

ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΑ ΝΕΥΡΑ - ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ, ΑΝΑΤΟΜΙΑ, ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

Δ.Γ. ΕΥΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΝΙΚΑ

Η ανάπτυξη του νευρικού συστήματος αρχίζει με το σχηματισμό των τριών εμβρυϊκών ζωνών: του εκτοδέρματος, του ενδοδέρματος και του μεσοδέρματος.

Από το ενδόδερμα σχηματίζεται το πεπτικό σύστημα, από το μεσόδερμα σχηματίζονται οι μύες, ο σκελετός, ο συνδετικός ιστός, το καρδιαγγειακό και το ουροποιητικό σύστημα, ενώ από το εκτόδερμα σχηματίζεται το δέρμα και το νευρικό σύστημα.

Το ώριμο νευρικό σύστημα περιλαμβάνει πάνω από 10.000 διαφορετικούς τύπους κυττάρων, περισσότερους από κάθε άλλο σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού. Τα διαφορετικά αυτά κύτταρα στον εγκέφαλο συνεχονται όχι τυχαία, αλλά σε ένα υψηλό βαθμό οργάνωσης με στόχο την αρμονική, γρήγορη και αμφίδρομη διασύνδεση με το περιφερικό νευρικό σύστημα και τα όργανα-στόχους.

Το νευρικό σύστημα διακρίνεται στο κεντρικό νευρικό σύστημα, που είναι ο εγκέφαλος και ο νωτιαίος μυελός, και το περιφερικό νευρικό σύστημα, που αποτελείται από τον υπόλοιπο νευρικό ιστό.

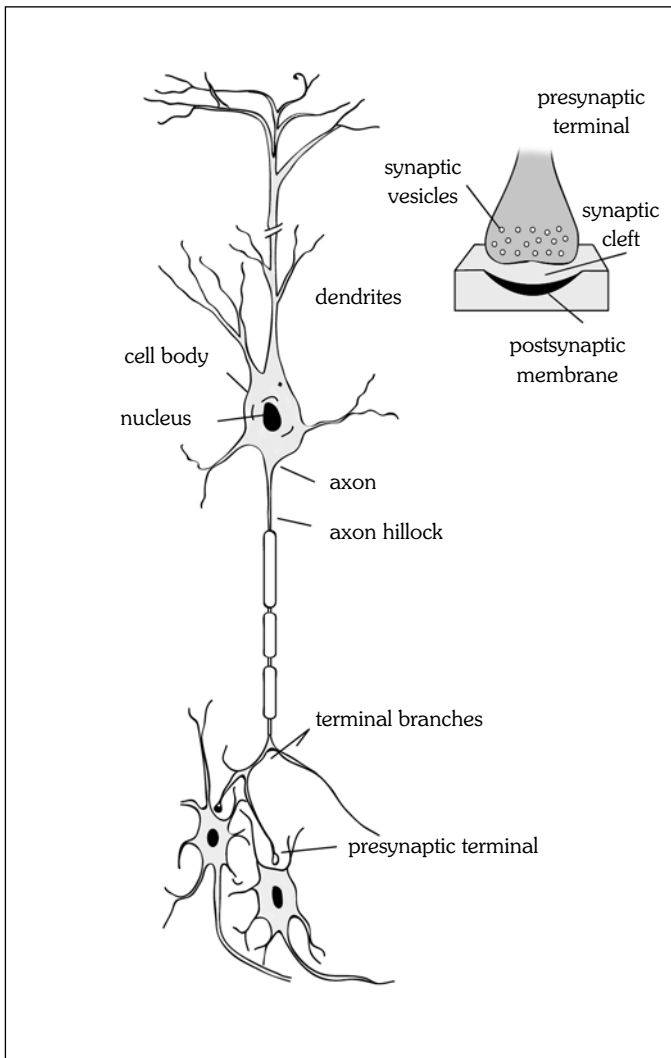
ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Η βασική λειτουργική μονάδα του περιφερικού νευρικού συστήματος είναι ο νευρώνας. Ένας τυπικός νευρώνας αποτελείται από το νευρικό κύτταρο και από τις αποφύσεις του (εικόνα 1). Το νευρικό κύτταρο εμπεριέχει τον πυρήνα και τα χρωμοσώματα για την παραγωγή του RNA και των πρωτεϊνών, είναι δε το μεταβολικό κέντρο του νευρώνα, μολονότι ο όγκος του είναι μόλις το 10% του όλου συστήματος. Το υπόλοιπο ποσοστό αποτελούν οι δενδρίτες και ο νευράξονας.

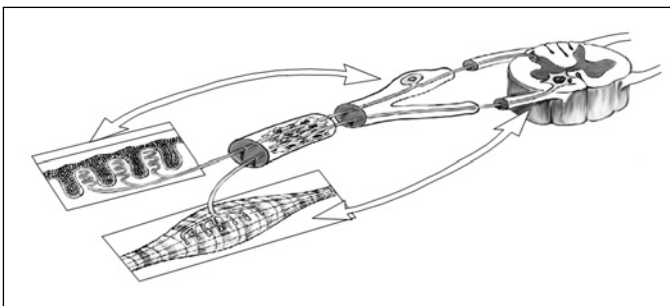
Οι δενδρίτες είναι λεπτοί σχηματισμοί που εκφύονται από το νευρικό κύτταρο και χρησιμεύουν για συνάψεις με τα γειτονικά νευρικά κύτταρα. Από το κάθε νευρικό κύτταρο εκφύεται ένας μόνο άξονας ή νευρίτης, ο οποίος είναι ο κύριος διαβιβαστής ερεθισμάτων από το κέντρο στην περιφέρεια και αντίστροφα.

Μερικές φορές το μήκος του νευρίτη είναι τόσο μεγάλο, όσο η απόσταση από την οσφύ μέχρι τα δάκτυλα του ποδιού.

Το τμήμα του άξονα κοντά στα όργανα-στόχους διαχωρίζεται σε λεπτούς κλάδους, που φέρουν στα άκρα ειδικούς υποδοχείς (προσυναπτικούς υποδοχείς) για τη μεταβίβαση ερεθισμάτων προς και από τα όργανα-στόχους. Για τη μεταβίβαση αυτών των ερεθισμάτων απαιτούνται πρωτεΐνες, οι οποίες σχηματίζονται στο σώμα του κυττάρου και μεταφέρονται κατά μήκος του άξονα.



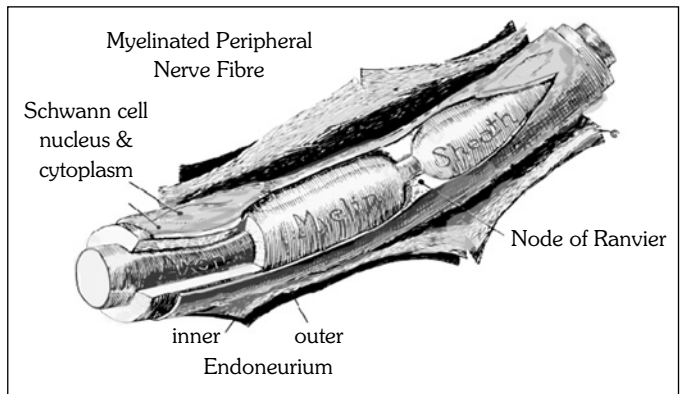
Εικόνα 1. Τυπικός νευρώνας με το κύτταρο, τους δένδριτες, το νευρίτη και τις συνάψεις.



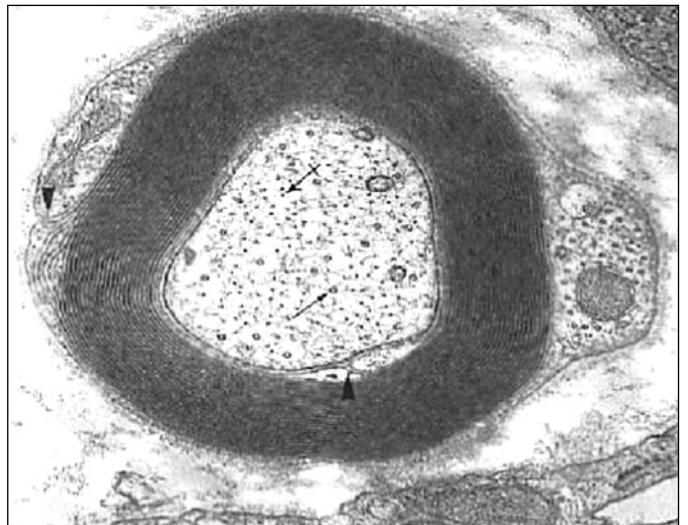
Εικόνα 2. Τα αμφίδρομα νευρικά ερεθίσματα.

Νευροτροφικά ερεθίσματα

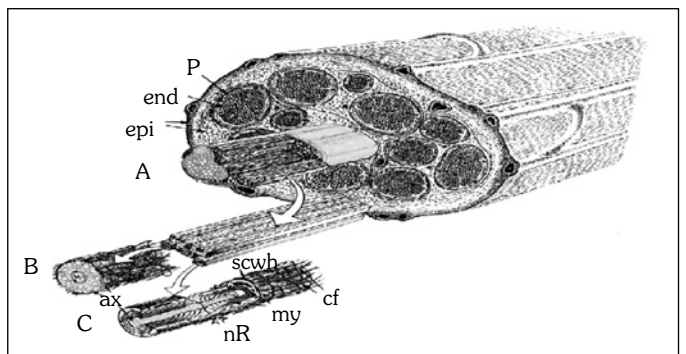
Ενώ ο άξονας φέρεται στην περιφέρεια στα όργανα-στόχους, το νευρικό κύτταρο βρίσκεται στο κέντρο. Τα κινητικά κύτταρα βρίσκονται στα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού, ενώ τα αισθητικά κύτταρα εδράζουν στο ραχιαίο αισθητικό γάγγλιο.



Εικόνα 3. Σχηματική παράσταση εμμύελης νευρικής ίνας.



Εικόνα 4. Εγκάρσια ηλεκτρονική τομή εμμύελης νευρικής ίνας.

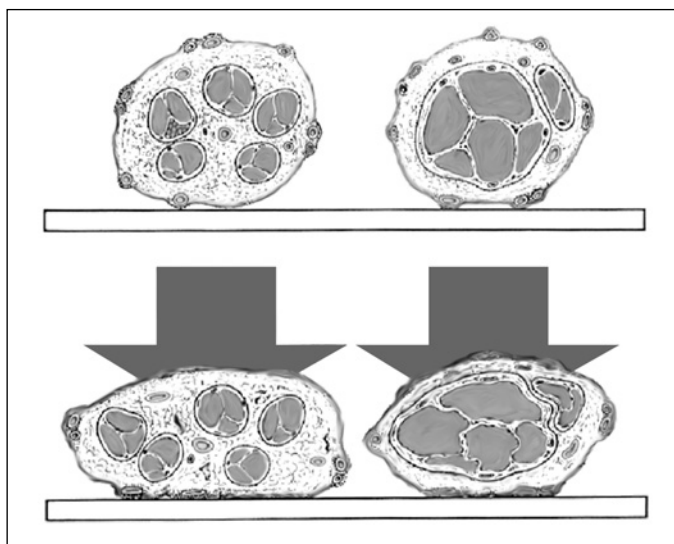


Εικόνα 5. Μικροανατομία του περιφερικού νεύρου με τα περιεχόμενά του.

Έχει διαπιστωθεί ότι τόσο στην εμβρυϊκή ανάπτυξη όσο και στην ενήλικη ζωή, για να διατηρηθεί ένα κύτταρο ζωντανό έχει ανάγκη τα ερεθίσματα από τα όργανα-στόχους και αντίστροφα τα όργανα-στόχοι ατροφούν αν δεν δέχονται ερεθισμούς από τα κύτταρα (νευροτροφικά ερεθίσματα) (εικόνα 2).

Πίνακας 1. Ταξινόμηση των νευρικών ινών.

Διάμετρος της νευρικής ίνας σε μm			Ταχύτητα αγωγής σε m/s	Λειτουργία
A	α	12-20	70-120	Κινητικές ίνες
	β	5-12	30-70	Αισθητικές ίνες (αφής – πίεσης)
	γ	3-6	15-30	Κινητικές ίνες
	δ	2-5	10-30	Αισθητικές ίνες (πίεσης – θερμοκρασίας)
B		1-5-3	3-15	Προγαγγλιακές συμπαθητικές ίνες
C		<2	0.5-2	Μεταγαγγλιακές συμπαθητικές ίνες



Εικόνα 6. Πολλές μικρές δεσμίδες (fascicles) που περιβάλλονται από παχύ στρώμα επινευρίου (αριστερά), επηρεάζονται ελάχιστα από τις δυνάμεις σύνθλιψης σε σχέση με μεγάλες δεσμίδες μέσα σε ένα λεπτό στρώμα επινευρίου (δεξιά).

Νευρική ίνα

Ως νευρική ίνα περιγράφεται ο άξονας μαζί με το έλυτρο του κυτάρου Schwann που την περιβάλλει. Υπάρχουν δύο ειδών ίνες ανάλογα με το πάχος του ελύτρου, οι εμμύελες ίνες και οι αμύελες. Στις εμμύελες ίνες κάθε άξονας περιβάλλεται από ένα κύτταρο Schwann σε οποιοδήποτε ύψος. Μπορεί δε να απαιτούνται μέχρι και 500 κύτταρα Schwann για την πλήρη κάλυψη του άξονα σε όλο το μήκος του. Στις αμύελες ίνες, αντίθετα, ένα κύτταρο Schwann περιβάλλει περισσότερους άξονες. Στις εμμύελες ίνες τα κύτταρα Schwann ελίσσονται σπειροειδώς γύρω από τον άξονα και σχηματίζουν ένα παχύ έλυτρο από λιπίδια (70%) και πρωτεΐνη (30%), το έλυτρο της μυελίνης, με υψηλή συγκέντρωση σε χοληστερόλη και φωσφολιπίδια (εικόνες 3, 4). Οι εμμύελες ίνες άγουν τα ηλεκτρικά ερεθίσματα ταχύτερα σε υψηλές συχνότη-

τες και με χαμηλή ενέργεια, αντίθετα με ότι συμβαίνει με τις αμύελες ίνες.

Το έλυτρο της μυελίνης παρουσιάζει κατά τόπους περισφίξεις, τις περισφίξεις του Ranvier, που σχετίζονται τόσο με την αγωγή των ερεθισμάτων όσο και με το μηχανισμό της εκφύλισης της νευρικής ίνας (απομυελίνωση).

Ταξινόμηση των νευρικών ινών

Οι νευρικές ίνες ταξινομούνται σε τρεις ομάδες ανάλογα με τη διάμετρο των ινών, την ταχύτητα με την οποία άγουν τα ερεθίσματα και τη λειτουργία την οποία επιτελούν (πίνακας 1).

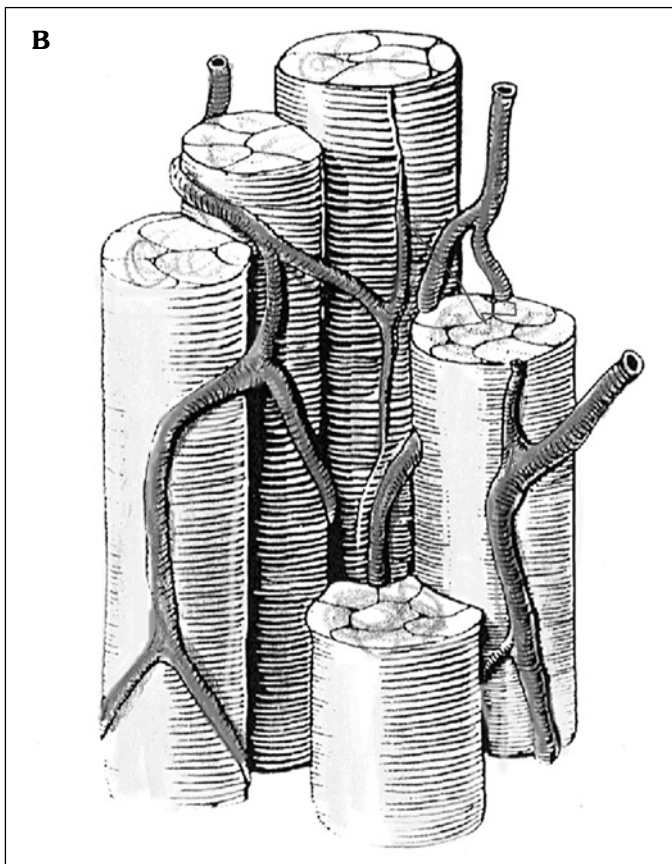
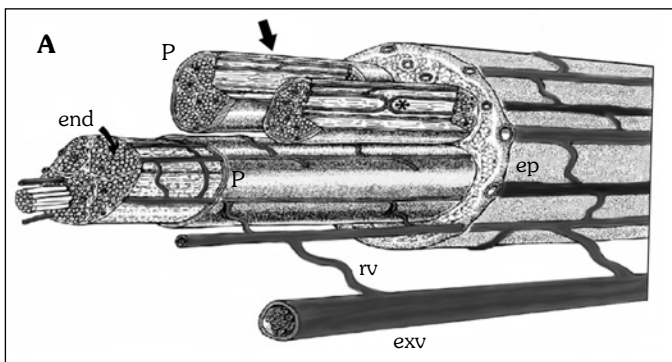
Ανατομία των περιφερικών νεύρων

Τα περιφερικά νεύρα είναι μικτοί σχηματισμοί που αποτελούνται από νευρικές ίνες, από το ενδονευρικό μικροαγγειακό σύστημα και από συνδετικό ιστό που σχηματίζει τρία διαφορετικά επίπεδα προστασίας του νευρικού ιστού (ενδονεύριο, περινεύριο, επινεύριο) (εικόνα 5).

Το ενδονεύριο σχηματίζει μια λεπτή μεμβράνη χαλαρού ιστού γύρω από κάθε νευρική ίνα, ένα είδος σωλήνα μέσα από τον οποίο διέρχεται ο άξονας, το λεπτό στρώμα των κυττάρων Schwann και το έλυτρο της μυελίνης, όπου υπάρχει.

Το περινεύριο σχηματίζει ένα λεπτό στρώμα γύρω από κάθε δεσμίδα (fascicle) ή ομάδα δεσμίδων (group of fascicles). Το πάχος του περινευρίου ποικίλλει από 1.3 μέχρι 100 μm και υπάρχει αναλογική σχέση μεταξύ του πάχους του περινευρίου και της διαμέτρου των δεσμίδων, προστατεύει δε τις νευρικές ίνες από δυνάμεις ελκυσμού και πίεσης.

Το επινεύριο σχηματίζεται από κολλαγόνες και ελαστικές ίνες και περιβάλλει το νεύρο στην περιφέρειά του. Οι κολλαγόνες ίνες είναι παχύτερες από ότι στο ενδονεύριο και το περινεύριο. Το πάχος του επινευρίου ποικίλλει από



Εικόνα 7. Ενδονευρικό αγγειακό σύστημα με την τροφοφόρο αρτηρία.

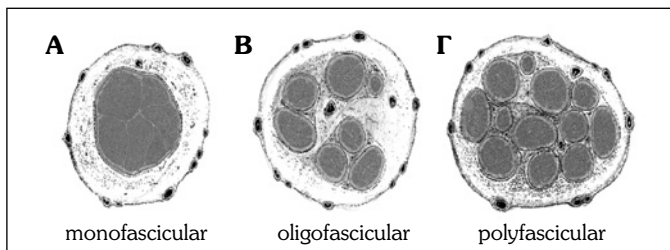
νεύρο σε νεύρο και από επίπεδο σε επίπεδο και γενικά είναι παχύτερο όπου το νεύρο διέρχεται από άρθρωση. Το επινεύριο προστατεύει το νεύρο από δυνάμεις συμπίεσης, ενώ απορροφά ελκτικά φορτία. Η προστασία που παρέχει το επινεύριο από τις δυνάμεις σύνθλιψης φαίνεται στην εικόνα 6.

Αιμάτωση

Οι νευρικές ίνες απαιτούν συνεχή ενέργεια και αδιάκοπη ροή αίματος για την προώθηση του αξονοπλάσματος και τη μεταφορά των νευρικών ερεθισμάτων. Τα νεύρα εμ-



Εικόνα 8. Περινεύριο ανάμεσα στις δεσμίδες.



Εικόνα 9. Οργάνωση των νευρών σε δεσμίδες (fascicles).

φανίζουν πλούσια αιμάτωση μέσω ενδονευρικών αγγειακών δικτύων, επιμήκως προσανατολισμένων με αναστομώσεις σε όλα τα επίπεδα. Τα δίκτυα αυτά τροφοδοτούνται από ευμεγέθη αγγεία, που προσεγγίζουν τα νεύρα σε διάφορα ύψη και φέρονται κατά μήκος του νεύρου χαλαρά συνδεδεμένα με το επινεύριο (εικόνα 7).

Οργάνωση σε fascicles (δεσμίδες)

Πολλές νευρικές ίνες συρρέουν μαζί σχηματίζοντας δεσμή ινών που ονομάζεται fascicle, η οποία περιβάλλεται από ένα στρώμα συνδετικού ιστού, το περινεύριο (εικόνα 8).

Υπάρχουν νεύρα με μία μόνο δεσμίδα (monofascicular), νεύρα με λίγες δεσμίδες (oligofascicular) και νεύρα με πολλές (polyfascicular), οι οποίες έχουν την τάση να συρρέουν κατά ομάδες (group of fascicles) (εικόνα 9).

Οι δεσμίδες δεν έχουν σταθερή ανατομική σχέση μέσα στο νεύρο, αλλά μετασχηματίζονται συχνά δεχόμενες κλάδους από άλλες γειτονικές (εικόνα 10).

Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει σε μεγαλύτερη αναλογία στα κεντρικά τμήματα του νεύρου και εξασθενεί όσο πλησιάζουμε στα όργανα-στόχους. Έτσι, σε διαδοχικές τομές μήκους 1cm στην A5 ρίζα φαίνεται να υπάρχουν διαφορετικά fascicles, τόσο σε αριθμό όσο και σε θέση (εικόνα 11).

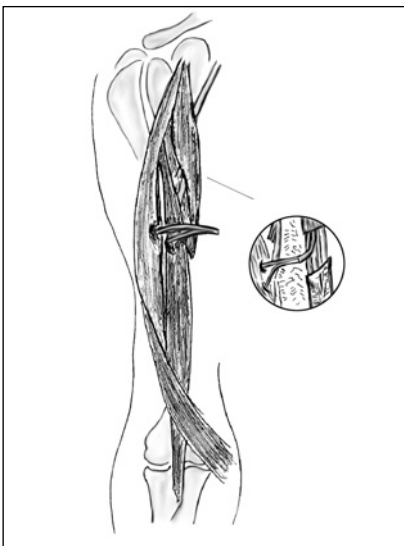
Αυτό εξηγεί και το φαινόμενο κατά το οποίο σε μερικές διατομές του νεύρου κεντρικά δεν έχουμε σημαντι-



Εικόνα 10. Μετασχηματισμός των δεσμίδων.



Εικόνα 11. Διαφορετικά fascicles σε αριθμό και θέση σε διαδοχικές τομές.



Εικόνα 12. Σχηματική παράσταση δανεισμού δεσμίδας.

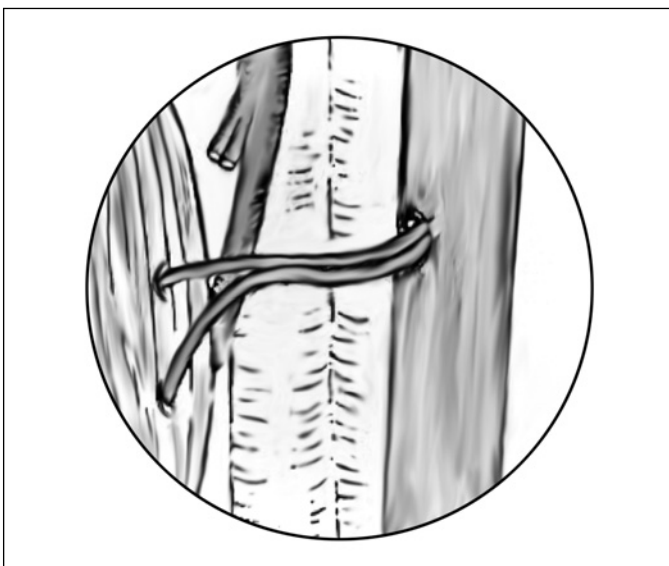
κές λειτουργικές διαταραχές στην περιφέρεια. Δηλώνει, επίσης, ότι δεν είναι αναγκαία η αντιπαράθεση των δεσμίδων κεντρικά, ενώ αυτό πρέπει να είναι κανόνας στην περιφέρεια.

Η παρατήρηση αυτή οδήγησε στο να μπορούμε να δανειζόμαστε μια δεσμίδα από ένα υγιές νεύρο, όπως για παράδειγμα από το ωλένιο νεύρο, για την ανανέωση του δικεφάλου σε υψηλές βλάβες του βραχιόνιου πλέγματος με ασήμαντη έκπτωση της μυϊκής ισχύος των μυών που νευρώνονται από το ωλένιο νεύρο. Αυτό είναι πλέον μια κλινική πρακτική με άριστα και γρήγορα αποτελέσματα, διότι η συρραφή είναι τελικοτελική και κοντά στο μυ που θέλουμε να ανανεώσουμε (εικόνες 12, 13).

Τελευταίες έρευνες έδειξαν ότι αρκεί μόνο η εμφύτευ-



Εικόνα 13. Κλινική περίπτωση δανεισμού δεσμίδας από το ωλένιο νεύρο για το μυοδερματικό.



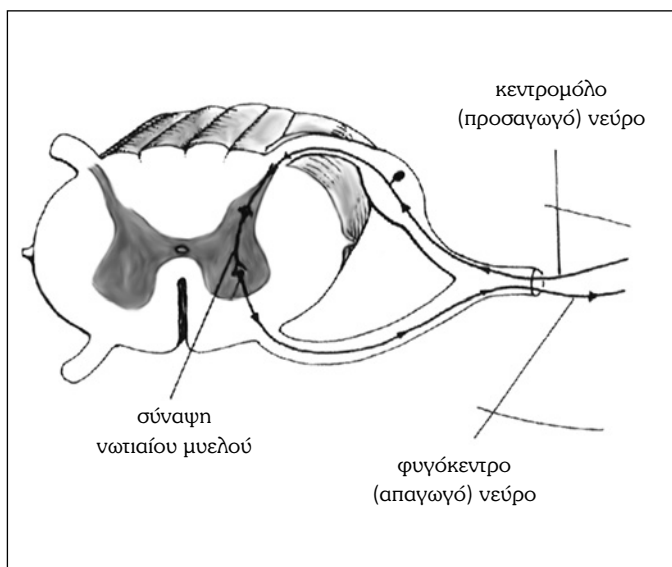
Εικόνα 14. Εμφύτευση του κλάδου του μυοδερματικού του δικεφάλου στο ωλένιο νεύρο.

ση του νευρικού κλάδου μέσα στο νεύρο μέσω μιας μικρής οπής στο επινεύριο για να έχουμε τα ίδια αποτελέσματα (εικόνα 14).

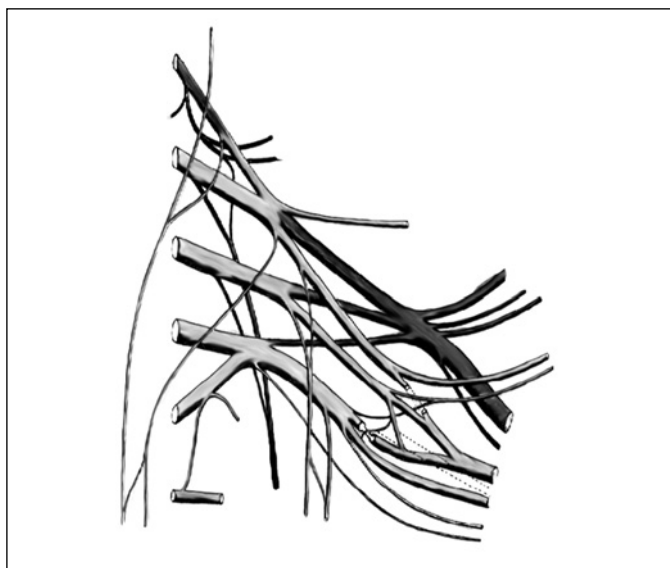
Την τεχνική αυτή αρχίσαμε να τη χρησιμοποιούμε στην κλινική πράξη και αναμένουμε τα αποτελέσματα. Πρόκειται για μια επαναστατική μέθοδο που μπορεί να έχει κλινική εφαρμογή στις κακώσεις του βραχιόνιου πλέγματος, του νωτιαίου μυελού και στις παραπληγίες.

ΝΩΤΙΑΙΑ ΝΕΥΡΑ - ΚΙΝΗΤΙΚΟ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

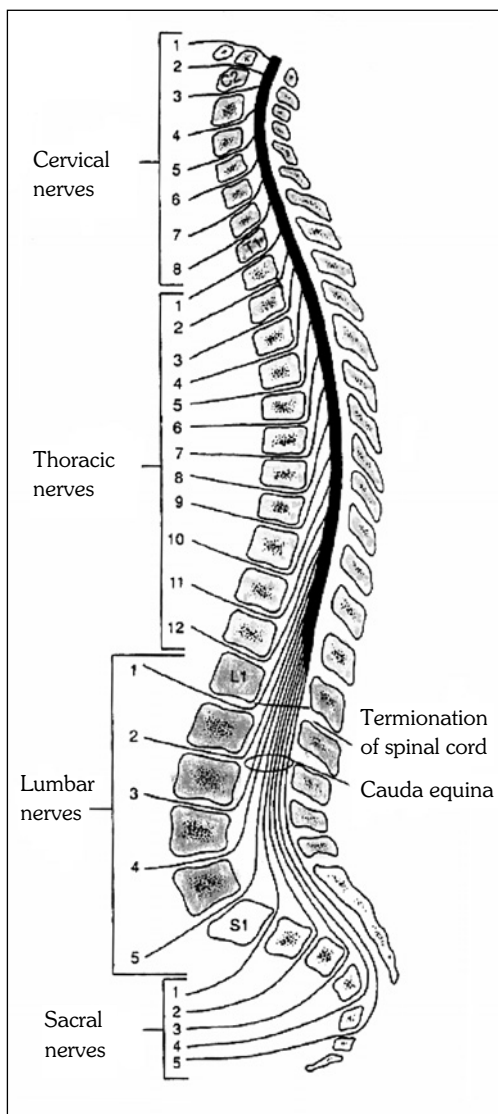
Κάθε νωτιαίο νεύρο έχει 2 ρίζες, μια πρόσθια και μια οπίσθια. Η πρόσθια ρίζα εκφύεται από τα πρόσθια κέ-



Εικόνα 15. Πρόσθια κινητική και οπίσθια αισθητική ρίζα και σχηματισμός του νεύρου.



Εικόνα 17. Βραχιόνιο πλέγμα.



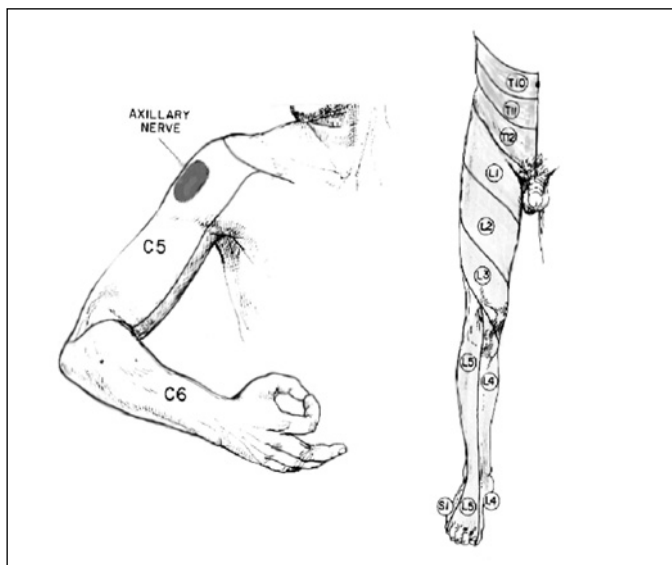
Εικόνα 16. Νωτιαία νεύρα.

ρατα του νωτιαίου μυελού και φέρει εμμύελες κινητικές ίνες. Η οπίσθια ρίζα φέρει αισθητικές αμύελες και εμμύελες ίνες. Τα κύτταρα αυτών των ινών εδράζουν στα νωτιαία γάγγλια. Οι δύο ρίζες ενώνονται περιφερικότερα λίγο μετά την έκφυσή τους από το νωτιαίο τρήμα, για να σχηματίσουν τα νωτιαία νεύρα (εικόνα 15).

Τα νωτιαία νεύρα ταξινομούνται σε 4 ομάδες ανάλογα με τα μυελοτόμια από τα οποία εκφύονται. Έτσι έχουμε 8 αυχενικά νεύρα, 12 θωρακικά, 5 οσφυϊκά και 5 ιερά (εικόνα 16). Στον ενήλικα ο νωτιαίος μυελός εκτείνεται από το ινιακό τρήμα ως το σώμα του 1ου οσφυϊκού σπονδύλου. Τα νωτιαία νεύρα, εκτός από τα θωρακικά, διαπλέκονται και σχηματίζουν πλέγματα από τα οποία σχηματίζονται τα περιφερικά νεύρα. Το βραχιόνιο πλέγμα σχηματίζεται από τα A5, A6, A7, A8 και Θ1 νεύρα (εικόνα 17), το οσφυϊκό πλέγμα από τα πέντε οσφυϊκά νεύρα και το ιερό πλέγμα από τα ιερά νεύρα. Ο ορθοπαιδικός πρέπει να γνωρίζει πολύ καλά την ανατομία και την πορεία των νεύρων και τις περιοχές αυτόνομης αισθητικής κατανομής στην περιφέρεια, καθώς και τους μυς που νευρώνουν. Πρέπει με μία προσεκτική και ταχεία εξέταση να μπορεί να εντοπίσει το επίπεδο της βλάβης (κεντρικά ή περιφερικά), το ύψος της βλάβης (ρίζα, πλέγμα, νεύρο), το είδος της βλάβης (πίεση, διατομή του νεύρου ή εκφυλιστική μεταβολική νόσος του νευρικού συστήματος). Η κλινική εξέταση από μόνη της μπορεί να θέσει με ασφάλεια τη διάγνωση.

Κάμψη – έκταση του αγκώνα

Στο παράδειγμα της εικόνας 19 η κάμψη του αγκώνα τελείται από το δικέφαλο, ο οποίος νευρώνεται από τις



Εικόνα 18. Αισθητική κατανομή στο άνω και κάτω άκρο. Η αυτόνομη περιοχή αισθητικής κατανομής του μασχαλιαίου νεύρου σημειώνεται στην αριστερή εικόνα.

A5 και A6 ρίζες μέσω του μυοδερματικού νεύρου. Αντίθετα, η έκταση γίνεται από τον τρικέφαλο, μέσω της A7 ρίζας από το κερκιδικό νεύρο.

Κάμψη - έκταση του καρπού

Η έκταση του καρπού γίνεται από την A6 ρίζα μέσω του κερκιδικού νεύρου. Η αντίθετη κίνηση, η κάμψη του καρπού γίνεται από την A7 ρίζα μέσω του μέσου νεύρου (εικόνα 20).

Κάμψη - έκταση των δακτύλων

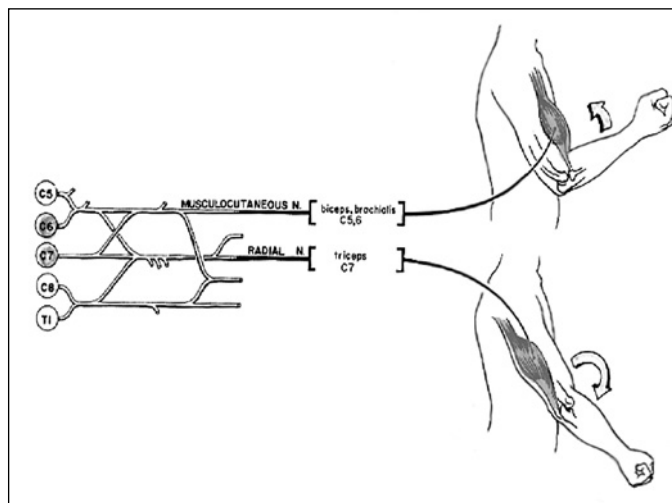
Η έκταση των δακτύλων γίνεται από την A7 ρίζα μέσω του κερκιδικού νεύρου. Η κάμψη των δακτύλων γίνεται από την A8 ρίζα μέσω του ωλένιου νεύρου (εικόνα 21).

Συμπερασματικά

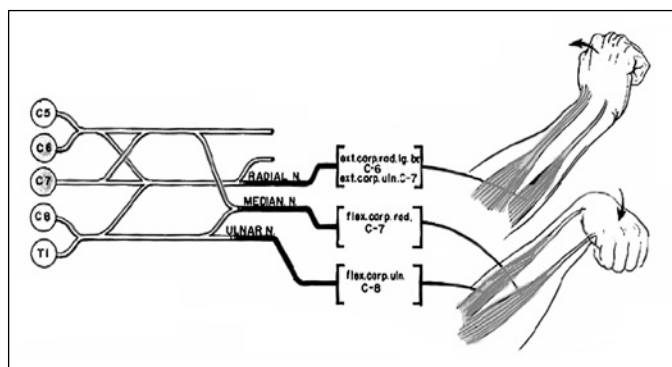
Η έκταση του καρπού γίνεται από την A6 ρίζα, η κάμψη του καρπού από την A7 ρίζα, η έκταση των δακτύλων από την A7 ρίζα, η κάμψη των δακτύλων από την A8 ρίζα, η προσαγωγή - απαγωγή των δακτύλων από τη Θ1 ρίζα μέσω διαφορετικών νεύρων (μέσου και ωλένιου) (εικόνα 22). Έτσι, η βλάβη στο επίπεδο της ρίζας θα δώσει διαφορετικά αποτελέσματα από ότι η βλάβη στο επίπεδο του νεύρου.

Ραχιαία κάμψη - έσω στροφή άκρου ποδός

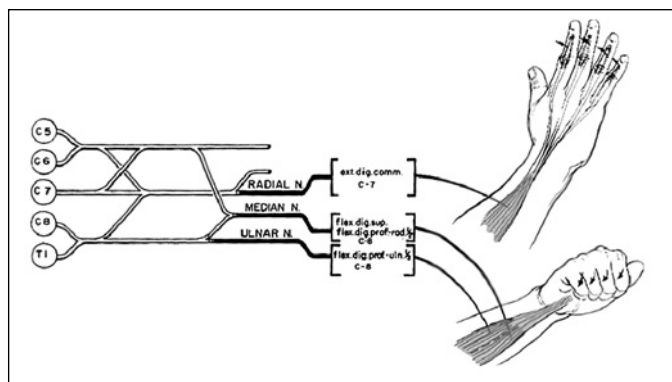
Το ίδιο συμβαίνει και στα κάτω άκρα. Η ραχιαία κάμψη - έσω στροφή του άκρου ποδός γίνεται από τον πρό-



Εικόνα 19. Κάμψη - έκταση του αγκώνα.



Εικόνα 20. Κάμψη - έκταση του καρπού.

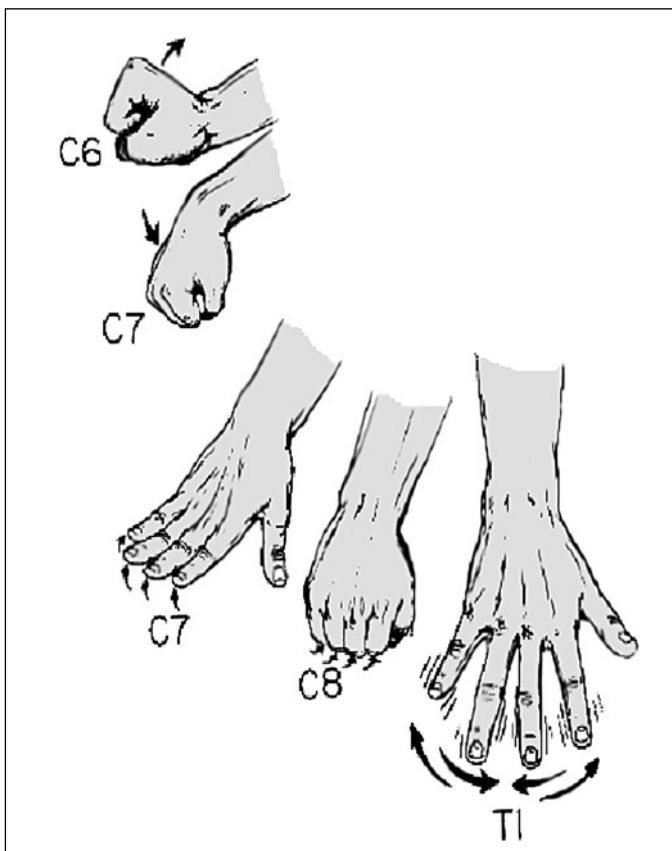


Εικόνα 21. Κάμψη - έκταση των δακτύλων.

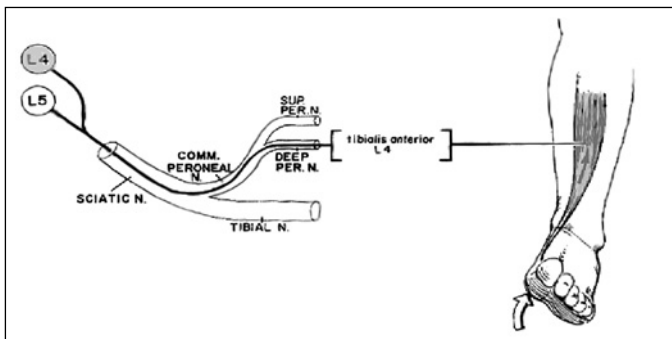
σθιο κνημιαίο που νευρώνεται από την O4 ρίζα μέσω του περονιαίου νεύρου (εν τω βάθει κλάδος) (εικόνα 23).

Έξω στροφή - ανάσπαση του έξω χείλους άκρου ποδός

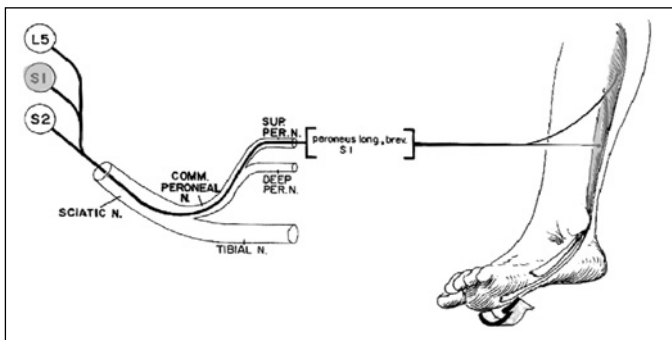
Η αντίθετη κίνηση, έξω στροφή και ανάσπαση του έξω χείλους του άκρου ποδός γίνεται από τους περονιαίους



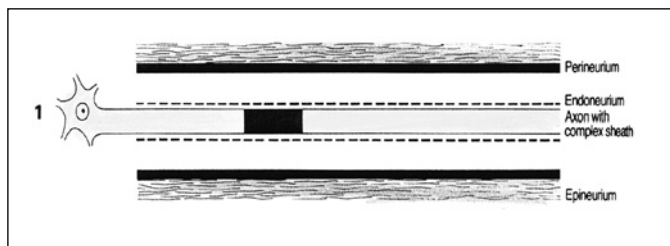
Εικόνα 22. Ριζική κατανομή των λειτουργιών του χεριού.



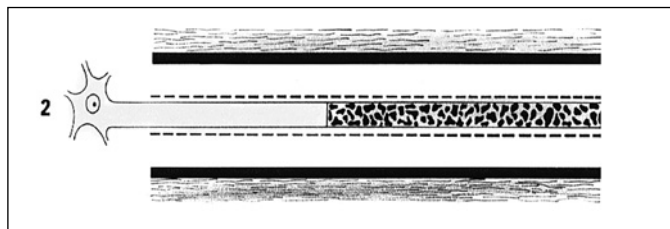
Εικόνα 23. Έσω στροφή – ραχιαία κάμψη άκρου ποδός.



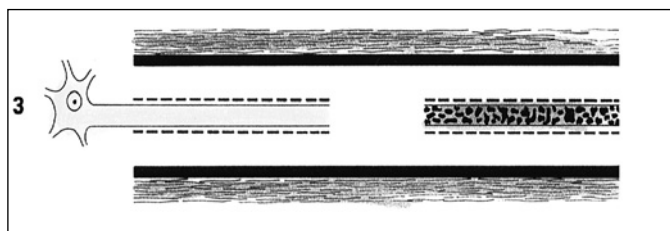
Εικόνα 24. Έξω στροφή – ανάσπαση του έξω χείλους άκρου ποδός.



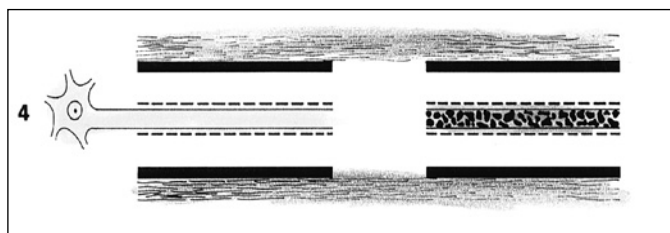
Εικόνα 25. Πρώτου βαθμού νευρική βλάβη (νευραπραξία).



Εικόνα 26. Δευτέρου βαθμού νευρική βλάβη (αξονότμηση).



Εικόνα 27. Τρίτου βαθμού νευρική βλάβη.



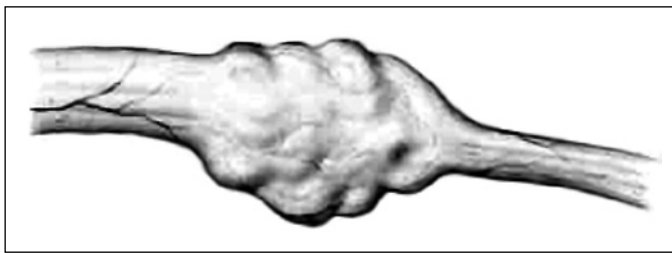
Εικόνα 28. Τετάρτου βαθμού νευρική βλάβη.

μυς που νευρώνονται από την I1 ρίζα μέσω του κοινού περνιαίου νεύρου (επιπολής κλάδος) (εικόνα 24).

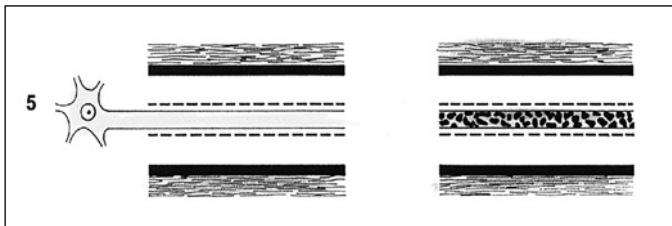
Έτσι, βλάβη στο επίπεδο της ρίζας θα δώσει πάρεση μόνο της μιας ομάδας, ενώ βλάβη στο επίπεδο του νεύρου θα προκαλέσει πάρεση και των δύο μυϊκών ομάδων.

Ηλεκτρομυογράφημα και αγωγιμότητα των περιφερικών νεύρων

Η ταχύτητα αγωγής των περιφερικών νεύρων και το ηλεκτρομυογράφημα μπορούν να χρησιμεύσουν για την εκτίμηση της λειτουργίας των νευρικών ινών, κινητικών και αισθητικών, καθώς και για τη λειτουργία του μυϊκού



Εικόνα 29. Ενδονευρικό νεύρωμα.



Εικόνα 30. Πέμπτου βαθμού νευρική βλάβη (νευροτόμηση).

συστήματος, αποτελεί δε πολύτιμη εξέταση για τη διάγνωση των νευροπαθειών και των μυοπαθειών.

Η ταχύτητα αγωγής μπορεί να δώσει πληροφορίες για τη σοβαρότητα της βλάβης του νεύρου, το ύψος της βλάβης (κύτταρα, νευρική ρίζα, πλέγμα ή περιφερικό νεύρο), για την παθοφυσιολογία (τραύμα, πίεση ή εκφύλιση) και να προσδιορίσει τα επίπεδα της βλάβης (ένα ή πολλαπλά επίπεδα).

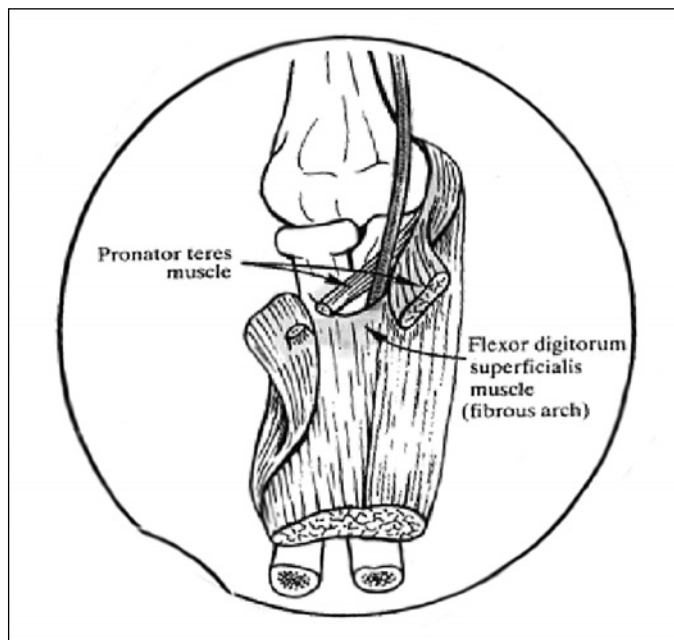
Πρέπει να σημειωθεί ότι η αγωγιμότητα αφορά μόνο στις μεγάλες εμμύελες ίνες και εκτιμάται κατά κόρον στο ωλένιο, στο μέσο, στο κερκιδικό, στο κνημιαίο, στο ισχιακό, στο μηριαίο και στο περνιαίο νεύρο.

Το ηλεκτρομυογράφημα αναφέρεται στην ηλεκτρική δραστηριότητα του μυός και μπορεί να δώσει, σε συνδυασμό με την αγωγιμότητα, πληροφορίες για τον εντοπισμό της βλάβης, εάν αυτή αφορά στο νεύρο, το μυ ή τη νευρομυϊκή σύναψη.

Στις τραυματικές νευροπάθειες πρέπει να γνωρίζουμε ότι η αγωγιμότητα διατηρείται περιφερικά της βλάβης για λίγες εβδομάδες ανάλογα με το ύψος της βλάβης. Γι' αυτό πρέπει ο ηλεκτροφυσιολογικός έλεγχος να καθυστερεί για 3 ή 4 εβδομάδες.

Αν μετά από μια νευρική βλάβη έχουμε αυτόματη δραστηριότητα του μυός (αυτόματα ινιδιακά δυναμικά), είναι κακό προγνωστικό στοιχείο.

Η εμφάνιση δυναμικών ανανεύρωσης μετά από τραυματισμό του νεύρου, αντίθετα, είναι καλό προγνωστικό στοιχείο, όχι όμως ποσοτικό. Έχουμε παρατηρήσει ότι γίνεται κατάχρηση της ηλεκτροφυσιολογικής μελέτης ιδιαίτερα από τους ιατρούς των ταμείων, προκειμένου να στοιχειοθετήσουν τις προϋποθέσεις για αναρρωτική ά-



Εικόνα 31. Σύνδρομο στρογγύλου πρηνιστού.

δεια ή ανικανότητα για εργασία.

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΚΑΚΩΣΕΩΝ

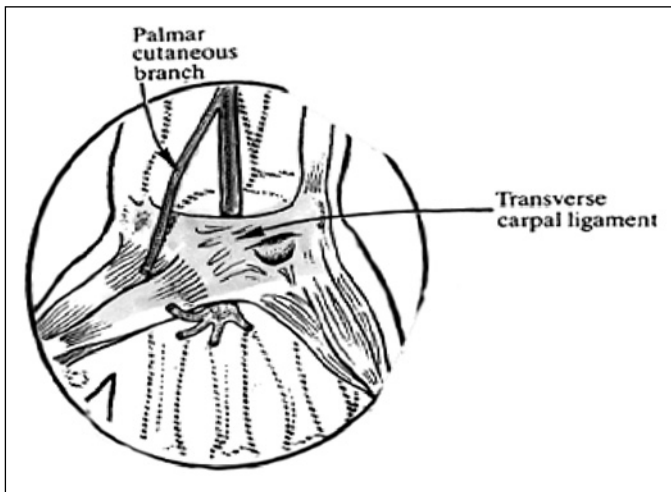
Μέχρι το 1950 οι νευρικές βλάβες ταξινομούνταν σε τρεις κατηγορίες, νευραπραξία, αξονότμηση και νευροτόμηση, με βάση την ιστοπαθολογία των νευρικών ινών και τη συνέχεια του νευρικού κορμού. Αργότερα, το 1951, προστέθηκαν δυο ακόμη κατηγορίες.

Κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες των νευρικών βλαβών μπορεί να προκύψει από πλήθος αιτών, π.χ. μηχανικών, θερμικών, χημικών, ισχαιμικών. Η έκταση της βλάβης μπορεί να αφορά πολύ στενή περιοχή του νεύρου ή να επεκτείνεται σε μεγάλη έκταση κατά μήκος του νεύρου.

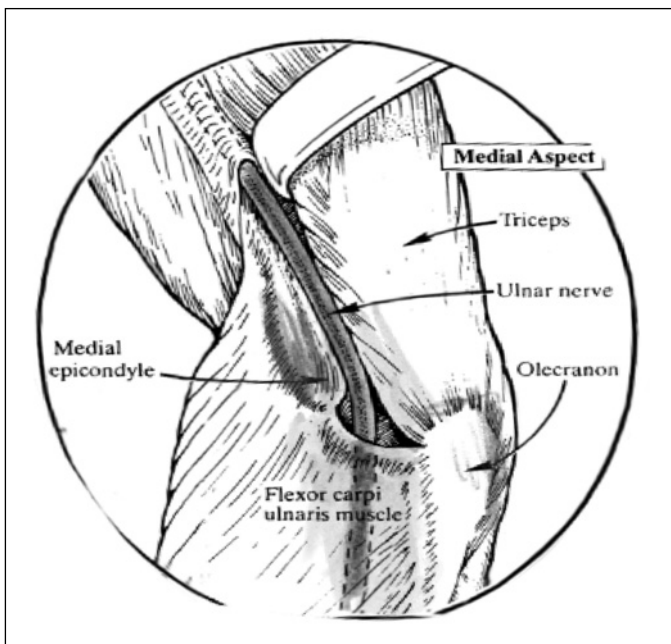
Πρώτου βαθμού νευρική βλάβη (νευραπραξία)

Ο πρώτος βαθμός νευρικής βλάβης αναφέρεται στον όρο νευραπραξία (εικόνα 25).

- Η αγωγιμότητα διατηρείται κεντρικά και περιφερικά της βλάβης και διακόπτεται μόνο στο επίπεδο της βλάβης.
- Ο νευρικός άξονας διατηρεί τη συνέχειά του.
- Υπάρχει πλήρης ή μερική παράλυση του μυός, ανάλογα με τον αριθμό των ινών που συμμετέχουν.
- Στις βαρύτερες περιπτώσεις υπάρχει και απώλεια της αισθητικότητας.
- Δεν υπάρχουν μυϊκές ατροφίες.
- Έχουμε πλήρη αποκατάσταση της βλάβης σε διάστημα 3-4 εβδομάδων.



Εικόνα 32. Σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα.

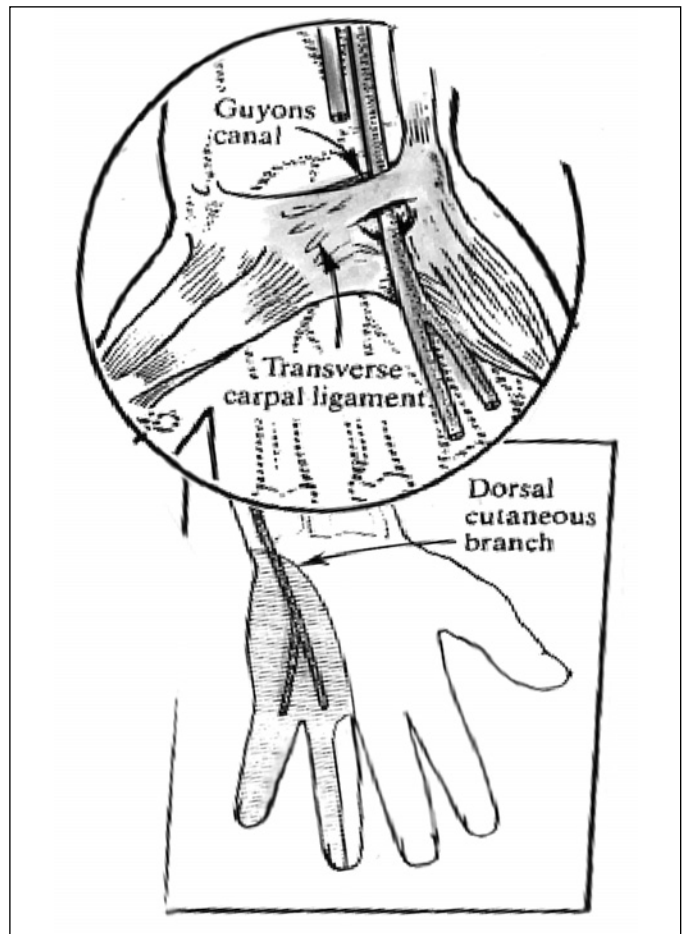


Εικόνα 33. Ωλένια αύλακα του αγκώνα.

Δευτέρου βαθμού νευρική βλάβη (αξονότμηση)

Ο δεύτερος βαθμός νευρικής βλάβης αναφέρεται στον όρο αξονότμηση (εικόνα 26).

- Έχουμε σοβαρή και εκτεταμένη βλάβη του νευρικού άξονα.
- Το ενδονεύριο με το έλυτρο των κυττάρων του Schwann διατηρείται.
- Έχουμε πλήρη παράλυση των μυών και απώλεια της αισθητικότητας.
- Ελέγχεται μυϊκή ατροφία.
- Αναμένεται πλήρης αποκατάσταση της κινητικής και αισθητικής λειτουργίας σε διάστημα που εξαρτάται από το ύψος και τη βαρύτητα της βλάβης.



Εικόνα 34. Σωλήνας Guyon.

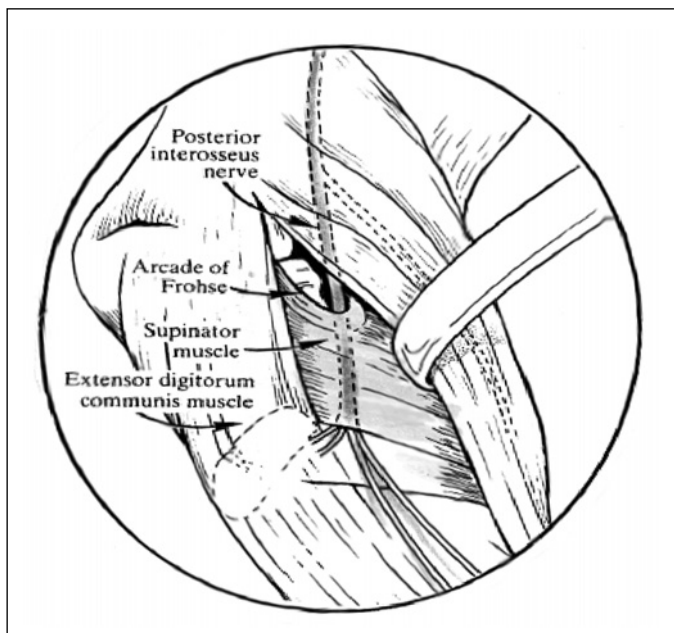
Τρίτου βαθμού νευρική βλάβη

Η τρίτου βαθμού νευρική βλάβη περιλαμβάνει εκφύλιση του άξονα και αποκοπή της συνέχειας του ελύτρου των νευρικών ινών (εικόνα 27). Η αρχιτεκτονική των fascicles διατηρείται, υπάρχει όμως ενδονευρική αιμορραγία, οίδημα και ισχαιμία.

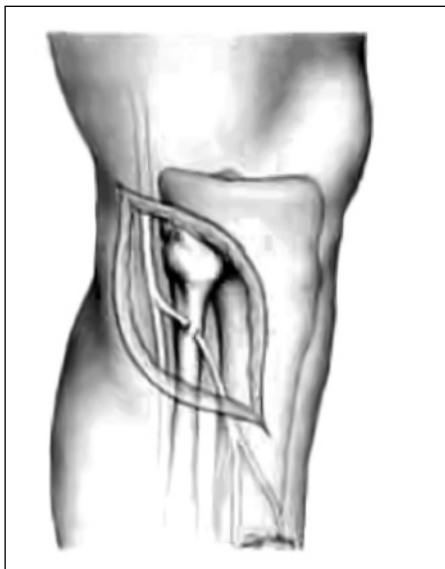
- Υπάρχει πλήρης απώλεια της κινητικής και αισθητικής λειτουργίας.
- Ενδονευρικά παρατηρείται ανάπτυξη ουλώδους ιστού που δυσχεραίνει την αναγέννηση των νευρικών ινών.
- Αναμένεται μερική ανανέωση.
- Όσο κεντρικότερα είναι η βλάβη, τόσο δυσμενέστερη είναι η πρόγνωση.

Τετάρτου βαθμού νευρική βλάβη

Το νεύρο διατηρεί τη συνέχειά του, αλλά έχουμε πλήρη αποδιοργάνωση των νευρικών ινών και των fascicles και ανάπτυξη ουλώδους ιστού (ενδονευρικό νεύρωμα) (εικόνες 28, 29). Ο αριθμός των ινών που μπορούν να βρουν το δρόμο προς την περιφέρεια είναι μικρός. Στη



Εικόνα 35. Πορεία του νεύρου μέσα από το πέταλο του υπτιαστή.



Εικόνα 36. Πορεία του περονιαίου νεύρου στο ύψος της κεφαλής της περόνης.

νευρική βλάβη 4ου βαθμού έχουμε πλήρη διακοπή της κινητικής και αισθητικής λειτουργίας. Γενικά, ο τύπος αυτός της βλάβης απαιτεί νεαροποίηση των νευρικών ινών και επινευρική συρραφή.

Πέμπτου βαθμού νευρική βλάβη (νευρότμηση)

Σε αυτό το βαθμό το νεύρο χάνει τη συνέχειά του και τα νευρικά άκρα παραμένουν χωριστά (εικόνα 30). Στο κεντρικό κολόβωμα σχηματίζεται νεύρωμα, ενώ στην περιφέρεια παρατηρείται βαλεριανή εκφύλιση. Αυτές οι κακώσεις απαιτούν χειρουργική θεραπεία.

ΑΙΤΙΑ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ

Τραυματισμός των νεύρων μπορεί να προκύψει από πολλές αιτίες, όπως:

A. Φυσικά αίτια

- Πίεση
- Έλξη
- Τριβή

B. Ισχαιμικά αίτια

- Στένωση ή απόφραξη της αρτηρίας

Γ. Θεραπευτικοί παράγοντες

- Ενέσεις φαινόλης
- Ενέσεις ξυλοκαΐνης

Δ. Τραύμα

- Κατάγματα – εξάρθρηματα υψηλής επιτάχυνσης
- Τραύματα από τέμνοντα όργανα
- Τραύματα από πυροβόλα όπλα

E. Ειδικές περιπτώσεις

Κακώσεις των νεύρων ισχαιμικού τύπου, που μπορούν να συμβούν:

- Κατά τη διάρκεια αναισθησίας
- Σε κώμα
- Σε βαθύ ύπνο

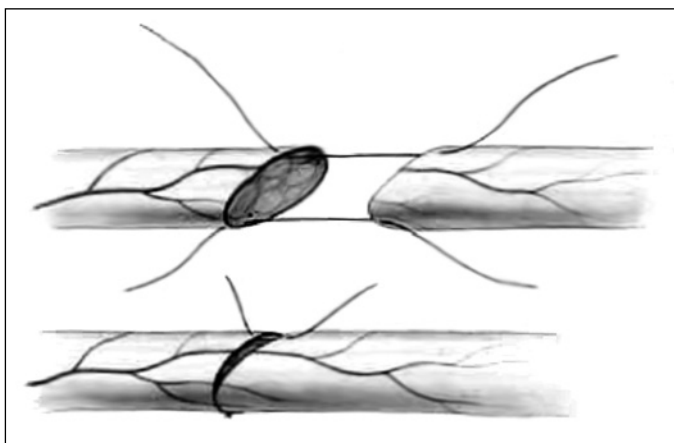
ΧΡΟΝΙΑ ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΥΡΟΥ

Οι βλάβες των νεύρων από συνθλιπτικές κακώσεις διακρίνονται σε 2 κατηγορίες, τις οξείες και τις χρόνιες. Η έκταση και ο βαθμός της νευρικής βλάβης εξαρτώνται από την ένταση των φορτίων που εφαρμόζονται στο νεύρο, την έκταση της επιφάνειας του νεύρου στην οποία εφαρμόζονται τα φορτία και τη διάρκεια πίεσης του νεύρου. Μεγάλα φορτία που ασκούνται σε μικρή επιφάνεια του νεύρου και για μικρό χρονικό διάστημα προκαλούν οξέα φαινόμενα. Αντίθετα, μικρά φορτία που ασκούνται σε μεγάλη έκταση του νεύρου για μεγάλο χρονικό διάστημα, προκαλούν χρόνια πιεστικά φαινόμενα.

Στα άνω άκρα και τα τρία νεύρα μπορούν να πιεσθούν σε διάφορα ύψη. Το μέσο νεύρο πιέζεται σε δύο σημεία, στην είσοδό του στον πρηνιστή (σύνδρομο στρογγύλου πρηνιστού) (εικόνα 31) και χαμηλότερα στην είσοδό του στον καρπιαίο σωλήνα (σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα) (εικόνα 32).

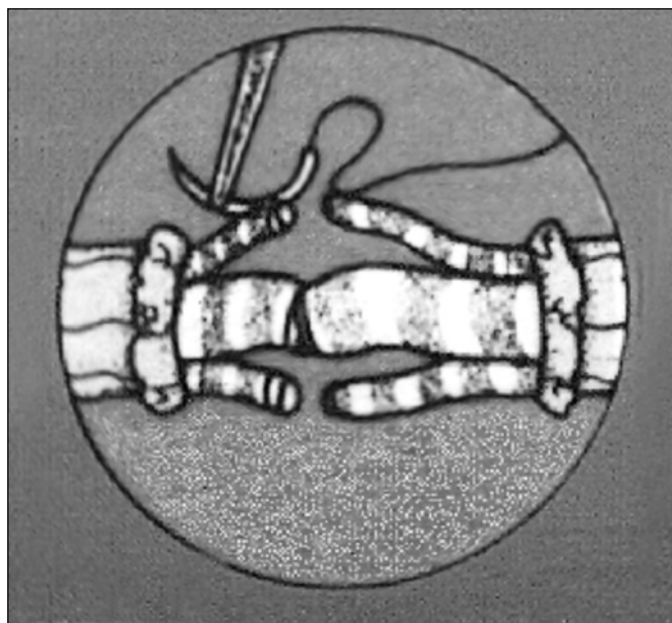
Το ωλένιο νεύρο πιέζεται σε δύο επίσης σημεία: στον αγκώνα, στην ωλένιο αύλακα του αγκώνα (εικόνα 33) και στον καρπό, στο ύψος του σωλήνα Guyon (εικόνα 34).

Απεναντίας, το κερκιδικό νεύρο πιέζεται συνήθως σε ένα σημείο στον αγκώνα, κατά την είσοδό του στο τενόντιο πέταλο του υπτιαστή (εικόνα 35).



Εικόνα 37. Επινευρική συρραφή.

Στα κάτω άκρα το περονιαίο νεύρο είναι το συχνότερα πιεζόμενο νεύρο, στο ύψος της κεφαλής της περόνης (εικόνα 36).



Εικόνα 38. Δεσμιδική συρραφή.

ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ – ΕΙΔΗ ΝΕΥΡΟΡΡΑΦΩΝ

Κατά τον Α' Παγκόσμιο πόλεμο τα νεύρα εθεωρούντο ανατομικοί σχηματισμοί, όπως οι τένοντες, και έτσι αντιμετωπιζόνταν.

Η περίοδος μετά το Β' Παγκόσμιο πόλεμο χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση του ενδιαφέροντος για το τραύμα και τη μελέτη του περιφερικού νεύρου. Έτσι, η γνώση της εσωτερικής δομής και της φυσιολογίας των νευρών, σε συνδυασμό με τη χρήση εργαλείων και ραμμάτων μικροχειρουργικής, καθώς και του μικροσκοπίου υψηλών μεγεθύνσεων, βελτίωσαν τα αποτελέσματα των νευρορραφών.

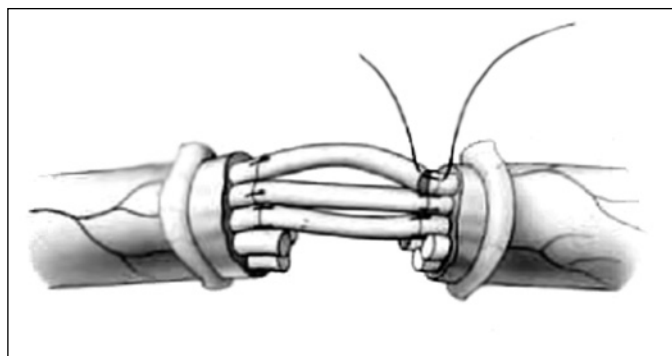
Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε στην καθημερινή πράξη στη συρραφή των νευρών είναι:

- Η τάση συρραφής των νευρών, ιδιαίτερα εάν η νευροποίηση είναι αναγκαία.
- Ο σωστός προσανατολισμός του νεύρου και το έδαφος πάνω στο οποίο θα γίνει η συρραφή, το οποίο θα επηρεάσει μετά τη συρραφή την αιμάτωση και τη διεγερσιμότητα του νεύρου.

Όσον αφορά στην τάση, είναι γενικά αποδεκτό ότι ένα έλλειμμα μέχρι 2.5cm μπορεί να αντιμετωπιστεί επιτυχώς με ελαφρά κινητοποίηση του νεύρου και ελαφρά ως μέτρια κάμψη των παρακείμενων αρθρώσεων.

Μεγαλύτερα ελλείμματα απαιτούν:

- Μεταφορά του νεύρου όπου αυτό είναι εφικτό, όπως συμβαίνει με το ωλένιο νεύρο στο ύψος του αγκώνα.
- Οστική βράχυση, όπως συνηθίζεται στους ακρωτηριασμούς και τις συγκολλήσεις.
- Χρήση tissue expander (ιστική επέκταση), μια μέθοδο



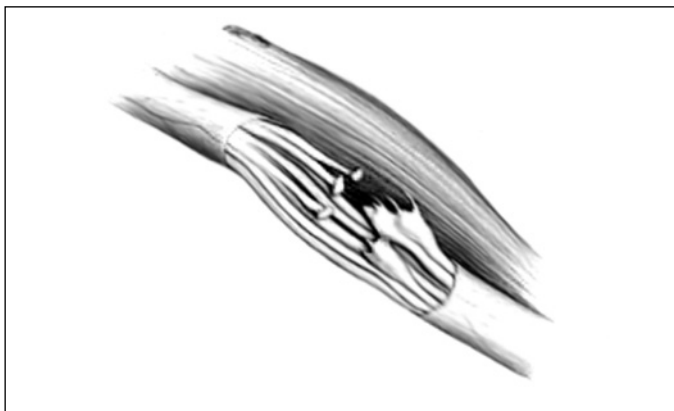
Εικόνα 39. Αποκατάσταση της συνέχειας του νεύρου με νευρικά μοσχεύματα.

μη ευρείας εφαρμογής.

Ο προσανατολισμός είναι εφικτός:

- Όπου υπάρχουν οδηγία αγγεία εκατέρωθεν
- Όπου υπάρχουν σαφείς και αναγνωρίσιμες ομάδες δεσμίδων (groups of fascicles).
- Όταν τμήμα του επινευρίου είναι άθικτο.
- Στις ημιδιατομές.
- Όπου είναι αναγνωρίσιμες οι δέσμες, όπως συμβαίνει με το ωλένιο νεύρο στον καρπό.

Όταν υπάρχουν προβλήματα πτωχής αιμάτωσης του εδάφους ή ουλοποιημένων ιστών, η συρραφή του νεύρου πρέπει να εξασφαλίζεται με τη χρήση τοπικών μυϊκών ή δερματικών κρημνών, με μεταφορά αγγειούμενων κρημνών ή, όταν αυτό δεν είναι εφικτό, η αποκατάσταση να γίνεται σε δεύτερο χειρουργικό χρόνο, αφού πρώτα εξασφαλιστεί ικανοποιητικό έδαφος.



Εικόνα 40. Μερική βλάβη του νεύρου.

Επινευρική συρραφή

Η επινευρική συρραφή (εικόνα 37) είναι η συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος στις νευρορραφές, καθώς επιτρέπει ελαφρά τάση, είναι απλή και σύντομη, μπορεί να γίνει με τη μεγέθυνση των loops, ελαχιστοποιεί τον τραυματισμό του νεύρου και απαιτεί λιγότερα ράμματα. Δεν μπορεί όμως να εξασφαλίσει πλήρη προσανατολισμό των δεσμίδων.

Δεσμιδική συρραφή

Η δεσμιδική (group fascicular) συρραφή (εικόνα 38) επιτρέπει άριστο προσανατολισμό των δεσμίδων, αλλά απαιτεί εμπειρία και εξειδίκευση, καθώς και γνώση των ανατομικών χαρτών του νεύρου. Δεν επιδέχεται τάση, επιμηκύνει το χρόνο

και αυξάνει το τραύμα. Είναι ιδανική όταν υπάρχει διαχωρισμός των νεύρων σε κινητικά και αισθητικά τμήματα, όπως συμβαίνει με το ωλένιο νεύρο στον καρπό.

Νευρικά μοσχεύματα

Στα εκτεταμένα τραύματα ή στις καθυστερημένες αντιμετώπισεις, μετά τη νεαροποίηση των νευρικών άκρων προκύπτει έλλειμμα που πρέπει να γεφυρωποιηθεί με νευρικά μοσχεύματα (εικόνα 39).

Τα νευρικά μοσχεύματα δεν είναι μέθοδος επιλογής αλλά λύση ανάγκης. Όταν εξασφαλίζονται οι απαραίτητες προϋποθέσεις τα αποτελέσματα είναι άριστα.

Τα νευρικά μοσχεύματα είναι μέθοδος εκλογής μόνο σε μερικές διατομές του νεύρου, με άριστα αποτελέσματα, εφόσον ο προσανατολισμός των δεσμίδων είναι εξασφαλισμένος (εικόνα 40).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Hoppenfield S. Orthopaedic Neurology. A diagnostic guide to neurologic levels. Lippincott Company. Philadelphia 1977.
2. Leffert RD. Brachial plexus. Churchill Livingstone. Edinburgh 1985.
3. Lundborg G. Nerve injury and repair. Churchill Livingstone. Edinburgh 1988.
4. Sunderland S. Nerve injuries and their repair. Churchill Livingstone. Edinburgh 1991.
5. Rayan CM. FACS, Nerve Compression Syndromes Hand Clinics. Guest editors. Vol 8, May 1992.
6. Trumble TE, Allan CH. Hand Clinics. Guest editors. Vol 16, February 2000.