

ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

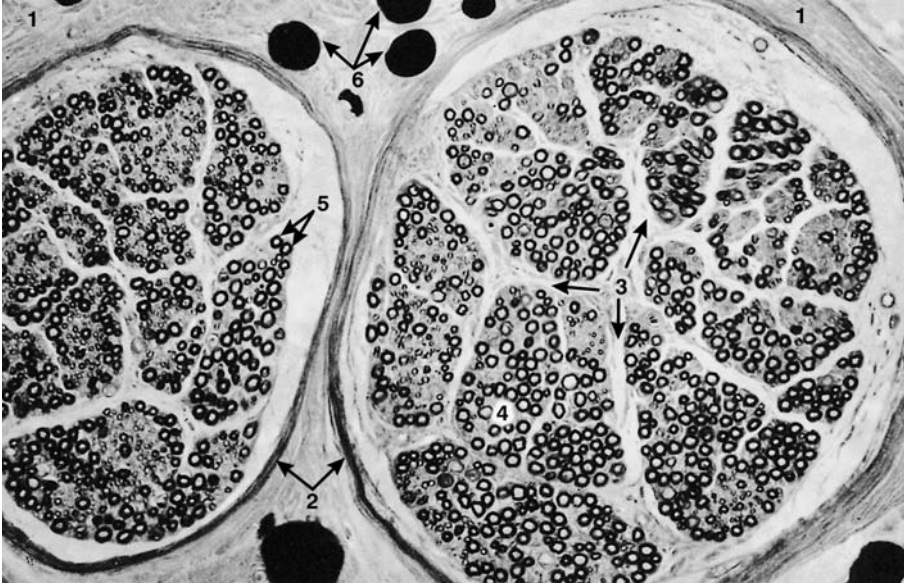
Το νευρικό σύστημα αποτελείται από το εγκεφαλονωτιαίο ή ζωϊκό νευρικό σύστημα (που ελέγχει τις ονομαζόμενες ζωϊκές λειτουργίες) και το αυτόνομο ή φυτικό νευρικό σύστημα (που ελέγχει τις ονομαζόμενες φυτικές λειτουργίες).

Το εγκεφαλονωτιαίο ή ζωϊκό νευρικό σύστημα υποδιαιρείται στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) και στο Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ). Το ΚΝΣ αποτελείται από τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό, ενώ το ΠΝΣ αποτελείται από τα εγκεφαλικά και τα νωτιαία νεύρα και από τα ομώνυμα γάγγλια.

ΝΕΥΡΑ

Τα νεύρα (nervi) συνδέουν τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό με τα διάφορα όργανα του σώματος· αναδύονται συμμετρικά από τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό και ονομάζονται **εγκεφαλικά** και **νωτιαία** νεύρα, αντίστοιχα. Τα νεύρα έχουν μορφή κυλινδρική ή αποπλατυσμένη, ποικίλο πάχος, σύσταση συμπαγή και λευκό χρώμα.

Ένα νεύρο αποτελείται από δεσμίδες νευρικών ινών, που συνδέονται μεταξύ τους με χαλαρό συνδετικό ιστό, ο οποίος σχηματίζει το επινεύριο, το περινεύριο και το ενδονεύριο (Εικ. 1). Το **επινεύριο** (epineurium) περιβάλλει εξωτερικά το νεύρο και εισδύει στο εσωτερικό του σχηματίζοντας γύρω από κάθε δεσμίδα νευρικών ινών ένα συνεχές συνδετικό έλυτρο, το **περινεύριο** (perineurium). Η εσωτερική επιφάνεια του περινευρίου επενδύεται από σιβάδες επιθηλιοειδών κυττάρων, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με αποφρακτικές ζώνες και περιβάλλονται από βασικό υμένιο, που απομονώνει το περι-

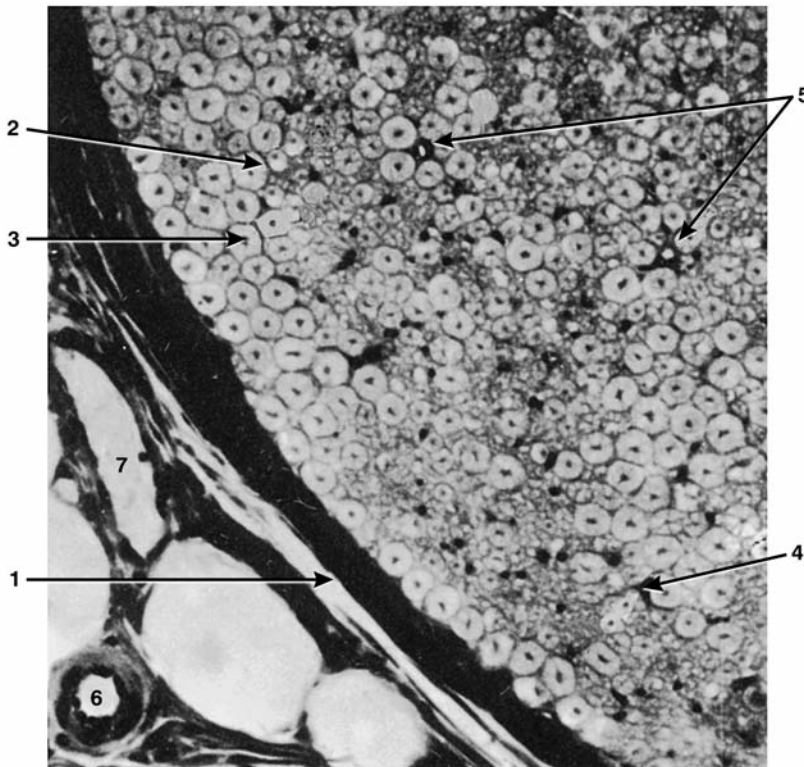


Εικόνα 1. Εγκάρσια τομή νεύρου, το οποίο μονιμοποιήθηκε με τετροξείδιο του οσμίου για να διατηρηθεί το μυελώδες έλυτρο. 1, επινεύριο· 2, περινεύριο· 3, διαφραγμάτια του περινευρίου, που χωρίζουν τις νευρικές ίνες σε μικρότερες ομάδες· 4, ενδονεύριο· 5, μυελώδη έλυτρα δύο νευρικών ινών· 6, λιπώδη κύτταρα του επινευρίου. $\times 142$. (Μιχαήλ).

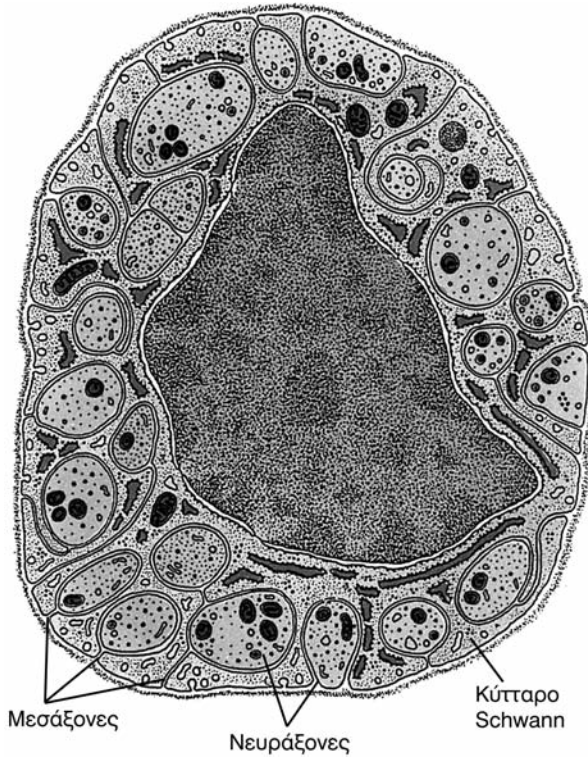
βάλλον των νευρικών ινών. Το **ενδονεύριο** (endoneurium) περιβάλλει τις επιμέρους νευρικές ίνες κάθε δεσμίδας. Μεταξύ των νευρικών ινών και του συνδετικού ιστού παρεμβάλλονται τα **κύτταρα Schwann** (Schwann cells). Το όριο μεταξύ των κυττάρων Schwann και του συνδετικού ιστού καταλαμβάνεται από το **βασικό (εξωτερικό) πέταλο**, το οποίο παράγεται από τα κύτταρα Schwann. Με την παρουσία του συνδετικού ιστού το νεύρο αποκτά σημαντική φυσική αντοχή (κυρίως λόγω της διάταξης και του προσανατολισμού των κολλαγόνων ινών αποτρέπονται βλάβες που είναι δυνατόν να προκληθούν από υπερέκταση των νευρικών ινών) και, συγχρόνως, λόγω της παρουσίας των κυττάρων Schwann και του βασικού πετάλου, σχηματίζονται διάυλοι από τους οποίους διέρχονται οι ευαίσθητες νευρικές ίνες.

Στο ερειστικό υπόστρωμα του νεύρου διανέμονται αρτηρίδια που προέρχονται από τις παρακείμενες αρτηρίες. Τα νεύρα των νεύρων είναι αισθητικά· βλάβη των νεύρων αυτών προκαλεί καυστικό πόνο, την καυσαλγία. Οι νευρικές ίνες που προέρχονται από το συμπαθητικό νευρικό σύστημα απολήγουν στο τοίχωμα των αγγείων των νεύρων.

Οι **νευρικές ίνες** (nerve fibers) είναι οι νευράξονες των νευρικών κυττάρων μαζί με το ή τα έλυτρα που τους περιβάλλουν (Εικ. 2). Όλοι οι νευράξονες περιβάλλονται από το **έλυτρο Schwann** (neurolemma), ωστόσο οι νευράξονες που έχουν πάχος μεγαλύτερο από 1μm, χωρίς αυτό να είναι απόλυτο, περιβάλλονται και από το **μυελώδες έλυτρο** (myelin sheath). Θα πρέπει να δοθεί βαρύτητα στο γεγονός ότι μόνο ορισμένα κύτταρα Schwann έχουν τη δυνατότητα να σχηματίζουν μυελώδες έλυτρο. Έτσι, οι νευρικές ίνες διακρίνονται σε αμύελες, αυτές που περιβάλλονται μόνο από το έλυτρο Schwann, και σε εμμύελες, αυτές που περιβάλλονται και από το μυελώδες έλυτρο.



Εικόνα 2. Εγκάρσια τομή νεύρον, χρωματισμένου με αιματοξυλίνη-εωσίνη. Το μυελώδες έλυτρο, αντίθετα προς τον νευράξονα των νευρικών κυττάρων, δεν χρωματίζεται. 1, περινεύριο· 2, μυελώδες έλυτρο· 3, νευράξονας· 4, πυρήνας κυττάρου Schwann· 5, τριχοειδή· 6, 7, αρτηρίδιο και φλέβιο στο επινεύριο. ×224. (Μιχαήλ).



Εικόνα 3. Σχηματική απεικόνιση ηλεκτρονιομικρογραφίας αμύελων νευρικών ινών. Πολλοί νευράξονες περιβάλλονται ολικά από το κυτταρόπλασμα του ίδιου κυττάρου Schwann. (Gartner και Hiatt).

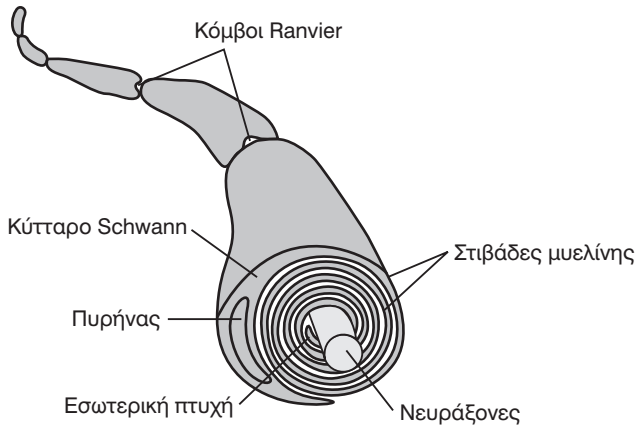
Με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο αποκαλύπτεται η ακριβής σχέση των κυττάρων Schwann με τις **αμύελες ίνες** (unmyelinated fibers). Πολλοί νευράξονες είναι δυνατόν να περιέχονται μέσα σε ισάριθμες βαθιές κολπώσεις της επιφάνειας του κυττάρου Schwann, όπου κατά κανόνα η κυτταρική μεμβράνη τούς περιβάλλει τελείως (Εικ. 3, 4).

Στις **εμυμύελες ίνες** (myelinated fibers) το μυελώδες έλυτρο μονώνει τμήματα του νευράξονα μήκους 200 μm περίπου (Εικ. 4, 5). Το μυελώδες έλυτρο διακόπτεται στους **κόμβους Ranvier** (nodes of Ranvier)· από τις θέσεις αυτές εκφύονται τα παράπλευρα κλώνια του νευράξονα. Το μυελώδες έλυτρο αποτελείται από συγκεντρικές διπλοστιβάδες λιπιδίων που εναλλάσσονται με πρωτεϊνικές στιβάδες και έχει παρόμοια σύσταση με την κυτταρική μεμβράνη, δηλαδή αποτελείται κατά 70% από λιπίδια και κατά 30% από πρωτεΐνες· έχει, επίσης, υψηλή συγκέντρωση χοληστερόλης και φωσφολιπιδίων.

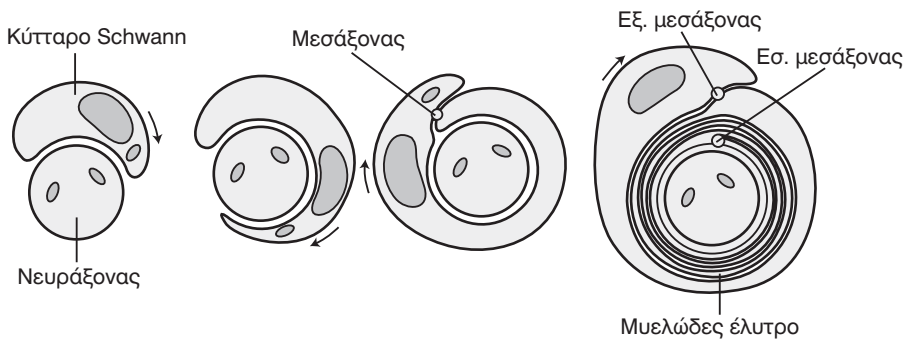


Εικόνα 4. Ηλεκτρονιομικρογραφία ισχιακού νεύρου επίμυος. Στο άνω ήμισυ της εικόνας υπάρχει ένας εμύελος νευράξονας (ΑΞ1) σε εγκάρσια διατομή. Στο κάτω ήμισυ της εικόνας υπάρχει μέρος του πυρήνα ενός κυττάρου Schwann και μερικοί αμύελοι νευράξονες (ΑΞ2, ΑΞ3), που περιβάλλονται ολικά ή σχεδόν ολικά από το κυτταρόπλασμα του κυττάρου. πυ, πυρήνας του κυττάρου Schwann · μεσ, εξωτερικός μεσάξονας · κολ, κολλαγόνα ίνιδια του ενδονευρίου · κε, βασικό (εξωτερικό) πέταλο · νσ, μικροσωληνάρια · νη, νευρικά νημάτια. $\times 48000$. (Peters, Palay και Webster).

Η στιβαδωτή δομή και η βιοχημική σύσταση του μυελώδους ελύτρου είναι αποτέλεσμα του τρόπου σχηματισμού του από την κυτταρική μεμβράνη των κυττάρων Schwann (Εικ. 6). Κατά την ανάπτυξη τα κύτταρα Schwann, τα οποία προέρχονται από τη νευρική ακρολοφία, διατάσσονται κατά μήκος του νευράξονα, με μεσοδιαστήματα που αργότερα θα αποτελέσουν τους κόμβους Ranvier. Η κυτταρική μεμβράνη κάθε κυττάρου Schwann περιβάλλει ένα τμήμα του νευράξονα και σχηματίζει μία μεμβρανική κατασκευή που ονομάζεται **εσωτερικός μεσάξονας** (inner mesaxon). Από τον εσωτερικό μεσάξονα ξεκινούν τα πέταλα του μυελώδους ελύτρου που ελίσσονται γύρω από τον νευράξονα σε ομόκεντρες στιβάδες. Το έλυτρο εξακολουθεί να αναπτύσσεται και φαίνεται να αναφύεται



Εικόνα 5. Τα κύτταρα Schwann σχηματίζουν τμήματα του μυελώδους ελύτρου. Τα διάκενα μεταξύ των τμημάτων ονομάζονται κόμβοι Ranvier. (Kandel, Schwartz και Jessell).



Εικόνα 6. Σχηματογράφημα του τρόπου με τον οποίο σχηματίζεται το μυελώδες έλυτρο από το κύτταρο Schwann. (Geren, τροποποιημένο από τον Freeman).

από τη μεμβράνη της επιφάνειας του κυττάρου Schwann, η οποία συνεχεται με τον **εξωτερικό μεσάξονα** (outer mesaxon). Κατά τη διάρκεια της διεργασίας αυτής το κυτταρόπλασμα εκθλίβεται και το έλυτρο γίνεται συμπαγές.

Στους κόμβους Ranvier (Εικ. 7) ο νευράξονας περιβάλλεται ατελώς από προεκτάσεις των κυττάρων Schwann. Στους κόμβους αυτούς επιτυγχάνεται η διέγερση των νευρικών ιών και στην παρουσία τους οφείλεται η λεγόμενη αγωγή κατ' άλματα. Δηλαδή στις «γυμνές» αυτές θέσεις του νευράξονα αναγεννάται το δυναμικό ενέργειας. Το ιοντικό ρεύμα που χάνεται στα διαστήματα μεταξύ των κόμβων Ranvier είναι ελάχιστο, διότι το μυελώδες έλυτρο έχει πολύ μεγάλη αντίσταση μεμβράνης και μικρή ηλεκτρική χωρητικότητα. Όλα αυτά προσδίδουν στις εμμύελες ίνες δύο μεγάλα πλεονεκτήματα: αύξηση της ταχύτητας αγωγής έως και 100 φορές και μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.