

Κεφάλαιο 9^ο

Νευρικό σύστημα

Δυναμικό ηρεμίας-Νευρική ώση-Συνάψεις

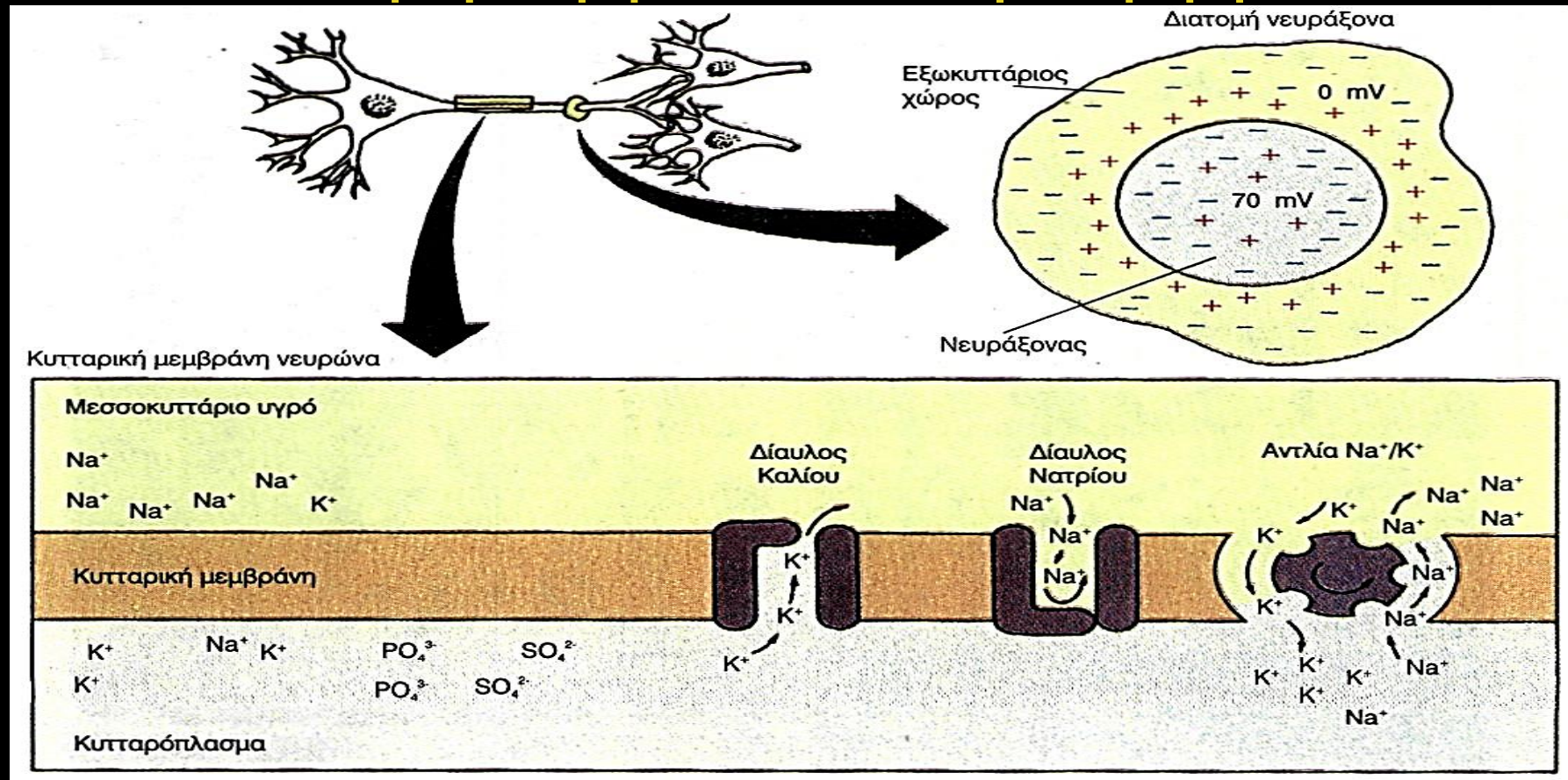
Εκπαιδευτικός: Π. Γεωμελά

Δυναμικό ηρεμίας

- Όταν ένας νευρώνας βρίσκεται σε **ηρεμία**, δεν δέχεται δηλαδή ερεθίσματα ή δέχεται αλλά η έντασή τους είναι μικρότερη από κάποια οριακή τιμή, τότε:
 - ✓ στην εξωτερική επιφάνεια της κυτταρικής μεμβράνης του υπάρχει **υψηλή συγκέντρωση ιόντων νατρίου (Na^+)**,
 - ✓ ενώ στην εσωτερική επιφάνεια υπάρχει **μεγάλη συγκέντρωση ιόντων καλίου (K^+) και αρνητικών ιόντων**.
- Η μεγάλη συγκέντρωση **θετικών ιόντων** στην **εξωτερική επιφάνεια** της μεμβράνης και **αρνητικών ιόντων** στην **εσωτερική** δημιουργούν **διαφορά δυναμικού**.
- Το δυναμικό αυτό ονομάζεται **δυναμικό ηρεμίας** και είναι περίπου -70 mV (επειδή η εσωτερική επιφάνεια της μεμβράνης είναι ηλεκτραρνητικά φορτισμένη σε σχέση με την εξωτερική).

Δυναμικό ηρεμίας

Η μεμβράνη του νευρώνα διατηρεί το δυναμικό ηρεμίας για όσο διάστημα δε δέχεται κάποιο ερέθισμα ή, όταν δέχεται ερεθίσματα, με ένταση μικρότερη από κάποια οριακή τιμή.



Νευρική ώση

- Όταν ένας νευρώνας δεχτεί σε κάποιο σημείο της μεμβράνης του **ερέθισμα με ένταση μεγαλύτερη από μία συγκεκριμένη τιμή**, που διαφέρει από νευρώνα σε νευρώνα, τότε:
 - ✓ **αυξάνεται για 1 msec, περίπου, η διαπερατότητα της μεμβράνης σε ιόντα νατρίου.**
 - ✓ Τα Na^+ **εισρέουν** (λόγω διαφοράς στη συγκέντρωση) **μαζικά** στο κύτταρο,
 - ✓ η εσωτερική επιφάνεια της μεμβράνης φορτίζεται **θετικά** σχέση με την εξωτερική και η διαφορά του δυναμικού φτάνει στη τιμή των **+50mV** περίπου.
- Οι σύντομες μεταβολές στο δυναμικό της μεμβράνης (**δυναμικό ενεργείας**) προκαλούν αντίστοιχες αλλαγές σε **γειτονικές περιοχές** της μεμβράνης. Με αυτό τον τρόπο το δυναμικό ενεργείας **μεταδίδεται κατά μήκος του νευράξονα** και αποτελεί τη **νευρική ώση** (δηλαδή τη δημιουργία ενός κύματος ηλεκτρικής δραστηριότητας).
- Τα **ερεθίσματα** τα οποία μπορούν να προκαλέσουν δημιουργία νευρικής ώσης είναι **χημικά, ηλεκτρικά, μηχανικά, θερμικά κ.ά.**
- Όταν η διαπερατότητα της μεμβράνης και η κατανομή των ιόντων επανέλθουν στα επίπεδα που βρισκόταν πριν από την επίδραση του ερεθίσματος, αποκαθίσταται το δυναμικό ηρεμίας.
- Ο νευρώνας μπορεί να απαντήσει σε ένα νέο ερέθισμα μόνο μετά την παρέλευση 0,5-2 msec από τη δημιουργία νευρικής ώσης. Το διάστημα αυτό ονομάζεται **απόλυτη ανερέθιστη περίοδος**.

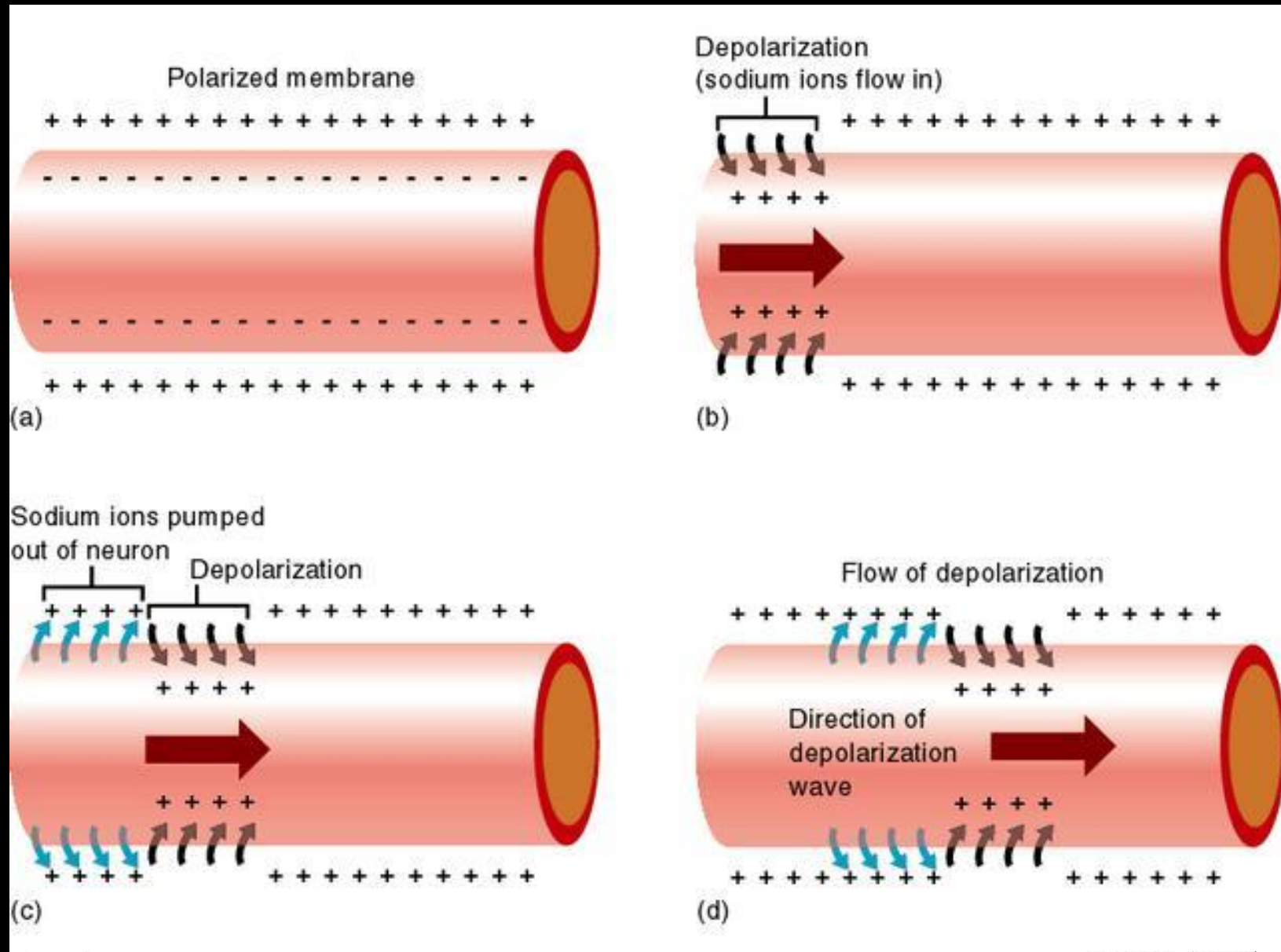
Δυναμικό ηρεμίας – νευρική ώση

Νευρικό κύτταρο που ηρεμεί:

- ✓ Δεν παράγει – δε μεταβιβάζει μηνύματα
- ✓ Μεταξύ εξωτερικής & εσωτερικής επιφάνειας της μεμβράνης → ΔV (**δυναμικό ηρεμίας**)

Νευρικό κύτταρο σε ερέθισμα:

- ✓ $\Delta V \rightarrow$ μεταβάλλεται → **δυναμικό ενέργειας**
- ✓ Μεταβίβαση κατά μήκος του νευρικού κυττάρου → **νευρική ώση**



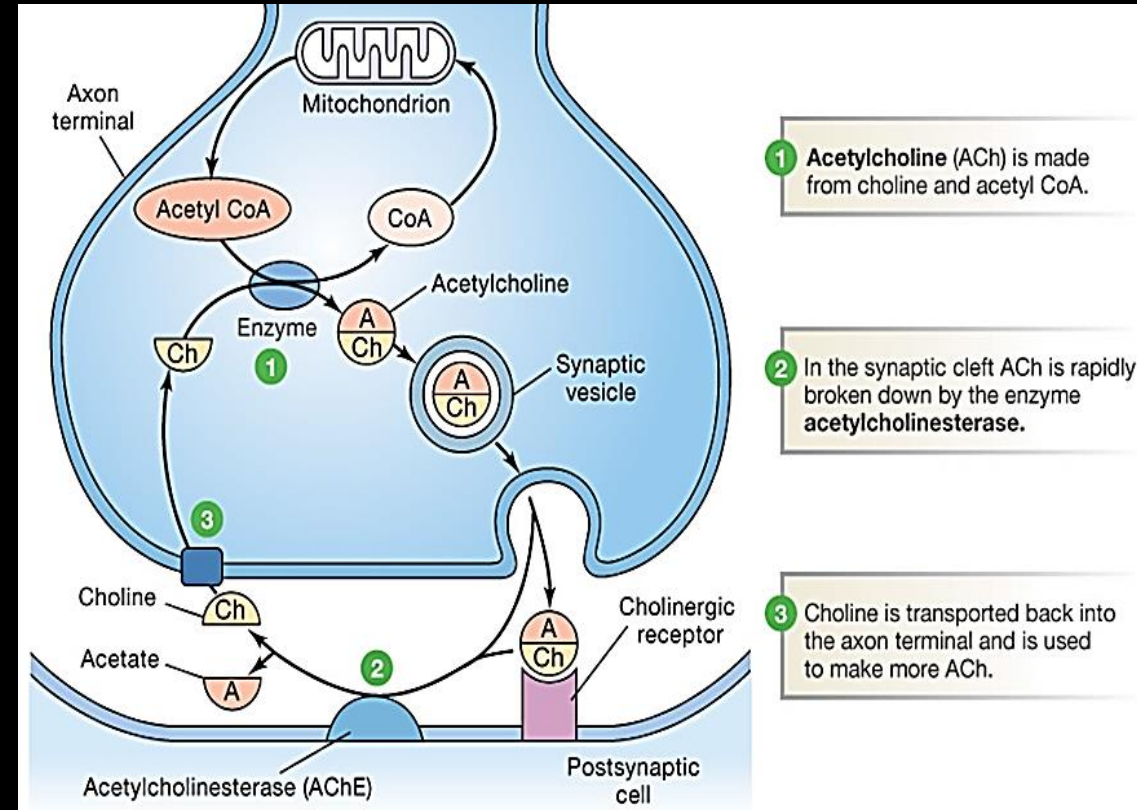
Συνάψεις

➤ **Σύναψη** είναι η περιοχή λειτουργικής σύνδεσης **των τελικών κομβίων του νευράξονα ενός νευρώνα** με:

➤ **άλλα νευρικά κύτταρα** ή
➤ με ειδικά διαμορφωμένες **θέσεις των εκτελεστικών οργάνων (μυών ή αδένων)**.

➤ Η **μεταφορά της νευρικής ώσης** μέσω των συνάψεων πραγματοποιείται συνήθως με τη βοήθεια **χημικών ενώσεων** που παράγει το νευρικό κύτταρο, **των νευροδιαβιβαστών**, οι οποίες **εκκρίνονται από τα τελικά κομβία των νευραξόνων** (χημική σύναψη).

➤ Ο πιο διαδεδομένος νευροδιαβιβαστής στο ΚΝΣ και στο ΠΝΣ είναι η **ακετυλοχολίνη**.

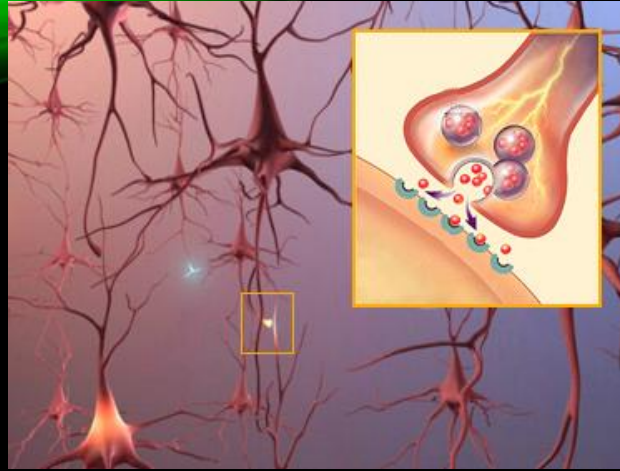


Συνάψεις

➤ Σε μία **σύναψη** διακρίνουμε:

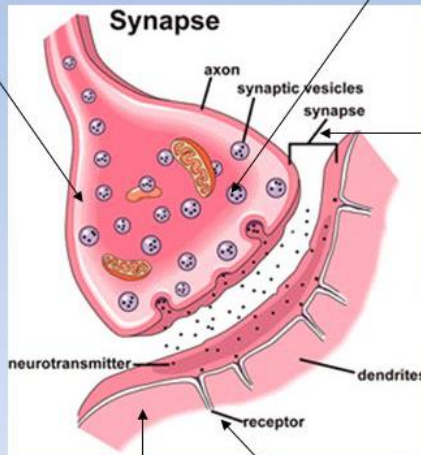
- ✓ **το προσυναπτικό άκρο** (τα **τελικά κομβία** ενός νευρικού κυττάρου), στο οποίο υπάρχουν συναπτικά κοκκία (κυστίδια), που περιέχουν τον νευροδιαβιβαστή.
- ✓ **το μετασυναπτικό άκρο**, που είναι η υποδοκτική επιφάνεια του νευρώνα ή του εκτελεστικού οργάνου, και στο οποίο βρίσκονται οι υποδοχείς του νευροδιαβιβαστή.
- ✓ **τη συναπτική σχισμή**, που είναι ο χώρος ανάμεσα στο προσυναπτικό και το μετασυναπτικό άκρο τα οποία δε βρίσκονται σε άμεση επαφή.

Συνάψεις



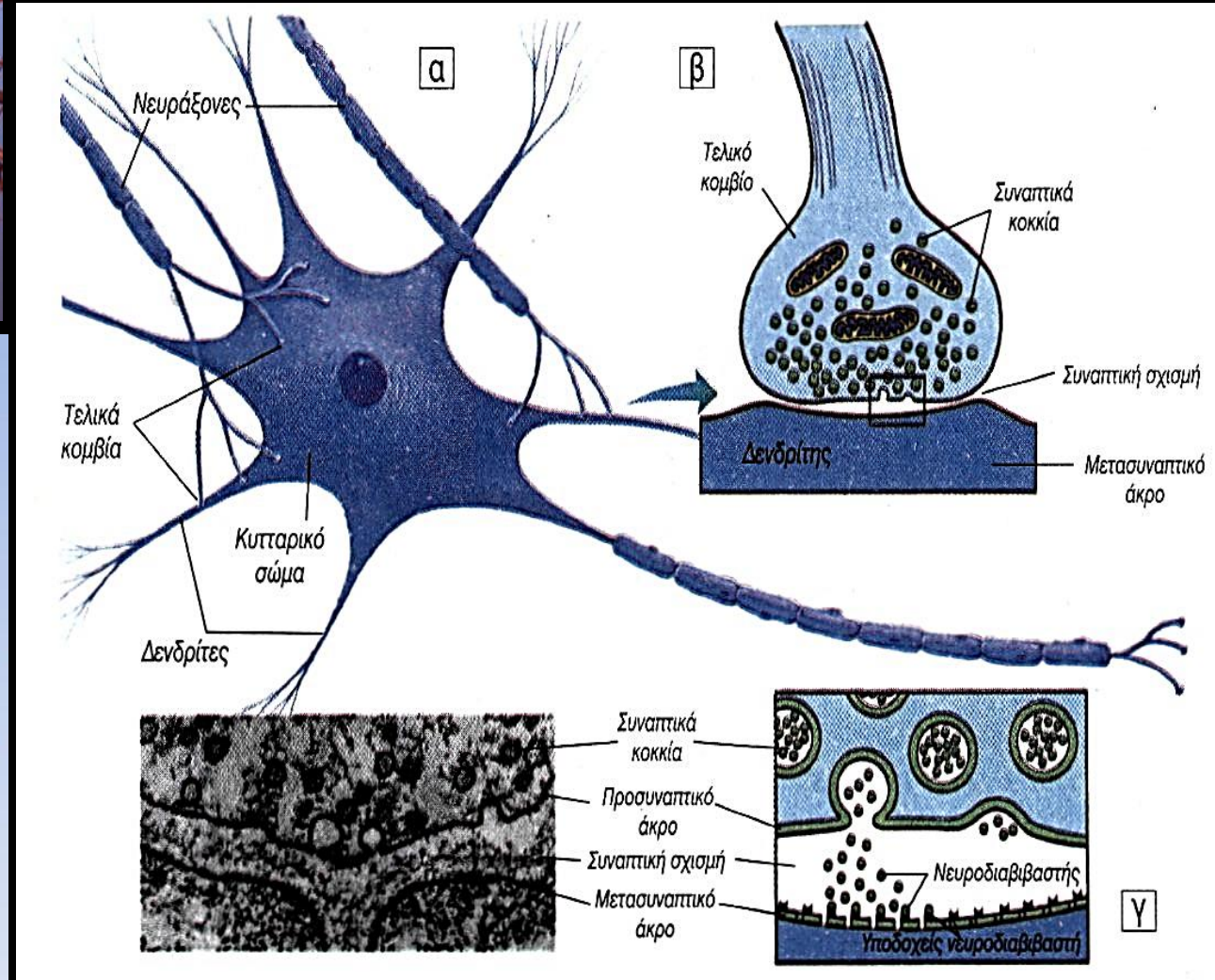
• Η σύναψη αποτελείται:

1. Προσυναπτικό άκρο: (τα τελικά κομβία του νευρικού κυττάρου που υπάρχουν ο νευροδιαβιβαστής)



3. Συναπτική σχισμή:
χώρος 15-20nm μεταξύ
προσυναπτικού και
μετασυναπτικού άκρου

2. Μετασυναπτικό άκρο: η περιοχή του νευρικού κυττάρου ή των εκτελεστικών κυττάρων που δέχεται το ερέθισμα (περιέχει υποδοχείς του νευροδιαβιβαστή)



Συνάψεις

- Σε έναν νευρώνα ένα ερέθισμα με ένταση μεγαλύτερη μιας συγκεκριμένης τιμής δημιουργεί **νευρική ώση**, που στη συνέχεια **μεταδίδεται σε όλο το μήκος του νευράξονα**.
- Όταν η νευρική ώση φτάσει στα **τελικά κομβία του νευρώνα**, **απελευθερώνεται ο νευροδιαβιβαστής**, που **διαχέεται στη συναπτική σχισμή** και **προσδένεται στους υποδοχείς του μετασυναπτικού άκρου**.
- Αν ο νευροδιαβιβαστής δρα διεγερτικά, προκαλεί αύξηση στη διαπερατότητα της μετασυναπτικής μεμβράνης σε Na^+ και τελικά, **δημιουργία νευρικής ώσης κατά μήκος του νευράξονα του μετασυναπτικού νευρώνα**.
- Ο νευροδιαβιβαστής δρα για **περιορισμένο χρονικό διάστημα**, διότι είτε **επαναρροφάται** από το προσυναπτικό άκρο είτε **αποικοδομείται** με τη βοήθεια ενζύμων.
- Οι συνάψεις καθορίζουν την **κατεύθυνση μεταφοράς των νευρικών ώσεων**, διότι μπορούν να μεταφερθούν **μόνο** από το **προσυναπτικό** προς το **μετασυναπτικό** άκρο.

Συνάψεις

Ερέθισμα
με ένταση μεγαλύτερη μιας συγκεκριμένης τιμής



δημιουργία νευρικής ώσης στον προσυναπτικό νευρώνα



μετάδοση σε όλο το μήκος του νευράξονα



τελικά κομβία



απελευθέρωση του νευροδιαβιβαστή



διάχυση στη συναπτική σχισμή



πρόσδεση στους υποδοχείς του μετασυναπτικού άκρου



δημιουργία νευρικής ώσης κατά μήκος του νευράξονα
του μετασυναπτικού νευρώνα

Προσυναπτικός
νευρώνας

κατεύθυνση μεταφοράς
νευρικής ώσης



Μετασυναπτικός
νευρώνας