

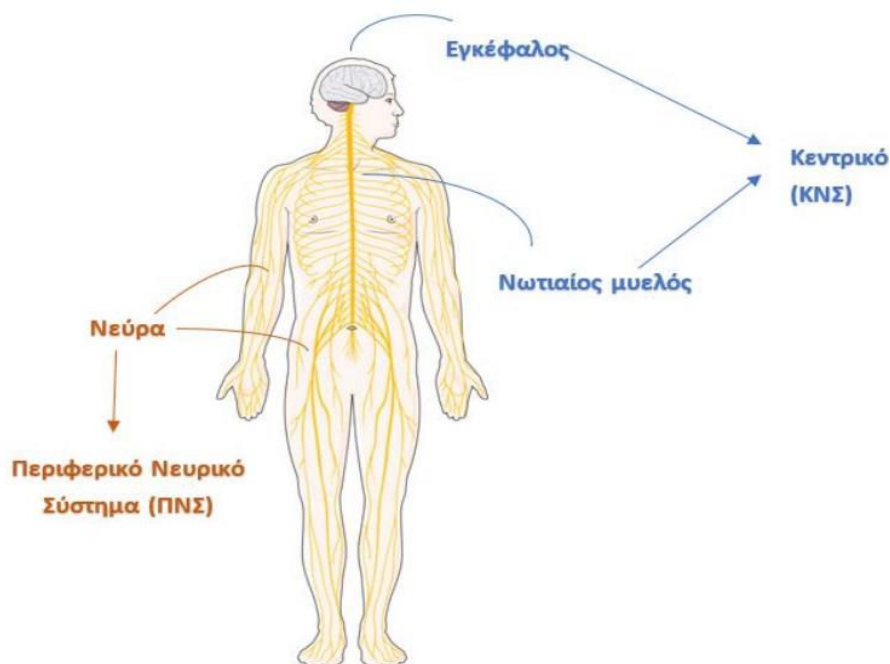
ΝΕΥΡΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ

Ο νευρικός ιστός αποτελείται από δύο είδη κυττάρων:

- οι **νευρώνες**, σχηματίζουν το **νευρικό σύστημα**, μέσω του οποίου λαμβάνονται μηχανικά, χημικά, θερμικά και άλλα σήματα που μετατρέπονται σε ηλεκτρικά, **νευρικές ώσεις**, οι οποίες μεταφέρονται σε **νευρικά κέντρα**, για την πρόσληψη αισθήσεων και την έναρξη κινητικών απαντήσεων,
- τα **νευρογλοιακά κύτταρα**, τα οποία δεν συμμετέχουν στη μεταβίβαση ώσεων, αλλά λειτουργούν υποστηρικτικά για τους νευρώνες.

Το νευρικό σύστημα, ως προς τη δομή του, χωρίζεται:

- στο **κεντρικό νευρικό σύστημα**, ΚΝΣ, το οποίο αποτελείται από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό,
- στο **περιφερικό νευρικό σύστημα**, ΠΝΣ, το οποίο αποτελείται από νεύρα που εκφύονται από το νωτιαίο μυελό και γάγγλια που είναι συνδεδεμένα με τα νεύρα.

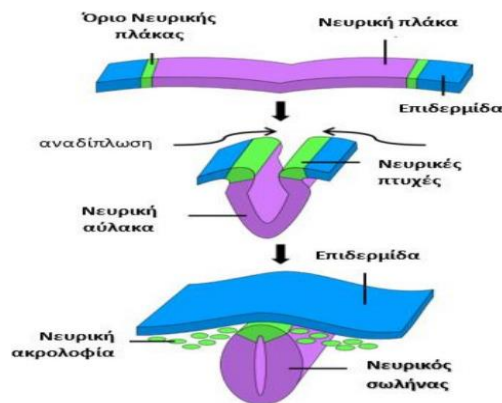


Ως προς τη λειτουργία του το ΠΝΣ υποδιαιρείται:

- σε **αισθητικό – προσαγωγό**, το οποίο δέχεται και μεταβιβάζει ερεθίσματα στο ΚΝΣ με σκοπό την επεξεργασία τους,
- σε **κινητικό – απαγωγό**, το οποίο μεταφέρει νευρικές ώσεις στα εκτελεστικά όργανα, ενώ υποδιαιρείται στο **σωματικό**, το οποίο μεταβιβάζει μέσω ενός και μοναδικού νευρώνα νευρικές ώσεις στους σκελετικούς μύες και το **αυτόνομο**, το οποίο μεταβιβάζει τις νευρικές ώσεις, μέσω γαγγλίου από το οποίο εκφύεται δεύτερος νευρώνας, σε λείους μύες, στην καρδιά και σε αδένες.

➤ Ανάπτυξη του Νευρικού Ιστού – Συστήματος

Στην πρώιμη εμβρυϊκή περίοδο αναπτύσσεται η λεγόμενη **νωτιαία χορδή**, από την οποία εκκρίνονται σηματοδοτικά μόρια που επάγουν τη δημιουργία, από το εξώδερμα, του νευροεπιθηλίου. Το **νευροεπιθήλιο**, παχύνεται και σχηματίζει το **νευρικό πέταλο**. Το νευρικό πέταλο συνεχίζει να παχύνεται και κάμπτεται ώστε, τελικά, να σχηματίσει τη **νευρική αύλακα**, της οποίας τα άκρα αυξάνονται και συγκλίνουν ώστε να ενωθούν και να σχηματίσουν το **νευρικό σωλήνα**, του οποίου από το πρόσθιο άκρο εξελίσσεται στον **εγκέφαλο**, ενώ από το ουραίο τμήμα σχηματίζεται ο **νωτιαίος μυελός**.



Επίσης, από το νευρικό σωλήνα παράγονται η νευρογλοία, το επένδυμα, οι νευρώνες και το χοριοειδές πλέγμα.

Ορισμένα κύτταρα από τα πλάγια άκρα του νευρικού πετάλου αυτονομούνται και δεν εντάσσονται στο νευρικό σωλήνα, Τα εν λόγω **κύτταρα**, της **νευρικής ακρολοφίας**, μετακινούνται σε διάφορα σημεία του σώματος και σχηματίζουν δομές όπως αυτόνομα γάγγλια, μελανοκύτταρα, κύτταρα Schwann οδοντινοβλάστες, δορυφόρα κύτταρα περιφερειακών γαγγλίων.

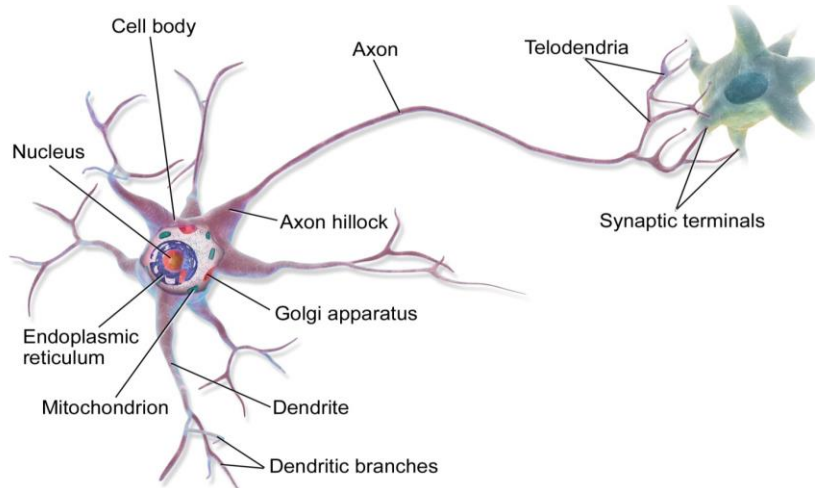
➤ Τα Κύτταρα του Νευρικού Συστήματος

Τα κύτταρα που συνθέτουν το νευρικό σύστημα ταξινομούνται στους νευρώνες και τα νευρογλοιακά κύτταρα. Ειδικότερα:

- Οι **νευρώνες**, λαμβάνουν σήματα από αισθητικούς υποδοχείς, επεξεργάζονται τα σήματα αυτά, δημιουργούν μνήμη και αποστέλλουν τα κατάλληλα σήματα στα εκτελεστικά κύτταρα. Οι νευρώνες δημιουργούνται στην εμβρυϊκή φάση, ενώ ένα μικρό πλήθος νευρώνων δημιουργούνται από προγονικά κύτταρα μετά τη γέννηση. Οι νευρώνες δεν ανανεώνονται όταν υποστούν οξείες βλάβες που οφείλονται σε σοβαρά νοσήματα.
- Τα **νευρογλοιακά κύτταρα**, προστατεύουν και υποβοηθούν τους νευρώνες στη μεταβίβαση σημάτων.

➤ Δομή των Νευρώνων

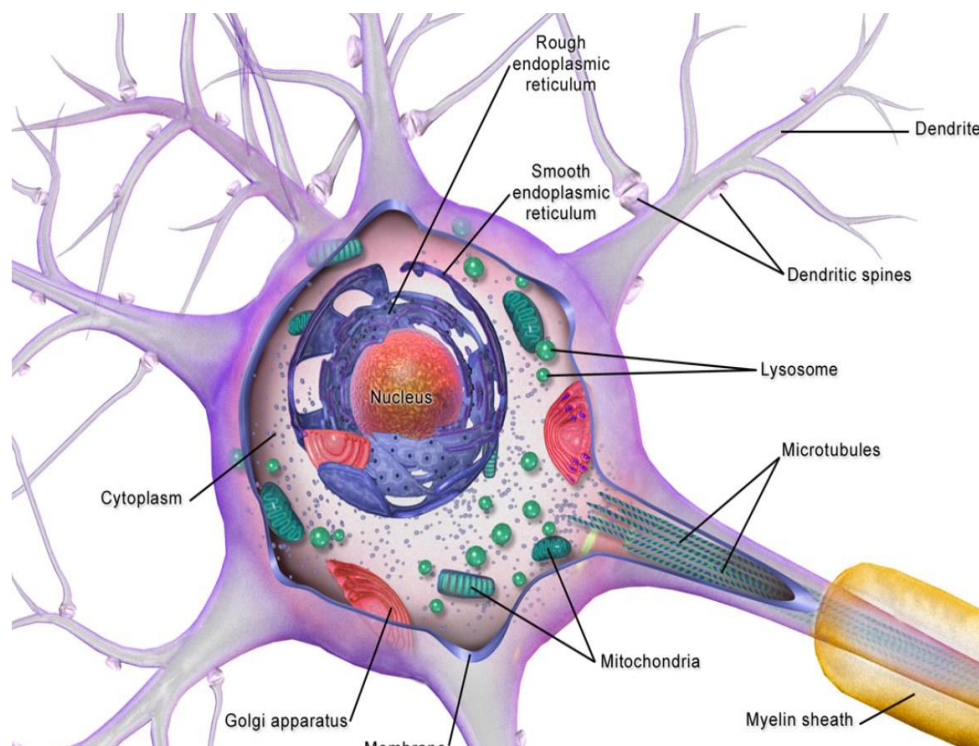
Οι νευρώνες αποτελούνται από το κυτταρικό σώμα – περικάρυο, τους δενδρίτες και το νευράξονα, ενώ το μέγεθος τους ποικίλει ανάλογα με το είδος και το σημείο στο οποίο βρίσκονται.



Οι νευρώνες του ΚΝΣ είναι πολυγωνικοί με κοίλες επιφάνειες μεταξύ αποφυάδων, σε αντίθεση με αυτούς του ΠΝΣ που διαθέτουν μια αποφυάδα και το περικάρυο τους είναι σφαιρικό.

➤ Κυτταρικό Σώμα – Περικάρυο

Στο κέντρο του κυτταρικού σώματος βρίσκεται ευμεγέθης και σφαιρικός έως ωσειδής **πυρήνας**, μέσα στον οποίο βρίσκεται λεπτοκοκκιώδης χρωματίνη γεγονός που δηλώνει έντονη συνθετική δραστηριότητα, ενώ και ο πυρηνίσκος – πυρήνιο είναι εμφανής.



Το **αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο**, σχηματίζεται από πολυάριθμες δεξαμενές που είναι τοποθετημένες παράλληλα η μία με την άλλη. Όταν οι εν λόγω δεξαμενές μαζί με τα πολυριβοσωμάτια χρωσθούν με βασικές χρωστικές αποκτούν όψη συσσωματωμένων κοκκίων βασεόφιλου υλικού – σωμάτια **Nissl**.

Το **λείο ενδοπλασματικό δίκτυο**, είναι άφθονο και βρίσκεται όλη την έκταση του κυτταρικού σώματος, ενώ υπάρχει και στους δενδρίτες και σχηματίζει δεξαμενές που βρίσκονται αμέσως κάτω από την κυτταρική μεμβράνη – **υπολημματικές δεξαμενές**.

Η **συσκευή Golgi**, είναι εμφανής, παραπυρηνική και μέσα σε αυτήν συσκευάζονται νευροδιαβιβαστές, αλλά και ένζυμα που είναι απαραίτητα για την παραγωγή τους στο νευράξονα.

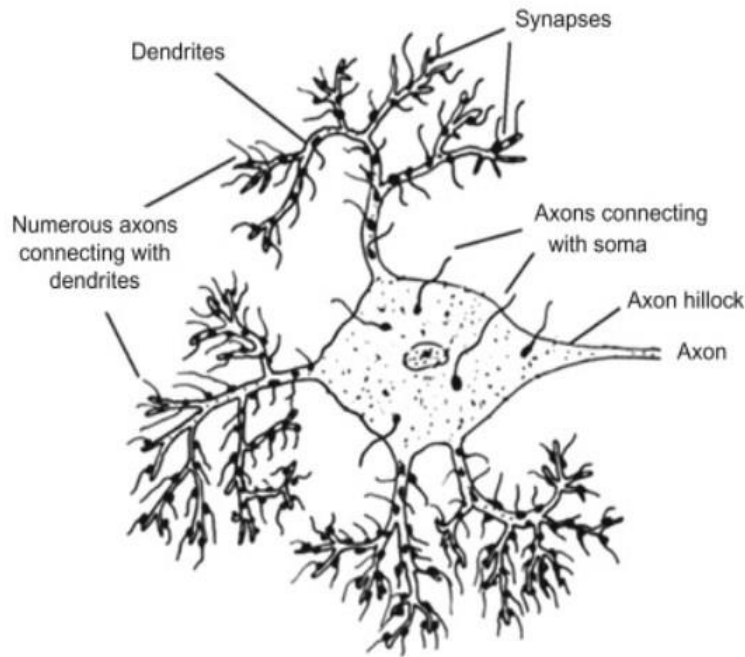
Σε όλη την έκταση του κυτταροπλάσματος βρίσκονται πολυάριθμα **μιτοχόνδρια**, αλλά η κατανομή τους δεν είναι ομοιόμορφη καθώς τα περισσότερα από αυτά εντοπίζονται στις τελικές απολήξεις του νευράξονα. Η κίνηση των μιτοχονδρίων είναι συνεχής και διεξάγεται κατά μήκος των μικροσωληνίσκων.

Τα **έγκλειστα**, του κυτταρικού σώματος του νευρώνα, είναι μη έμβιες ουσίες όπως η μελανίνη, η λιποφουσκίνη και τα λιποσταγονίδια. Ως **πρόδρομη ουσία**, της **μελανίνης**, θεωρείται η **μεθυλντόπα – DOPA**, πρόδρομη ουσία για παραγωγή νευροδιαβιβαστών ντοπαμίνης και νοραδρεναλίνης, καθώς η μελανίνη ενδέχεται να αποτελεί υποπροϊόν των αντιδράσεων παραγωγής των ουσιών αυτών. Η **λιποφουσκίνη**, είναι κοκκιώδης και καστανοκίτρινη χρωστική που βρίσκεται σε αφθονία στους νευρώνες ηλικιωμένων ατόμων ως υπόλειμμα της δράσεως των λυσοσωματικών ενζύμων. Τα **λιποσταγονίδια**, τα οποία ενδεχομένως να βρίσκονται στο κυτταρόπλασμα του νευρώνα, θεωρείται ότι αποτελούν συνέπεια ελαττωματικού μεταβολισμού, ή δημιουργήθηκαν ως ενεργειακές αποθήκες.

Ο **κυτταροσκελετός**, αποτελείται από **νευροινίδια**, τα οποία διασχίζουν το περικάρυο και εκτείνονται σε αποφυάδες. Τα εν λόγω ινίδια μπορεί να είναι μικροσωληνίσκοι, νευρονημάτια που αποτελούν δέσμες ενδιάμεσων νηματίων, μικρονημάτια ακτίνης που συνδέονται με την κυτταρική μεμβράνη.

➤ Δενδρίτες

Οι δενδρίτες είναι αποφυάδες του νευρώνα που δέχονται ερεθίσματα από άλλα νευρικά κύτταρα. Οι δενδρίτες διαθέτουν διακλαδώσεις που ποικίλουν ανάλογα με το είδος του νευρώνα και αυτό έχει ως συνέπεια να μπορούν να δέχονται, ταυτόχρονα, περισσότερα του ενός ερεθίσματα. Οι νευρικές ώσεις που φθάνουν στους δενδρίτες μεταβιβάζονται στο περικάρυο.



Οι **άκανθες**, είναι προβολές στις επιφάνειες ορισμένων δενδριτών που επιτρέπουν το σχηματισμό συνάψεων με άλλους νευρώνες. Με την πάροδο της ηλικίας, αλλά και σε συνθήκες υποσιτισμού, οι άκανθες μειώνονται, ενώ σε πάσχοντες από τρισωμίες 13 και 18 εμφανίζουν δομικές μεταβολές.

➤ **Νευράξονας**

Πρόκειται για μια αποφυάδα ποικίλης διαμέτρου με μήκος μέχρι και 1m. Η διάμετρος, ενώ ποικίλει, είναι ορισμένη σε κάθε τύπο νευρώνα. Εκφύεται από το κυτταρικό σώμα στο **αξονικό λοφίδιο**, το οποίο έχει πυραμιδοειδές σχήμα και βρίσκεται αντιδιαμετρικά των δενδριτών. Ο νευράξονας σε ορισμένες περιπτώσεις διακλαδίζεται και σχηματίζει μικρούς κλάδους, **τελικές διακλαδώσεις – τελικά κομβία**.

Ο νευράξονας δέχεται νευρικές ώσεις από άλλους νευρώνες και απάγει νευρικές ώσεις προς άλλους νευρώνες, αλλά και διάφορους μύες και αδένες. Η ταχύτητα διάδοσης των νευρικών ώσεων αυξάνεται όταν αυξηθεί η διάμετρος του νευράξονα.

Ορισμένοι νευράξονες περιβάλλονται από **μυελώδες έλυτρο**, το οποίο σχηματίζεται από τη μεμβράνη νευρογλοιακών κυττάρων. Η ύπαρξη μυελώδους ελύτρου συμβάλλει στην αύξηση της ταχύτητας μεταφοράς των νευρικών ώσεων.

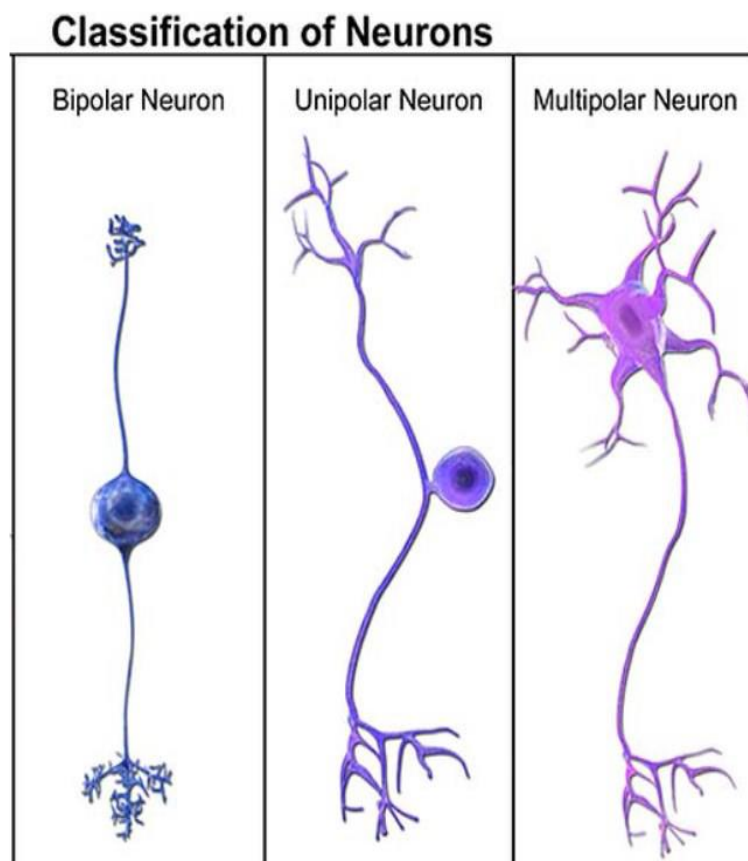
Μέσω του νευράξονα συντελείται **αξονική μεταφορά ουσιών**, η οποία μπορεί να είναι προσθιόδρομη ή οπισθόδρομη, ανάλογα με το αν γίνεται από η προς το περικάρυο. Με την **προσθιόδρομη μεταφορά**, διακινούνται οργανίδια, κυστίδια και μεγαλομοριακές ουσίες, ενώ με την **οπισθόδρομη μεταφορά**, διακινούνται δεμάτια νευρονηματίων και διαλυτά ένζυμα που έχουν προσληφθεί με ενδοκυττάρωση.

➤ Ταξινόμηση των Νευρώνων

Με κριτήριο το σχήμα και τη διάταξη των αποφυάδων, οι νευρώνες διακρίνονται σε:

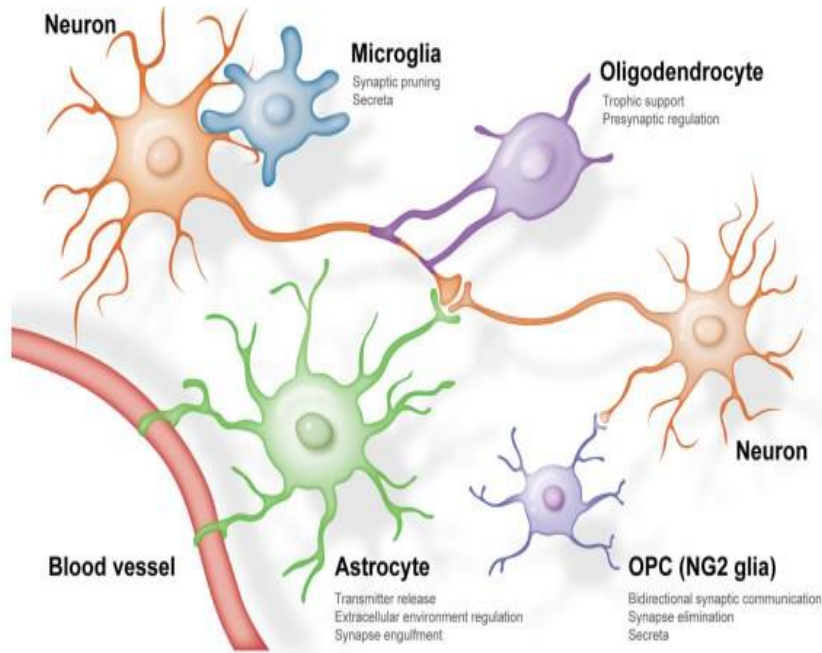
- **Δίπολους**, οι οποίοι έχουν δύο αποφυάδες που εκφύονται από το περικάρυο και ειδικότερα έναν δενδρίτη και έναν νευράξονα. Δίπολοι νευράξονες βρίσκονται στο αιθουσαίο, στο κοχλιακό γάγγλιο και στο επιθήλιο της ρινικής κοιλότητας.
- **Μονόπολους**, οι οποίοι έχουν μια αποφυάδα που εκφύεται από το κυτταρικό σώμα και διακλαδίζεται σε δύο κλάδους, έναν κεντρικό και έναν περιφερειακό. Οι κλάδοι αυτοί προσομοιάζουν με νευράξονες και ο ένας εισέρχεται στο ΚΝΣ, ενώ ο άλλος κατευθύνεται προς το σώμα. Μονόπολοι νευράξονες βρίσκονται στα νωτιαία γάγγλια, αλλά και σε ορισμένα γάγγλια εγκεφαλικών νεύρων.
- **Πολύπολους**, οι οποίοι διαθέτουν έναν νευράξονα και πολλούς δενδρίτες, ενώ βρίσκονται παντού στο νευρικό σύστημα και είναι κυρίως κινητικοί νευρώνες.

Λειτουργικά, οι νευρώνες ταξινομούνται σε **αισθητικούς – προσαγωγούς**, οι οποίοι δέχονται αισθητικά ερεθίσματα και εντοπίζονται στην περιφέρεια του σώματος και σε **κινητικούς – απαγωγούς**, οι οποίοι κατευθύνουν νευρικές ώσεις προς τους μύες, τους αδένες, αλλά και προς άλλους νευρώνες. Επίσης, υπάρχουν και **διάμεσοι νευρώνες**, οι οποίοι βρίσκονται στο ΚΝΣ και διασυνδέουν αισθητικά με κινητικά νεύρα.



➤ Νευρογλοιακά Κύτταρα – Νευρογλοία

Τα κύτταρα της νευρογλοίας προσφέρουν μεταβολική και μηχανική υποστήριξη στους νευρώνες. Στα νευρογλοιακά κύτταρα του ΚΝΣ περιλαμβάνονται τα αστροκύτταρα, τα ολιγοδενδροκύτταρα, τα μικρογλοιακά και τα επενδυματικά κύτταρα, ενώ τα κύτταρα Schwann που εντοπίζονται στο ΠΝΣ θεωρούνται και αυτά ως νευρογλοιακά.



Τα νευρογλοιακά κύτταρα σχηματίζουν χασματικές συνδέσεις με άλλα νευρογλοιακά κύτταρα, ενώ δεν μεταβιβάζουν νευρικές ώσεις, αλλά βοηθούν τη **νευρική διαβίβαση**, καθώς ελέγχουν τις συνάψεις, ρυθμίζουν τη ροή του εγκεφαλονωτιαίου υγρού – ΕΝΥ στον εγκέφαλο, απομακρύνουν νευροδιαβιβαστές από τις νευραξονικές απολήξεις και ελευθερώνουν γλοιοδιαβιβαστές – γλουταμικό στη συναπτική σχισμή.

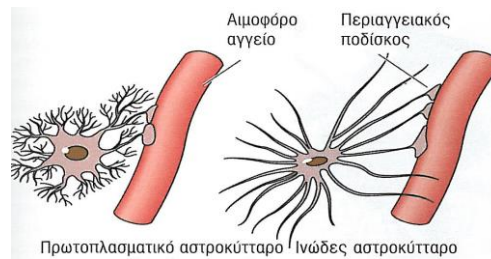
➤ Αστροκύτταρα

Τα αστροκύτταρα προσφέρουν δομική και μεταβολική υποστήριξη στους νευρώνες και απαλλάσσουν τον εξωκυττάριο χώρο από ιόντα και νευροδιαβιβαστικές ουσίες.

Πρόκειται για τα πλέον ευμεγέθη κύτταρα της νευρογλοίας και διακρίνονται σε:

- **Πρωτοπλασματικά**, τα οποία βρίσκονται στη φαιά ουσία του εγκεφάλου, ενώ διαθέτουν άφθονο κυτταρόπλασμα και πολλές μικρές αποφυάδες των οποίων τα άκρα βρίσκονται σε επαφή με αιμοφόρα αγγεία μέσω αγγειακών ποδίσκων. Άλλα πρωτοπλασματικά κύτταρα βρίσκονται στην επιφάνεια του εγκεφάλου ή του νωτιαίου μυελού και εφάπτονται στη χοριοειδή μήνιγγα, σχηματίζοντας τον χοριογλοιακό υμένα. Τέλος, κάποια πρωτοπλασματικά κύτταρα εντοπίζονται δίπλα σε κυτταρικά σώματα νευρώνων και λειτουργούν ως δορυφόρα κύτταρα.

- **Ινώδη**, τα οποία εντοπίζονται στη λευκή ουσία του εγκεφάλου και διαθέτουν ευχρωματινικό κυτταρόπλασμα με λίγα οργανίδια, ελεύθερα ριβοσώματα και γλυκογόνο. Οι αποφυάδες είναι επιμήκεις, μη διακλαδιζόμενες και συνδέονται στενά με την χοριοειδή μήνιγγα.

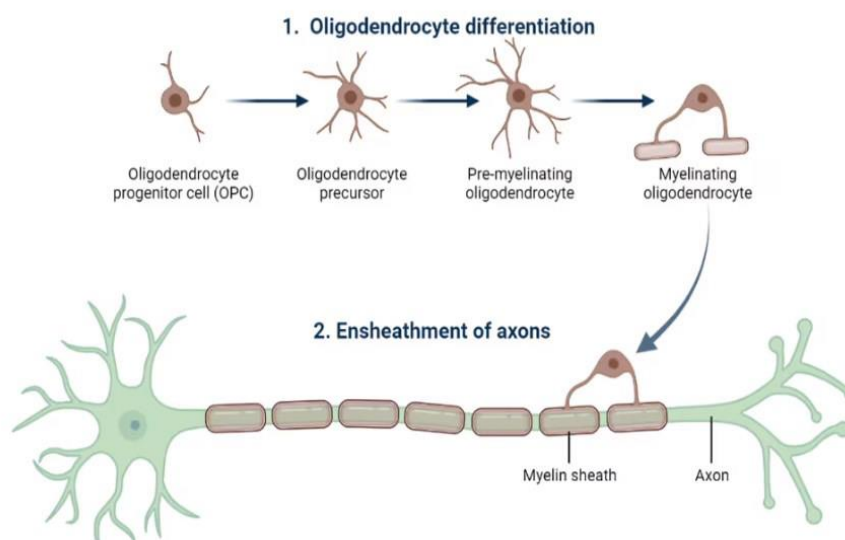


Τα αστροκύτταρα απομακρύνουν ιόντα και υπολείμματα μεταβολισμού των νευρώνων που βρίσκονται στο περιβάλλον του νευρώνα και ιδιαίτερα στις περισφιζεις Ranvier, συμβάλλουν στο μεταβολισμό που πραγματοποιείται μέσα στο φλοιό του εγκεφάλου, εκκρίνοντας γλυκόζη που προέρχεται από τη διάσπαση του γλυκογόνου που περιέχουν, διατηρούν τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και βοηθούν σε αποκατάσταση βλαβών στο ΚΝΣ με το σχηματισμό κυτταροβριθούς ουλώδους ιστού – νευρογλοιακή ουλή.

➤ **Ολιγοδενδροκύτταρα**

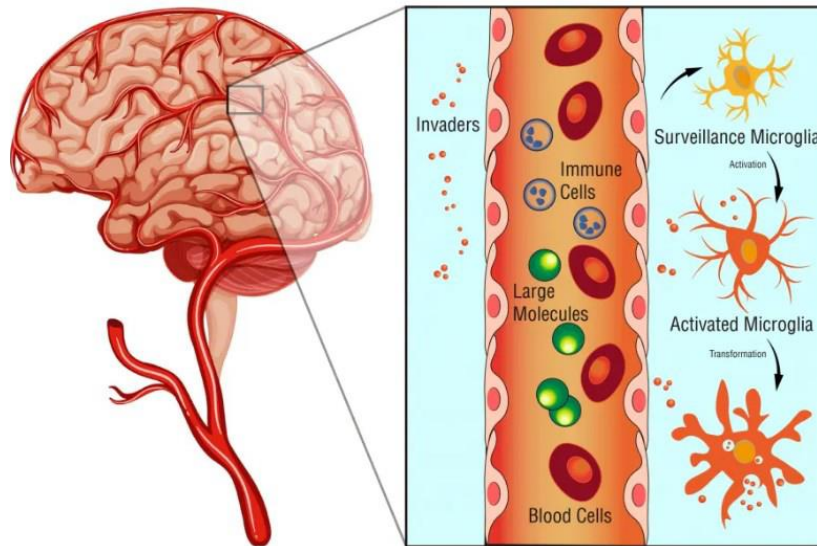
Τα ολιγοδενδροκύτταρα δημιουργούν ηλεκτρική μόνωση και παράγουν μυελίνη στο ΚΝΣ. Εντοπίζονται στη φαιά και τη λευκή ουσία του ΚΝΣ και προσομοιάζουν με τα αστροκύτταρα, αλλά είναι μικρότερα και διαθέτουν λιγότερες αποφυάδες. Πρόκειται για τα πλέον βαθυχρωματικά νευρογλοιακά κύτταρα, ενώ διακρίνονται σε:

- **μεσοδεμάτια**, τα οποία παράγουν μυελίνη ενώ σχηματίζουν στοίχους δίπλα σε δέσμες νευραξόνων,
- **δορυφόρα ολιγοδενδροκύτταρα**, τα οποία βρίσκονται μόνον στη φαιά ουσία.



➤ Μικρογλοιακά Κύτταρα

Πρόκειται για μικρά, βαθυχρωματικά κύτταρα που μοιάζουν με ολιγοδενδροκύτταρα. Διαθέτουν ελάχιστο κυτταρόπλασμα, ωοειδή ή τριγωνικό πυρήνα, οι αποφυάδες είναι βραχείες και έχουν ακανόνιστο σχήμα. Τόσο κυτταρικό σώμα, όσο και οι αποφυάδες, φέρουν άκανθες.

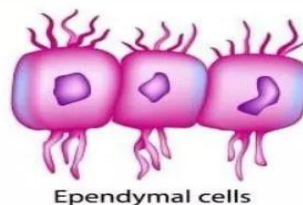


Τα μικρογλοιακά κύτταρα, σε αντίθεση με άλλα νευρογλοιακά κύτταρα, παράγονται από τον μυελό των οστών και όχι από το νευρικό σωλήνα.

Τα μικρογλοιακά κύτταρα δρουν ως φαγοκύτταρα που καθαρίζουν νεκρωμένα στοιχεία και αλλοιωμένες δομές του ΚΝΣ, προστατεύουν από ιούς και μικροοργανισμούς, ενώ αποτρέπουν τη δημιουργία όγκων. Όταν ενεργοποιηθούν, παρουσιάζουν αντιγόνα και εκκρίνουν κυτταροκίνες.

➤ Επενδυματικά Κύτταρα

Όπως δηλώνει και η ονομασία τους, είναι κύτταρα που επενδύουν εγκεφαλικές κοιλίες και τον κεντρικό σωλήνα του νωτιαίου μυελού. Πρόκειται για χαμηλά, κυλινδρικά ή κυβικά κύτταρα που περιέχουν άφθονα μιτοχόνδρια και δέσμες ενδιάμεσων νηματίων, ενώ σε ορισμένα σημεία φέρουν κροσσούς που διευκολύνουν την κίνηση του ΕΝΥ.



Ως **τανυκύτταρα**, ορίζονται εξειδικευμένα επενδυματικά κύτταρα, τα οποία εκτείνουν αποφυάδες που καταλήγουν σε αιμοφόρα αγγεία και ενδοκρινή κύτταρα. Ενδεχομένως, να μεταφέρουν ΕΝΥ στα ενδοκρινή κύτταρα.

➤ Κύτταρα Schwann

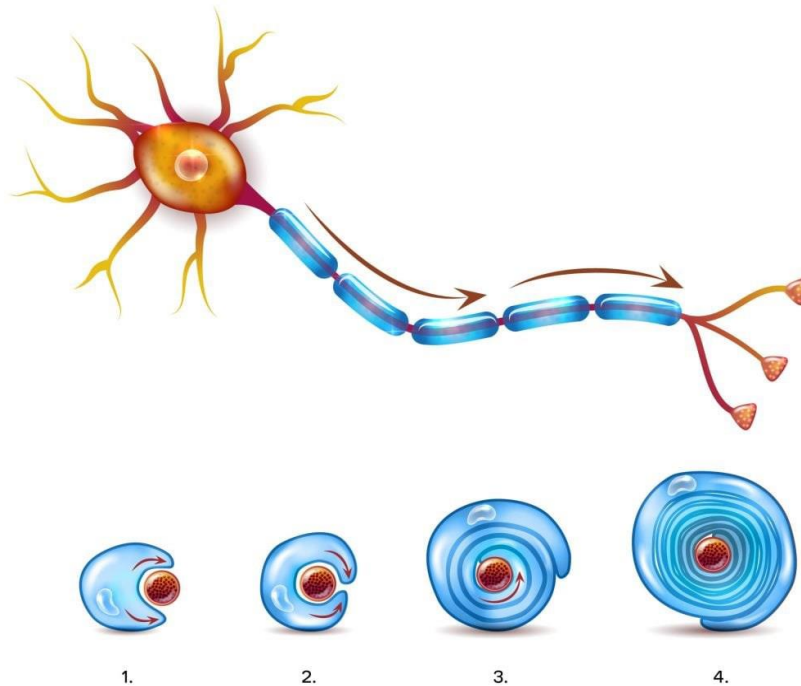
Πρόκειται για κύτταρα, τα οποία εντοπίζονται στο ΠΝΣ και σχηματίζουν εμμύελα και αμύελα έλυτρα στους νευράξονες. Τα εμμύελα έλυτρα διακόπτονται σε συγκεκριμένα σημεία, κατά μήκος του νευράξονα, δημιουργώντας κενά – **περισφίξεις Ranvier**. Στα κενά αυτά, βρίσκονται ιοντικοί διάλυοι Na^+ που ελέγχονται από τάση και προκαλούν τη **διάδοση κατά άλματα**, των νευρικών ώσεων.

Το τμήμα εκείνο του νευράξονα που βρίσκεται μεταξύ δύο διαδοχικών περισφίξεων Ranvier ονομάζεται **μεσοπερισφιγκτικό τμήμα**.

Τα κύτταρα Schwann είναι αποπλατυσμένα κύτταρα με αποπλατυσμένο πυρήνα, λίγα μιτοχόνδρια και μικρή συσκευή Golgi.

➤ Μηχανισμός της Μυελίνωσης του Νευράξονα

Η μυελίνωση αποτελεί μια διαδικασία μέσω της οποίας τα **κύτταρα Schwann**, ή και τα **ολιγοδενδροκύτταρα**, περιτυλίσσουν τη μεμβράνη τους γύρω από το νευράξονα.

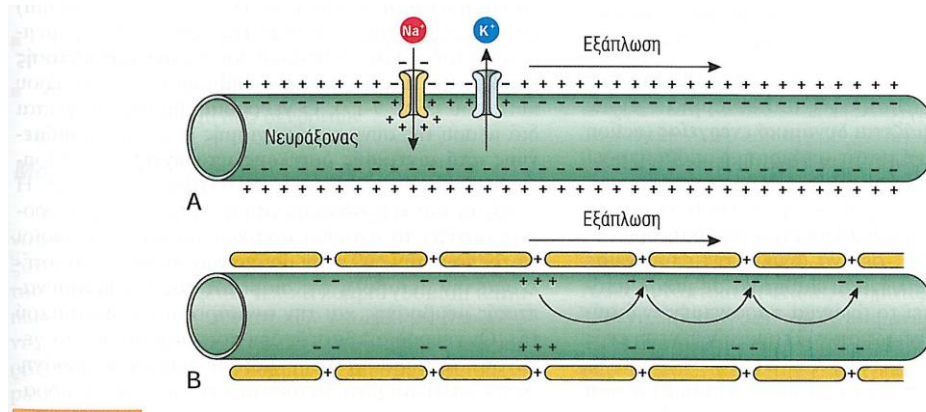


Θεωρείται ότι η μυελίνωση ξεκινά με το κύτταρο Schwann να περιβάλλει το νευράξονα και να περιτυλίσει τη μεμβράνη του γύρω από αυτόν ενώ εκτοπίζει το κυτταρόπλασμα και φέρει σε επαφή τις κυτταροπλασματικές επιφάνειες των μεμβρανών σχηματίζοντας μια πυκνή γραμμή που διατρέχει σπειροειδώς το μυελώδες έλυτρο.

Κάθε επιμέρους κύτταρο Schwann μπορεί να μυελινώσει ένα μόνο μεσοπερισφιγκτικό τμήμα ενός και μόνο νευράξονα, ενώ τα ολιγοδενδροκύτταρα μπορούν να μυελινώσουν ένα μεσοπερισφιγκτικό τμήμα περισσοτέρων του ενός νευραξόνων.

➤ Αγωγή των Νευρικών Ώσεων

Οι νευρικές ώσεις παράγονται στο νευραξονικό λοφίδιο, **ζώνη εκκένωσης ώσεων**, ως αποτέλεσμα **εκπόλωσης**, της **κυτταρικής μεμβράνης**. Στη συνέχεια, το σήμα άγεται κατά μήκος του νευράξονα προς τη νευραξονική απόληξη.

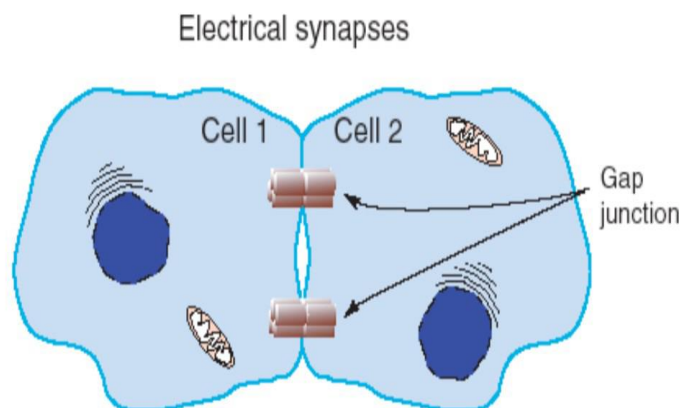


Στους **αμύελους νευράξονες**, η αγωγή γίνεται αργά ενώ στους **εμμύελους νευράξονες**, οι νευρικές ώσεις άγονται κατά άλματα σε κόμβους Ranvier, στους οποίους βρίσκονται ιοντικοί διάλυτοι Na⁺.

➤ Συνάψεις

Πρόκειται για θέσεις μεταβίβασης των νευρικών ώσεων από τον **προσυναπτικό**, προς τον **μετασυναπτικό νευρώνα**, ή προς κάποιο μυϊκό, ή αδενικό κύτταρο. Οι συνάψεις μπορεί να είναι ηλεκτρικές ή χημικές.

Οι **ηλεκτρικές συνάψεις**, οι οποίες είναι ασυνήθεις στα θηλαστικά, βρίσκονται στον αμφιβληστροειδή, στο στέλεχος και τον φλοιό του εγκεφάλου. Οι ηλεκτρικές συνάψεις διακρίνονται για την ύπαρξη χασματικών συνδέσεων μέσω των οποίων διακινούνται άμεσα ιόντα από το ένα κύτταρο στο άλλο.



Όταν η μεταφορά ιόντων γίνεται μεταξύ νευρώνων, δημιουργείται **ηλεκτρικό ρεύμα**. Η αγωγή νευρικών ώσεων, μέσω ηλεκτρικών συνάψεων, είναι πολύ πιο γρήγορη από ότι μέσω χημικών συνάψεων.

Στις **χημικές συνάψεις**, οι οποίες είναι οι πλέον συνήθεις μεταξύ δύο νευρώνων:

- εκκρίνονται με κυστίδια νευροδιαβιβαστές από την **προσυναπτική μεμβράνη**, προς τη **συναπτική σχισμή**, δηλαδή ένα μικρό χάσμα που βρίσκεται ανάμεσα στις μεμβράνες του προσυναπτικού και του μετασυναπτικού κυττάρου,
- στη συνέχεια, οι νευροδιαβιβαστές προσδένονται σε υποδοχείς που ελέγχουν ιοντικούς διαύλους στη **μετασυναπτική μεμβράνη**, με αποτέλεσμα το άνοιγμα των διαύλων και τη διέλευση ιόντων, γεγονός που προκαλεί την αναστροφή του δυναμικού της μετασυναπτικής μεμβράνης.

Στο **κυτταρόπλασμα**, της **προσυναπτικής μεμβράνης**, περιέχονται μιτοχόνδρια, λείο ενδοπλασματικό δίκτυο, αλλά και μεγάλο πλήθος από **συναπτικά κυστίδια**, δηλαδή μεμβρανικοί σάκοι που περιέχουν και μεταφέρουν τους νευροδιαβιβαστές.

Οι **νευροδιαβιβαστές**, αποτελούν σηματοδοτικά μόρια, τα οποία εκκρίνονται από τις προσυναπτικές μεμβράνες και ενεργοποιούν υποδοχείς μετασυναπτικών μεμβρανών, ενώ η δράση τους είναι άμεση και ταχεία. Οι νευροδιαβιβαστές είναι **μικρομόρια**, ή **πεπτίδια**, ή **αέρια**, τα οποία διεγείρουν ή αναστέλλουν το μετασυναπτικό νευρώνα, ο οποίος ανταποκρίνεται σε έναν μόνο κύριο νευροδιαβιβαστή.

Τα συναπτικά κυστίδια συναθροίζονται πλησίον της προσυναπτικής μεμβράνης με τη συμβολή μιας πρωτεΐνης που προσδέεται στην επιφάνεια τους, **συναψίνη I**. Όταν η συναψίνη I φωσφορυλιωθεί, τα κυστίδια μπορούν να κινηθούν προς την **ενεργό ζώνη**, δηλαδή την περιοχή όπου συναθροίζονται.

Άλλα συναπτικά κυστίδια διασυνδέονται με μικρονημάτια ακτίνης για να σχηματίσουν μια **εφεδρική δεξαμενή**. Η σύνδεση συναπτικών κυστιδίων με μικρονημάτια ακτίνης ελέγχεται από μια μικρή πρωτεΐνη την **συναψίνη II**.

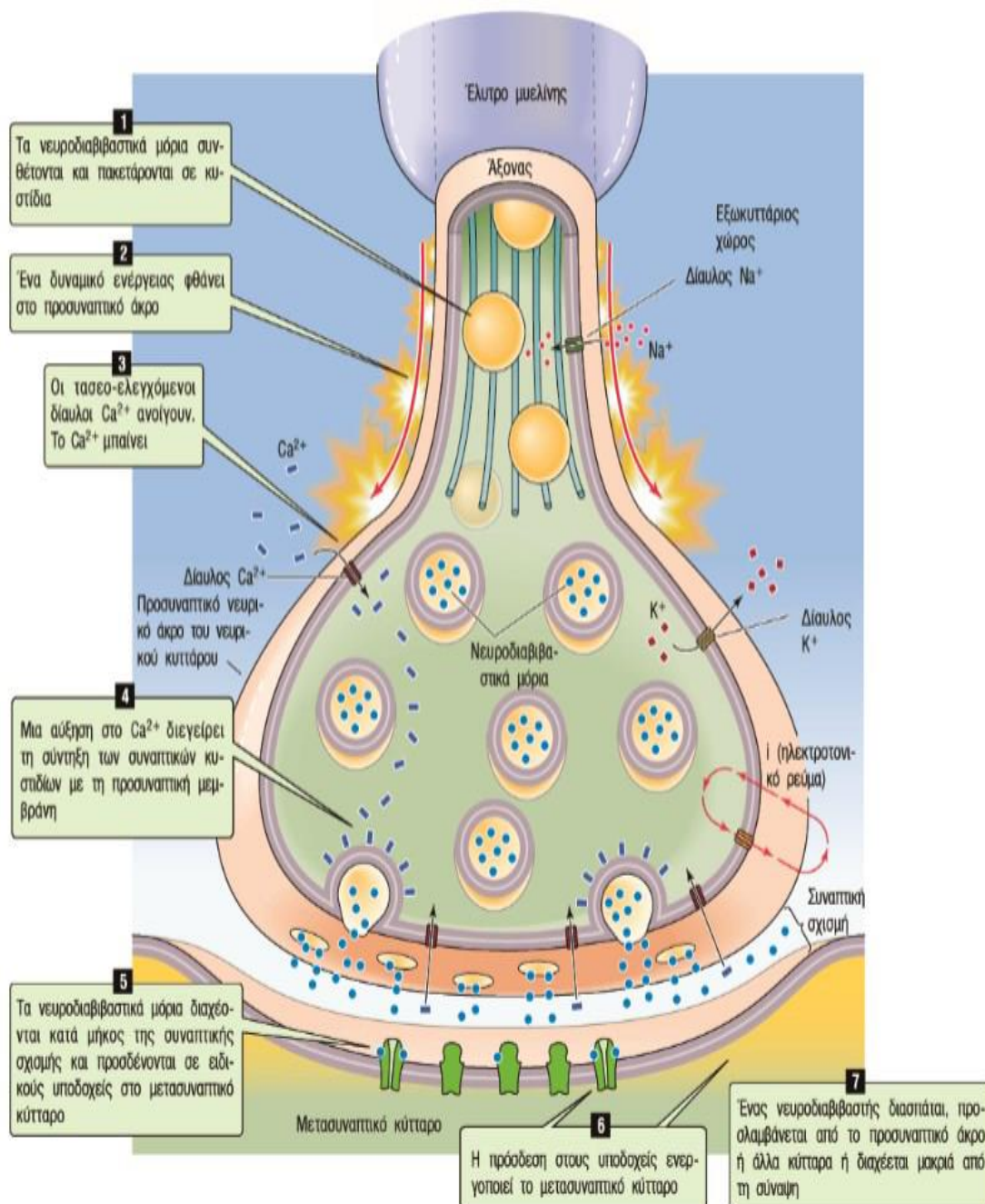
Η σύνδεση των συναπτικών κυστιδίων στην προσυναπτική μεμβράνη ελέγχεται από μια πρωτεΐνη, την **συναπτοφυσίνη**.

Όταν ένα δυναμικό δράσης φθάσει στην προσυναπτική μεμβράνη ανοίγουν οι **διάυλοι**, των **ιόντων Ca^{+2}** , τα οποία μέσω των πρωτεϊνών **SNARE**, προκαλούν τη σύντηξη των συναπτικών κυστιδίων στην προσυναπτική μεμβράνη.

Η **μετασυναπτική μεμβράνη**, είναι πεπαχυσμένο τμήμα της κυτταρικής μεμβράνης του μετασυναπτικού κυττάρου που περιέχει υποδοχείς νευροδιαβιβαστών. Όταν ένας νευροδιαβιβαστής προσδεθεί στον υποδοχέα του, προκαλείται **εκπόλωση**, δηλαδή μια διεγερτική ανταπόκριση, ή **υπερπόλωση**, δηλαδή μια ανασταλτική ανταπόκριση, της κυτταρικής μεμβράνης.

Τα βήματα, μιας χημικής σύναψης, είναι τα εξής:

- 1) οι νευροδιαβιβαστές συσκευάζονται σε κυστίδια,
- 2) ένα δυναμικό ενέργειας φθάνει στο προσυναπτικό άκρο,
- 3) ανοίγουν οι διάλογοι ιόντων Ca^{2+} ,
- 4) τα Ca^{2+} προκαλούν σύντηξη των κυστιδίων με την προσυναπτική μεμβράνη,
- 5) οι νευροδιαβιβαστές διαχέονται στην συναπτική σχισμή και προσδένονται σε υποδοχείς της μεμβράνης του μετασυναπτικού κυττάρου,
- 6) ενεργοποίηση του μετασυναπτικού κυττάρου,
- 7) διάσπαση και απομάκρυνση του νευροδιαβιβαστή από την συναπτική σχισμή.



➤ **Κεντρικό Νευρικό Σύστημα – ΚΝΣ**

Το ΚΝΣ απρτίζεται από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό. Το ΚΝΣ έχει σύσταση στερεάς πηκτής καθώς αποτελείται από λευκή και φαιά ουσία και δεν περιέχει στοιχεία συνδετικού ιστού.

Η **λευκή ουσία**, η οποία βρίσκεται κεντρικά στον εγκέφαλο και την παρεγκεφαλίδα, συγκροτείται κυρίως από εμμύελες νευρικές ίνες, γεγονός που εξηγεί το λευκό χρώμα. Ειδικότερα, η λευκή ουσία αποτελείται από εμμύελες ίνες, νευρογλοιακά κύτταρα και μερικές αμύελες ίνες.

Η **φαιά ουσία**, η οποία εντοπίζεται περιφερικά στον εγκέφαλο και την παρεγκεφαλίδα, αποτελείται από κυτταρικά σώματα νευρώνων, δενδρίτες, νευρογλοιακά κύτταρα και αμύελα τμήματα νευραξόνων. Η απουσία μυελίνης εξηγεί το φαιό χρώμα.

➤ **Εγκεφαλικός Φλοιός – Παρεγκεφαλίδα**

Ο εγκέφαλος χωρίζεται σε δύο ημισφαίρια, η φαιά ουσία των οποίων αναδιπλώνεται σε πολλαπλές έλικες και αύλακες και, έτσι, σχηματίζει τον εγκεφαλικό φλοιό.

Στον εγκεφαλικό φλοιό συντελείται η μάθηση, δημιουργείται η μνήμη, αναλύονται οι πληροφορίες, ολοκληρώνονται οι αισθητικές λειτουργίες και ξεκινούν οι αντιδράσεις των κινητικών νευρικών ιών.

Ο εγκεφαλικός φλοιός συστήνεται από έξι στιβάδες νευρώνων που κάθε μια από αυτές έχει χαρακτηριστική μορφολογία. Ειδικότερα:

- Η **μοριώδης**, αποτελείται από νευρικές απολήξεις, οριζόντια και νευρογλοιακά κύτταρα.
- Η **έξω κοκκιώδης**, αποτελείται κυρίως από αστεροειδή κύτταρα και κύτταρα της νευρογλοίας.
- Η **έξω στιβάδα πυραμιδοειδών κυττάρων**, αποτελείται από νευρογλοιακά και πυραμιδοειδή κύτταρα.
- Η **έσω κοκκιώδης**, είναι λεπτή, ενώ αποτελείται από μικρά κοκκιώδη κύτταρα σε πυκνή διάταξη, πυραμιδοειδή και νευρογλοιακά κύτταρα.
- Η **έσω στιβάδα πυραμιδοειδών κυττάρων**, περιέχει μεγάλα πυραμιδοειδή και κύτταρα της νευρογλοίας.
- Η **στιβάδα πολύμορφων κυττάρων**, περιέχει ποικίλου σχήματος κύτταρα και κύτταρα της νευρογλοίας.

Η πρώτη στιβάδα βρίσκεται αμέσως κάτω από την χοριοειδή μήνιγγα, ενώ η βαθύτερη στιβάδα γειτνιάζει με την λευκή ουσία.

Ο **φλοιός της παρεγκεφαλίδας**, ρυθμίζει την ισορροπία, αλλά και τον μυϊκό τόνο και συντονισμό, ενώ διαιρείται τρεις στιβάδες. Ειδικότερα:

- Η **μοριώδης στιβάδα**, βρίσκεται αμέσως κάτω από την χοριοειδή μήνιγγα, ενώ αποτελείται από αστεροειδή κύτταρα, δενδρίτες κυττάρων Purkinje, αμύελους νευράξονες που προέρχονται από την κοκκιώδη στιβάδα.
- Η **στιβάδα κυττάρων Purkinje**, αποτελείται από μεγάλα φιαλοειδή κύτταρα με διακλαδιζόμενους δενδρίτες που προβάλλουν στην μοριώδη στιβάδα, ενώ οι εμμύελοι νευράξονες εισέρχονται στην λευκή ουσία.
- Η **κοκκιώδης στιβάδα**, αποτελεί τη βαθύτερη στιβάδα της παρεγκεφαλίδας και περιέχει μικρά κοκκιώδη κύτταρα, αλλά και **σπειράματα**, δηλαδή περιοχές στις οποίες υπάρχουν συνάψεις νευραξόνων που εισέρχονται στην παρεγκεφαλίδα και των κοκκιοειδών κυττάρων.

Τα **κύτταρα Purkinje**, είναι τα μοναδικά κύτταρα του φλοιού της παρεγκεφαλίδας που μεταδίδουν πληροφορίες με **ανασταλτικό χαρακτήρα**, ενώ χρησιμοποιούν το **GABA**, ως νευροδιαβιβαστή.

➤ **Εγκεφαλικές Μήνιγγες**

Πρόκειται για περιβλήματα από **συνδετικό ιστό**, τα οποία καλύπτουν τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό. Ειδικότερα:

- Η **σκληρή μήνιγγα**, αποτελείται από πυκνό κολλαγόνο και χωρίζεται σε δύο στιβάδες που είναι στενά συνδεδεμένες, δηλαδή την εξωτερική – περιοριστική και την εσωτερική – μηνιγγική στιβάδα, εσωτερικά της οποίας βρίσκεται μια στιβάδα αποπλατυσμένων ινοβλαστών – μεθόρια στιβάδα.
- Η ενδιάμεση στιβάδα των μηνίγγων, **αραχοειδής μήνιγγα**, είναι ανάγγεια και αποτελείται από ινοβλάστες, κολλαγόνο και μερικές ελαστικές ίνες. Η στιβάδα αυτή χωρίζεται σε δύο περιοχές, δηλαδή μια υμενώδη εξωτερική που συνέχεται με την σκληρή μήνιγγα και μια εσωτερική που σχηματίζει δοκίδες σε επαφή με την χοριοειδή μήνιγγα. Ο χώρος μεταξύ αραχοειδούς και χοριοειδούς μηνίγγας είναι ο λεγόμενος υπαραχοειδής χώρος.
- Η πλέον εσωτερική στιβάδα, **χοριοειδής μήνιγγα**, είναι έντονα αγγειοβριθής και αποτελεί μια λεπτή στιβάδα, σε στενή επαφή με τον εγκέφαλο, στην οποία βρίσκονται αποπλατυσμένοι – τροποποιημένοι ινοβλάστες, χοριοειδή κύτταρα, λεμφοκύτταρα, μακροφάγα και σιτευτικά κύτταρα. Ανάμεσα σε αυτήν και το νευρικό ιστό υπάρχουν λεπτές κολλαγόνες και ελαστικές ίνες.

➤ **Αιματοεγκεφαλικός Φραγμός**

Πρόκειται για ένα φραγμό που δημιουργείται από ενδοθηλιακά κύτταρα που επενδύουν τα συνεχή τριχοειδή αγγεία που διασχίζουν το ΚΝΣ. Τα εν λόγω κύτταρα σχηματίζουν μεταξύ τους **αποφρακτικές συνδέσεις**, οι οποίες επιβραδύνουν τη διέλευση ουσιών.

Μεγαλομοριακές ουσίες δεν εισέρχονται ούτε εξέρχονται στο ΚΝΣ, ενώ μόρια νερού, διοξειδίου του άνθρακα, αλλά και μικρομοριακές λιποδιαλυτές ουσίες διέρχονται από το φραγμό.

Τα τριχοειδή αγγεία του ΚΝΣ επενδύονται από έναν βασικό υμένα που περιβάλλεται από τις ποδικές απολήξεις αστροκυττάρων – **περιαγγειακή αφοριστική νευρογλοία**, η οποία συμβάλλει στη μεταφορά των μεταβολιτών από τα αιμοφόρα αγγεία προς τους νευρώνες.

➤ **Χοριοειδές Πλέγμα – ENY**

Σχηματίζεται από πτυχές χοριοειδούς μήνιγγας στις κοιλίες του εγκεφάλου και μέσα σε αυτό παράγεται το **εγκεφαλονωτιαίο υγρό – ENY**, το οποίο γεμίζει τις κοιλίες του εγκεφάλου και τον κεντρικό σωλήνα του νωτιαίου μυελού. Το ENY προστατεύει και θρέφει τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό.

Το ENY κυκλοφορεί μέσω του υπαραχοειδούς χώρου και περιλούει το ΚΝΣ. Είναι διαυγές και φτωχό σε πρωτεΐνες, αλλά πλούσιο σε ιόντα Na^+ , K^+ & Cl^- . Το ENY είναι σημαντικό για τη μεταβολική δραστηριότητα του ΚΝΣ, διότι τα μεταβολικά προϊόντα του εγκεφάλου διαχέονται σε αυτό κατά τη διέλευση του από τον υπαραχοειδή χώρο. Επιπλέον, το ENY προστατεύει το ΚΝΣ καθώς απορροφά τις εξωτερικές πιέσεις.

Ο **αιματο – ENY φραγμός**, αποτελείται από στεγανές συνδέσεις μεταξύ κυττάρων του μονόστιβου κυβικού επιθηλίου και διατηρεί σταθερή την σύσταση του ENY.

➤ **Νωτιαίος Μυελός**

Ο νωτιαίος μυελός περιέχει φαιά ουσία στο κέντρο και λευκή ουσία στην περιφέρειά. Η εγκάρσια τομή της φαιάς ουσίας έχει σχήμα «H», Στο κέντρο της οριζόντιας γραμμής του «H» βρίσκεται ο **κεντρικός σωλήνας**, καλυμμένος με επενδυματικά κύτταρα, τα άνω μέρη των κατακόρυφων σκελών του «H» αποτελούν τα **οπίσθια κέρατα**, τα οποία δέχονται κεντρικές αποφυάδες αισθητικών νευρώνων, ενώ τα κάτω μέρη αποτελούν τα **πρόσθια κέρατα**, τα οποία περιέχουν τα κυτταρικά σώματα ευμεγεθών και πολύπολων κινητικών νευρώνων που οι νευράξονες τους εξέρχονται από το νωτιαίο μυελό μέσω πρόσθιων ριζών.

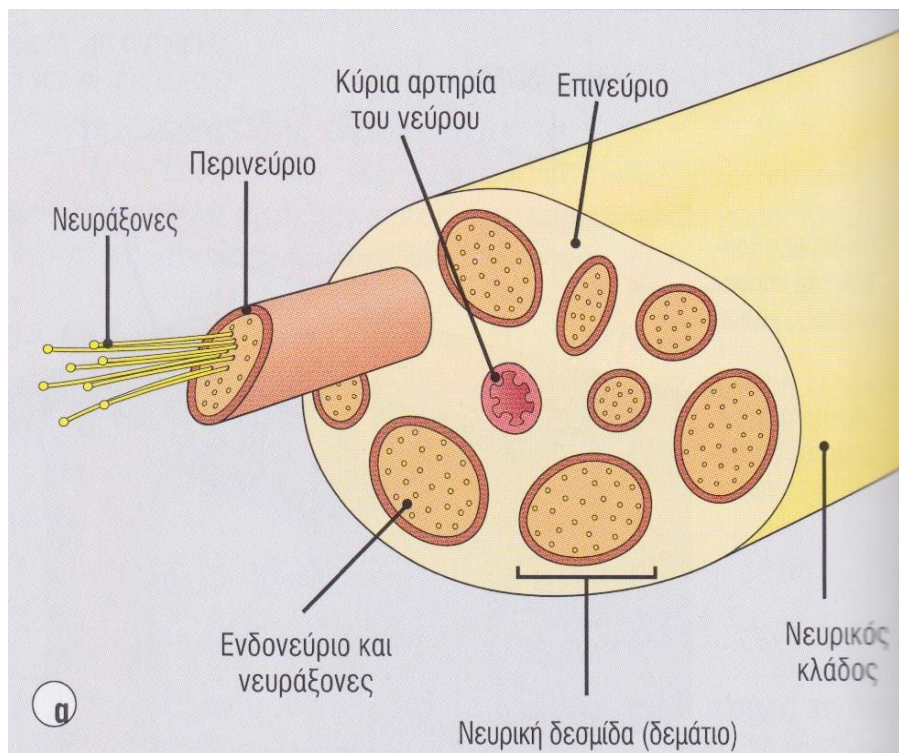
Στα οπίσθια κέρατα εντοπίζονται τα **κυτταρικά σώματα**, των **διάμεσων νευρώνων**, οι οποίοι συντονίζουν αισθητικούς και κινητικούς νευρώνες.

➤ Περιφερικά Νεύρα

Πρόκειται για δέσμες νευρικών ινών, νευραξόνων, οι οποίες περιβάλλονται από έλυτρα συνδετικού ιστού. Οι δέσμες αυτές είναι ορατές δια γυμνού οφθαλμού και περιέχουν αισθητικά & κινητικά στοιχεία.

Τα **περιβλήματα**, των **περιφερικών νεύρων**, χωρίζονται σε επινεύριο, περινεύριο και ενδονεύριο. Ειδικότερα:

- Το **επινεύριο**, είναι το εξωτερικό περίβλημα και αποτελείται από ακανόνιστο και πυκνό κολλαγόνο που περιέχει ελαστικές ίνες.
- Το **περινεύριο**, είναι το μεσαίο περίβλημα και αποτελείται από συνδετικό ιστό που είναι λιγότερο πυκνός και περισσότερο λεπτός από αυτόν του επινευρίου. Η εσωτερική επιφάνεια του περινευρίου επενδύεται από επιθηλιακά κύτταρα, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με αποφρακτικές ζώνες, ενώ περιβάλλονται από βασικό υμένα. Μεταξύ των στιβάδων των επιθηλιακών κυττάρων υπάρχει αραιό κολλαγόνο που διαπλέκεται με ελαστικές ίνες.
- Το **ενδονεύριο**, είναι εσωτερικό περίβλημα που περιβάλλει επιμέρους νευρικές ίνες – νευράξονες. Αποτελείται από χαλαρό συνδετικό ιστό με λεπτό στρώμα δικτυωτών ινών, ινοβλάστες, τριχοειδή, σιτευτικά κύτταρα και εφάπτεται με το βασικό υμένα των κυττάρων Schwann.



Πρέπει να σημειωθεί ότι το επινεύριο και το περινεύριο περιβάλλουν δέσμες νευρικών ινών, ενώ το ενδονεύριο περιβάλλει επιμέρους νευρικές ίνες – νευράξονες.

➤ Οργάνωση του Περιφερικού Νεύρου

Βασικό συστατικό του περιφερικού νεύρου είναι η **νευρική ίνα**, η οποία αποτελείται από το νευράξονα, το έλυτρο μυελίνης και τα κύτταρα Schwann.

Οι **νευρικές ίνες**, ομαδοποιούνται σε δέσμες που περιέχουν αμύελες και εμμύελες ίνες, ενώ σταθεροποιούνται από συνδετικό ιστό.

Οι εμμύελοι νευράξονες καλύπτονται από τμήματα μυελίνης, τα οποία παράγονται από κύτταρα Schwann, ενώ χωρίζονται από αμύελες σχισμές – **κόμβοι Ranvier**. Το πάχος της μυελίνης είναι ανάλογο με το πάχος του νευράξονα, ενώ όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος του νευράξονα τόσο αυξάνεται το μεσοκομβικό διάστημα.

Τα κύτταρα του περινευρίου διασυνδέονται με στενές συνδέσεις που σχηματίζουν τον **αιματονευρικό φραγμό**. Τα **ενδονευρικά τριχοειδή**, περιβάλλονται από ενδοθηλιακά κύτταρα συνεχούς τύπου που συμβάλλουν στον αιματονευρικό φραγμό.

➤ Γάγγλια

Πρόκειται για συναθροίσεις κυτταρικών σωμάτων νευρώνων που εντοπίζονται εκτός του ΚΝΣ και ταξινομούνται σε αισθητικά και αυτόνομα γάγγλια. Ειδικότερα:

- Τα **αισθητικά γάγγλια**, συνδέονται με συγκεκριμένα εγκεφαλικά και όλα τα νωτιαία νεύρα, περιέχουν μονόπολα κυτταρικά σώματα αισθητικών νευρώνων που περιβάλλονται από κυβοειδή, καψικά κύτταρα. Τα **καψικά κύτταρα**, είναι καλυμμένα με κάψα συνδετικού ιστού που αποτελείται από δορυφόρα κύτταρα και κολλαγόνο.
- Τα **αυτόνομα γάγγλια**, έχουν κινητική λειτουργία καθώς περιέχουν κυτταρικά σώματα μεταγαγγλιακών αυτόνομων νευρών που προκαλούν συστολή λείου ή καρδιακού μυϊκού ιστού, αλλά και αδενική έκκριση.

Τα γαγγλιακά κύτταρα έχουν μεγάλο μέγεθος και διαθέτουν μεγάλο πυρήνα, άφθονο κυτταρόπλασμα και σωματίδια Nissl., ενώ περιβάλλονται από δορυφόρα κύτταρα και βρίσκονται κοντά σε νευρικές ίνες.

➤ Αναγέννηση των Νευρών

Οι νευρώνες δεν πολλαπλασιάζονται και δεν αντικαθίστανται. Όταν συμβεί βλάβη στο ΠΝΣ, αυτή αποκαθίσταται μέσω δομικών και μεταβολικών γεγονότων που συνιστούν την **αξονική αντίδραση**. Τα κύτταρα του ΚΝΣ που έχουν υποστεί βλάβη, υφίστανται φαγοκυττάρωση από ειδικά μακροφάγα κύτταρα της μικρογλοίας και ο κενός χώρος καταλαμβάνεται από νευρογλοιακά κύτταρα – **νευρογλοιακή ουλή**. Γενικά, οι βλάβες του ΚΝΣ θεωρούνται ως μη επανορθώσιμες.