

# Νευρικό σύστημα Δομή και λειτουργία νευρικών κυττάρων



ΠΑΥΛΙΝΑ ΚΟΥΤΣΟΚΩΣΤΑ  
ΒΙΟΛΟΓΟΣ-ΓΕΩΠΟΝΟΣ, MEd, MSc

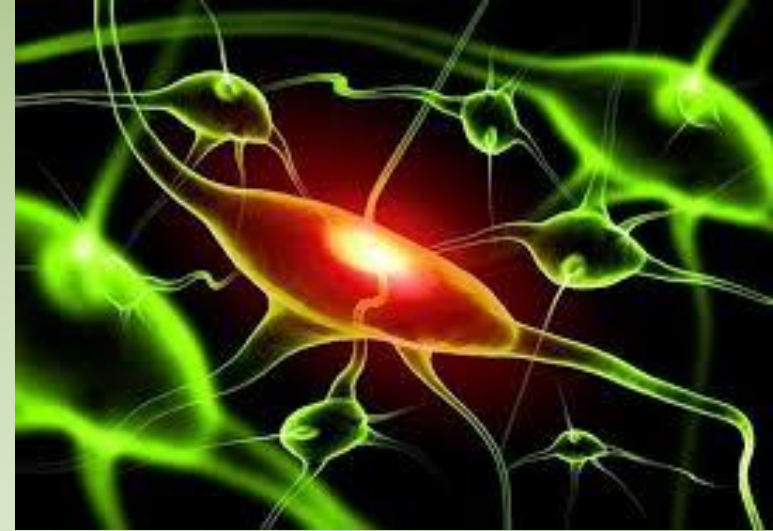
**Ας θυμηθούμε....**

**Ομοιόσταση είναι η ικανότητα του οργανισμού να διατηρεί σταθερό το εσωτερικό του περιβάλλον. Σε αυτό συμβάλουν το νευρικό σύστημα μαζί με το σύστημα των ενδοκρινών αδένων.**

**Ο οργανισμός αντιλαμβάνεται τις αλλαγές και δρα ανάλογα ,για να τις αντιμετωπίσει, με την εξής διαδικασία:**

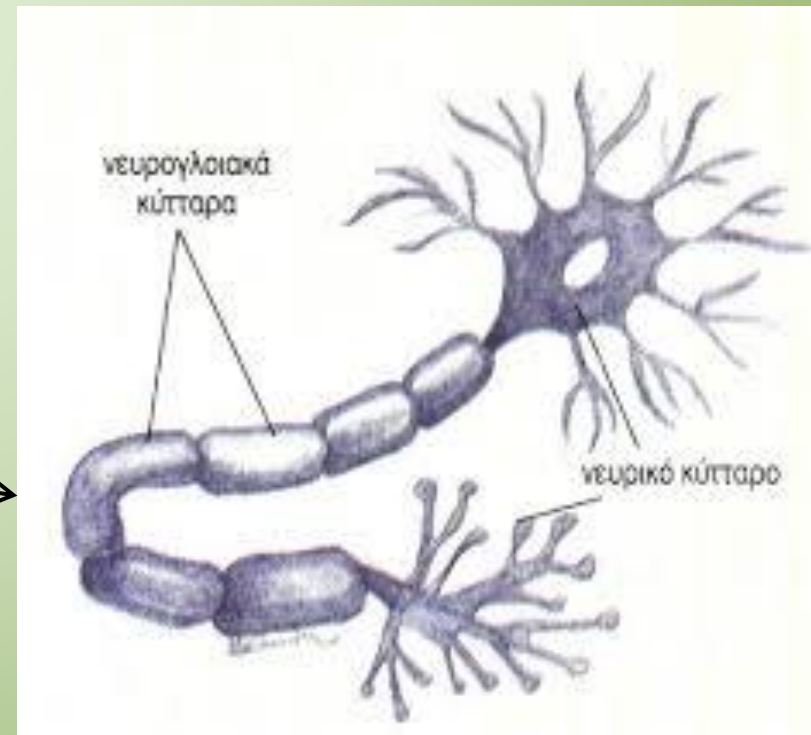
- **Οι πληροφορίες για τις μεταβολές συλλέγονται από τους υποδοχείς και**
- **Μεταβιβάζονται στο ΚΝΣ (κεντρικό νευρικό σύστημα), όπου επεξεργάζονται.**
- **Το ΚΝΣ δίνει κατάλληλες εντολές στους μύες και στους αδένες.**
- **Αυτοί με τη σειρά τους προσαρμόζουν τις λειτουργίες του οργανισμού ανάλογα με τις μεταβολές του περιβάλλοντος.**

- Όργανα του νευρικού συστήματος είναι :
- **Εγκέφαλος**
- **Νωτιαίος μυελός**
- **Νεύρα**



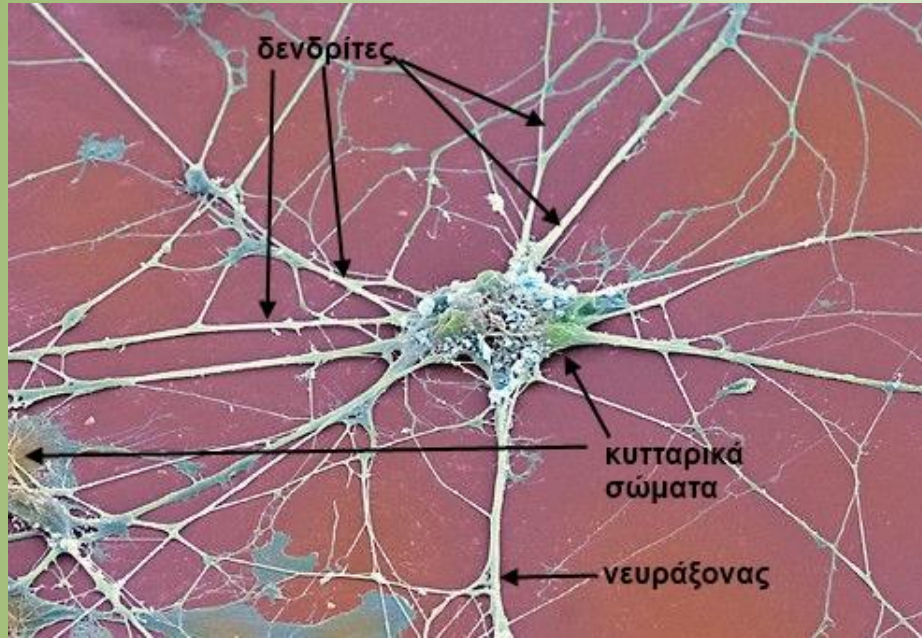
Όλα τους αποτελούνται από νευρικό ιστό δηλ.

- νευρικά κύτταρα ή νευρώνες
- νευρογλοιακά κύτταρα



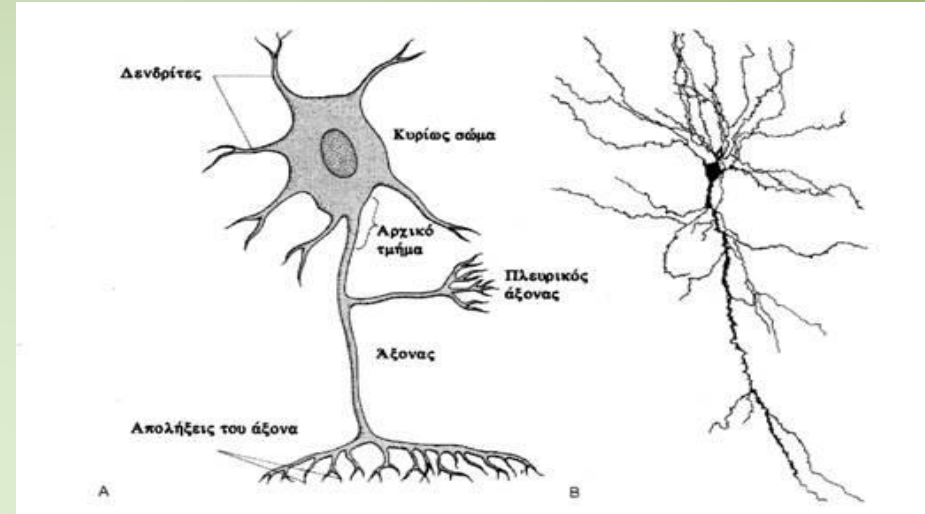
## Οι νευρώνες

Κάθε νευρώνας αποτελείται από το κυτταρικό σώμα



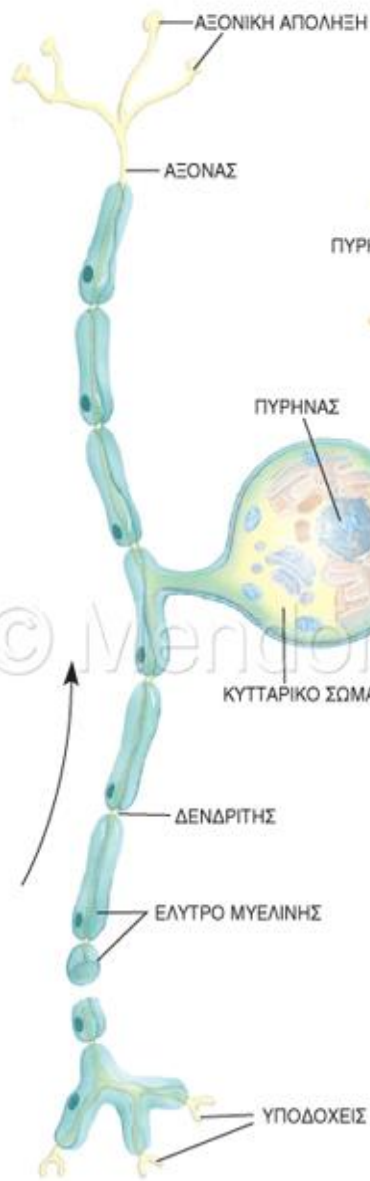
και τις αποφυάδες δηλ.  
**Το νευράξονα και  
Τους δενδρίτες**

- Οι δενδρίτες έχουν πολλές διακλαδώσεις και είναι μικροί σε μήκος

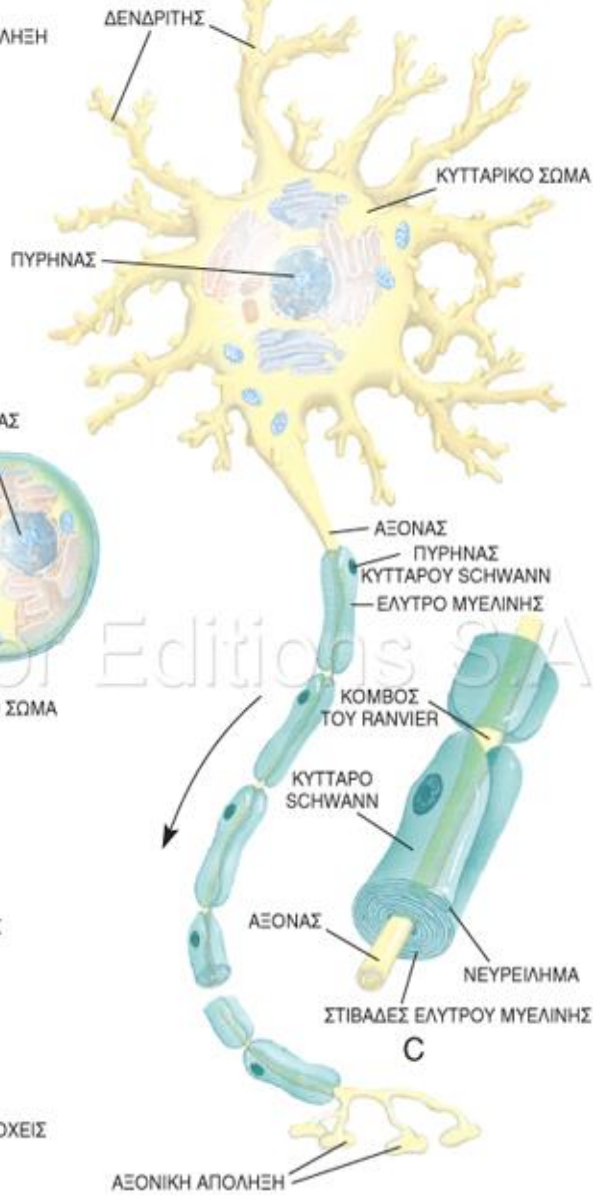


Ο νευράξονας μπορεί να φτάσει και το ένα μέτρο μήκος. Διακλαδίζεται σε πολλές απολήξεις κάθε μια από τις οποίες καταλήγει σε ειδικό άκρο , **το τελικό κομβίο.**

ΠΡΟΣΑΓΩΓΟΣ (ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΣ) ΝΕΥΡΩΝΑΣ



ΑΠΑΓΩΓΟΣ (ΚΙΝΗΤΙΚΟΣ) ΝΕΥΡΩΝΑΣ



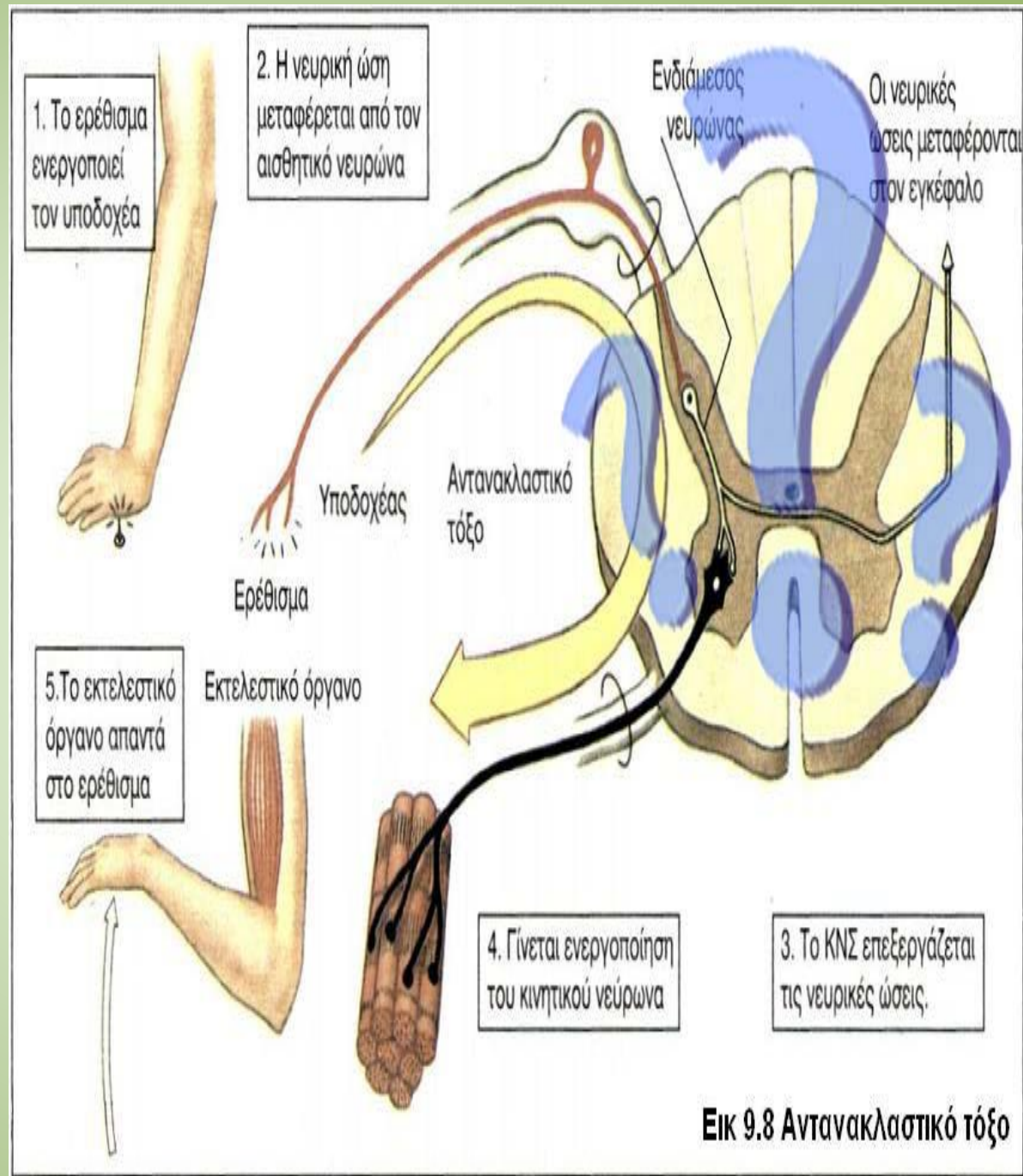
ΔΟΜΗ ΝΕΥΡΩΝΑ

(Α) αισθητήριος νευρώνας, (Β) κινητικός νευρώνας, (τα βέλη υποδηλώνουν τη διεύθυνση της μετάδοσης της ώσης) (Γ) το έλυτρο μυελίνης και το νευρείλημα το οποίο σχηματίζεται από κύτταρα Schwann

Οι νευρώνες ανάλογα με τη λειτουργία τους διακρίνονται σε **αισθητικούς**, που μεταφέρουν μηνύματα από τις διάφορες περιοχές του σώματος στο νωτιαίο μυελό και στον εγκέφαλο **κινητικούς**, που μεταφέρουν τα μηνύματα από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό στα εκτελεστικά όργανα δηλαδή στους μύες και στους αδένες. Αυτοί απαντούν είτε με σύσπαση (μύες), είτε με έκκριση ουσιών (αδένες).

Και σε **ενδιάμεσους ή συνδετικούς**

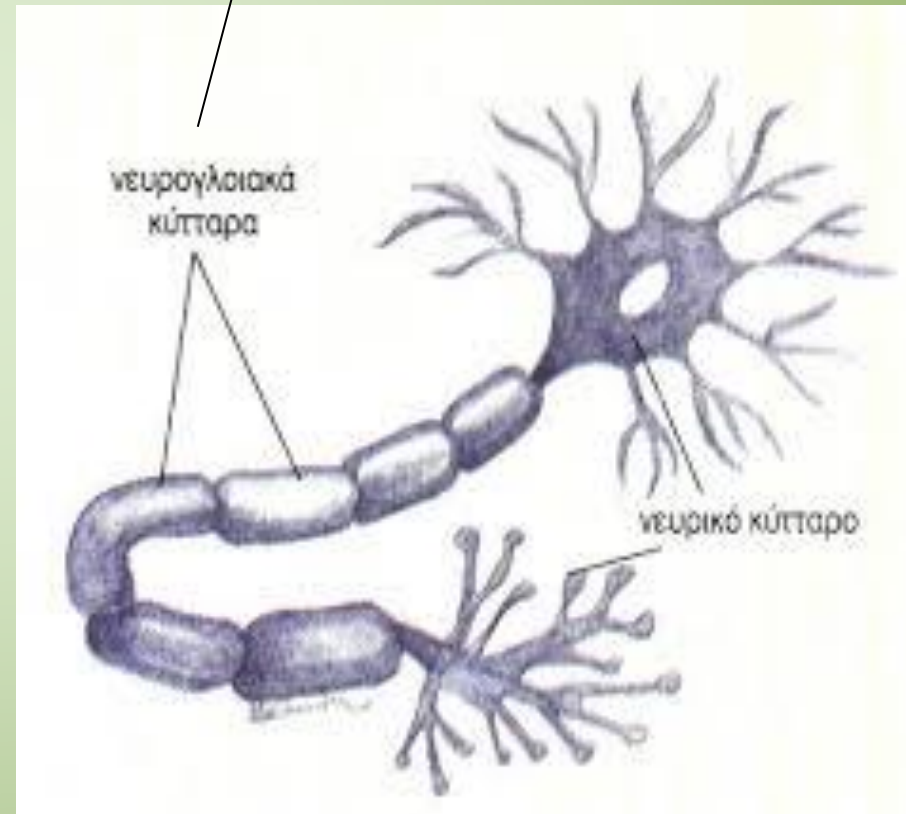
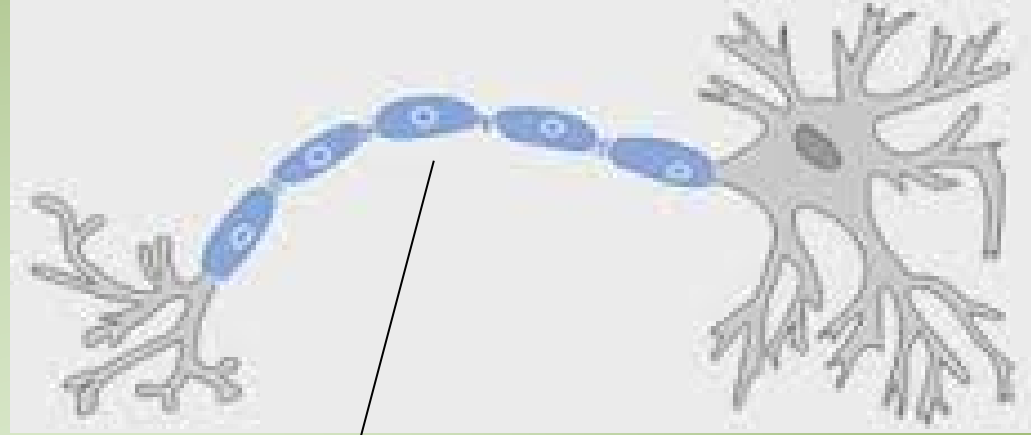
που βρίσκονται μόνο στον εγκέφαλο και στο νωτιαίο μυελό και κατευθύνουν τα μηνύματα που προέρχονται από τους αισθητικούς νευρώνες στον εγκέφαλο και στο νωτιαίο μυελό και από κει στους κατάλληλους κινητικούς νευρώνες



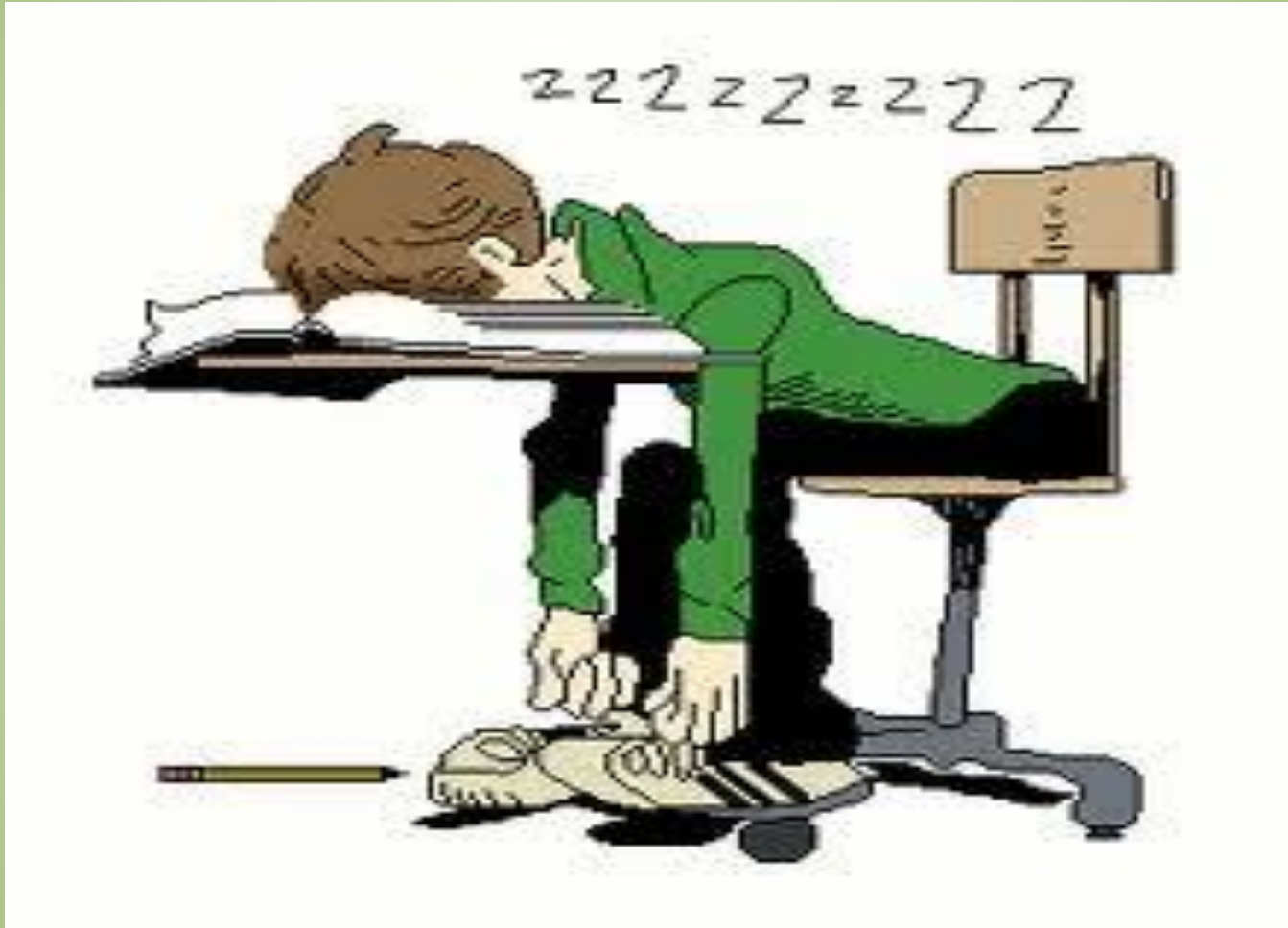
Εικ 9.8 Αντανακλαστικό τόξο

Τα **νευρογλοιακά κύτταρα** περιβάλλουν το νευράξονα και συμβάλλουν στη

- θρέψη του νευρώνα
- απορρόφηση και απομάκρυνση των άχρηστων ουσιών από αυτούς
- μόνωσή του
- επιτάχυνση της μεταφοράς της νευρικής ώσης.



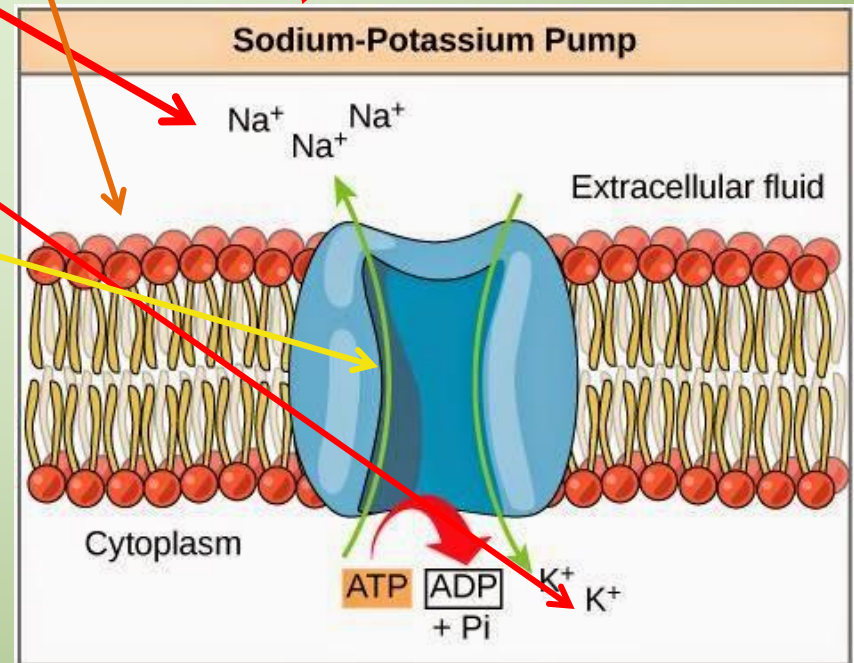
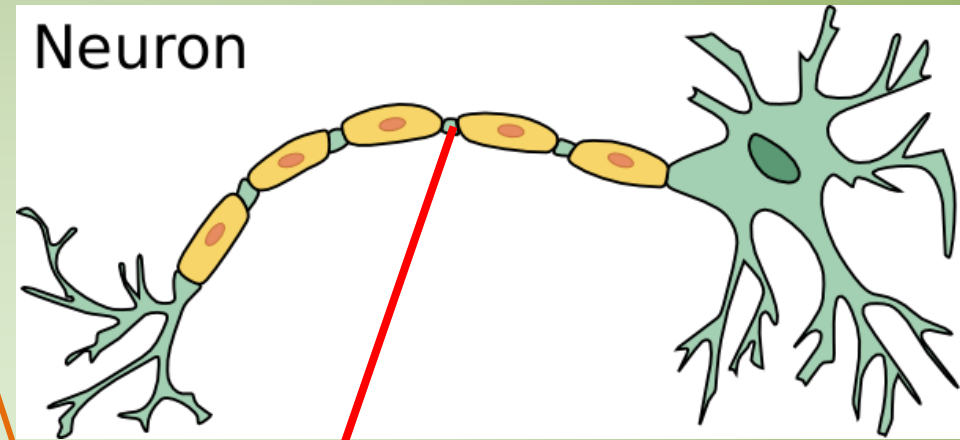
Ξυπνήστε τελειώσαμε





# Δυναμικό ηρεμίας

Όταν ένας νευρώνας δε δέχεται ερεθίσματα , λέμε ότι βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας. Ας μη ξεχνάμε ότι ο νευρώνας είναι ένα κύτταρο και κάθε κύτταρο περιβάλλεται από κυτταρική ή αλλιώς πλασματική μεμβράνη. Στην εξωτερική πλευρά ενός «ήρεμου» λοιπόν νευρώνα υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση ιόντων νατρίου  $\text{Na}^+$  ενώ στην εσωτερική υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση ιόντων καλίου  $\text{K}^+$ . Αυτή η άνιση κατανομή των ιόντων εκατέρωθεν της μεμβράνης διατηρείται με τη βοήθεια της αντλίας  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  η οποία με ενεργητική μεταφορά απομακρύνει τρία  $\text{Na}^+$  από το εσωτερικό του κυττάρου και συγχρόνως εισάγει δυο  $\text{K}^+$  . Στην εσωτερική πλευρά της μεμβράνης όμως υπάρχουν και πολλά αρνητικά ιόντα (ανιόντα). Τα θετικά ιόντα εξωτερικά και τα αρνητικά εσωτερικά , δημιουργούν μια διαφορά δυναμικού  $-70\text{mV}$  που λέγεται **Δυναμικό ηρεμίας**.

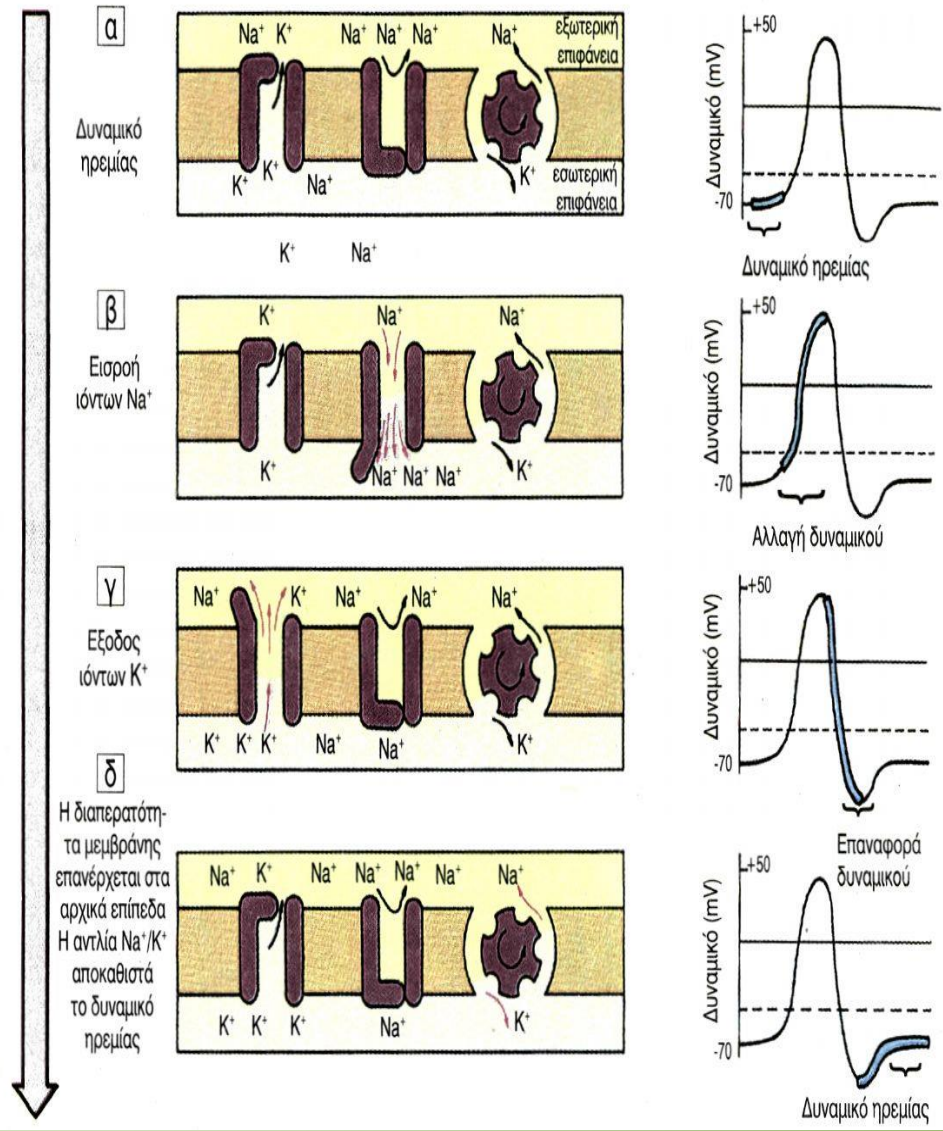


# • Νευρική ώση

Μόλις ο ήρεμος νευρώνας δεχθεί κάποιο ερέθισμα, τότε συμβαίνουν μεταβολές στην επιφάνεια της μεμβράνης.

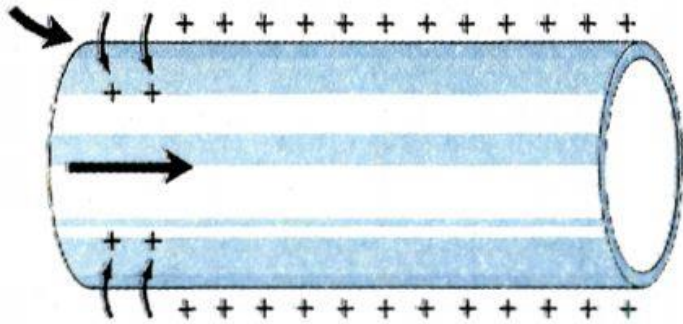
Ιόντα  $Na^+$  εισέρχονται μαζικά στο εσωτερικό και έτσι η εσωτερική επιφάνεια της μεμβράνης φορτίζεται θετικά +50mV.

Κατόπιν ιόντα  $K^+$  εξέρχονται μαζικά και τώρα το δυναμικό της μεμβράνης φορτίζεται αρνητικά σε τιμές μικρότερες από τα -70mV.

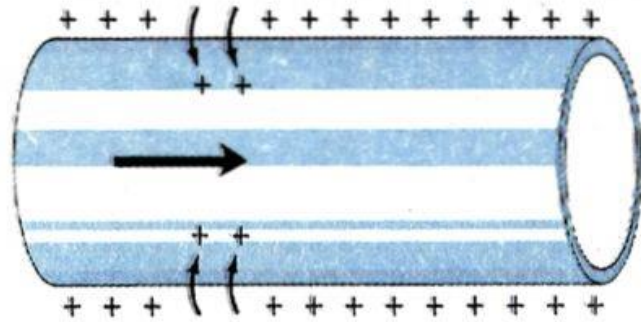


Στη συνέχεια το δυναμικό ηρεμίας αποκαθίσταται στα -70mV

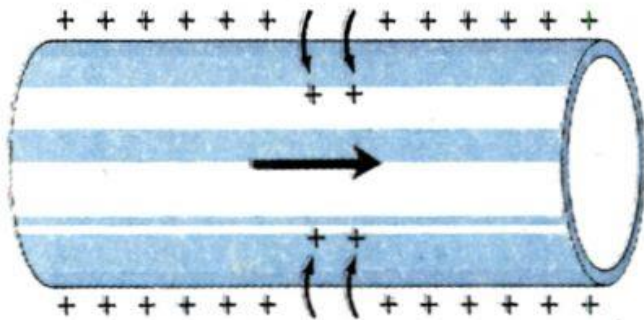
Περιοχή επίδρασης ερεθίσματος



Δημιουργία δυναμικού ενεργείας



Μετάδοση νευρικής ώσης



Το ερέθισμα που δέχθηκε κάποια περιοχή του νευράξονα γίνεται αιτία να προκληθούν αντίστοιχες αλλαγές σε γειτονικές περιοχές της μεμβράνης.

Με τον τρόπο αυτό μεταδίδεται το δυναμικό ενέργειας κατά μήκος όλου του νευράξονα , δημιουργώντας έτσι τη νευρική ώση.



Απ' όλα αυτά εσείς μαθαίνετε μόνο αυτό:

Σε ένα νευρικό κύτταρο που ηρεμεί δηλ. δεν παράγει και δεν μεταβιβάζει μηνύματα, μεταξύ της εσωτερικής και της εξωτερικής επιφάνειας της μεμβράνης του, καταγράφεται μια συγκεκριμένη διαφορά δυναμικού, που ονομάζεται **δυναμικό ηρεμίας**.

Όταν το νευρικό κύτταρο δεχθεί ένα ερέθισμα, το δυναμικό ηρεμίας μεταβάλλεται μέχρι να αποκτήσει μια τελική τιμή που ονομάζεται **δυναμικό ενέργειας**.

Η μεταβολή αυτή η οποία στη συνέχεια μεταβιβάζεται κατά μήκος του νευρικού κυττάρου ονομάζεται **νευρική ώση**.

Η νευρική ώση είναι και το μήνυμα που παράγουν και μεταβιβάζουν τα νευρικά κύτταρα

Σας ευχαριστώ



# Ο Νευρώνας

## Η βασική δομική και λειτουργική μονάδα του νευρικού συστήματος

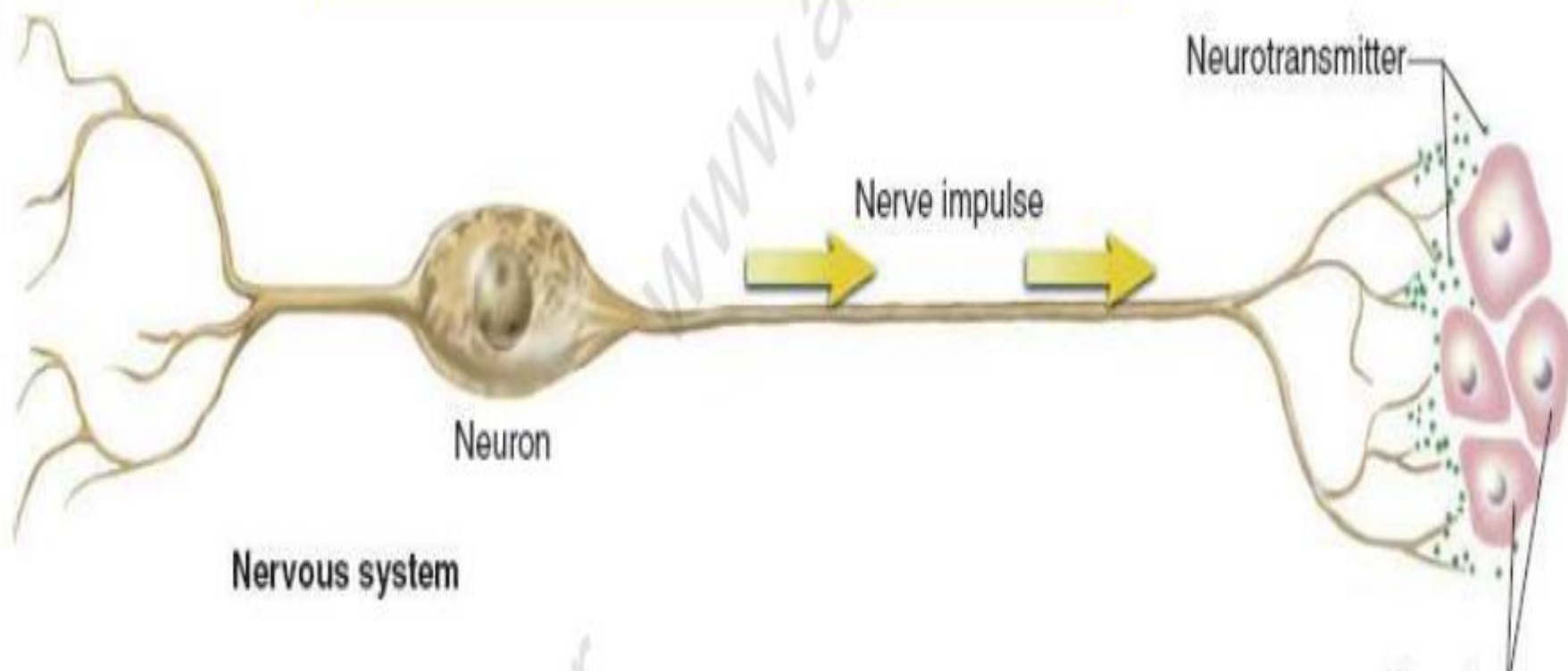
- ❖ Ο εγκέφαλος διαθέτει 100 δισεκατομμύρια νευρώνες
- ❖ Το υπόλοιπο σώμα διαθέτει μερικά ακόμα εκατομμύρια νευρώνες

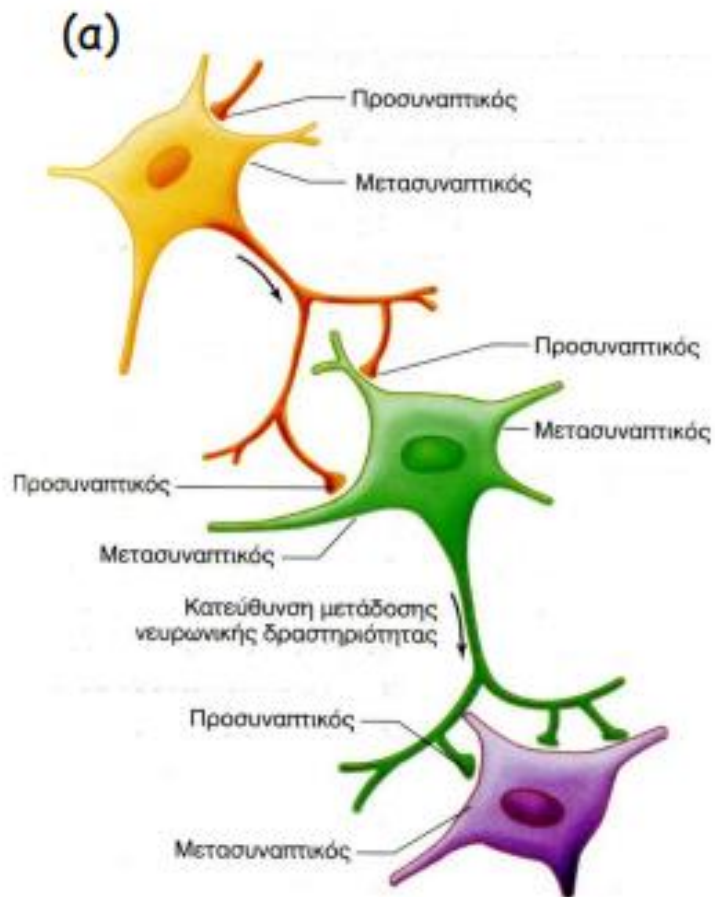
## Λειτουργία Νευρώνα

- ❖ Παραγωγή ηλεκτρικών σημάτων που μεταδίδονται από νευρώνα σε νευρώνα μέσω ηλεκτρικής σύναψης
- ❖ Απελευθέρωση χημικών μηνυμάτων (νευροδιαβιβαστές) προκειμένου να επικοινωνήσουν με άλλα κύτταρα

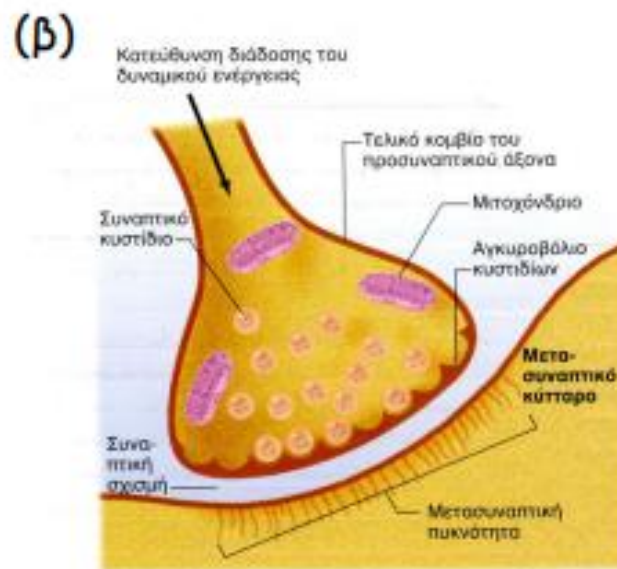


# ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ





Σχήμα 4: (α) Στην κατεύθυνση διάδοσης της νευρικής ώσης ένα νευρικό κύτταρο μπορεί να είναι προσυναπτικό (πριν δηλαδή τη σύναψη) ή μετασυναπτικό. (β) Η σύναψη.





# Σύναψη

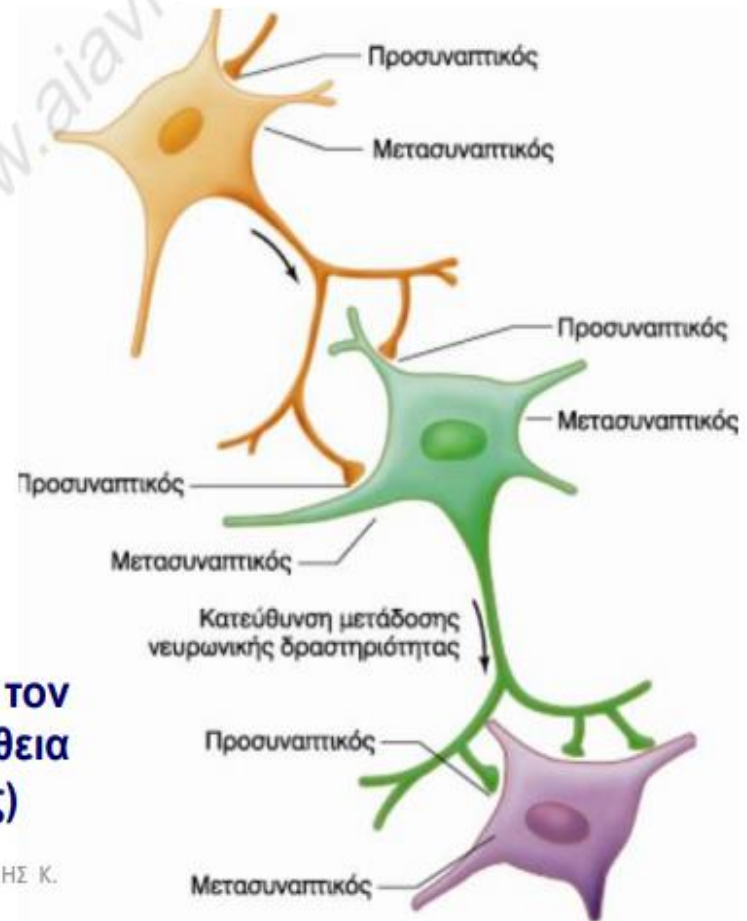
❖ Η ανατομικά εξειδικευμένη σύνδεση μεταξύ δύο νευρώνων μέσω της οποίας ο ένας νευρώνας τροποποιεί την δραστηριότητα του άλλου μεταδίδοντας πληροφορίες

## Ηλεκτρική Σύναψη

Απευθείας μεταφορά πληροφορίας με τη μορφή ηλεκτρικού ρεύματος από τον ένα νευρώνα στον άλλο μέσω χασματοσυνδέσεων

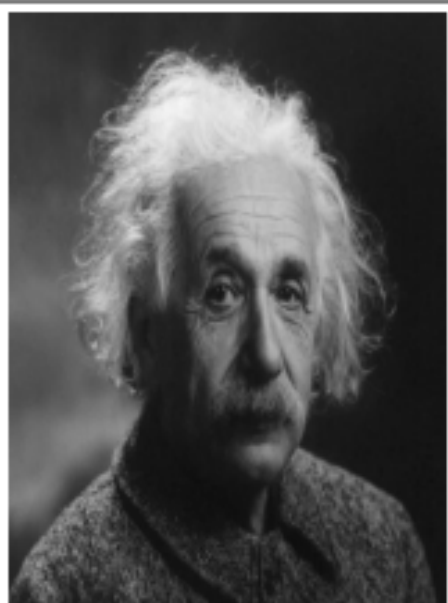
## Χημική Σύναψη

Η πληροφορία μεταδίδεται από τον ένα νευρώνα στον άλλο με τη βοήθεια χημικών ουσιών (νευροδιαβιβαστές)



## Πλαίσιο 1

## Νευρογλοία: Το άλλο (...ξεχασμένο) μισό του εγκεφάλου



Συνήθως όταν αναφερόμαστε στον νευρικό ιστό τείνουμε να σκεφτόμαστε μονάχα τα νευρικά κύτταρα (ή νευρώνες). Ωστόσο, οι νευρώνες αποτελούν μονάχα το 10% των κυττάρων στο ΚΝΣ, το υπόλοιπο είναι νευρογλοιακά κύτταρα ή νευρογλοία. Τα νευρογλοιακά κύτταρα καταλαμβάνουν το 50% του όγκου του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού. Επιπλέον, τα νευρογλοιακά κύτταρα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο καθώς υποστηρίζουν φυσιολογικά και μεταβολικά τους νευρώνες.

Άλμπερτ Αϊνστάιν (1879-1955)

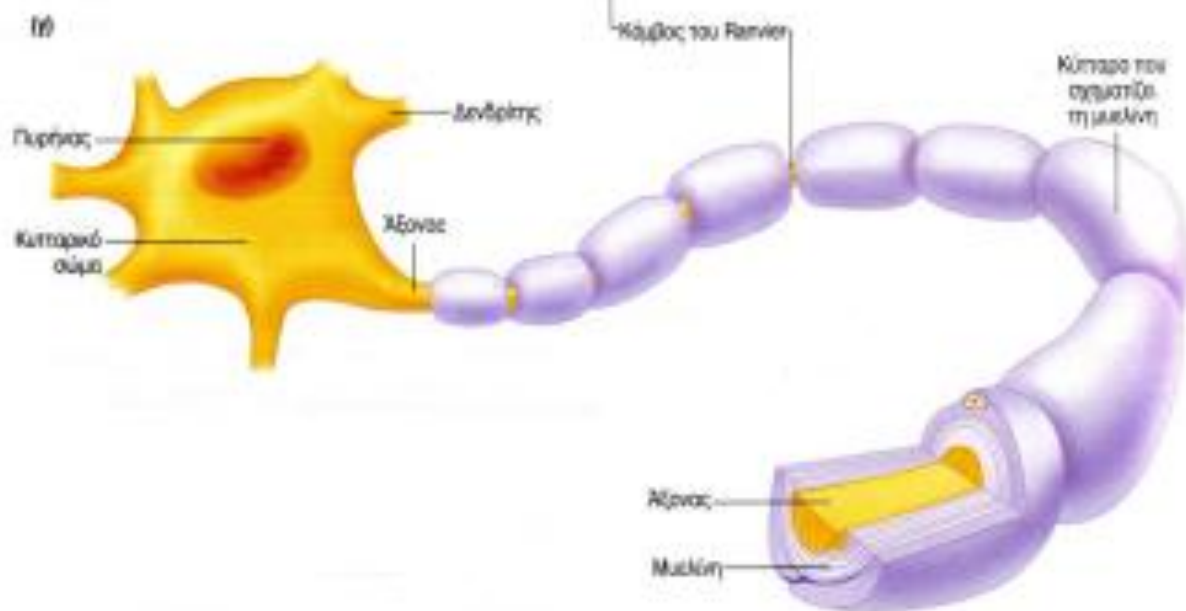
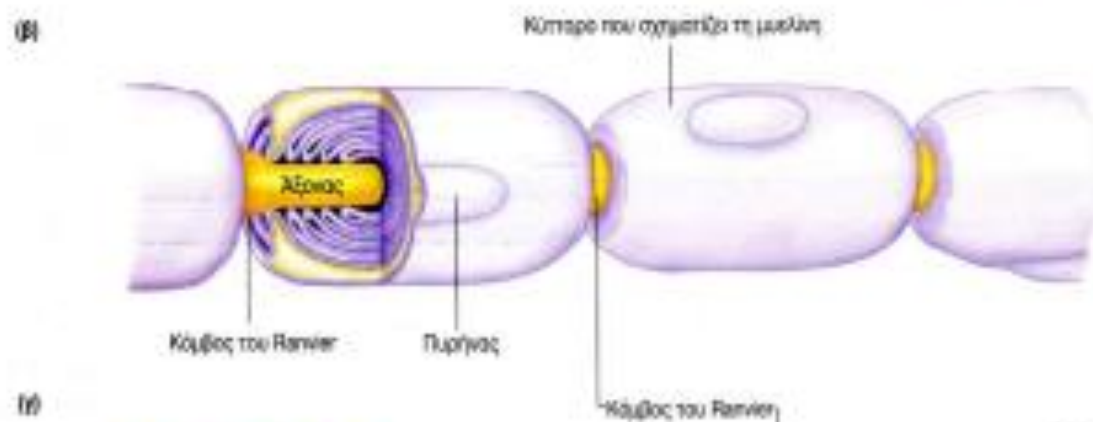
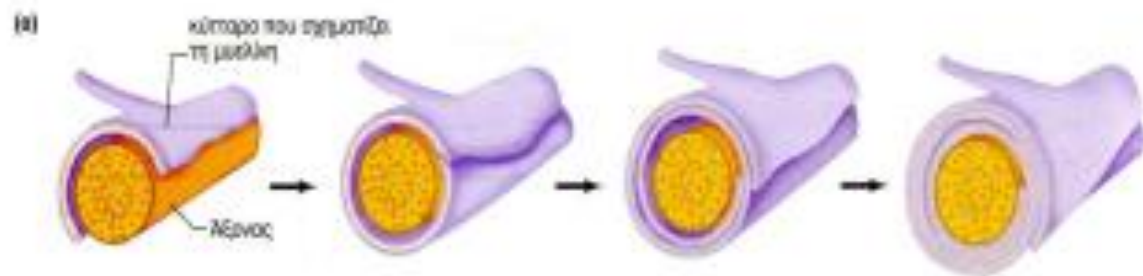
Ο Αϊνστάιν, ένας από τους ευφυέστερους ανθρώπους στην ιστορία της επιστήμης, είχε περισσότερα νευρογλοιακά κύτταρα, αντί για περισσότερους νευρώνες, όπως πολλοί στην αρχή περίμεναν.

### Βιβλιογραφική πρόταση

Τίτλος βιβλίου: *Η βιογραφία ενός μεγάλου*, Συγγραφέας: Ζήσιμος Λορεντζάτος, Εκδόσεις: Δόμος.

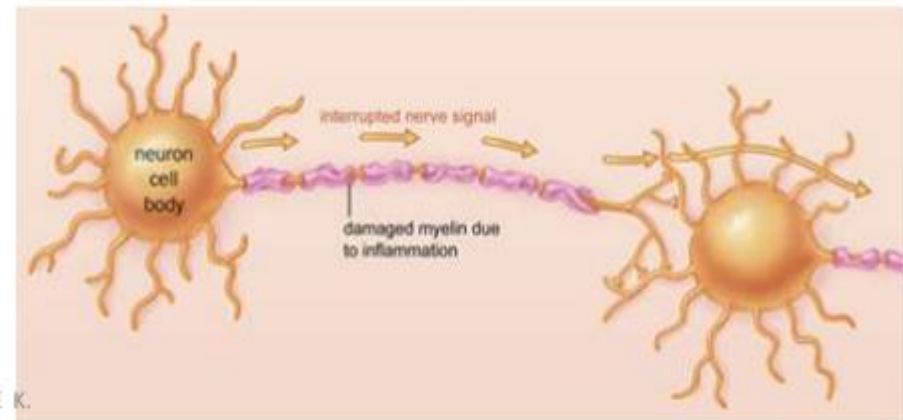
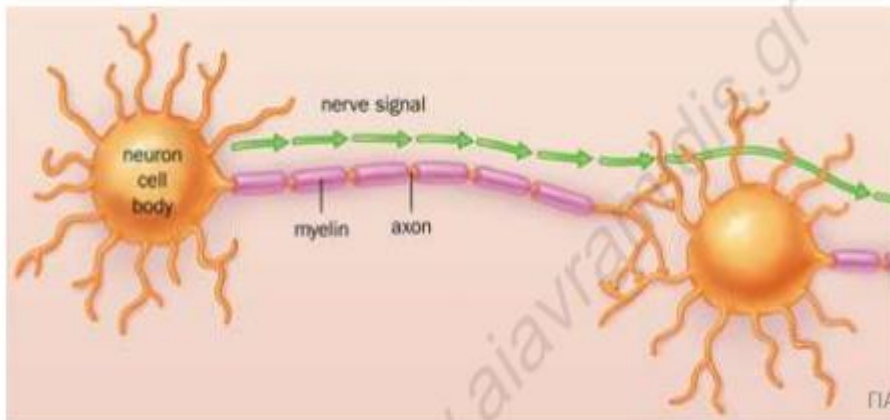
- Το «ταξίδι» της σκέψης (των μηνυμάτων) δια μέσου του νευρικού συστήματος γίνεται αστραπιαία. (τα ερεθίσματα κινούνται με μέγιστη ταχύτητα αυτή των 248 χιλιομέτρων την ώρα!)

ηρεμία  $\xrightarrow{2 \text{ msec}}$  διέγερση



## Πολλαπλή Σκλήρυνση ή Σκλήρυνση κατά Πλάκας

- ❖ Αποτελεί την συχνότερη απομυελινωτική πάθηση με έναρξη συχνότερα σε φάσμα ηλικιών μεταξύ 20-45 ετών
- ❖ Η αναλογία εμφάνισής της μεταξύ γυναικών και ανδρών κυμαίνεται στο 2:1
- ❖ Χρόνια πολυπαραγοντική και αυτοάνοσος νόσος κατά την οποία το ανοσοποιητικό σύστημα (T-λεμφοκύτταρα) καταστρέφουν την μυελίνη των νευροαξόνων, καθώς και τα ολιγοδενδροκύτταρα που είναι υπεύθυνα για την παραγωγή της
- ❖ Χαρακτηρίζεται από απομυελινωτικές πλάκες (σκληρυντικές πλάκες) σε διάφορα μέρη της λευκής ουσίας του ΚΝΣ



### 1. Προσαγωγοί νευρώνες

- A. Μεταφέρουν πληροφορίες που συλλέγουν από τους αισθητήρες των περιφερικών τους απολήξεων μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα.
- B. Το κυτταρικό σώμα και η μακριά περιφερική αποφυάδα του άξονα βρίσκονται στο περιφερικό νευρικό σύστημα, ενώ η μικρή κεντρική αποφυάδα του άξονα εισέρχεται στο κεντρικό νευρικό σύστημα.
- Γ. Δεν έχουν δενδρίτες.

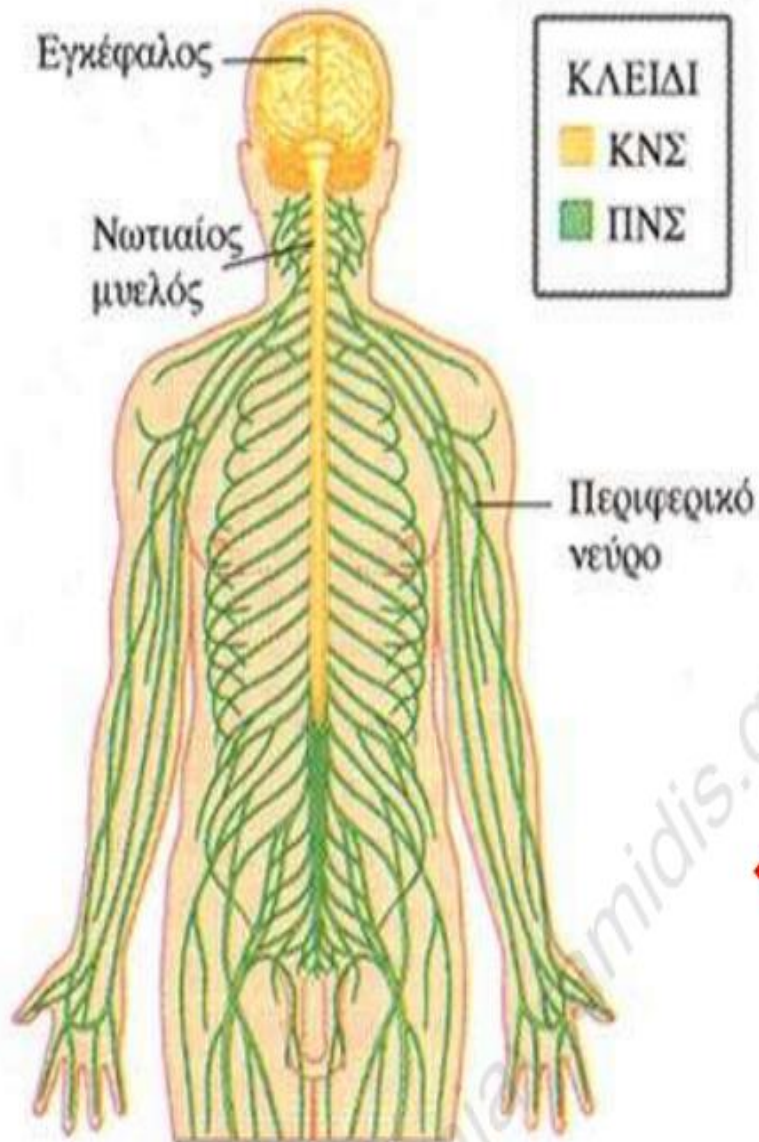
### 2. Απαγωγοί νευρώνες

- A. Μεταφέρουν πληροφορίες έξω από το κεντρικό νευρικό σύστημα προς τα εκτελεστικά κύτταρα, ιδίως στους μύς, αδένες ή άλλους νευρώνες.
- B. Το κυτταρικό σώμα, οι δενδρίτες και ένα μικρό μέρος του άξονα βρίσκονται μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Το μεγαλύτερο όμως μέρος του άξονα βρίσκεται στο περιφερικό νευρικό σύστημα.

### 3. Διανευρώνες

- A. Λειτουργούν ως ολοκληρωτές και τροποποιητές σημάτων
- B. Ενσωματώνουν ομάδες προσαγωγών και απαγωγών νευρώνων σε αντανακλαστικά κυκλώματα
- Γ. Βρίσκονται εξ ολοκλήρου μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα.
- Δ. Αποτελούν το 99% του συνόλου των νευρώνων.

# Δομή Νευρικού Συστήματος



## Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ)

- ❖ Εγκέφαλος
- ❖ Νωτιαίος Μυελός

## Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ)

- ❖ Κινητικοί (Απαγωγοί) Νευρώνες
- ❖ Αισθητικοί (Προσαγωγοί) Νευρώνες
- ❖ Ενδιάμεσοι (Απαγωγοί & Προσαγωγοί) Νευρώνες





# ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

**Τα νεύρα** είναι

νευράξονες ή και δενδρίτες (όχι τα σώματα) νευρικών κυττάρων που συγκεντρώνονται σε δέσμες, και συγκρατούνται μεταξύ τους με τη βοήθεια χαλαρού συνδετικού ιστού. Περιβάλλονται από νευρογλοιακά κύτταρα, που παράγουν μυελίνη.

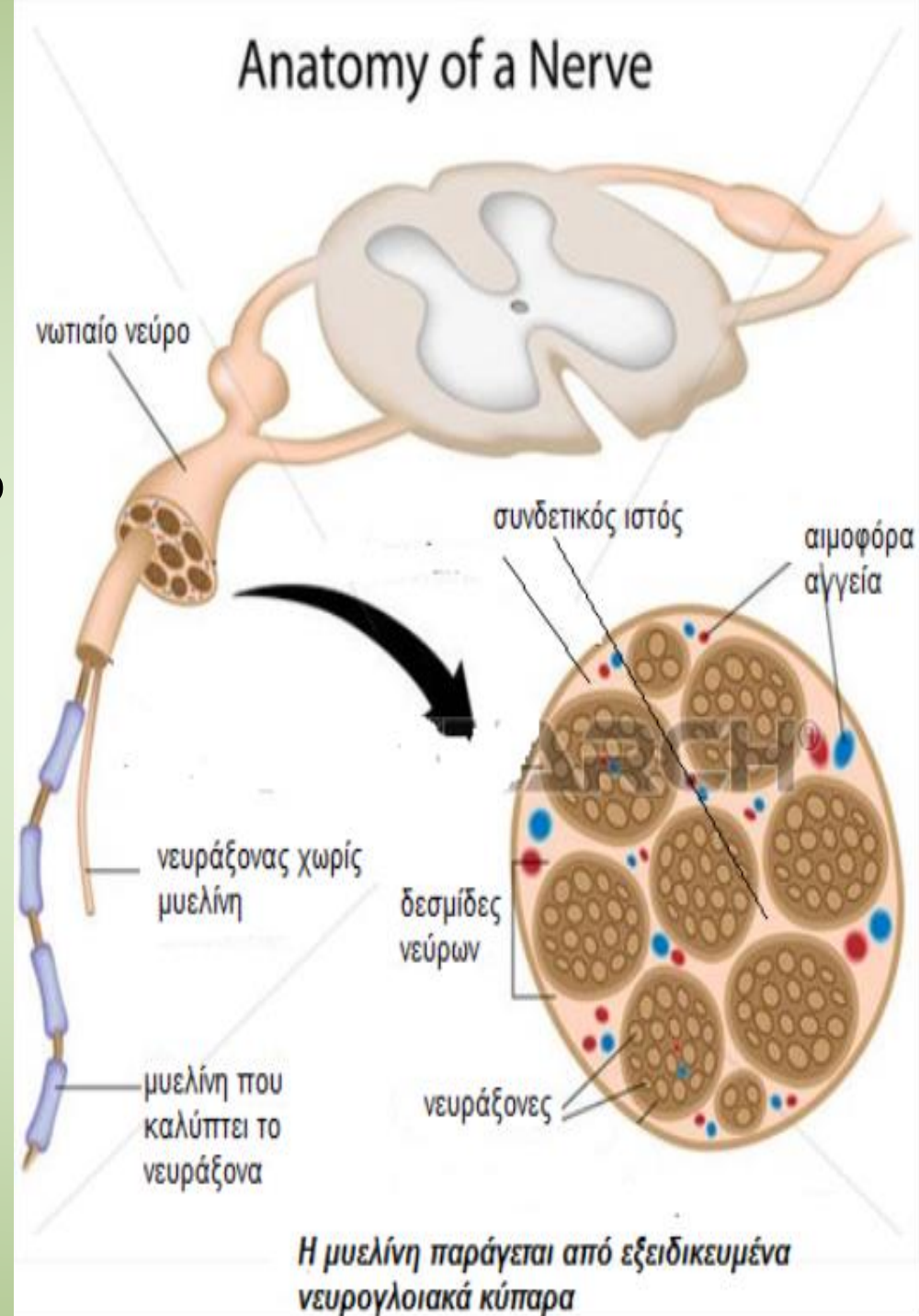


Ανάλογα με τη λειτουργία  
τους διακρίνονται σε

**Αισθητικά**, που αποτελούνται  
από αποφυάδες αισθητικών  
νευρώνων

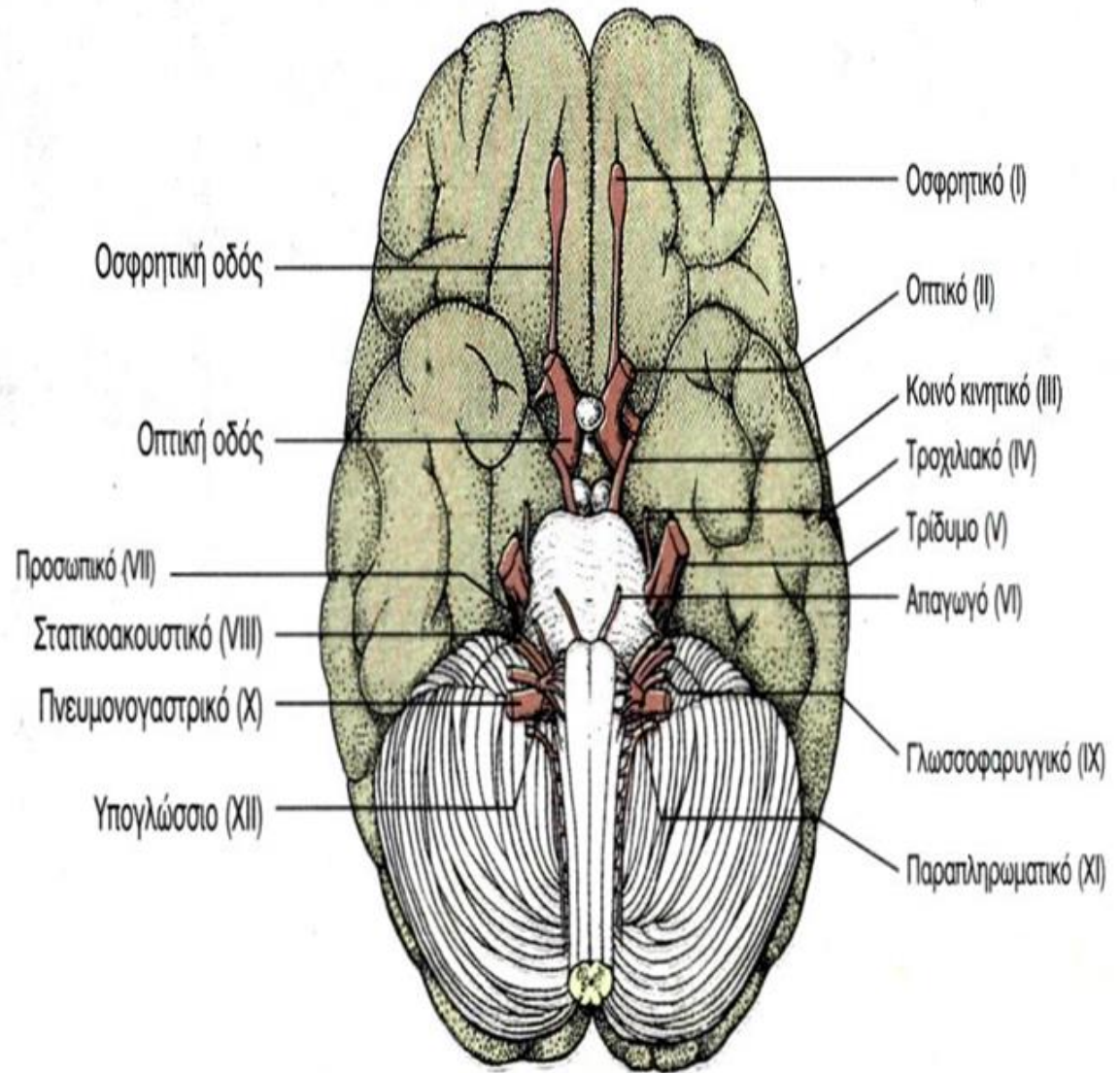
**Κινητικά**, που αποτελούνται από  
νευράξονες κινητικών νευρώνων

**Μεικτά**, που περιέχουν και τα  
δυο είδη αποφυάδων.



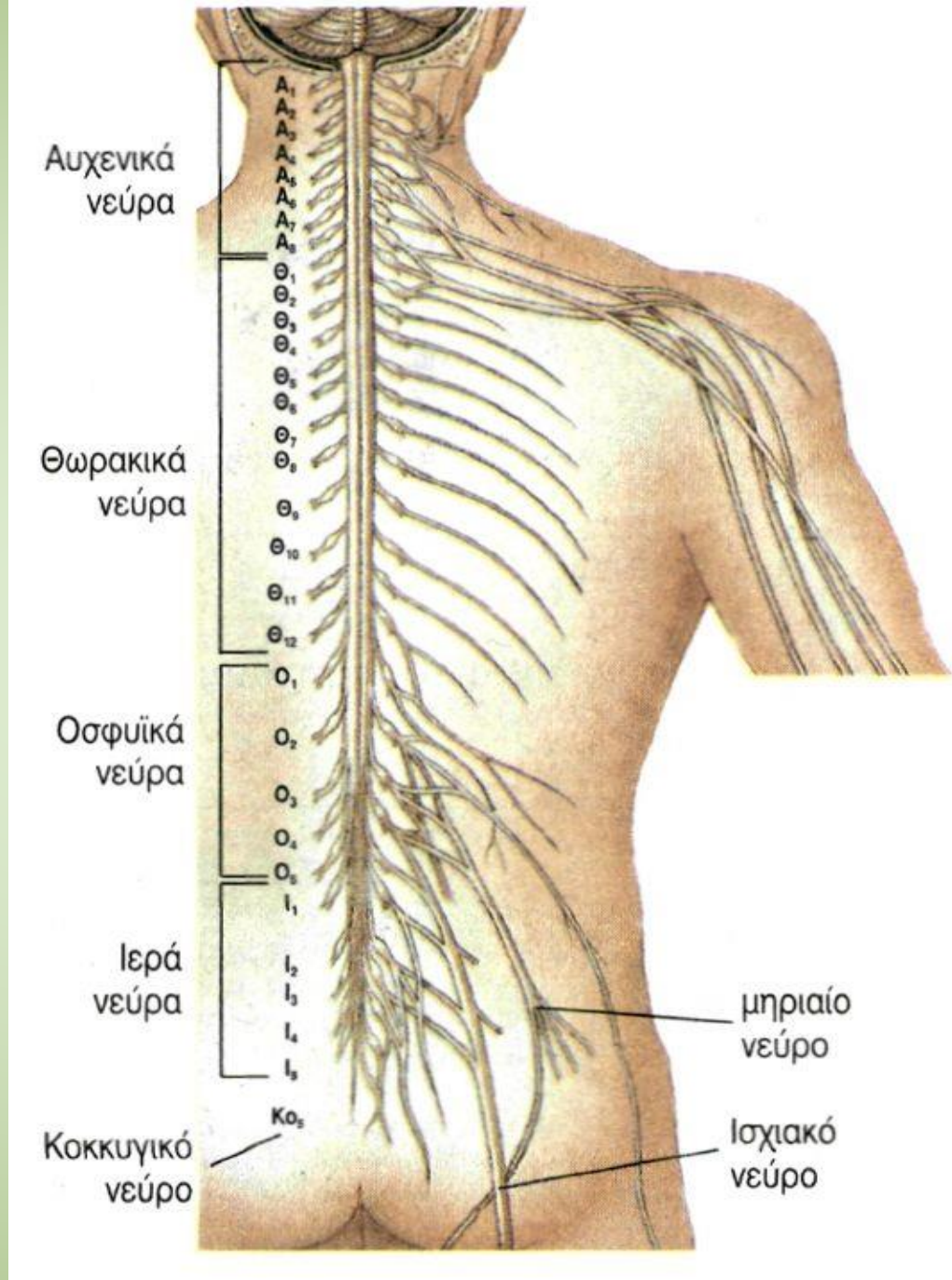
Ο άνθρωπος έχει 12 ζεύγη  
εγκεφαλικών νεύρων που είναι

- **Αισθητικά**
  - **Κινητικά**
  - **Μεικτά**
- εκφύονται από  
τον εγκέφαλο  
και νευρώνουν  
περιοχές της  
κεφαλής και  
του  
λαιμού.



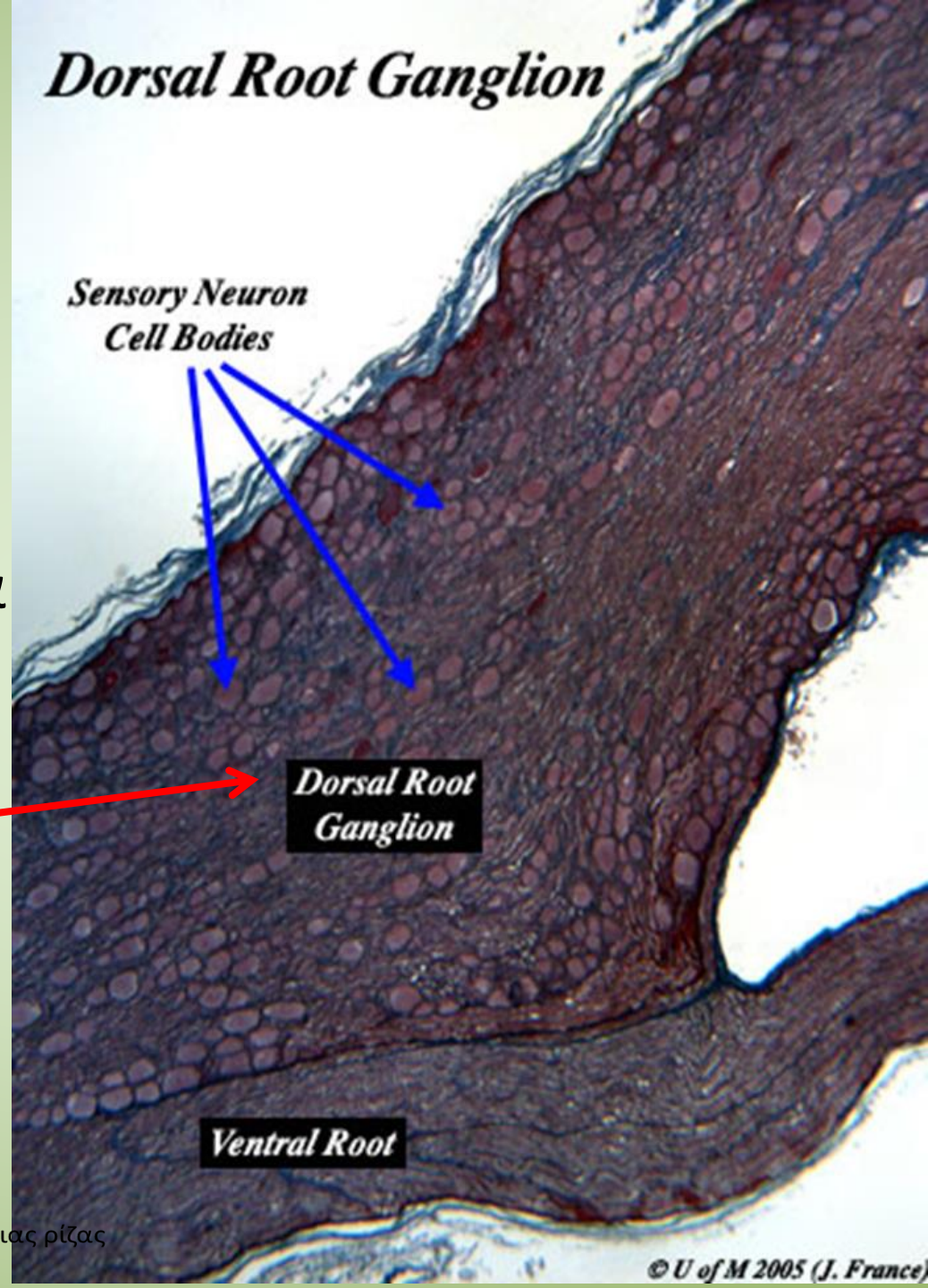
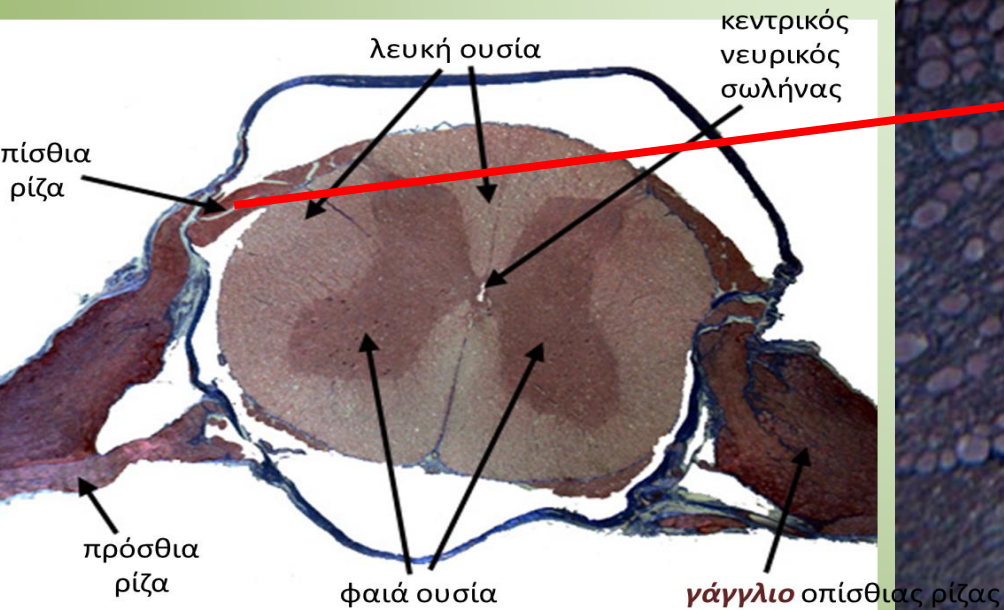
# 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων

- που είναι **μεικτά** εκφύονται από το νωτιαίο μυελό και νευρώνουν τον αυχένα, τον κορμό και τα άκρα.

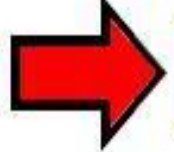


**Τα γάγγλια** είναι  
αθροίσματα σωμάτων  
νευρικών κυττάρων που  
βρίσκονται έξω από το  
Κεντρικό Νευρικό Σύστημα  
ΚΝΣ.

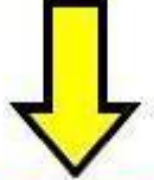
Σε αυτά γίνεται επεξεργασία  
των μηνυμάτων.



α

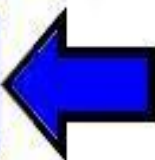


Φαία ουσία  
(οπίσθιο κέρατο)

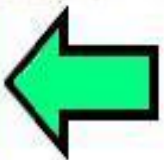


Κεντρικός νευρικός  
σωλήνας

Φαία ουσία  
(πλάγιο κέρατο)



φαία ουσία  
(πρόσθιο κέρατο)



Λευκή ουσία

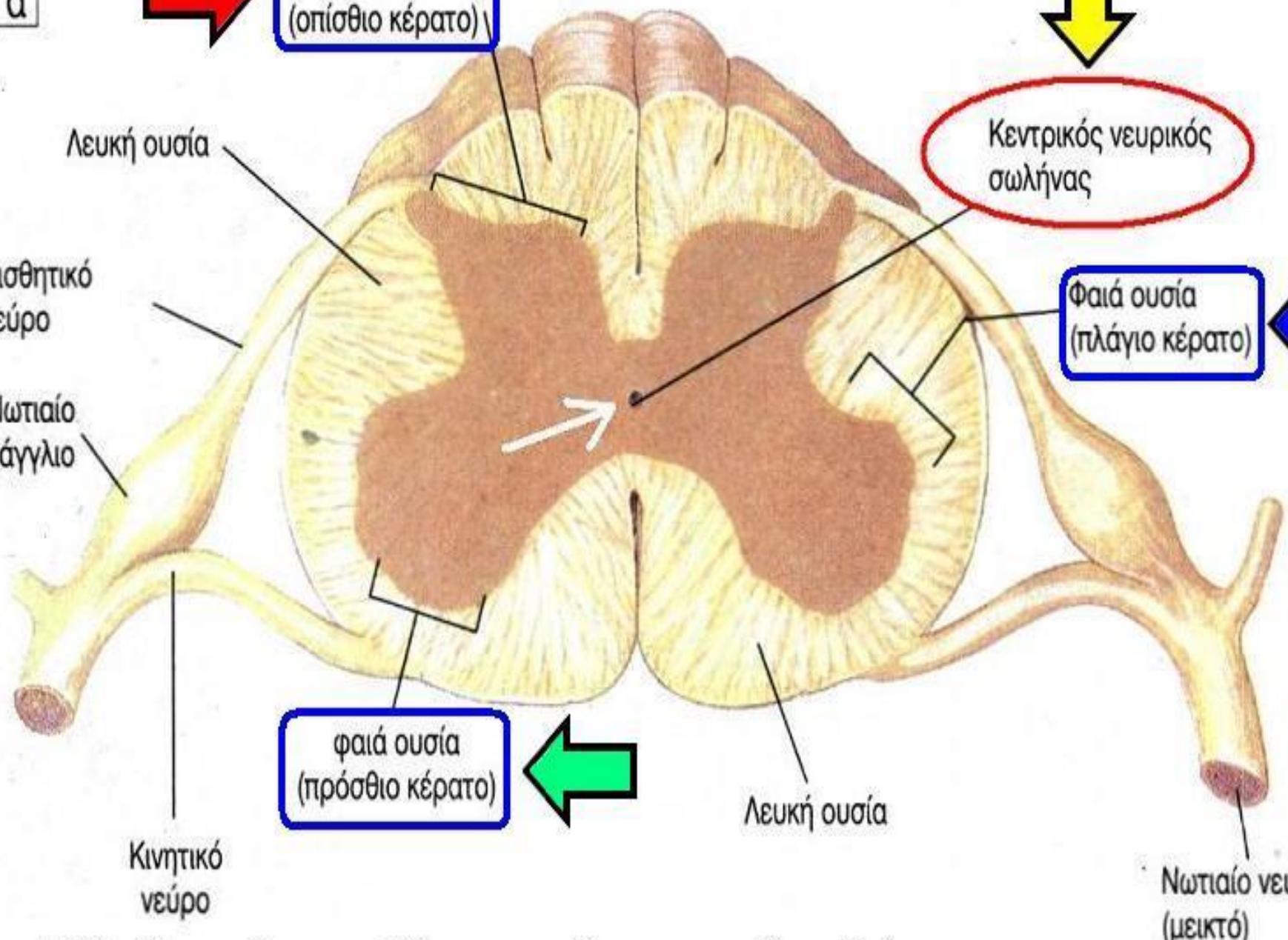
Νωτιαίο νεύρο  
(μεικτό)

Λευκή ουσία

Αισθητικό  
νεύρο

Νωτιαίο  
γάγγλιο

Κινητικό  
νεύρο



Εικ 9.11: Νωτιαίος μυελός σε εγκάρσια τομή α. διάγραμμα

# Νευρικές οδοί - αντανακλαστικά

Η διαδρομή που ακολουθούν οι νευρικές ώσεις μέσα στο νευρικό σύστημα ονομάζονται **νευρικές οδοί**.

Διακρίνουμε δυο κατηγορίες:

**Κινητικές ή φυγόκεντρες**,

που μεταφέρουν νευρικές

ώσεις από το ΚΝΣ στα

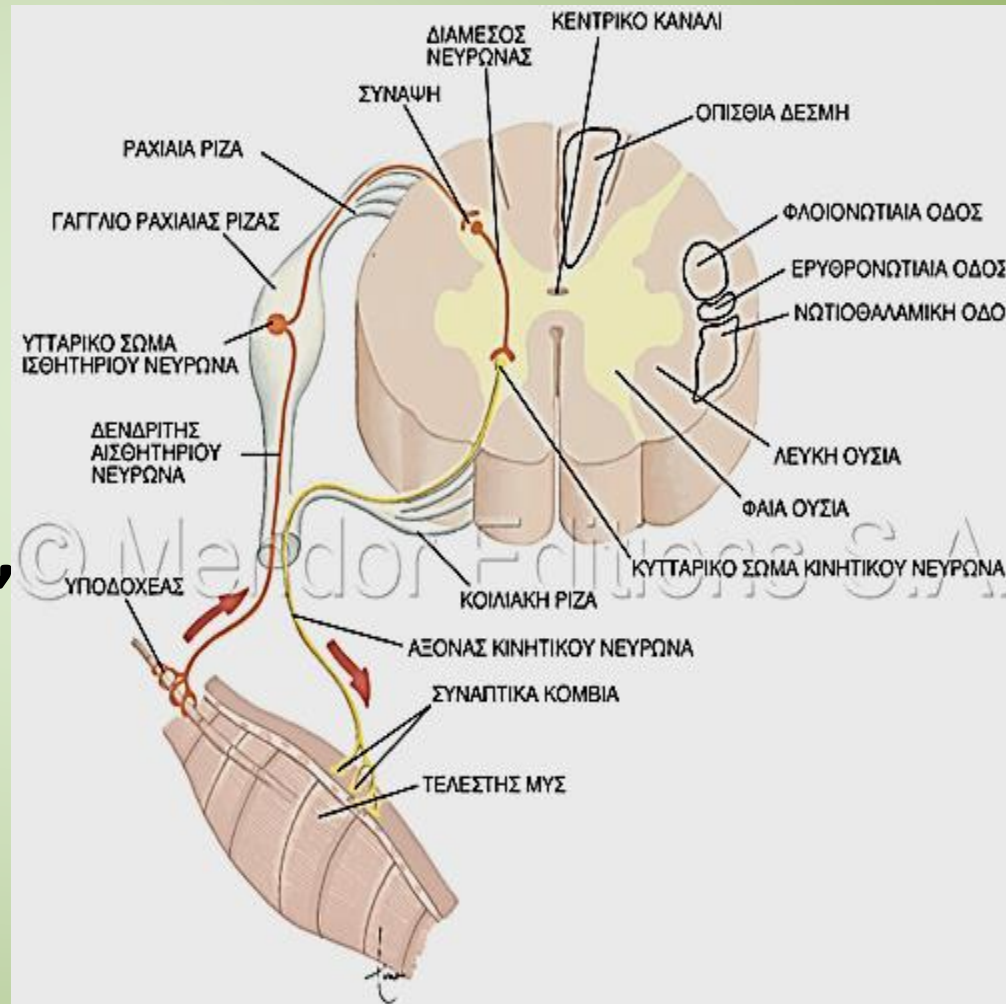
εκτελεστικά όργανα

**Αισθητικές ή κεντρομόλες**,

που μεταφέρουν νευρικές

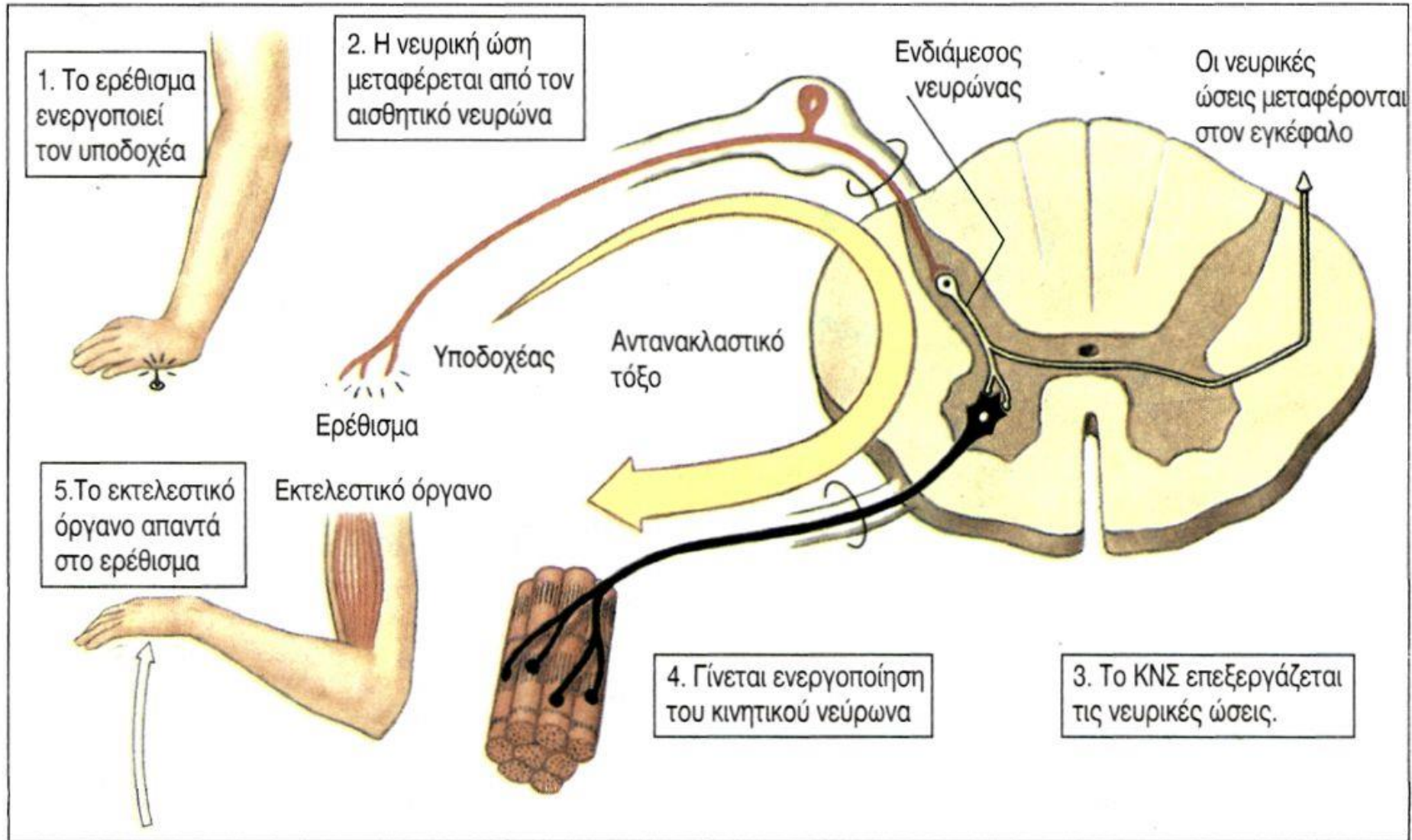
ώσεις από την περιφέρεια

στο ΚΝΣ.



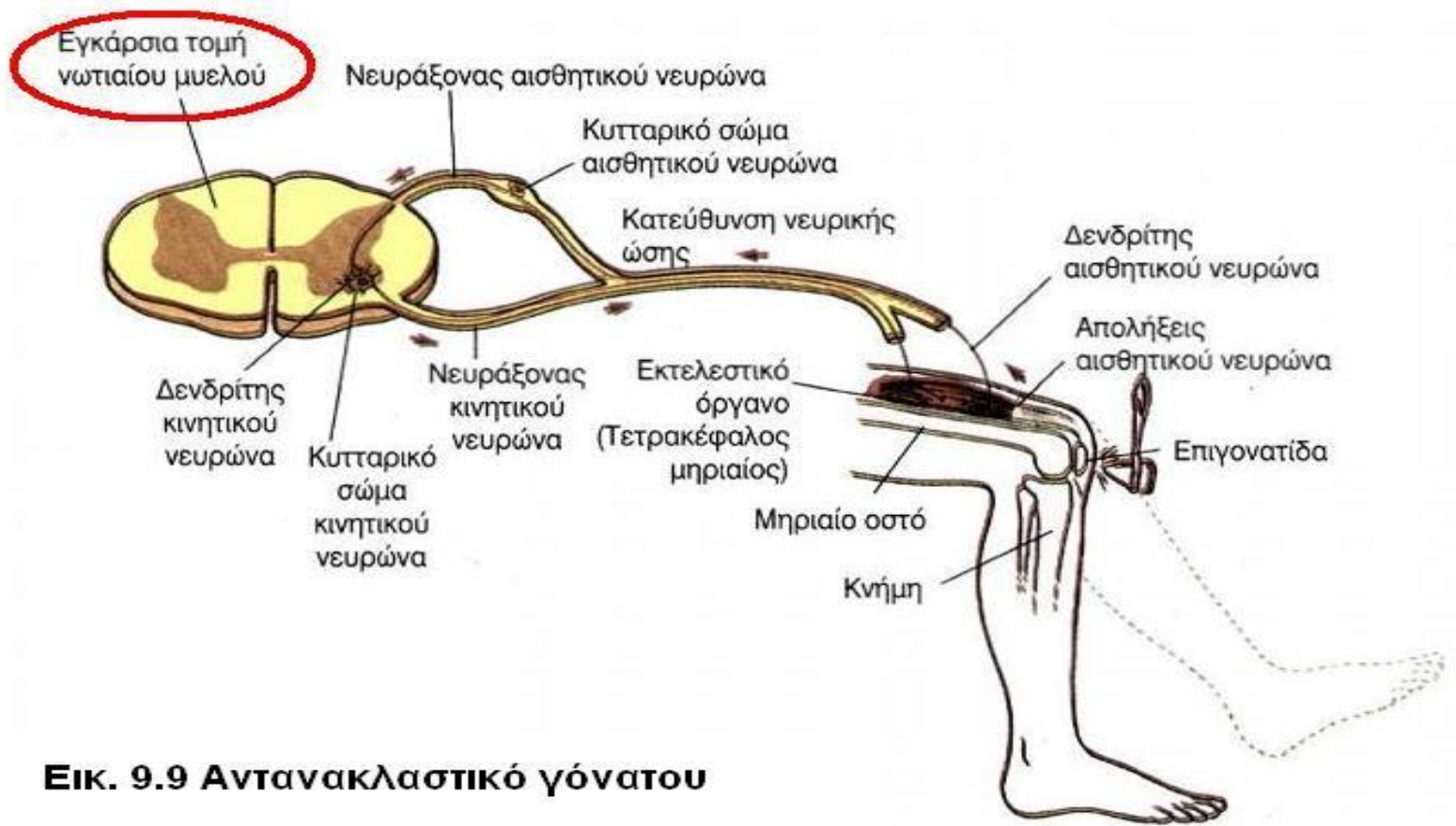
ΝΩΤΙΑΙΟΣ ΜΥΕΛΟΣ  
Εγκάρσια τομή με νευρικές ρίζες στην αριστερή πλευρά και παραδείγματα νευρικών οδών στη δεξιά πλευρά.

Η πιο απλή νευρική οδός είναι το **αντανακλαστικό τόξο**. Αποτελείται από τον αισθητικό, τους κινητικούς και τους ενδιάμεσους νευρώνες.





Τα **αντανακλαστικά** είναι κινήσεις που γίνονται χωρίς τη θέλησή μας, ως απάντηση σε αλλαγές που γίνονται μέσα ή έξω από το σώμα μας και βοηθούν στη διατήρηση της ομοιόστασης του οργανισμού. Παραδείγματα είναι η ρύθμιση του καρδιακού και του αναπνευστικού ρυθμού, το ανοιγόκλεισμα των βλεφάρων κλπ.



**Εικ. 9.9 Αντανακλαστικό γόνατου**

**ΘΕΕ ΜΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΚΑΛΩ! ΔΩΣΕ ΜΟΥ ΔΥΝΑΜΗ...**



**ΝΑ ΔΙΑΒΑΣΩ!!**