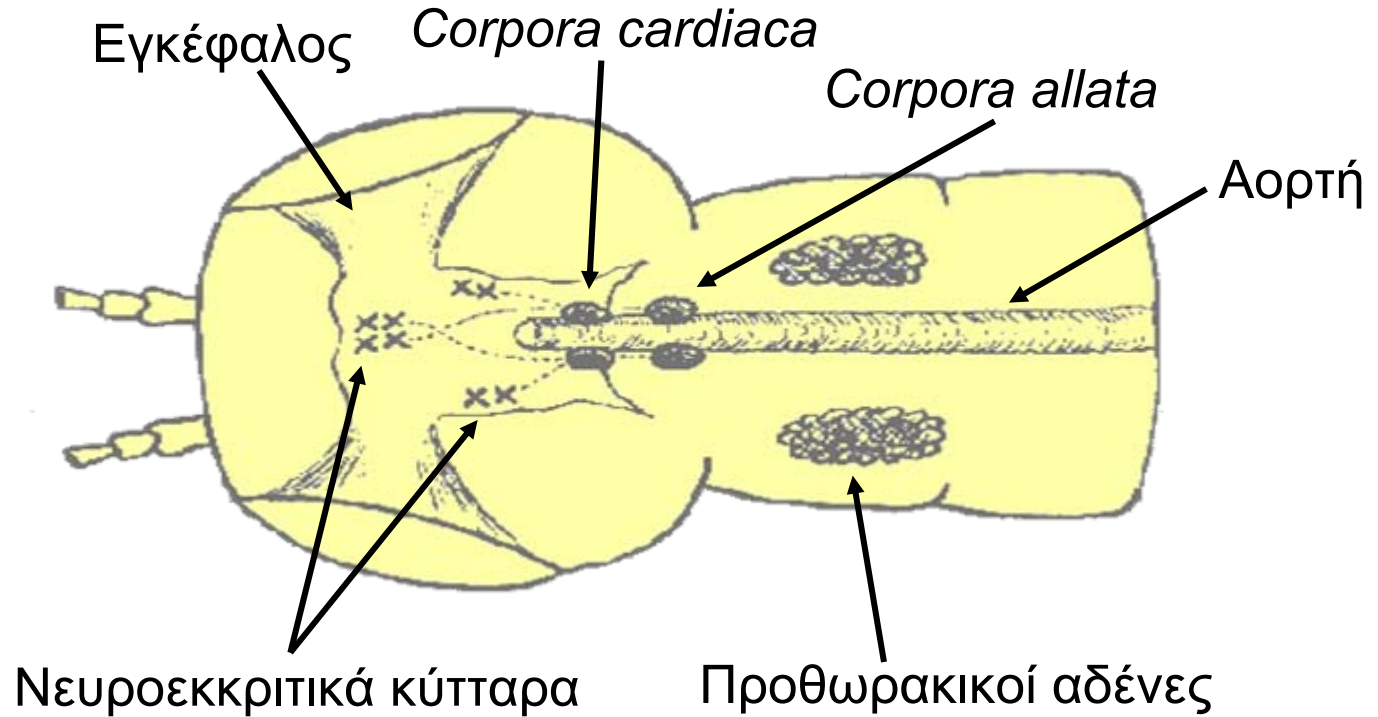


# Νευροεκκριτικά κύτταρα

- Ρυθμίζουν τη λειτουργία των corpora allata
- Διεγείρουν τους αδένες να παράγουν την ορμόνη κατά το προνυμφικό & νυμφικό στάδιο και αποτρέποντας αυτούς να παράγουν την ορμόνη κατά την ενηλικίωση
- Βρίσκονται σε ομάδες ενδιάμεσα & πλάγια του εγκεφάλου
- Παράγουν την εγκεφαλική ορμόνη, η οποία φαίνεται να είναι ίδια με την προθωρακικοτρόπο που εκκρίνεται από τα corpora cardiaca
- Μεγάλος αριθμός νευροεκκριτικών κυττάρων υπάρχει και στη ραχιαία πλευρά του εγκεφάλου με ρόλο άγνωστο



# Σημαντικότεροι ενδοκρινείς αδένες





# Αισθητήρια όργανα των εντόμων



# Αισθητήρια όργανα (sensilla)

- Κύτταρα ή ομάδες εξειδικευμένων κυττάρων, που δέχονται ποικίλλα εξωτερικά ερεθίσματα και διακρίνονται σε:
  - **Όρασης** (απλοί & σύνθετοι οφθαλμοί)
  - **Χημικοδεκτικά** (όσφρηση, γεύση, γενική χημική αίσθηση)
  - **Θερμοκρασίας** (κεραίες, γναθικές προσακτρίδες, ταρσοί)
  - **Υγρασίας** (κεραίες, γναθικές προσακτρίδες)
  - **Ακοής** (τυμπανικά όργανα, τρίχες, όργανο Johnston)
  - **Μηχανοδεκτικά** (τρίχες, κωδωνοειδή αισθητήρια, χορδοτονικά όργανα, όργανο Johnston, πολυπολικά αισθητήρια όργανα)





# Αισθητήρια όρασης: Οι οφθαλμοί

- Διακρίνονται σε **απλούς** (μικροί και ενιαίοι, διάκριση: νωτιαίοι & πλάγιοι) και **σύνθετους**
- Οι **σύνθετοι** είναι **δύο** στα πλάγια της κεφαλής (και ογκώδεις στα Diptera, Lepidoptera) και διαχωρισμένοι σε πολύ μικρά τμήματα, τα **ομματίδια** (στενόμακρο όργανο)
- Υπάρχουν έντομα που έχουν:
  - **μόνο απλούς** οφθαλμούς, τα **ομματίδια** (ψύλλοι)
  - **μόνο σύνθετους** οφθαλμούς
  - μερικά που **δεν έχουν** καθόλου (Diplura και Protura)

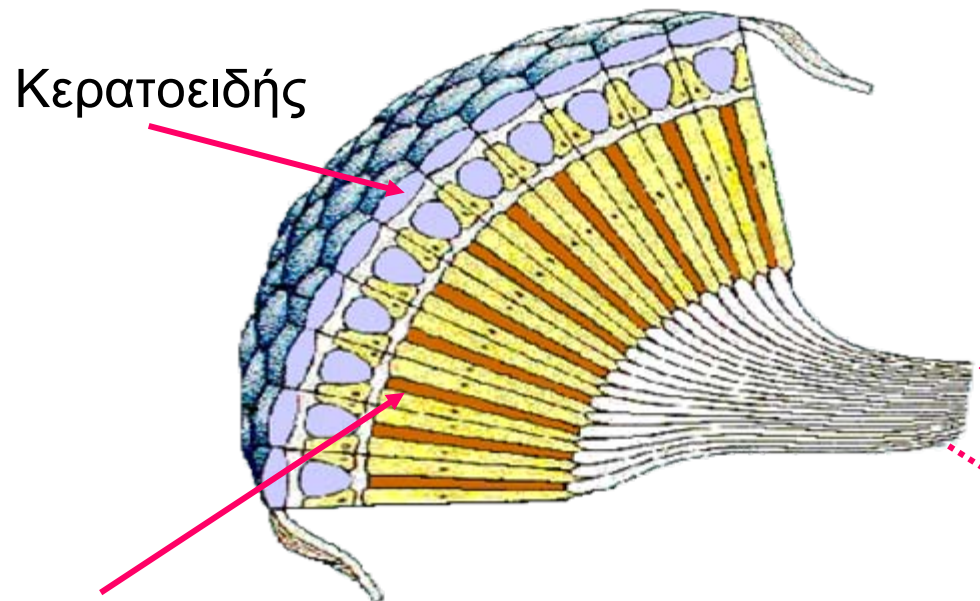


# Αισθητήρια όρασης: Οι οφθαλμοί

- Ενήλικα και προνύμφες Αμετάβολων & Ημιμετάβολων έχουν σύνθετους και ντιαίους απλούς
- Οι προνύμφες των Ολομετάβολων έχουν μόνο απλούς-πλάγιους
- Σε πολλά είδη εντόμων συνυπάρχουν 2 σύνθετοι οφθαλμοί με 1-3 απλούς οφθαλμούς
- Οι οφθαλμοί είναι **ακίνητοι**, επιφανειακά λείοι ή χνουδωτοί και δεν ρυθμίζονται οι κερατοειδείς φακοί των ομματιδίων
- Όταν το φως φθάσει στο ράβδωμα του αμφιβληστροειδούς προκαλεί μέσω φωτοχημικών αντιδράσεων που σχετίζονται με τις οπτικές χρωστικές (ίριδες), νευρική διέγερση των κυττάρων του



# Σύνθετος οφθαλμός



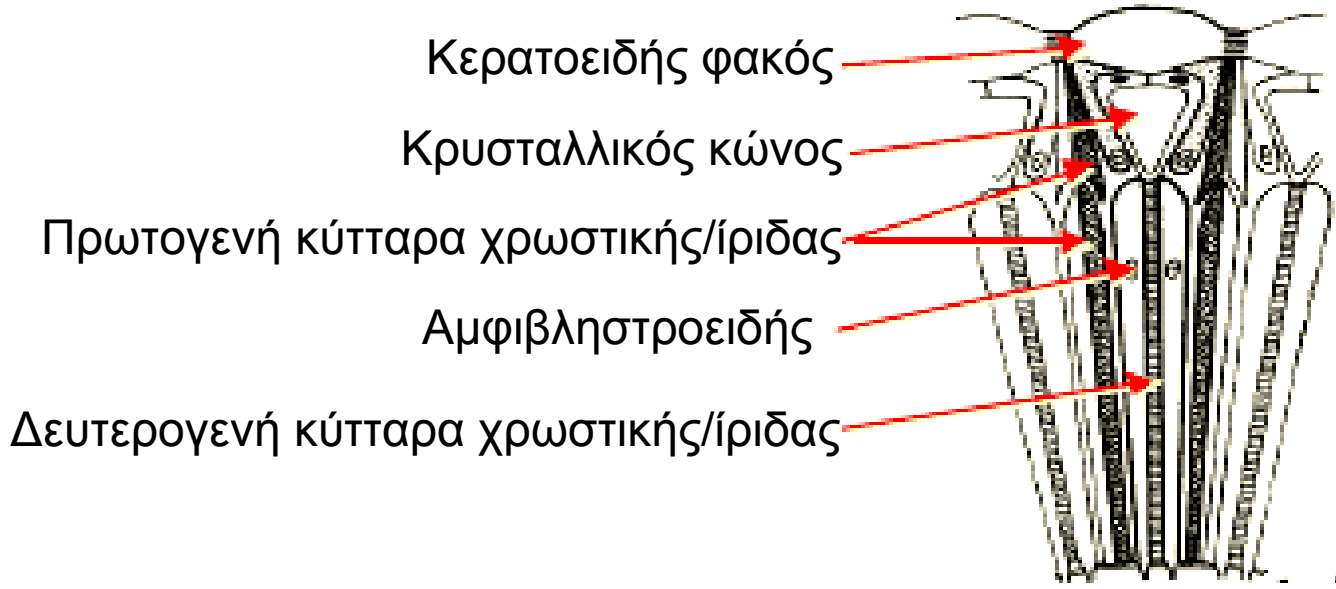
Κερατοειδής

Κύτταρα αμφιβληστροειδούς

Λιβελλούλα



# Μέρη ομματιδίου



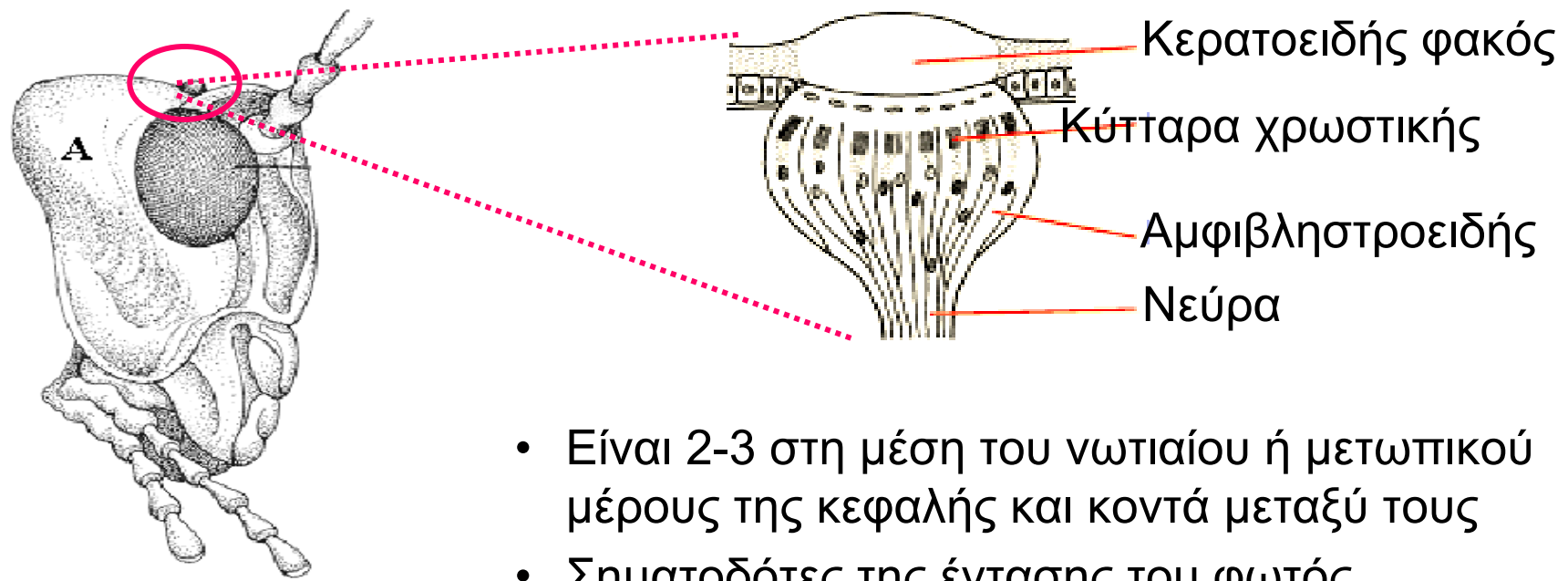


# Μηχανισμός όρασης εντόμων

- **Θεωρία «μωσαϊκού»:** κάθε ομματίδιο αντιλαμβάνεται ένα μικρό μέρος του πεδίου, σα στίγμα. Η παράθεση αυτών των μικρών στιγμάτων δημιουργεί τη μεγαλύτερη εικόνα
- Δεν ξεχωρίζουν τα απλά από τα σύνθετα γεωμετρικά σχήματα (π.χ. τρίγωνο με τετράγωνο), ενώ αυτά με λιγότερα από 100 ομματίδια ανά οφθαλμό δεν διακρίνουν σχήματα
- Παρατηρούν ακτινοβολία από υπεριώδες σε ορατό φως
- Από τη θέση του ήλιου (πόλωση φωτός) προσδιορίζουν την κατεύθυνσή τους και έτσι πορεύονται σε μεγάλες αποστάσεις



# Νωτιαίοι-απλοί οφθαλμοί



- Είναι 2-3 στη μέση του νωτιαίου ή μετωπικού μέρους της κεφαλής και κοντά μεταξύ τους
- Σηματοδότες της έντασης του φωτός
- Δεν διακρίνουν σχήματα και αντιλαμβάνονται το πεδίο αλληλοκαλυπτόμενα

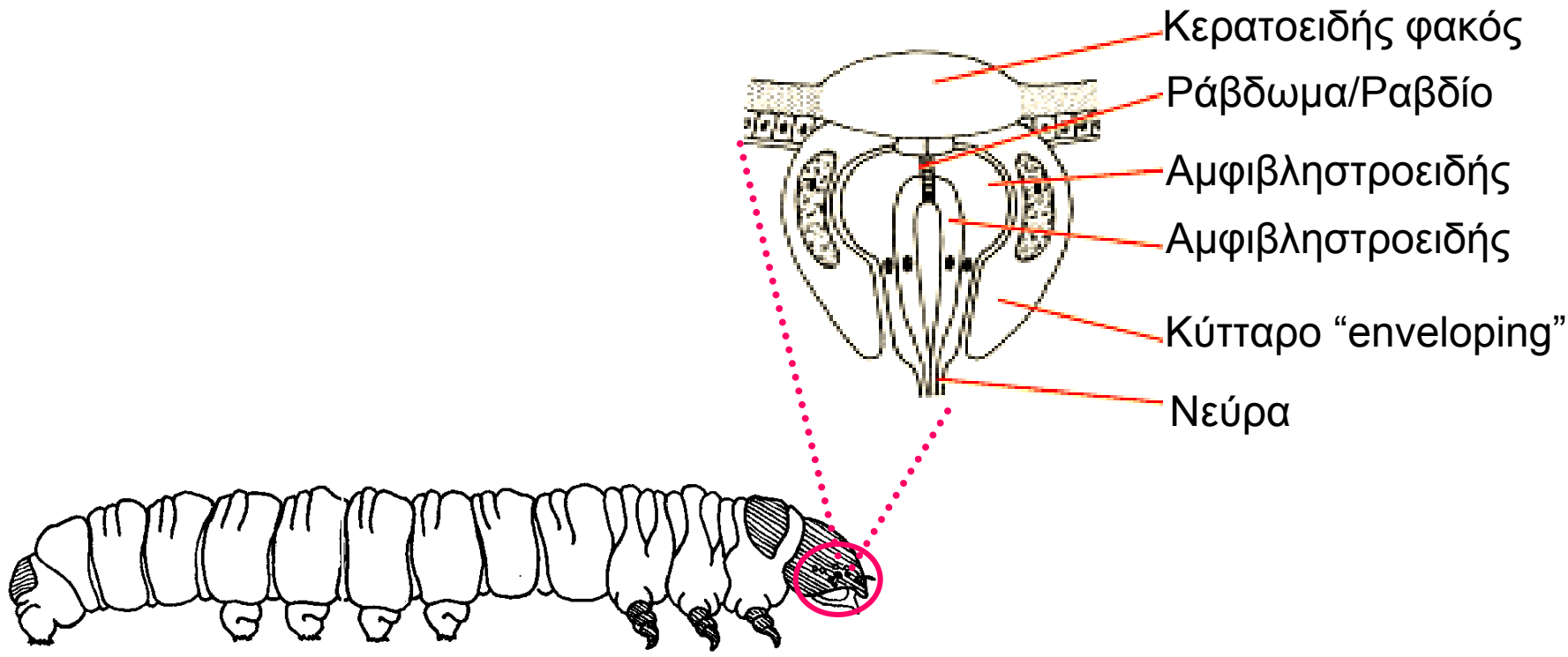


# Πλάγιοι-απλοί οφθαλμοί (stemmata)

- Στα πλάγια της κεφαλής των προνυμφών, ενώ στις ίδιες θέσεις στα ενήλικα μετατρέπονται σε σύνθετους
- Σε κάθε πλευρά της κεφαλής είναι συνήθως 1-7 και συνήθως υπό μορφή τόξου
- Ίδιας δομής με τους νωτιαίους-απλούς, αλλά με λιγότερα κύτταρα αμφιβληστροειδούς
- **Διαφορά ρόλων με νωτιαίους-απλούς:** Διακρίνουν σχήματα χωρίς οπτικές αλληλεπικαλύψεις πεδίου



# Μέρη πλαγίων-απλών οφθαλμών







# Χημικοδεκτικά αισθητήρια

- Εντοπίζονται υπό του δερματίου, όπου είναι λεπτό με πόρους μέσω των οποίων των χημικό ερέθισμα φθάνει στους νευρικούς δενδρώνες)
- Τα αισθητήρια όσφρησης έχουν πολλούς μικρούς πόρους, ενώ αντίστοιχα των γεύσης λίγους και μεγαλύτερους
- Η **όσφρηση** (κεραίες, προσακτρίδες) διεγείρεται με μικρές συγκεντρώσεις ατμών, ήτοι αντιλαμβάνεται **χημικές ουσίες** στην **αέρια φάση** τους (αναζήτηση τροφής, ωτοκία, σύζευξη μέσω φερομονών, αποφυγή θυρευτών κ.λπ.)
- Η **γεύση** διεγείρεται από μεγάλες συγκεντρώσεις μη-πτητικών ουσιών, οι οποίες ως υδατικά διαλύματα ακουμπούν στα αισθητήρια όργανα (στοματική κοιλότητα, στοματικά μόρια, προσακτρίδες, ωθέτης, ταρσοί)
- Η **γενική χημική αίσθηση** με όργανα διάσπαρτα σε όλο το σώμα του εντόμου διεγείρεται με μεγάλες συγκεντρώσεις ουσιών (αμμωνία, χλώριο, αιθέρια έλαια), τα οποία και αποφεύγει



# Αισθητήρια θερμοκρασίας

- Κεραίες, γναθικές προσακτρίδες, ταρσοί
- Διεγείρονται όχι μόνο από το επίπεδο θερμοκρασίας, αλλά και από την ταχύτητα μεταβολής της (π.χ. 3<sup>ο</sup> άρθρο κεραιών)
- Τα έντομα αντιδρούν μόνο στη λήψη ή απώλεια θερμότητας με ακτινοβολία, μετάδοση και μεταφορά
- Αιμοβόρα έντομα ελκύονται από τη θερμότητα που εκπέμπεται από το σώμα θερμόαιμων ζώων
- Προσανατολίζονται προς θερμά ή ψυχρά αντικείμενα μέσω της διέγερσης των αισθητηρίων θερμότητας στις κεραίες, με τα οποία αντιλαμβάνονται τη μεταφορά θερμότητας στον αέρα



# Αισθητήρια υγρασίας

- Προσανατολισμός και μετακίνηση υπό την επίδραση υδρατμών
- Υγροδεκτικά όργανα υφίστανται στις κεραίες και γναθικές προσακτρίδες
- Η μύγα των στάβλων (*Stomoxys calcitrans*) που νυσσει και μυζά αίμα από τα ζώα και άνθρωπο, με την απότομη αύξηση της υγρασίας του αέρα (και θερμοκρασία 24-32°C) έχει αυξημένη τάση να νυσσει



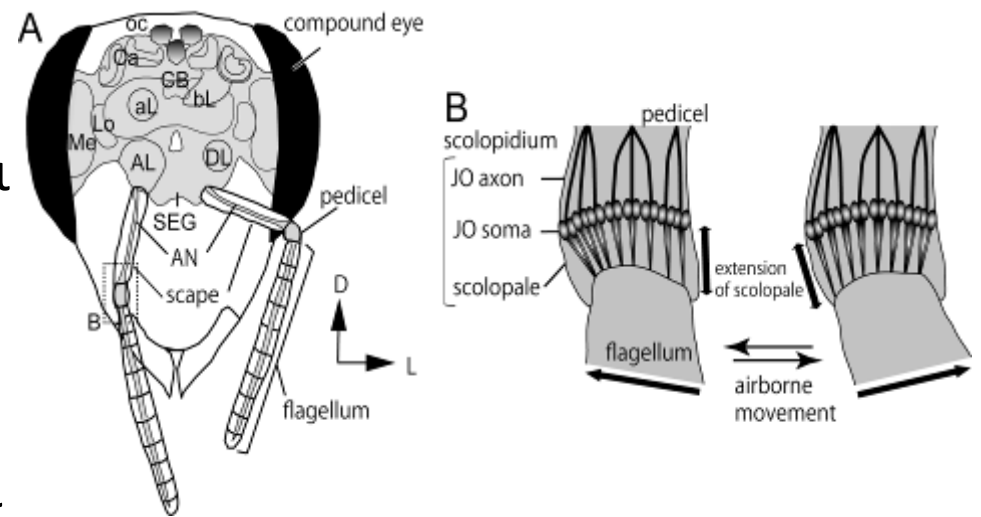
# Αισθητήρια ακοής (1)

- Μηχανοδεκτικά αισθητήρια όργανα πίεσης ή μετακίνησης, που αντιδρούν σε διαταραχές του περιβάλλοντος μικρής έντασης
- **Τυμπανικά όργανα:** εντοπίζονται στις πρόσθιες κνήμες, στις πλευρές του μεταθώρακα, στη βάση της κοιλίας και αποτελούνται από λεπτή δερματική μεμβράνη (το τύμπανο) και εσωτερικά φέρει τραχειακούς σάκκους και χορδοτονικό όργανο (βλέπε κάτωθι) σε Orthoptera (ακρίδες, γρύλλοι), Hemiptera (τζιτζίκια), Lepidoptera και μερικά Neuroptera



# Αισθητήρια ακοής (2)

- **Ακουστικές τρίχες:**  
συλλαμβάνουν κραδασμούς χαμηλής συχνότητας (προνύμφες Lepidoptera, κέρκοι ορισμένων Orthoptera)
- **Όργανο Johnston:** είναι στις κεραίες άρρενων κουνουπιών και αντιλαμβάνονται τα ηχητικά κύματα μέσω της κίνησης των τριχών των κεραιών τους και έτσι αντιλαμβάνονται τον ήχο πτήσης των θήλεων ατόμων



Όργανο Johnston στη μέλισσα



# Μηχανοδεκτικά αισθητήρια (1)

- Διέγερση όταν κάποιος μέρος του οργάνου παραμορφωθεί μέσω **κυρίως της αφής** σε στερεά ή υγρά σώματα, ή από ρεύματα αέρος
- **Αρθρωτές αισθητήριες τρίχες:** όργανα **αφής**, που βρίσκονται παντού στην επιφάνεια του σώματος, ιδιαίτερα στις κεραίες, ταρσούς, κέρκους
- **Κωδωνοειδή αισθητήρια:** κυρτές τρίχες που βρίσκονται στους κέρκους, πτέρυγες, πόδια και διεγείρονται με αλλαγές του δερματίου. Πολλά εντοπίζονται στους αλτήρες Diptera, τα οποία είναι σημαντικά για τον έλεγχο της πτήσης τους
- **Πολυπολικά αισθητήρια έκτασης (τάσης):** λειτουργούν μέσω της έκτασης ή διάτασης του οργάνου που φέρει αυτά τα όργανα προκαλεί ηλεκτροφυσιολογική αντίδραση στους σχετικούς νευρώνες

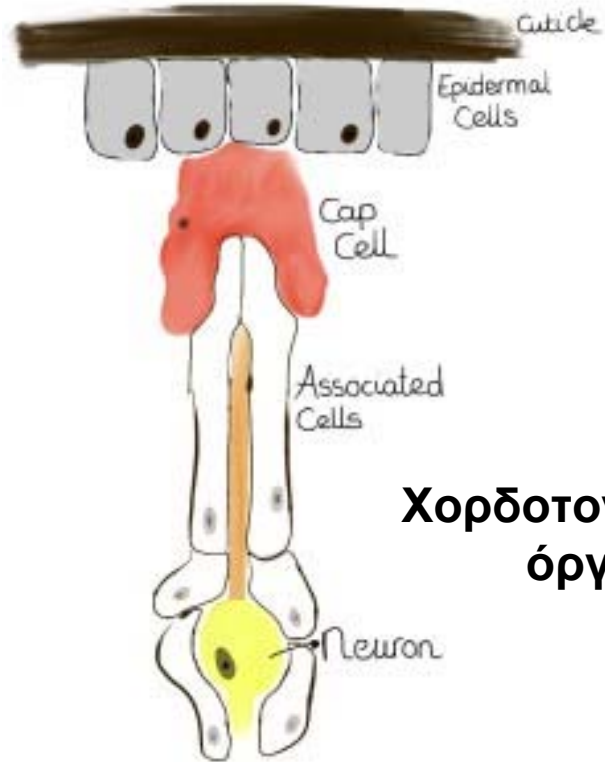
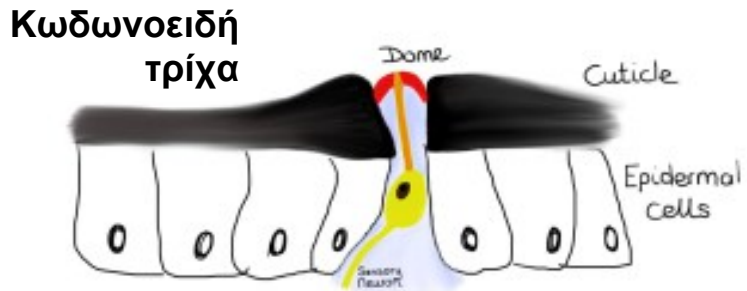
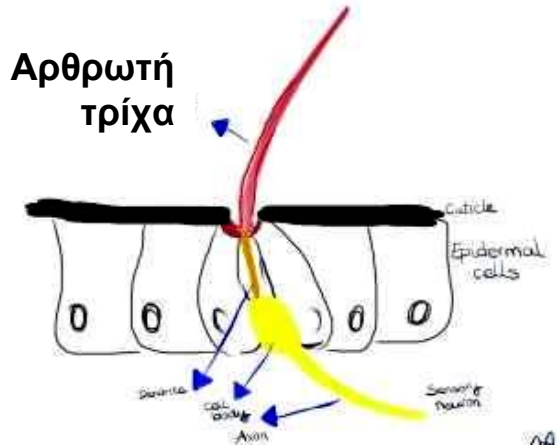


# Μηχανοδεκτικά αισθητήρια (2)

- **Χορδοτονικά όργανα:** αποτελούν μέρος των ακουστικών οργάνων υπό μορφή τόξου ατρακτόμορφης δέσμης αισθητήριων κυττάρων (σκολοποφόρων), διεγείρονται με την έκταση του εξωσκελετού ή με αλλαγές θέσης ή εσωτερικής πίεσης ή με μηχανικούς κραδασμούς (ήτοι, έλεγχος ισορροπίας) και εντοπίζονται ιδίως στην κοιλία, στη βάση των πτερύγων και στα πόδια
- **Όργανο Johnston:** εξειδικευμένο χορδοτονικό όργανο ακτινοειδούς διάταξης, που βρίσκεται στο 2<sup>ο</sup> άρθρο των κεραιών των περισσότερων πτερυγωτών και ορισμένων απτερύγωτων εντόμων και έχει ακουστικό ρόλο σε κουνούπια και άλλα Diptera και αίσθησης της βαρύτητας



# Μηχανοδεκτικά αισθητήρια



**Χορδοτονικό  
όργανο**





# Αναπαραγωγικό σύστημα των εντόμων



# Αναπαραγωγικό σύστημα

- Οπισθογονικό, όπου υφίσταται άνοιγμα, ο γεννητικός σπλισμός (genitalia, βλέπε Ενότητα 2) χρησιμεύει στη σύζευξη και αποτελεί χαρακτηριστικό ταξινόμησης των εντόμων
- Τα περισσότερα είδη αναπαράγονται με **εγγενή τρόπο** (ένωση άρρενος με θήλυ απλοειδών γαμετών και παραγωγή διπλοειδούς ζυγωτού από τον οποίο αναπτύσσεται το νέο άτομο
- Ορισμένα είδη είναι ερμαφρόδιτα άτομα (γυναδρόμορφα)
- Τα περισσότερα έντομα είναι ωτόκα και πολλά είδη ζωτόκα [ή σε ορισμένες (παρθενογενετικές) γενεές είναι ζωτόκα και σε ορισμένες (εγγενώς αναπαραγόμενες) γενεές, ωτόκα]



# Αναπαραγωγικό σύστημα άρρενος

- **2 όρχις**, που βρίσκονται στην πίσω πλευρά της κοιλίας
- Κάθε όρχις υποδιαιρείται στα σπερματικά σωληνάρια, τα οποία διατάσσονται παράλληλα, μέσα στα οποία παράγονται τα σπερματοζωάρια
- Κάθε όρχις φέρει εκφορητικό αγωγό, ο οποίος είναι λεπτός σωλήνας; Οι εκφορητικοί αγωγοί σχηματίζουν τις σπερματικές κύστες (διαπλατύνσεις του αγωγού) και έχουν ρόλο αποθήκευσης του σπέρματος
- Οι 2 εκφορητικοί αγωγοί ενώνονται σχηματίζοντας τον εκσπερματικό αγωγό, ο οποίος μεταφέρει το σπέρμα έξω από το σώμα στον εξωτερικό γεννητικό οπλισμό

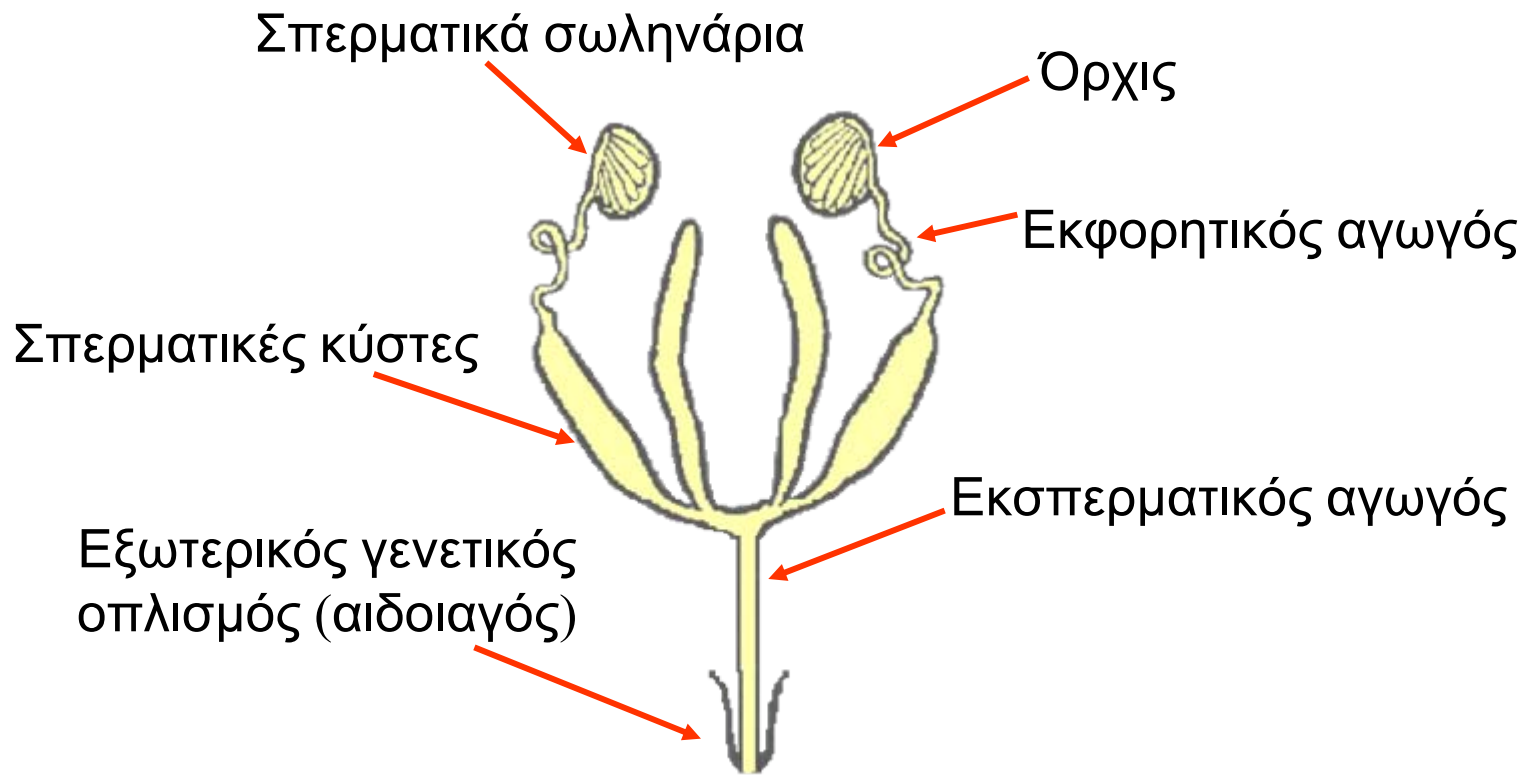


# Αναπαραγωγικό σύστημα άρρενος

- 1 ή περισσότερα ζεύγη προσαρτημένων αδένων συσχετίζονται με το αναπαραγωγικό σύστημα άρρενος και αποτελούν εκκριτικά όργανα, τα οποία εκβάλλουν στους εκφορητικούς αγωγούς ή του εκσπερματικού αγωγού
- Λειτουργίες προσαρτημένων αδένων:
  - Παράγουν ρευστό έκκριμα, το οποίο προφυλάσσει και θρέφει το σπέρμα, όσο αυτό βρίσκεται μέσα στον εξωτερικό γενετικό οπλισμό του θήλεος
  - Το έκκριμα είναι απαραίτητο για τη δημιουργία των σπερματοφόρων, οι οποίοι είναι δέσμες σπερματοζωαρίων που περιβάλλονται από πρωτεΐνη



# Αναπαραγωγικό σύστημα άρρενος





# Αναπαραγωγικό σύστημα θήλεος

- Ζεύγος ωοθηκών που παράγουν ωάρια
- Κάθε ωοθήκη διαιρείται στους ωοφόρους σωλήνες, που διατάσσονται παράλληλα, μέσα στους οποίους γίνεται η ανάπτυξη των ωαρίων
- Κάθε ωοφόρος σωλήνας (στενόμακρος που λεπταίνει στην κορυφή) έχει 3 ζώνες: ακαίο νήμα, germanium, vitellarium
- Μαζί με τα ωάρια υπάρχουν και τα τροφοκύτταρα, που έχουν ρόλο τη θρέψη των ωαρίων

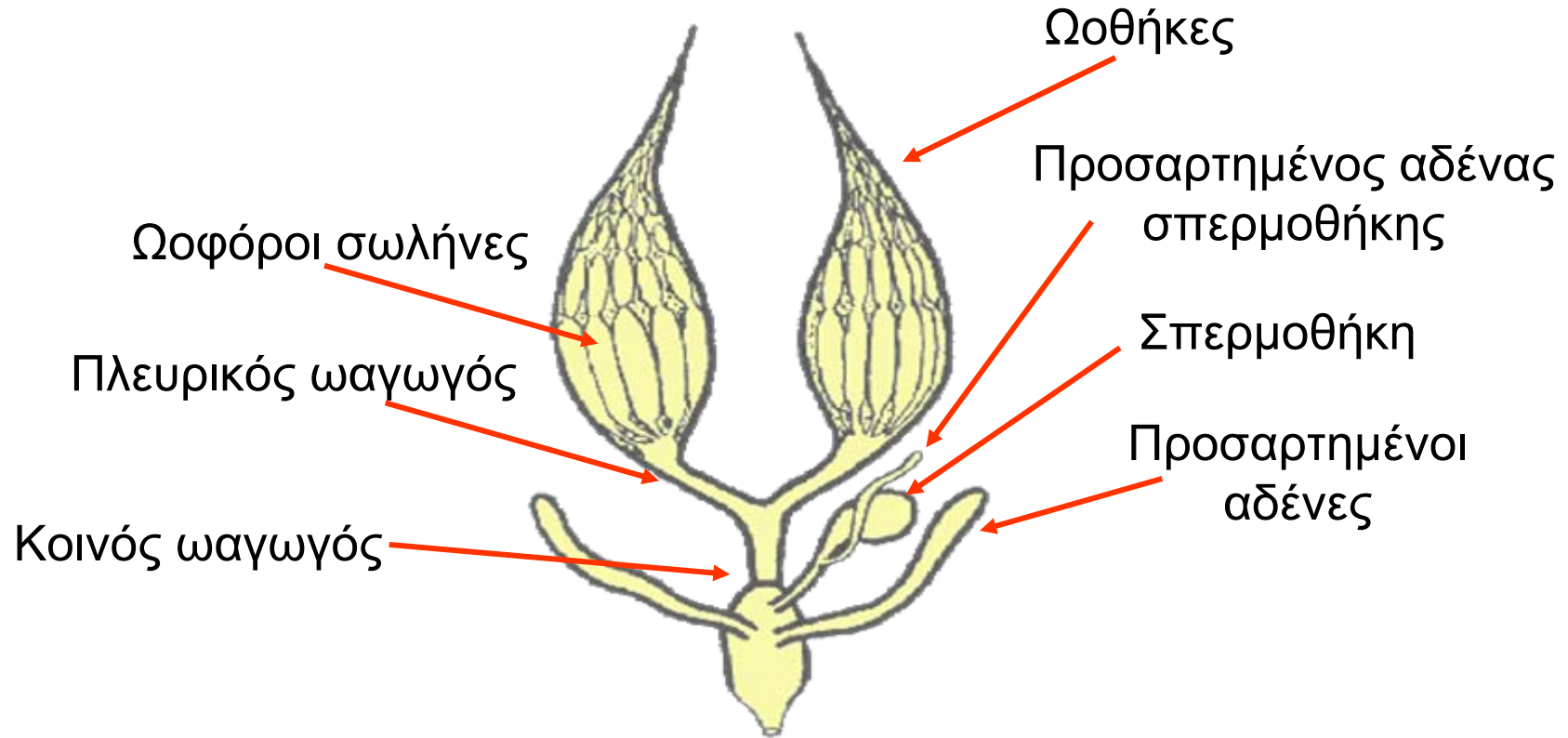


# Αναπαραγωγικό σύστημα θήλεος

- Καθώς το αναπτυσσόμενο ωάριο κινείται κατά μήκος των ωοφόρων σωλήνων αυξάνει σε μέγεθος απορροφώντας λέκιθο; Κάθε ωοφόρος σωλήνας περιέχει σειρά ωαρίων σε διαδοχικά στάδια ανάπτυξης
- Ώριμα ωάρια αφήνουν τους ωοφόρους σωλήνες διαμέσου των πλευρικών वाγωγών, οι οποίοι ενώνονται και σχηματίζουν τον κοινό वाγωγό που καταλήγει στο γονοπόρο
- 1 ή περισσότερα ζεύγη προσαρτημένων αδένων συσχετίζονται με το αναπαραγωγικό σύστημα θήλεος, που παράγουν εκκρίσεις με ρόλο λιπαντικό; Παράγουν πλούσιο σε πρωτεΐνη έκκριμα, το οποίο καλύπτει ολόκληρο το ωάριο και εκβάλλουν στον κοινό αγωγό



# Αναπαραγωγικό σύστημα θήλεος





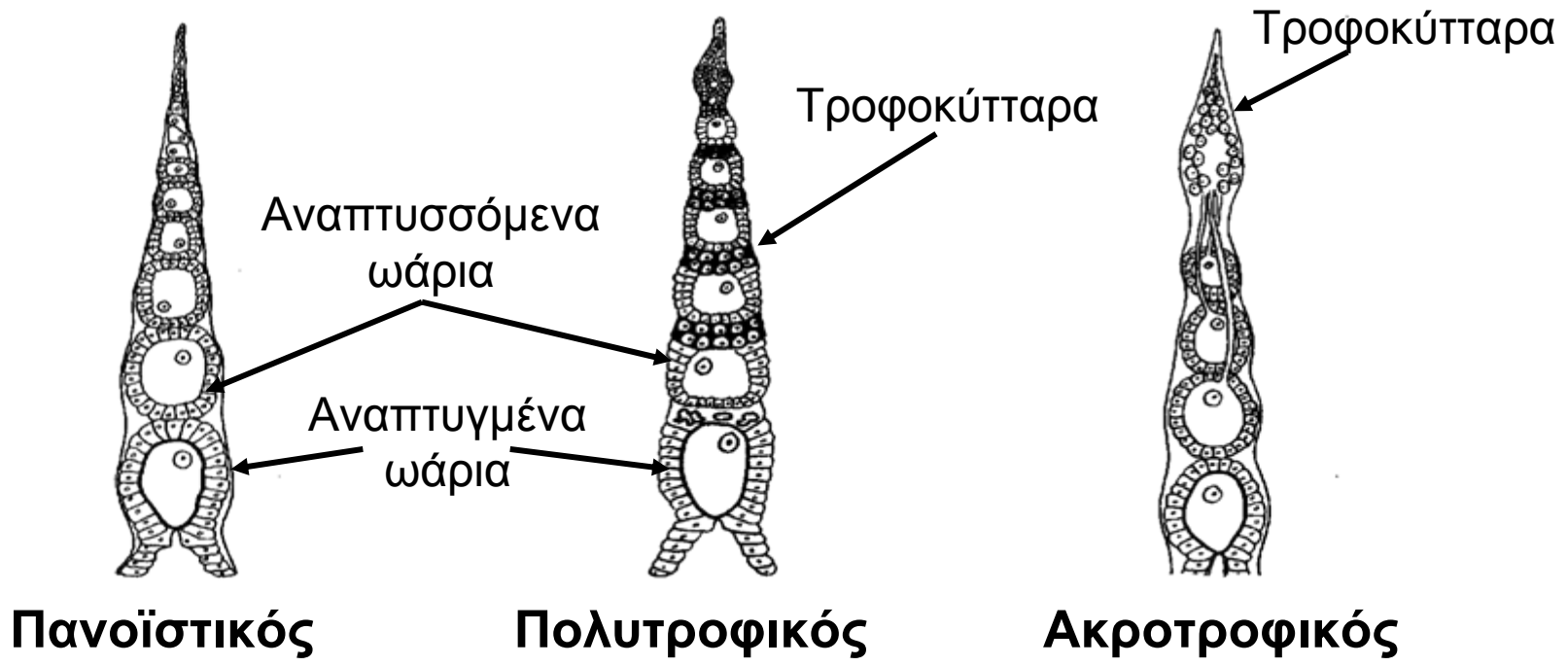


# Κατηγορίες ωοφόρων σωλήνων ανάλογα με την ύπαρξη & διάταξη τροφοκυττάρων

- **Πανοϊστικός τύπος:** δεν υφίστανται διαφοροποιημένα τροφοκύτταρα
- **Πολυτροφικός τύπος:** τα τροφοκύτταρα παρεμβάλλονται εναλλάξ μεταξύ των ωαρίων
- **Ακτροτροφικός τύπος:** τα τροφοκύτταρα είναι όλα μαζί στην κορυφή του ωοφόρου σωλήνα



# Τύποι ωοφόρων σωλήνων





# Σύζευξη άρρενος-θήλεος

- Κατά τη σύζευξη, το άρρεν τοποθετεί τους σπερματοφόρους του μέσα στο γονοπόρο του θήλεος και με περισταλτικές συσπάσεις το σπέρμα μεταφέρεται στη σπερμοθήκη του θήλεος (σακκοειδές όργανο, που χρησιμεύει στην αποθήκευση του σπέρματος)
- Στη σπερμοθήκη βρίσκεται αδέννας, που παράγει ένζυμα κατάλληλα για τη διάλυση του πρωτεϊνούχου διαλύματος των σπερματοφόρων και θρεπτικά συστατικά για τη θρέψη του σπέρματος, όσο αυτό είναι αποθηκευμένο μέσα στη σπερμοθήκη



# Γονιμοποίηση θήλεος

- Η γονιμοποίηση των ωαρίων λαμβάνει χώρα με το να περνούν δίπλα από το άνοιγμα της σπερμοθήκης και να διεγείρουν την απελευθέρωση του σπέρματος
- Απελευθέρωση σπέρματος πραγματοποιείται επί της επιφάνειας του ωαρίου και εισέρχεται εντός του μέσω της μικροπύλης
- Γονιμοποίηση ολοκληρώνεται όταν ο πυρήνας ενός σπερματοζωαρίου ενωθεί με τον πυρήνα του ωαρίου
- Ωοτοκία συμβαίνει συνήθως σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά τη γονιμοποίηση με τη βοήθεια του ωοθέτη (εξωτερικός γεννητικός σπλισμός θήλεος)



# Αναπαραγωγή: Ζωοτοκία

- **Ωοζωοτοκία** (Thysanoptera, κατσαρίδες, Diptera, Cleoptera): ωά με αρκετή λέκιθο, για να αναπτυχθεί το έμβρυο. Επώαση και εκκόλαψη γίνονται εντός του κόλπου του θήλεος, που τίκτει νεαρές προνύμφες
- **Αδενοτροφική ζωοτοκία** (Diptera): το ωό εκκολάπτεται εντός του θήλεος, αλλά η προνύμφη παραμένει στη μήτρα, όπου τρέφεται με εκκρίματα των κολπικών αδένων). Μετά από 2 εκδύσεις και έχει αναπτυχθεί πλήρως, η προνύμφη τίκτεται και λίγο αργότερα νυμφώνεται
- **Αιμοκυλική ζωοτοκία** (Cecidomyiidae Diptera): οι ωοθήκες είναι ελεύθερες και τα ωάρια διασπείρονται στην κοιλία, όπου και εκεί εκκολάπτονται
- **Ψευδοπλακουντική ζωοτοκία** (Aphidoidea, Hemiptera, Dictyoptera): Απουσία λεκίθου στα ωά και τα έμβρυα αναπτύσσονται στον κόλπο και τρέφονται διαμέσου οργάνων, που μοιάζουν με πλακούντα



# Αναπαραγωγή: Παρθενογένεση

- Το άρρεν άτομο σε ορισμένα είδη αφίδων, φυτοφάγα Hymenoptera & Coleoptera είναι άγνωστο ή εμφανίζεται σπάνια, ήτοι υφίσταται **αναγκαστική θηλυτόκος παρθενογένεση**
- Στα παρθενογενετικά έντομα, η ωρίμανση του ωαρίου και έναρξη της εμβρυογένεσης συμβαίνουν και όταν το ωάριο ενεργοποιηθεί με μηχανισμό άλλο πέραν του σπερματοζωαρίου (π.χ. συμβιωτικά βακτήρια)
- Κατά τη **προαιρετική παρθενογένεση** (αρρενοτόκος ή θηλυτόκος ή αμφιτόκος), λαμβάνει χώρα η εναλλαγή μη-παρθενογενετικών γενεών με παρθενογενετικές. Επηρεάζεται από την εποχή του έτους και την ύπαρξη ή μη αρκετής και κατάλληλης τροφής
- Στις αφίδες ή μελίγκρες η παρθενογένεση είναι ο κανόνας στις περισσότερες γενεές, ενώ η εγγενής αναπαραγωγή τον κανόνα στην προηγούμενη διαχειμάζουσα γενεά (το χειμερινό ωό είναι προϊόν εγγενούς αναπαραγωγής)



# Είδη παρθενογένεσης (1)

- **Απλοειδής προαιρετική αρρενοτόκος παρθενογένεση** (Hymenoptera, Iceryinae, ορισμένα Thysanoptera, Aleyrodidae Hemiptera, Coleoptera): το θήλυ γεννά γονιμοποιημένα (διπλοειδή) ωά, τα οποία δίνουν θήλεα, και αγονιμοποίητα (απλοειδή) που δίνουν άρρενα
- **Προαιρετική θηλυτόκος παρθενογένεση** (Tetrigidae Orthoptera): η ωογένεση συνοδεύεται από μείωση και αν τα ωά γονιμοποιηθούν παράγουν και άρρενα και θήλεα. Οι πυρήνες των ανομιμοποίητων ωαρίων επανέρχονται στη διπλοειδή κατάσταση και δίνουν μόνο θήλεα
- **Υποχρεωτική θηλυτόκος παρθενογένεση** (Curculionidae Coleoptera, αφίδες)



# Είδη παρθενογένεσης (2)

- **Υποχρεωτική θηλυτόκος παρθενογένεση** (Curculionidae Coleoptera, αφίδες Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera): δεν υπάρχουν άρρενα, ή είναι πολύ σπάνια και μερικές φορές δεν συζεύγονται και δίνει πάντα θήλεα. Τα ωά παράγονται χωρίς μείωση (**απομικτική παρθενογένεση**) ή με μείωση και αργότερα με διπλασιασμό του χρωμοσωμικού αριθμού, π.χ. σύντηξης πυρήνα ωαρίου με πολικό σωματίο (**αυτομικτική παρθενογένεση**)
- **Κυκλική παρθενογένεση** (αφίδες): μεταξύ μίας ή περισσότερων γενεών με υποχρεωτική παρθενογένεση παρεμβάλλεται, κατά την ψυχρή εποχή του έτους, μία έμφυλη γενεά. Σε ορισμένες αφίδες, η γενεά που προηγείται της έμφυλης αποτελείται από θήλεα ενός τύπου που γεννούν άρρενα και θήλεα.





# Ερμαφροδιτισμός

- **Ερμαφροδιτισμός:** σε ένα άτομο, τα αναπαραγωγικά συστήματα και των δύο φύλων λειτουργούν
  - **Λειτουργικός** ερμαφροδιτισμός: απαντάται στο έντομο *Icerya purhasi*, στο οποίο τα κανονικά άρρενα είναι σπάνια
  - **Μη-λειτουργικός** ερμαφροδιτισμός (τερμίτες), όλα τα άρρενα έχουν και μία καλοανεπτυγμένη ωοθήκη που συνδέει τα πρόσθια άκρα των όρχεων. Ωστόσο, τα ωάρια που παράγει αυτή η ωοθήκη δεν ωριμάζουν ποτέ και δεν δίνουν έμβρυα



# Στειρότητα

- Μη δημιουργία ώριμων γαμετών, λόγω ατροφίας ή μη-κανονικής λειτουργίας των γονάδων
  - **Φυσιολογική** στειρότητα: παρουσιάζεται σε έντομα που ζουν κοινωνικά (εργάτριες & στρατιώτες σε τερμίτες, μέλισσες, σφήκες), λόγω ανεπαρκούς θρέψης τους κατά το προνυμφικό στάδιο ή επίδραση των ορμονών, που παράγουν τα αναπαραγωγικά άτομα της κοινότητας
  - **Παρασιτική** στειρότητα: οφείλεται σε παρουσία παρασίτων (εντόμων ή νηματωδών) στο σώμα του εντόμου-ξενιστού. Οι ωοθήκες ατροφούν και οι όρχεις παράγουν ελαττωματικά σπερματοζωάρια, παρόλο που διατηρούν το κανονικό τους μέγεθος



# Άλλα είδη αναπαραγωγής

- **Γυνογένεση (ψευδογαμία):** σπάνιο φαινόμενο. Τα σπερματοζωάρια χρειάζονται για να ενεργοποιήσουν το ωάριο, αλλά ο πυρήνας τους δεν συντήκεται με του ωαρίου
- **Παιδογένεση (Cecidomyiidae Diptera, ορισμένα Coleoptera):** οι προνύμφες τεκνοποιούν μιας και φέρουν ανεπτυγμένες και λειτουργικές ωοθήκες και τα έμβρυα στα ωάρια αναπτύσσονται παρθενογενετικά
- **Πολυεμβρυονία (παρασιτικά Hymenoptera):** από ένα ωό ή ωάριο παράγονται δύο ή περισσότερα, συνήθως πολλά, έμβρυα



# Βιβλιογραφία

Ζωάκη-Μαλισσιόβα, Δ. (1988). Μαθήματα Φυτοπροστασίας II-Ζωικοί Εχθροί, ΤΕΙ Ηπείρου, 102 σελ.

Ζωάκη, Δ. & Παπαχρήστος, Δ. (2004). Σημειώσεις για τα εργαστήρια των ζωικών εχθρών, Μέρος πρώτο. ΤΕΙ Ηπείρου, 130 σελ.

Τζανακάκης, Μ. Ε. (1995). Εντομολογία. Studio University Press, 501 σελ.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Δρ Δήμητρα Ζωάκη Μαλισιόβα.

Ζωικοί Εχθροί Θεωρία. Εσωτερική μορφολογία & φυσιολογία των εντόμων.

Έκδοση: 1.0. Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG102/>>

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κλ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



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

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



# Τέλος Ενότητας

## Επεξεργασία: Δρ Αντωνόπουλος Δημήτριος

*Γεωπόνος-Φυτικής Παραγωγής ΓΠΑ*

*Γεωπόνος-Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας ΓΠΑ*

*ΕΠΠΑΙΚ ΑΣΠΑΙΤΕ*

*ΜΔΕ (MPhil) Φυτοπροστασίας ΓΠΑ*

*ΜΔΕ (MSc) Ασφάλειας Τροφίμων WUR*

*ΔΔ (PhD) Φυτοπαθολογίας ΓΠΑ*

*Μετα-ΔΔ (Post-Doc) Φυτοπαθολογίας NCSU USA*

*Μετα-ΔΔ (Post-Doc) Φυτοπαθολογίας ΓΠΑ-ΙΚΥ*

## Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

