



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ζωολογία II

Ενότητα 3^η. Αισθήσεις (Διάλεξη 1η)

Σκαρλάτος Ντέντος, Επίκουρος Καθηγητής
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Βιολογίας

Αισθήσεις – Αισθητήρια Όργανα

Θα αναπτυχθούν τα εξής θέματα:

- Νευρώνες - Νευρικές συνάψεις
- Εξέλιξη νευρικών συστημάτων
- Περιφερειακό Νευρικό Σύστημα
 - Αισθητήρια όργανα

Σκαρλάτος Ντέντος
(sdedos2biol.uoa.gr)



Σκοπός της διάλεξης

- Να παρουσιάσει τους τρόπους με τους οποίους γίνεται αντιληπτό το περιβάλλον από τα ζώα.
- Να αναδείξει τη σημασία των αισθητήριων οργάνων στην προσαρμογή, επιβίωση και ανάπτυξη των ζωικών ειδών.
- Να παραθέσει βασικές έννοιες και γνώσεις που θα αποτελέσουν θεμέλιο για την κατανόηση περαιτέρω εξειδικευμένων μαθημάτων στα επόμενα εξάμηνα.



Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Όταν θα έχετε ολοκληρώσει τη μελέτη του κεφαλαίου και του υλικού που παρουσιάζεται στη διάλεξη θα είσαστε σε θέση να:

- περιγράφετε τους μηχανισμούς με τους οποίους λειτουργούν τα αισθητήρια όργανα στα ζώα.
- διακρίνετε τις διαφορετικές προσαρμογές που έχουν αναπτύξει τα ζώα για να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον που διαβιούν.
- εξηγείτε τους διαφορετικούς μηχανισμούς που μετατρέπουν μια χημική αντίδραση σε συμπεριφορά.

Λέξεις – κλειδιά:

Νευρώνες-Νευρικές συνάψεις, Κανάλια κατιόντων, Φωτοχημική αντίδραση.



Νευρώνας (νευρικό κύτταρο)

Μερικά χαρακτηριστικά των νευρώνων

- Διακρίνονται σε:

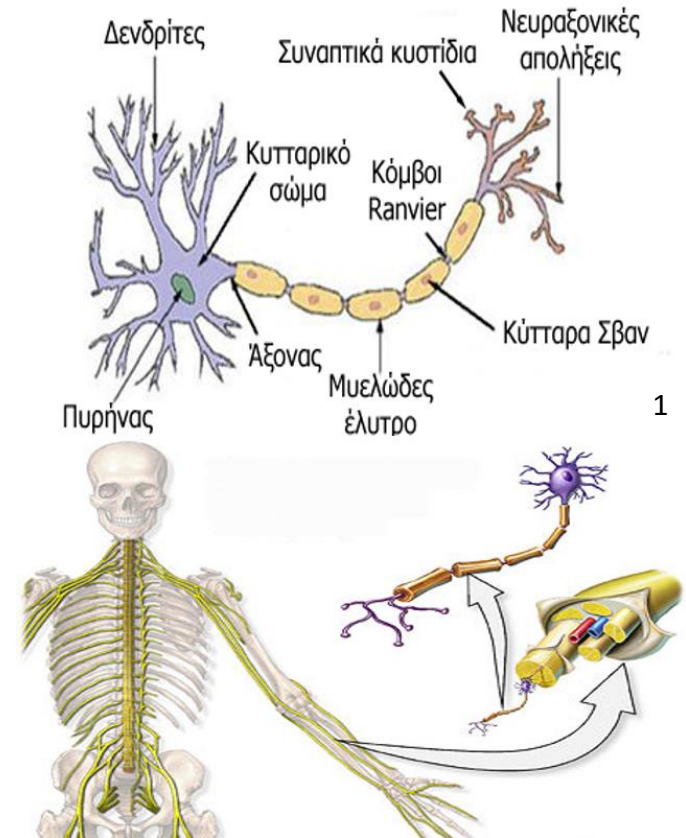
1) προσαγωγούς (ή αισθητικούς)

2) απαγωγούς (ή κινητικούς)

3) διάμεσους

- Οι προσαγωγοί και απαγωγοί βρίσκονται εκτός κεντρικού νευρικού συστήματος. Οι διάμεσοι αποκλειστικά στο κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ). Στα Σπονδυλόζωα οι νευράξονες συσσωματώνονται και περιβάλλονται από ένα στρώμα συνδετικού ιστού και σχηματίζουν ένα **νεύρο**.

- Τα κυτταρικά σώματα αυτών των νευραξόνων είναι τοποθετημένα είτε στο ΚΝΣ είτε σε **γάγγλια** (μάζες νευρικών κυττάρων εκτός ΚΝΣ).



1

2



Νευρογλοιακά κύτταρα

Μερικά βασικά χαρακτηριστικά των νευρογλοιακών κυττάρων

- **Νευρογλοιακά κύτταρα:** Κύτταρα που περιβάλλουν τους νευρώνες

Υπάρχουν **2 είδη** νευρογλοιακών κυττάρων:

Τα **μικρογλοιακά** και τα **μακρογλοιακά** κύτταρα

- Τα **μικρογλοιακά** κύτταρα είναι μια κατηγορία **μακροφάγων** που συμμετέχουν στην αναγεννητική διεργασία των νευρώνων.
- Τα **μακρογλοιακά** κύτταρα είναι πολλών ειδών: **Αστροκύτταρα, Επενδυτικά κύτταρα, Ακτινωτά κύτταρα, Δορυφορικά κύτταρα, Ολιγοδενδροκύτταρα και τα Κύτταρα του Schwann.**
- Τα **Ολιγοδενδροκύτταρα** και τα **Κύτταρα του Schwann** δημιουργούν τη θήκη της μυελίνης.



Νευρώνες – Νευρογλοιακά κύτταρα 1/6

Χαρακτηριστικά της θήκης της μυελίνης

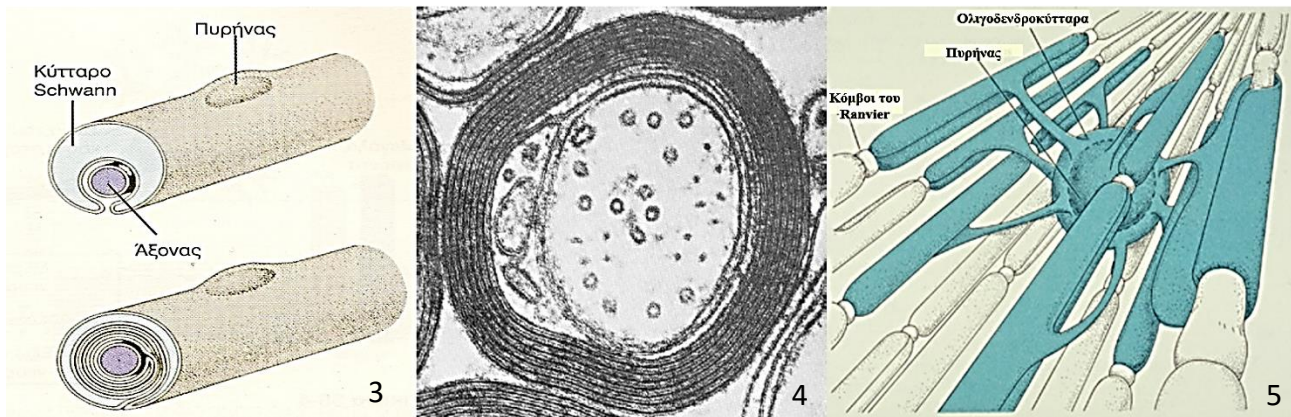
- Δημιουργείται από τα **ολιγοδενδροκύτταρα** στο κεντρικό νευρικό σύστημα και τα **κύτταρα του Schwann** στο περιφερικό νευρικό σύστημα
- Σύσταση: 75% λιπίδια και 25% πρωτεΐνες
- Σύσταση των λιπιδίων της μυελίνης: **Γαλακτοκερεβροζίτες, Γαλακτοσουλφίδια, Σφιγγομυελίνη, Χοληστερόλη, Σύμπλοκα Αιθανολαμίνης**
- Σύσταση των πρωτεϊνών της μυελίνης: **ΠρωτεοΛιπιδική Πρωτεΐνη (PLP), Βασική Πρωτεΐνη Μυελίνης (MBP), Γλυκοπρωτεΐνη των Ολιγοδενδροκυττάρων ((MOG)**
- Ρόλος της Μυελίνης:
 - 1) Αυξάνει την ταχύτητα μετάδοσης της νευρικής ώσης
 - 2) Μειώνει της ενεργειακές απαιτήσεις για τη μετάδοση της ώσης
 - 3) Μειώνει το χώρο που καταλαμβάνουν τα νεύρα
 - 4) Αυξάνει την αντίσταση και μειώνει την χωρητικότητα της ώσης



Νευρώνες – Νευρογλοιακά κύτταρα 2/6

Ωφέλη παρουσίας της θήκης της μυελίνης

- Η παρουσία της θήκης της μυελίνης είναι χαρακτηριστικό των **Γναθόστομων Σπονδυλοζώων** αλλά παρόμοιες δομές έχουν βρεθεί και στους **Γαιοσκώληκες** και σε **Αρθρόποδα**.
- Η **θήκη της μυελίνης** σε συνδυασμό με τους **κόμβους του Ranvier** βοηθά στη διαβίβαση του δυναμικού διέγερσης από κόμβο σε κόμβο (**διαβίβαση με άλματα**) και όχι σε κύματα. Έτσι ένας εμύελος νευράξονας βατράχου (με διάμετρο π.χ. 12 μm) είναι εξίσου αποτελεσματικός με νευράξονα καλαμαριού διαμέτρου 350 μm.



Νευρώνες – Νευρογλοιακά κύτταρα 3/6

Δυναμικό ηρεμίας

Μέσα στον νευράξονα:

Na^+ : 18 mM, K^+ : 135 mM, , Ca^{2+} : 0,0001 mM, Cl^- : 7 mM

Έξω από τον νευράξονα:

Na^+ : 145 mM, K^+ : 3 mM, Ca^{2+} : 1,2 mM, Cl^- : 120 mM

Τα ιόντα Na^+ δεν διαπερνούν την κυτταρική μεμβράνη σε κατάσταση ηρεμίας

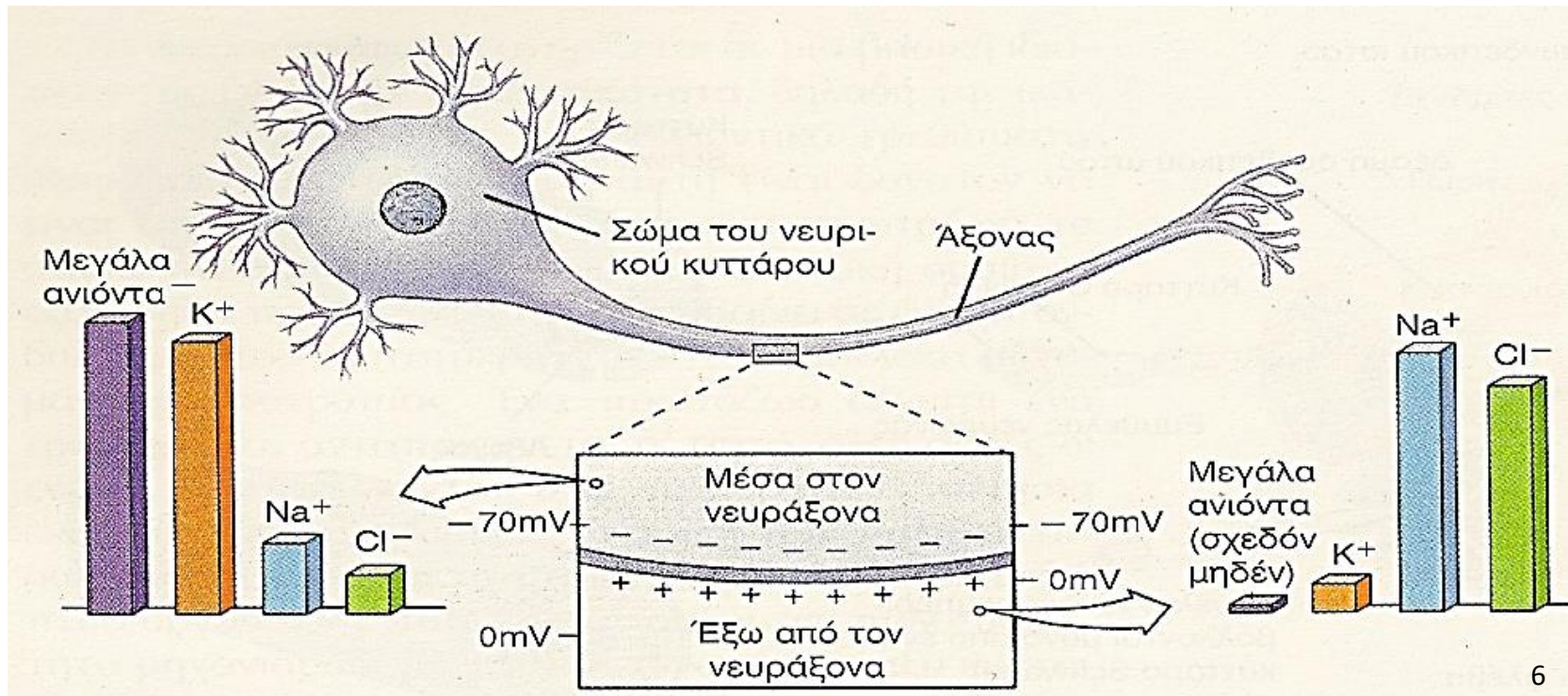
Τα ιόντα K^+ μετακινούνται μέσω της κυτταρικής μεμβράνης αλλά η κίνησή τους προς τα έξω ελέγχεται.

Το δυναμικό της μεμβράνης σε ηρεμία είναι περίπου -70 mV ή 0.07 Volts ανά 3.5×10^{-7} (πάχος κυτταρικής μεμβράνης) cm ή 200000 Volts ανά cm.



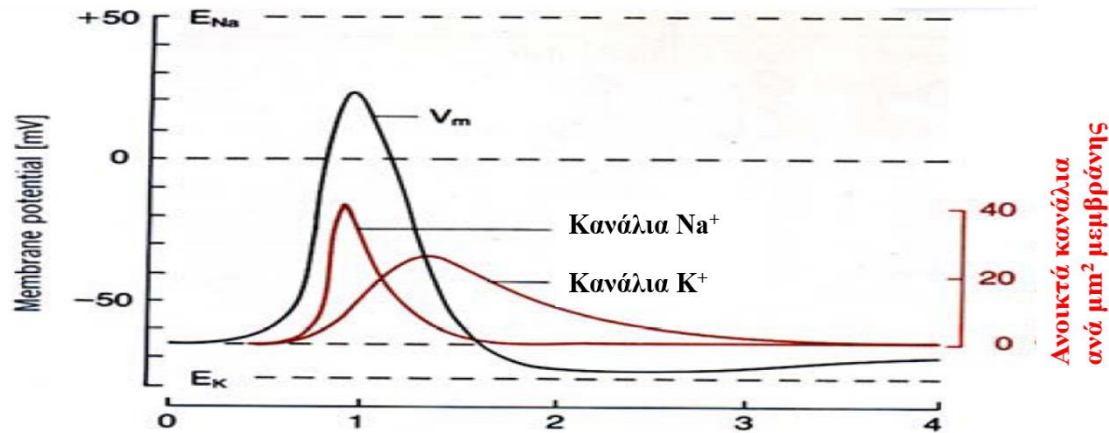
Νευρώνες – Νευρογλοιακά κύτταρα 4/6

Το εσωτερικό της κυτταρικής μεμβράνης είναι αρνητικά φορτισμένο

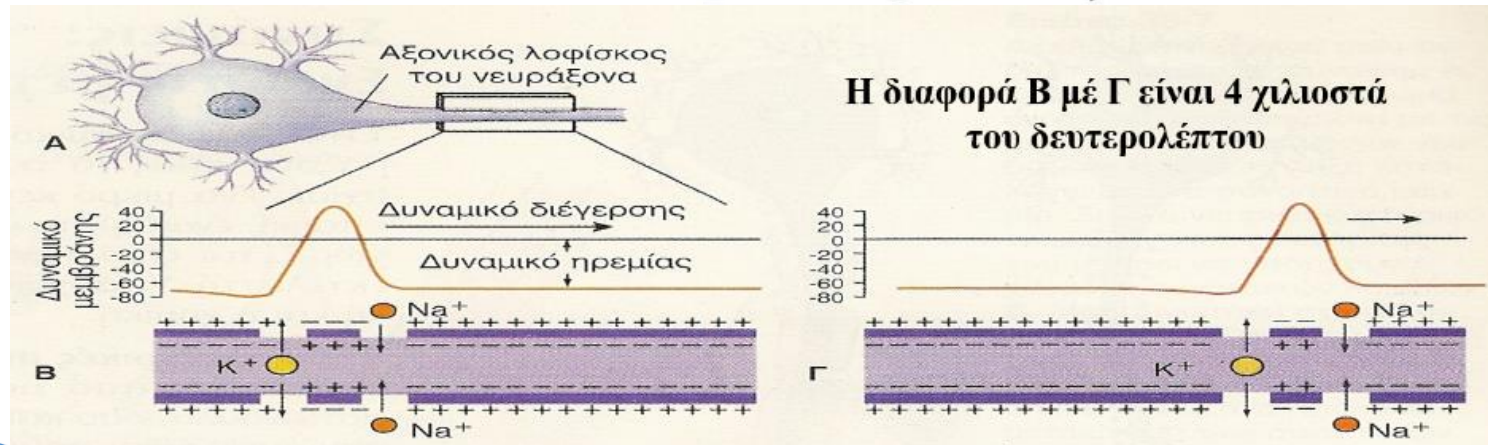


Νευρώνες – Νευρογλοιακά κύτταρα 5/6

Δυναμικό διέγερσης = εκπόλωση της μεμβράνης της νευρικής ίνας ακολουθούμενη από την επαναπόλωση



7



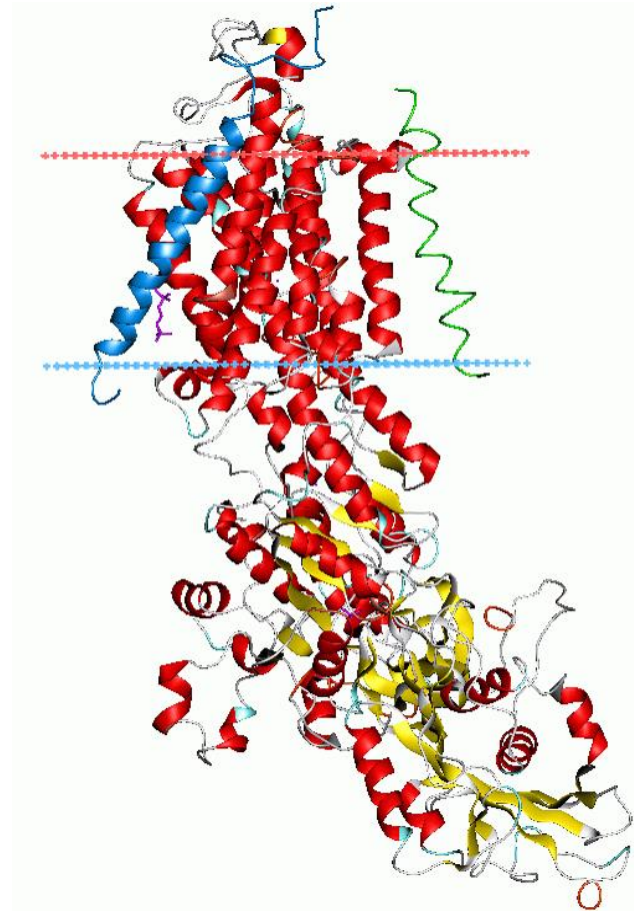
8



Νευρώνες – Νευρογλοιακά κύτταρα 6/6

Δυναμικό ηρεμίας-Αντλία Νατρίου

- Η **αντλία νατρίου** είναι σύμπλεγμα πρωτεϊνικών υπομονάδων και λειτουργεί σαν μια αντλία ανταλλαγής ιόντων νατρίου και καλίου αφού για κάθε 3 ιόντα νατρίου που αποβάλλονται από την αντλία εισέρχονται μέσω αυτής 2 ιόντα καλίου.
- Η μεταφορά του νατρίου γίνεται μέσω υδρόλυσης του ATP και η μεταφορά του καλίου είναι ενεργητική.
- Το σύμπλεγμα αυτό **βοηθά στην αποκατάσταση της διαβάθμισης του νατρίου και καλίου ανάμεσα στην κυτταρική μεμβράνη.**



9



Συνάψεις: Ενώσεις μεταξύ νεύρων 1/4

2 ειδών συνάψεις: Ηλεκτρικές και χημικές

Ηλεκτρικές συνάψεις: Δημιουργούν ένα αγωγίμο σύνδεσμο μεταξύ δύο γειτονικών νευρώνων μέσω χασμοσυνδέσεων (gap junctions).

Χαρακτηριστικά:

- 1) Ταχύτερη μεταφορά σήματος σε σχέση με τις χημικές συνάψεις.
- 2) Είναι αμφίδρομες.
- 3) Δεν έχουν κέρδος ισχύος (το σήμα μειώνεται σταδιακά).
- 4) Χαρακτηρίζουν τις γρήγορες αντανακλαστικές αντιδράσεις των ζώων.

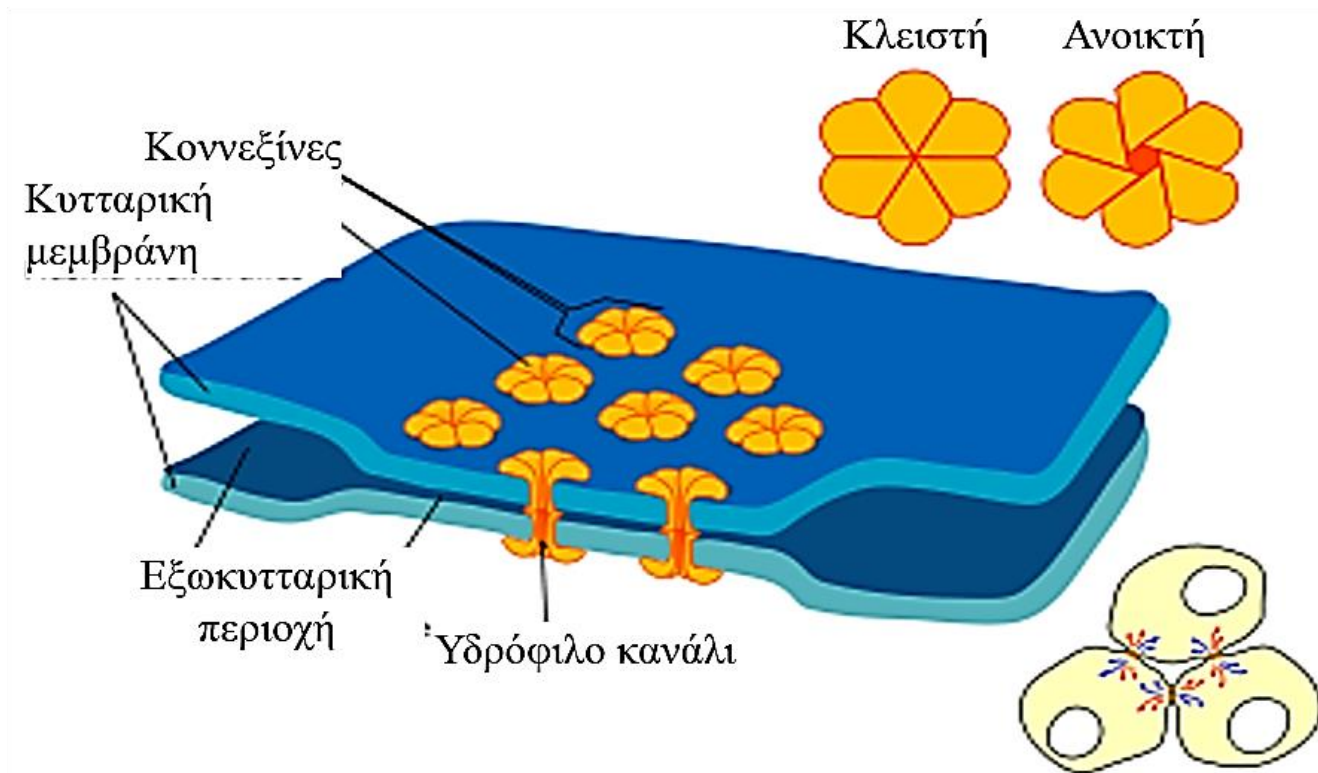
Στις χασμοσυνδέσεις η απόσταση μεταξύ δύο νευρώνων είναι 3,5 nm (ενώ στις χημικές συνάψεις είναι 20-40 nm).

Δομικά μόρια: Πρωτεΐνες

Κοννεξίνες (Σπονδυλόζωα), Ιννεξίνες (Ασπόνδυλα)



Συνάψεις: Ενώσεις μεταξύ νευρών 2/4



10



Συνάψεις: Ενώσεις μεταξύ νεύρων 3/4

Χημικές συνάψεις: μέσω νευροδιαβιβαστών

Νευροδιαβιβαστές:

1) Αμινοξέα:

- **Γλουταμινικό οξύ** στις διεγερτικές συνάψεις.
- **γ-αμινοβουτυρικό οξύ** στις ανασταλτικές συνάψεις.
- **Γλυκίνη** (ανταγωνιστής της η στρυχνίνη) στις ανασταλτικές συνάψεις.



Συνάψεις: Ενώσεις μεταξύ νεύρων 4/4

Χημικές συνάψεις: μέσω νευροδιαβιβαστών

Νευροδιαβιβαστές:

2) Μονοαμίνες:

- **Ντοπαμίνη** στο σύστημα επιβράβευσης-συσχέτιση με ναρκωτικές ουσίες.
- **Επινεφρίνη/νορεπινεφρίνη** στο μηχανισμό “μάχη ή φυγή”.
- **Ισταμίνη** στο μηχανισμό αφύπνισης.
- **Μελατονίνη** στο σύστημα ρύθμισης της περιόδου αναπαραγωγής.
- **Σεροτονίνη** στη συμπεριφορά των ζώων.



Συνάψεις: Ρόλος της ακετυλοχολινεστεράσης

Γιατί είναι σημαντικό ένζυμο;

- Βρίσκεται στις συναπτικές σχισμές και μετατρέπει την ακετυλοχολίνη σε **οξικό οξύ** και **χολίνη**. Αυτό επιτρέπει το σταμάτημα της δράσης της ακετυλοχολίνης ως νευροδιαβιβαστή. Αναστολή της δράσης του ενζύμου οδηγεί σε συνεχή δράση της ακετυλοχολίνης.
- Έχει αποτελέσει το ένζυμο-στόχο για: **οργανοφωσφορικές ενώσεις** (Μαλαθείο, Παραθείο, Σαρίν, Ταμπούν και άλλες ουσίες χημικού πολέμου) **καρβαμιδικές ενώσεις** (μια σειρά από εντομοκτόνα που ανήκουν στην κατηγορία των καρβαμιδικών) **φάρμακα για τη Νόσο του Alzheimer, φυσικές ουσίες** (δηλητήρια ή φυτικά παράγωγα).



11



Συνάψεις: Μετάδοση νευρικής ώσης 1/2

Η μετάδοση της νευρικής ώσης από τον ένα νευρώνα σε ένα άλλο είναι μια περίπλοκη διαδικασία που σχετίζεται με την παρουσία διεγερτικών ή/και ανασταλτικών συνάψεων.

Καθορίζεται από:

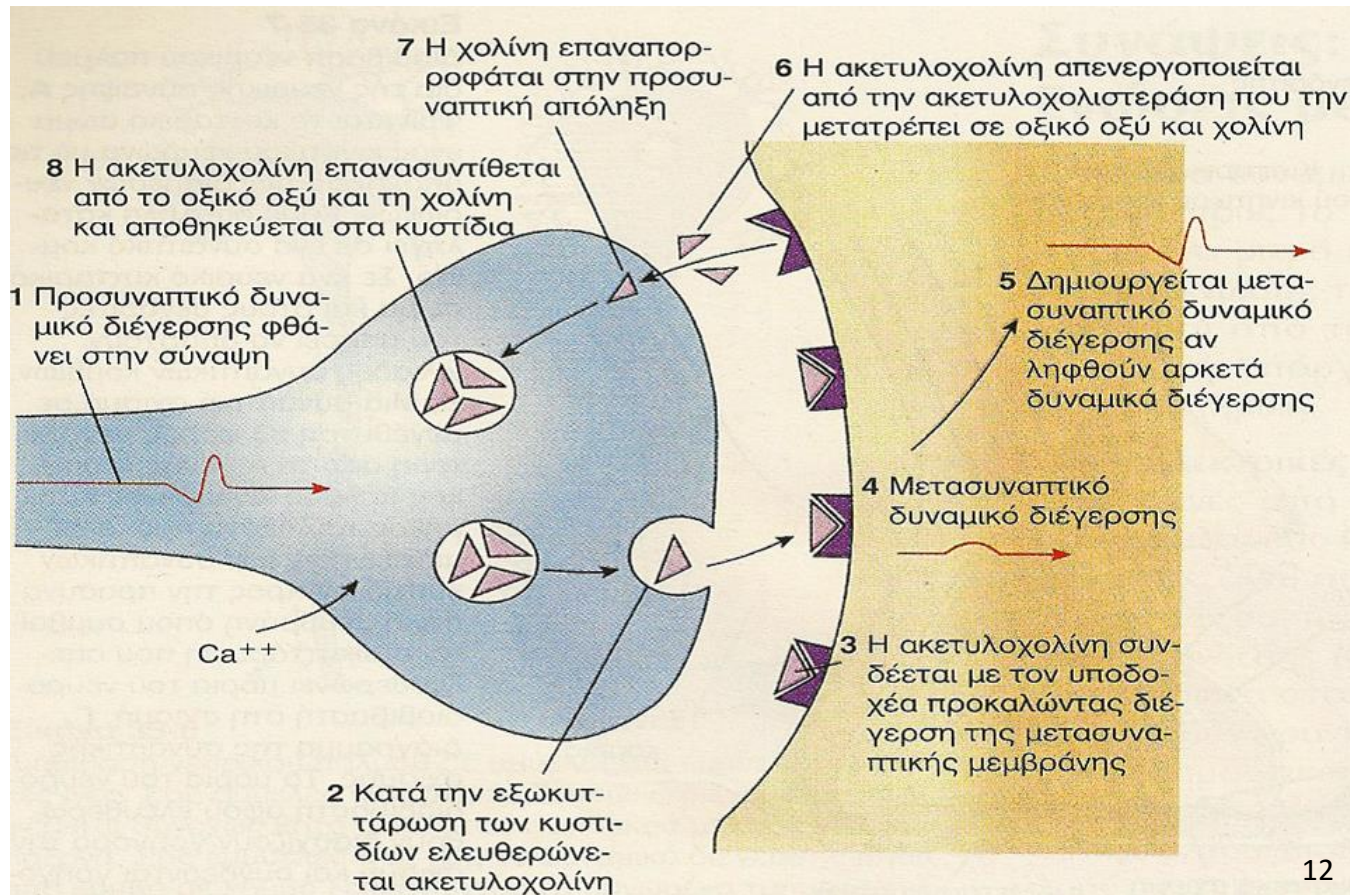
1. το είδος του νευροδιαβιβαστή που απελευθερώνεται στη νευρική σύναψη και εκπολώνει (διέγερση) ή υπερπολώνει (αναστολή) τον μετασυναπτικό νευρώνα,

αλλά και

2. το ισοζύγιο όλων των διεγερτικών και ανασταλτικών ερεθισμάτων που δέχεται ένας μετασυναπτικός νευρώνας έτσι ώστε να δημιουργηθεί δυναμικό διέγερσης.



Συνάψεις: Μετάδοση νευρικής ώσης 2/2

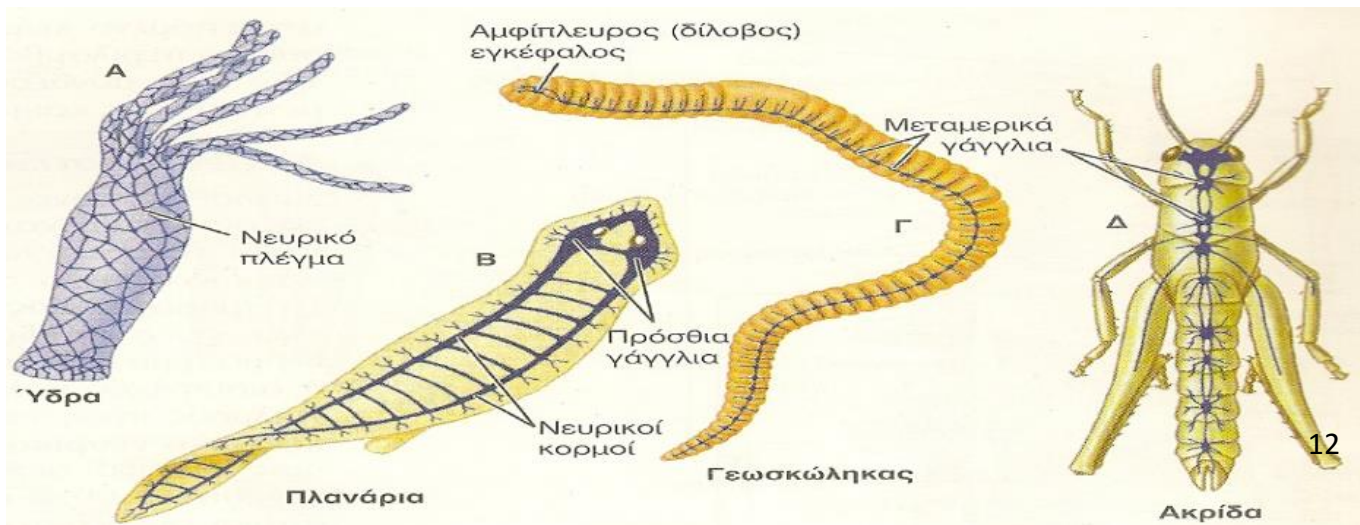


12



Εξέλιξη νευρικών συστημάτων 1/6

- Η απλούστερη οργάνωση νευρικού συστήματος παρουσιάζεται στα ακτινωτής συμμετρίας ζώα (ανεμώνες, ύδρες, μέδουσες):
- (Α): Μετάδοση ώσης προς όλες τις κατευθύνσεις, έλλειψη διαφοροποιημένων νευρώνων, μερικές επιλεκτικές αποκρίσεις. Επόμενη βαθμίδα: Αμφίπλευροι οργανισμοί (Πλατυέλμινθες)
- (Β): Παρουσία κεντρικού και περιφερειακού νευρικού συστήματος, 2 πρόσθια γάγγλια, παρουσία νευρικών κορμών κατά μήκος του σώματος.



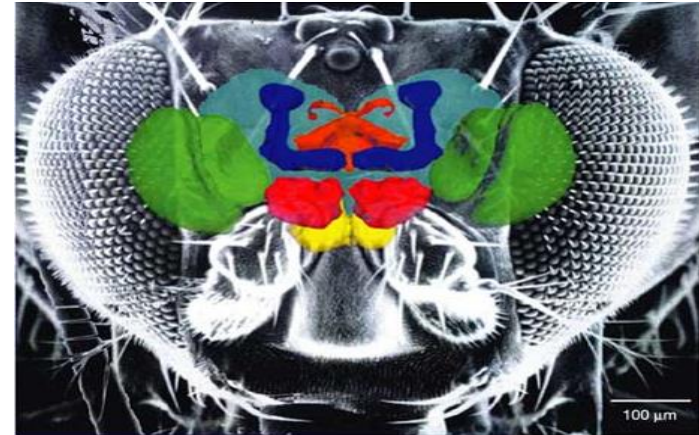
Εξέλιξη νευρικών συστημάτων 2/6

- Επόμενη βαθμίδα: Γαιοσκώληκες (Γ). Έχουν εγκέφαλο με 2 λοβούς, κεντρικό νευρικό σύστημα με 2 επιμήκη και ενωμένα νεύρα και πολλά γάγγλια. Φέρουν προσαγωγούς (αισθητήριους) και απαγωγούς (κινητήριους) νευρώνες.
- Επόμενη βαθμίδα: Αρθρόποδα (Δ). Έχουν εγκέφαλο με 2 λοβούς και γάγγλια και αισθητήριους νευρώνες με πολύπλοκη δομή. Στα ζώα αυτά έχουμε τις πρώτες ενδείξεις για δυνατότητα μάθησης με την παρουσία σχηματισμών που ονομάζονται **μανιταροειδή σώματα.....**

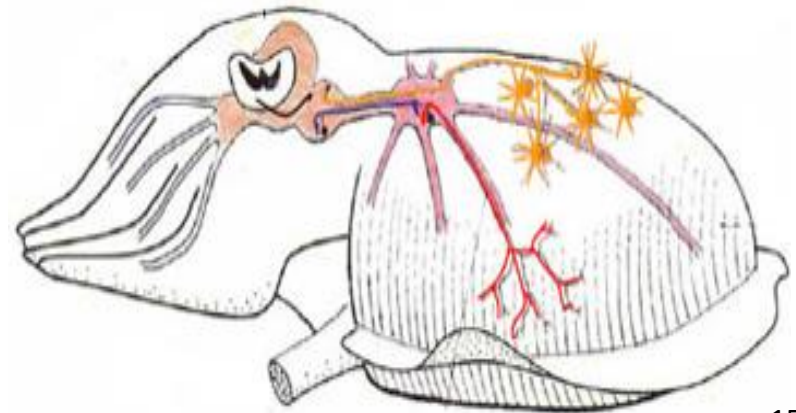


Εξέλιξη νευρικών συστημάτων 3/6

- Βλέπετε τα **μανιταροειδή σώματα** στον εγκέφαλο της *Drosophila melanogaster* (σε μπλέ).
- Το νευρικό σύστημα στα Κεφαλόποδα Μαλάκια εμφανίζει μερικές διαφορές με ανάπτυξη των γαγγλίων σε νευρικά κέντρα με πολύπλοκη δομή, ανάπτυξη των αισθητήριων νεύρων και δυνατότητα μάθησης.



14

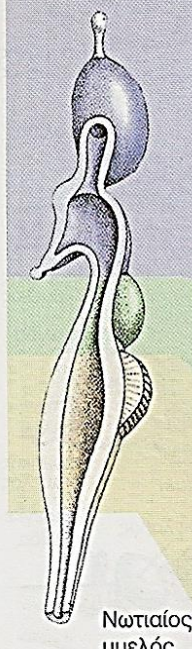


15



Εξέλιξη νευρικών συστημάτων 4/6

Τμήματα του εγκεφάλου Σπονδυλοζών προσεγκέφαλος (όσφρηση), μεσεγκέφαλος (όραση), ρομβεγκέφαλος (ακοή-ισορροπία)

	Εμβρυϊκή κύστη		Κύρια συστατικά στα ενήλικα	Λειτουργία
	Αρχικό έμβρυο	Τελικό έμβρυο		
 <p>Πρόσθιος εγκεφαλος (προσεγκέφαλος)</p>		Τελεγεγέφαλος	Εγκεφαλικά ημισφαίρια	Κινητική περιοχή, ελέγχει τις κινήσεις των μυών που υπόκεινται στη θέληση. Ο αισθητήριος φλοιός αποτελεί κέντρο της ενσυνείδητης αντίληψης της αφής, της πίεσης, του πόνου, της θερμοκρασίας και της γεύσης. Οι συνειρμικές περιοχές ολοκληρώνουν και διαβιβάζουν τα αισθητήρια δεδομένα.
		Διεγέφαλος	Θάλαμος Υποθάλαμος	Τμήμα του μεταχιακού συστήματος: ολοκληρώνει την αισθητήρια πληροφόρηση που φθάνει στον θάλαμο. Προεκτείνεται στους εγκεφαλικούς μεταωπικούς λοβούς. Ελέγχει τις αυτόνομες λειτουργίες (δίψα, πείνα, ερωτική επιθυμία), καθώς και την αναπαραγωγική συμπεριφορά. Συμμετέχει στις συγκινησιακές αποκρίσεις, εκκρίνει ADH, οξυτοκίνη, εκκρίνει εκλυτικές ορμόνες για την ρύθμιση της πρόσθιας υπόφυσης.
<p>Μέσος εγκεφαλος (μεσεγκέφαλος)</p>		Μεσεγέφαλος	Οπτικοί λοβοί (οροφή) Πυρήνας μεσεγκέφαλου	Συντονίζει την οπτική πληροφόρηση με άλλα αισθητήρια δεδομένα. Μεταφορά ακουστικής πληροφόρησης. Ακουσίος έλεγχος του μυϊκού τόνου. Επεξεργασία των εισερχομένων αισθήσεων και των εξερχομένων κινητικών εντολών.
		Μετεγέφαλος	Παρεγκεφαλίδα	Ακουσίος συντονισμός και έλεγχος των κινήσεων που σχετίζονται με την ισορροπία, τον μυϊκό τόνο και την στάση του σώματος.
<p>Οπίσθιος εγκεφαλος (ρομβεγκέφαλος)</p> <p>Νωτιαίος μυελός</p>		Μυελεγέφαλος	Εγκεφαλικές γέφυρες	Συνδέουν την παρεγκεφαλίδα με άλλα κέντρα του εγκεφάλου και με τον προμήκη μυελό και τον νωτιαίο μυελό. Τροποποιούν τις εντολές των αναπνευστικών κέντρων στον προμήκη μυελό.
			Προμήκης μυελός	Ρυθμίζει τον καρδιακό παλμό και την δύναμη της συστολής. Ελέγχει την κινητικότητα των αγγείων, ρυθμίζει τον ρυθμό αναπνοής. Μεταφέρει την πληροφόρηση προς την παρεγκεφαλίδα.



Εξέλιξη νευρικών συστημάτων 5/6

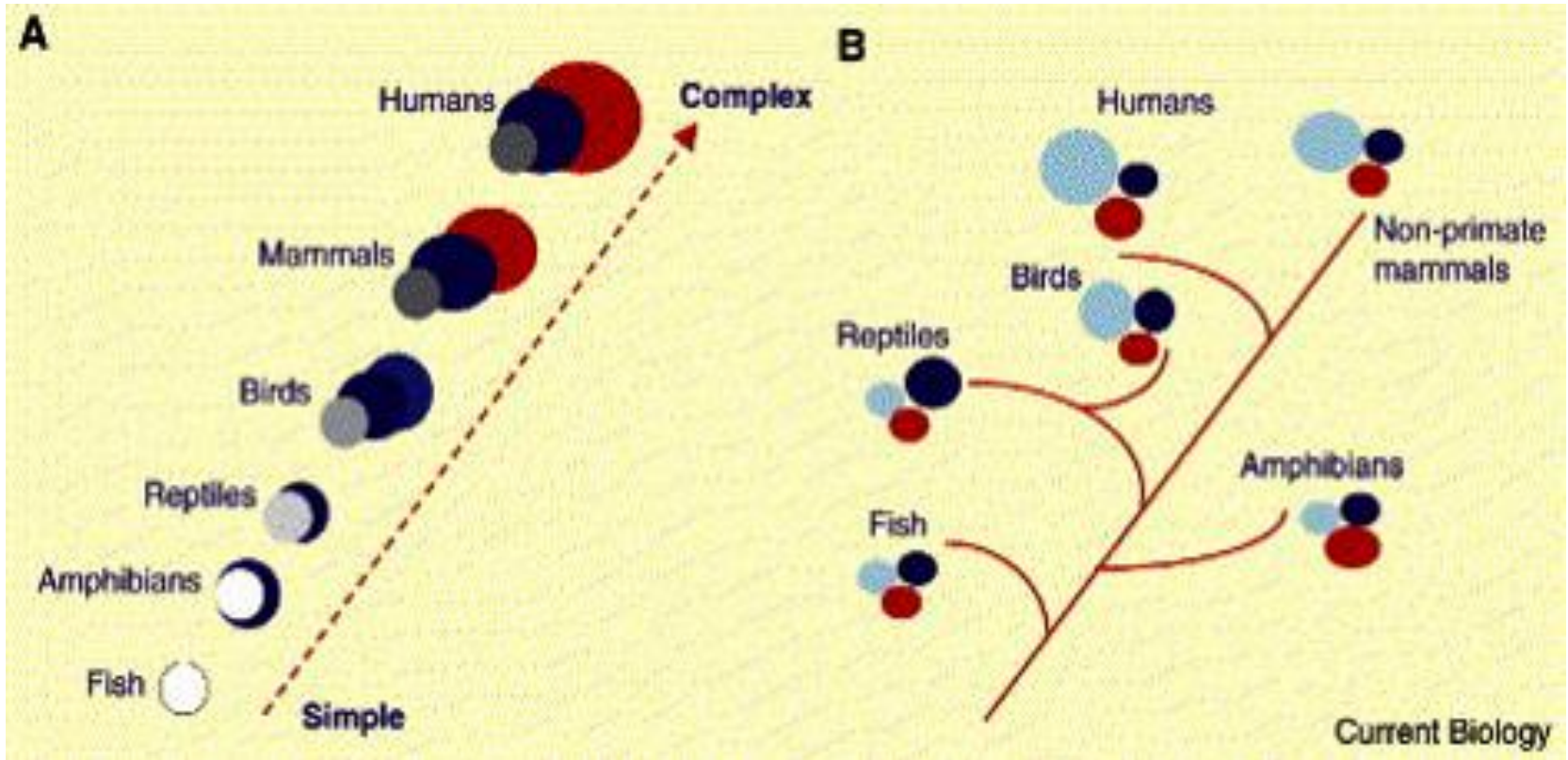
Emery NJ., Clayton NS. (2005) Evolution of the avian brain and intelligence. *Current Biology*, 15, R946-950.

Jarvis, E. et al. (2005) Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 151-159.

Δεδομένης της εξέλιξης από τα ερπετά μέσω των **Σαυρόψιδων** (πουλιά, δεινόσαυροι) και των **Θηραψιδωτών** (θηλαστικά), οι συγγραφείς αυτοί προτείνουν ότι οι νευρικές δομές ενυπάρχουν και στην εξελικτική πορεία αυξάνονται σε μέγεθος. Δεν εμφανίζονται νέες δομές αλλά εξελίσσονται ήδη υπάρχουσες. Αυτό οδηγεί στην αντίληψη ότι τα πουλιά είναι έξυπνα.



Εξέλιξη νευρικών συστημάτων 6/6



17



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, Σκαρλάτος Ντέντος, Επίκουρος Καθηγητής. «Ζωολογία II. Ενότητα 3. Αισθήσεις (Διάλεξη 1η)». 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 1/3

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

Εικόνα 1. Διάγραμμα της δομής ενός νευρώνα. Wikipedia The Free Encyclopedia.

Σύνδεσμος:<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%B5%CF%85%CF%81%CE%AC%CE%BE%CE%BF%CE%BD%CE%B1%CF%82> Πηγή:

Εικόνα 2. Copyright © 2010-2015 Neurocenter.gr - All rights reserved. Σύνδεσμος:

<http://www.neurocenter.gr/moudiasma-sto-xeri-i-sto-podi.html>. Πηγή:<http://www.neurocenter.gr/>.

Εικόνα 3. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.

Εικόνα 4. Copyright © Gwen Childs Jones, Ph.D. 1995. Σύνδεσμος: <http://cytochemistry.net/cell-biology/membrane.htm>. Πηγή:<http://www.cytochemistry.net>

Εικόνα 5. Copyright: This set of web pages is based upon a lecture prepared by Steve DeArmond in the UCSF "old curriculum" Path 102 course. Most of the images and portions of the text were taken directly from his lecture and the accompanying syllabus chapter, with his permission. Σύνδεσμος: http://missinglink.ucsf.edu/lm/ids_104_cns_injury/Response%20to_Injury/Oligodendroglia.htm. Πηγή:http://missinglink.ucsf.edu/lm/ids_104_cns_injury/Response%20to_Injury/ResptoInjury.htm.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 2/3

Εικόνα 6. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.

Εικόνα 7. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.

Εικόνα 8. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.

Εικόνα 9. Bomba de sódio. Wikipedia the Free Encyclopedia. Creative Commons Licence. Σύνδεσμος: https://pt.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_s%C3%B3dio Πηγή:

Εικόνα 10. Gap Junctions. Wikipedia the Free Encyclopedia. Creative Commons Licence. Σύνδεσμος: https://de.wikipedia.org/wiki/Gap_Junction. Πηγή:

Εικόνα 11. Copyrighted.

Εικόνα 12. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 3/3

Εικόνα 13. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8

Εικόνα 14. The mushroom bodies are indicated in blue. Copyright © 2008 Nature Publishing Group - All Rights Reserved . Σύνδεσμος: <http://www.neuroscience-gateway.org/2007/070426/full/aba1737.shtml> Πηγή:

Εικόνα 15. Copyright © Genoscope - Centre National de Séquençage. Σύνδεσμος: <http://153417098987157315.weebly.com/biology.html>. Πηγή: <http://www.cns.fr/spip/-Sepia-officinalis,531-.html>

Εικόνα 16. Copyright 2011 Εκδόσεις Utopia. Πηγή: Ζωολογία II Ολοκληρωμένες Αρχές, Τόμος II. Hickman, Roberts, Keen, Larson, ΆAnson, Eisenhour. 14η Αμερικάνικη – 2η Ελληνική Έκδοση. Εκδόσεις Utopia, ISBN: 978-960-99280-3-8.

Εικόνα 17. Copyright Emery and Clayton 2005. Σύνδεσμος: <http://people.eku.edu/ritchisong/birdbrain.html>. Πηγή: Emery, N. J. and N. S. Clayton. 2005. Evolution of the avian brain and intelligence. Current Biology 15: R946-R950.

