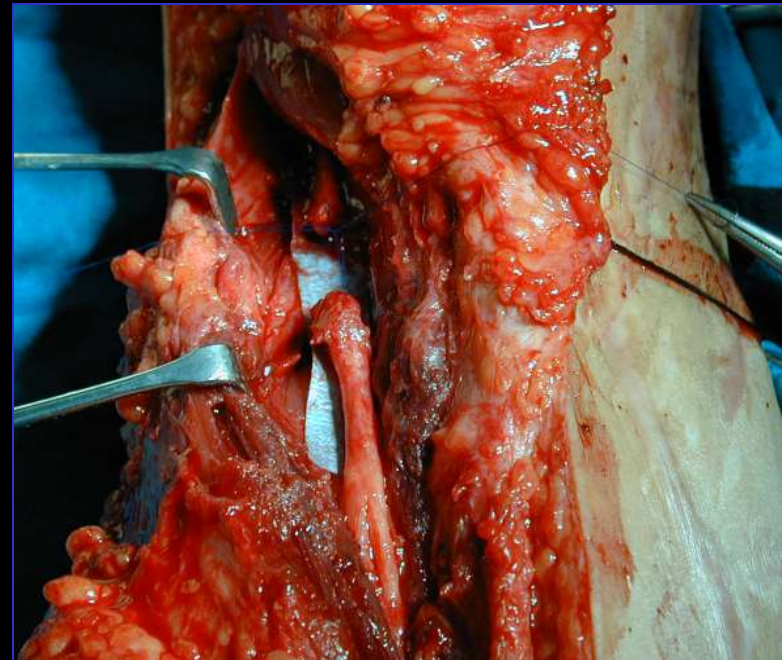
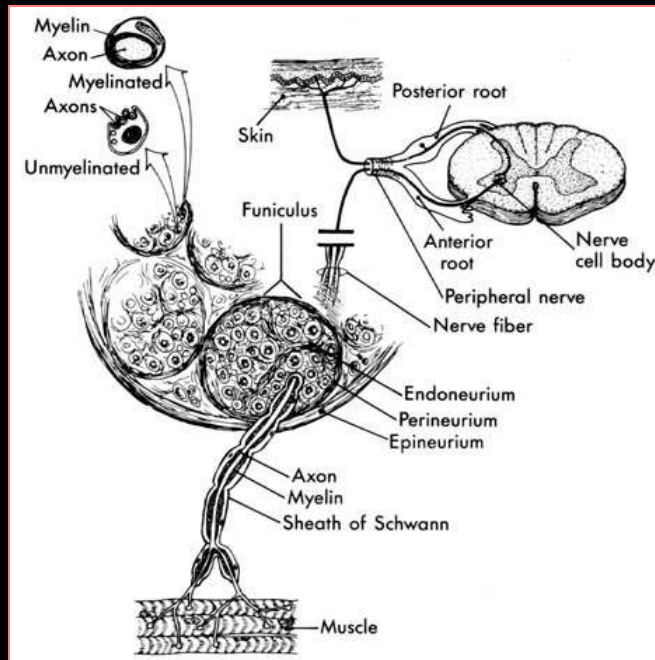


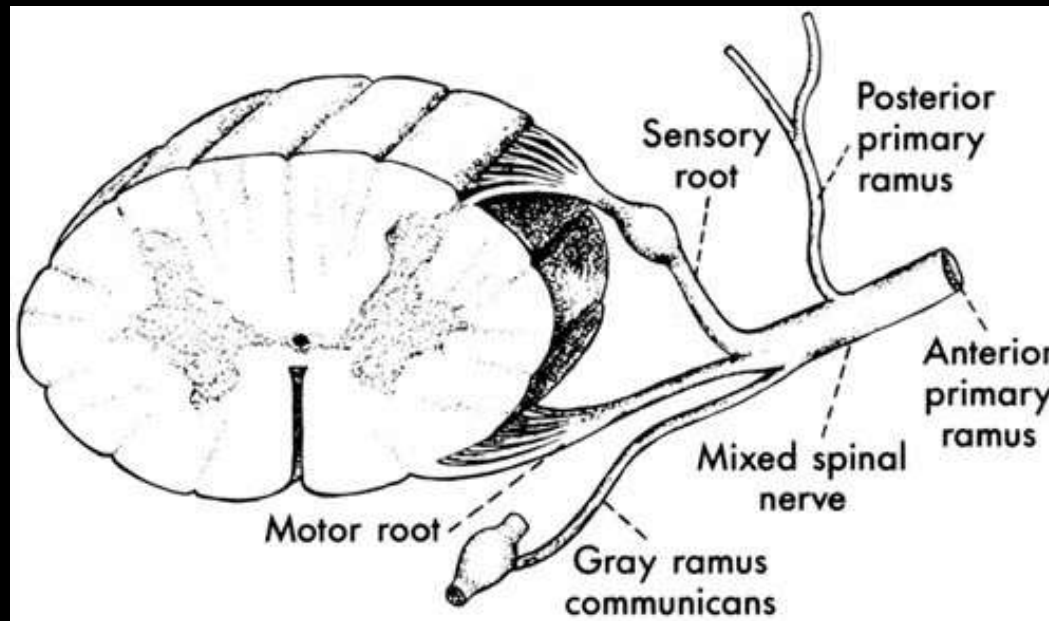
# ΜΕΤΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗΣ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ



**Ανατομική περιφερικών νεύρων και  
παθοφυσιολογικές διεργασίες της νευρικής κάκωσης**

**Α. Παναγόπουλος**

# ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ



Κινητική ρίζα

– πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού

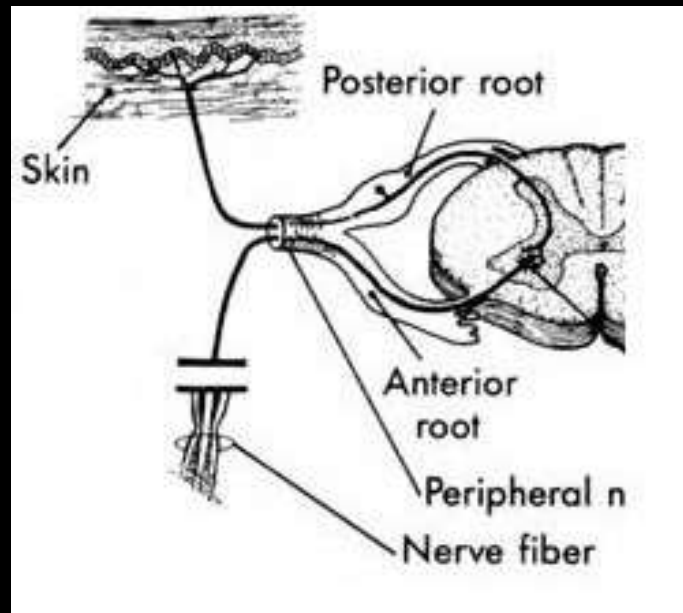
Αισθητική ρίζα

– πόνος, θερμότητα, αφή και τασεοϋποδοχείς.

Συμπαθητικές ίνες

– εξέρχονται από τον Ν.Μ. με τις 12 θωρακικές και τις 2 οσφυϊκές κινητικές ρίζες

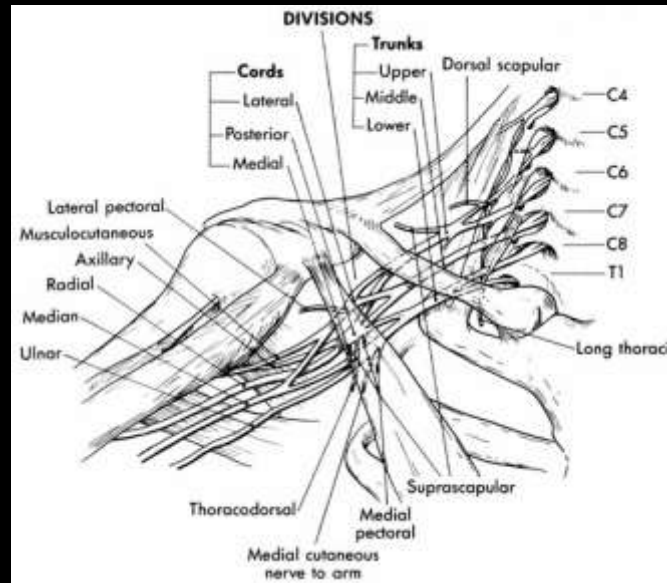
## ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ



Τα **μικτά νωτιαία νεύρα**, αφού λάβουν την συμπαθητική τους νεύρωση εξέρχονται από τον Μ.Μ. και διακλαδίζονται σε **πρόσθιο και οπίσθιο πρωτεύοντα κλάδο**.

Ο **οπίσθιος κλάδος** νευρώνει τους παρασπονδυλικούς μυς και το δέρμα της ράχης και του οπισθίου τμήματος του αυχένα και της κεφαλής. Ο **πρόσθιος** πρωτεύων κλάδος όλων των αυχενικών, των πρώτων θωρακικών και όλων των οσφυϊκών νεύρων συμμετέχουν στον σχηματισμό πλεγμάτων.

# ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ



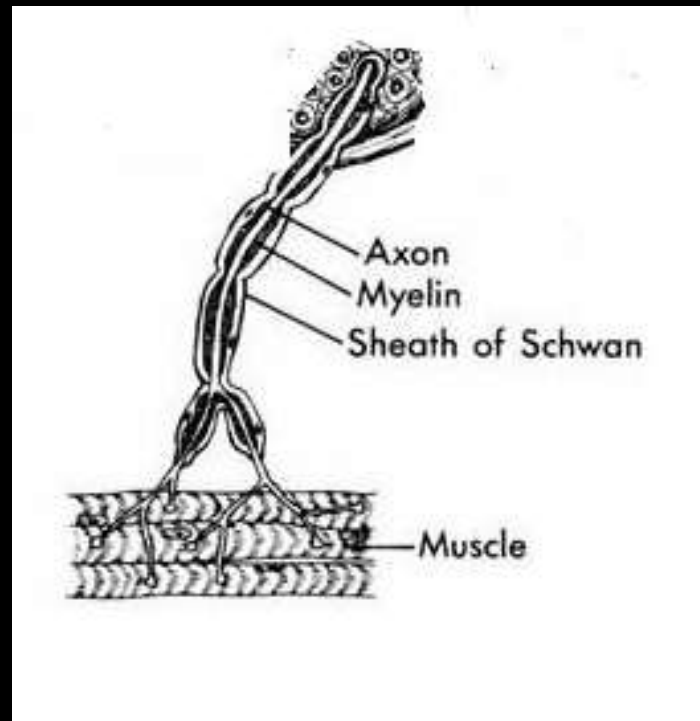
Αυχενικό πλέγμα = A1, A2, A3, A4

Βραχιόνιο πλέγμα = A5, A6, A7, A8, Θ1

Οσφυϊκό πλέγμα = O1, O2, O3, O4 (τμήμα)

Ιερό πλέγμα = O4 (τμήμα), O5, ιερές ρίζες

## ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ



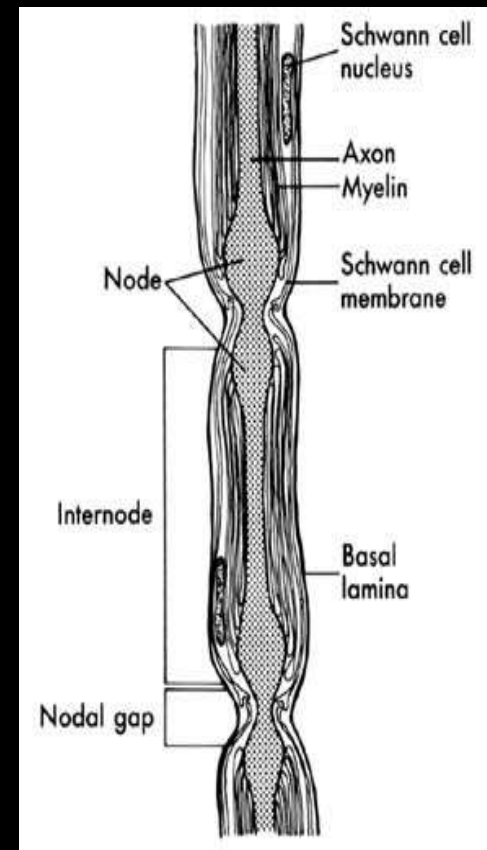
Κάθε **νευρική ίνα** ή **νευράξονας** αποτελεί την προέκταση ενός κυττάρου των οπισθίων δεματίων (**αισθητικό**), ενός κυττάρου των προσθίων κυττάρων του μυελού (**κινητικό**) ή ενός μετα-γαγγλιακού **συμπαθητικού** νευρικού κυττάρου και μπορεί να είναι εμμύελη ή αμμύελη. Τα αισθητικά και τα κινητικά νεύρα περιέχουν και τα δύο είδη ινών σε αναλογία αμμύελων/εμμύελες 4:1

## ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ

Στις αμύελες ή ολιγο-εμμύελες ίνες αρκετοί νευράξονες περιβάλλονται από ένα μόνο κύτταρο Schwann. Στις περισσότερο εμμύελες ίνες τα κύτταρα Schwann δημιουργούν μια φυλλοειδή διάταξη που εμπεριέχει ένα έλυτρο μυελίνης ανά έναν μόνο νευράξονα..

Το τμήμα αυτό ονομάζεται **internode** και ποικίλει σε μέγεθος από 0.1 ως 1.8 στις πλέον εμμύελες ίνες

Το τμήμα μεταξύ δύο κυττάρων του Schwann ονομάζεται **περίσφιξη του Ranvier**





# ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ

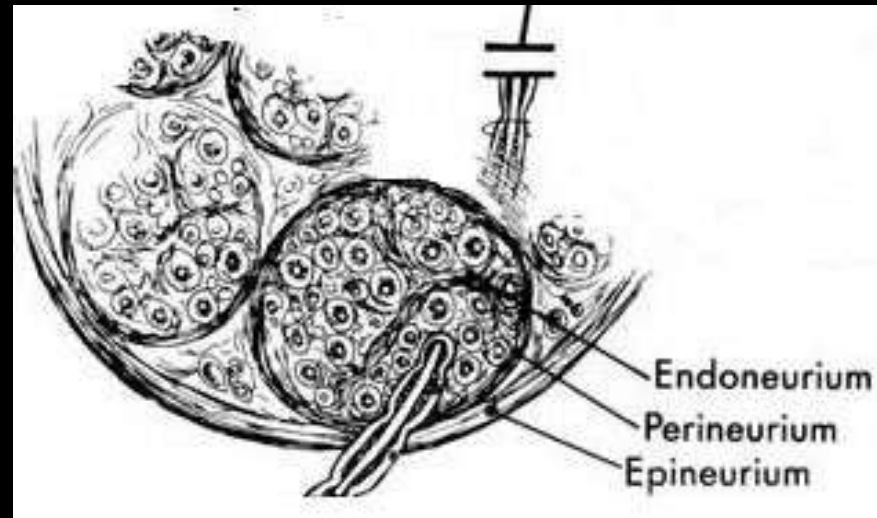
## Εμμύελες ίνες

Η πλασματική μεμβράνη του καλύπτοντος κυττάρου του Schwann εκτείνεται ολόγυρα και τυλίγει τον νευράξονα. Οι στοιβάδες της μεμβράνης του περιβάλλοντος κυττάρου ενώνονται και σχηματίζουν ένα σύμπλεγμα λιποπρωτεΐνης που λέγεται **μυελίνη**.

## Αμμύελες ίνες

Στο περιφερικό σύστημα, όλοι οι **αμύελοι νευράξονες** περιτυλίγονται μέσα από τις σχισμές του κυττάρου του Schwann. Αντίθετα με τους μεμονωμένους μυελικούς νευράξονες, κάθε κύτταρο του Schwann μπορεί να περιβάλλει πολλούς αμύελους νευράξονες. Οι αμμύελες ίνες δεν έχουν περισφίξεις του Ranvier, επειδή οι απολήξεις των κυττάρων του Schwann είναι ενωμένες κατά το μήκος τους για να σχηματίσουν ένα συνεχές έλυτρο.

## ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ



**Επινεύριο:** εξωτερικό ινώδες κάλυμμα από πυκνό συνδετικό ιστό που το οποίο επίσης γεμίζει το διάστημα μεταξύ των δεσμίδων των νευρικών ινών.

**Περινεύριο:** στοιβάδα επίπεδων επιθηλιοειδών κυττάρων που περιβάλλει κάθε νευρική δέσμη. Τα κύτταρα της περινευρικής αυτής θήκης ενώνονται στις άκρες τους από σφιχτές συνάψεις, διάταξη που καθιστά το περινεύριο φραγμό στο πέρασμα των περισσότερων μακρομορίων.

**Ενδονεύριο:** Λεπτό στρώμα συνδετικού ιστού που περιβάλλει τους νευράξονες, το κύτταρο του Schwann και την μυελίνη. Οι δικτυωτές ίνες του ενδονευρίου παράγονται πιθανόν από τα κύτταρα του Schwann.

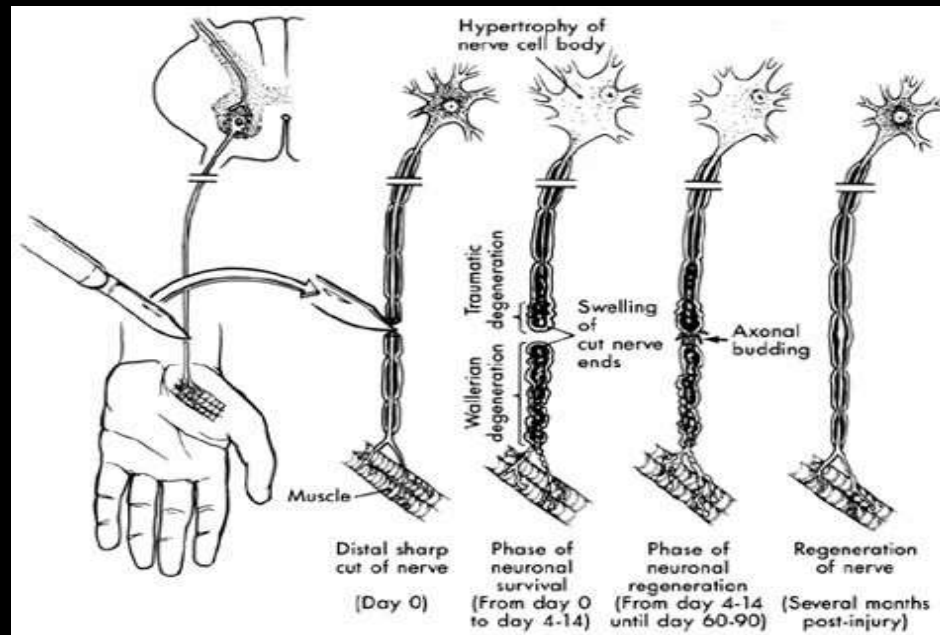


## ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ



Η **αιμάτωση** των περιφερικών νεύρων είναι **εξωγενής** (τμηματική) και **ενδογενής** (επιμήκης). Η εξωγενής αιμάτωση προέρχεται από το μεσονεύριο που αποτελεί χαλαρό συνδετικό ιστό μεταξύ του επινευρίου και των παρακείμενων ιστών. Η ενδογενής επιμήκης αιμάτωση των περιφερικών νεύρων που γίνεται μέσω του επινευρίου, περινευρίου και ενδονευρίου είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη και επιτρέπει την χειρουργική κινητοποίηση του νεύρου χωρίς την πλήρη απαγγείωση του.

## Η ΝΕΥΡΙΚΗ ΕΚΦΥΛΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ



Οποιοδήποτε τμήμα νεύρου που αποχωρίζεται από τον πυρήνα του, εκφυλίζεται και καταστρέφεται από τα φαγοκύτταρα. Η διαδικασία αυτή περιφερικά της βλάβης καλείται **δευτεροπαθής αναγέννηση** ή **Βαλλεριανή εκφύλιση** ενώ η αντίστοιχη αντίδραση κεντρικά της βλάβης καλείται **πρωτογενής, τραυματική ή ανάστροφη αναγέννηση**. Ο χρόνος που απαιτείται για αναγέννηση εξαρτάται από το μέγεθος του νεύρου και το ποσοστό εμμύελων ινών του και διαφέρει μεταξύ αισθητικών και κινητικών νεύρων.

## Η ΝΕΥΡΙΚΗ ΕΚΦΥΛΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ

- Στο κεντρικό τμήμα του νευράξονα παρατηρείται **χρωματόλυση**, δηλαδή διάλυση της ουσίας του Nissi, **αύξηση του όγκου** του περικαρύου, και **μετανάστευση** του πυρήνα σε περιφερική θέση.
- Στο απομακρυσμένο νευρικό κολόβωμα, τόσο ο νευράξονας όσο και το έλυτρο μυελίνης εκφυλίζονται εντελώς και τα υπολείμματά τους απομακρύνονται με τα μακροφάγα. Τα κύτταρα Schwann πολλαπλασιάζονται μέσα στη θήκη του συνδετικού ιστού που παραμένει, παράγοντας σταθερές στήλες κυττάρων. Αυτή η **ακτινωτή διάταξη** των κυττάρων του Schwann χρησιμεύει σαν οδηγός για την εκβλάστηση του νευράξονα που παράγεται κατά την επανορθωτική φάση.
- Μόνο αυτές οι ίνες που διεισδύουν στους στοίχους των κυττάρων του Schwann θα εξακολουθήσουν να αυξάνουν για να φτάσουν ένα εκτελεστικό όργανο.

# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΚΑΚΩΣΕΩΝ

## Seddon (1943)

- **Νευροαπραξία** : αναστρέψιμη διακοπή της αγωγιμότητας ενός νεύρου στην οποία υπάρχει απώλεια μερικών τύπων αισθητικότητας και μυϊκής ισχύος που ακολουθείται από αυτόματη αποκατάσταση μετά από μερικές μέρες ή εβδομάδες. Οφείλεται σε μηχανική πίεση που προκαλεί περιοχική απομυελίνωση και τοπικό οίδημα (π.χ. Tourniquet)
- **Αξονότμηση** : υπάρχει απώλεια της αγωγιμότητας αλλά το νεύρο διατηρεί την ανατομική του συνέχεια. Παρατηρείται περιφερικά Βαλλεριανή εκφύλιση αλλά τα κύτταρα του Schwann και οι ενδονεύριοι σωλήνες διατηρούνται. Αυτόματη επανάκτηση της λειτουργικότητας αναμένεται στις περισσότερες περιπτώσεις (π.χ. κλειστά κατάγματα)
- **Νευρότμηση** : διακοπή της ανατομικής συνέχειας του νεύρου (διατομή, σύνθλιψη, εξελκυσμός). Οι νευράξονες, τα κύτταρα Schwann και οι ενδονεύριοι σωλήνες διακόπτονται. Αυτόματη επανάκτηση της λειτουργικότητας δεν αναμένεται στις περισσότερες περιπτώσεις

# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΚΑΚΩΣΕΩΝ

## Sunderland (1951)

Ιστοπαθολογικές αλλοιώσεις

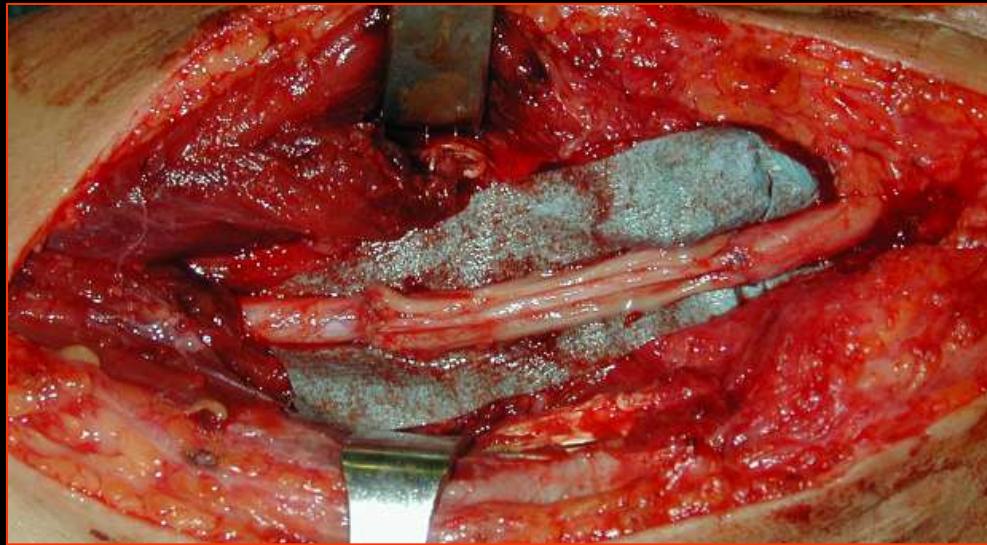
Σημείο Tinnel

Βαθμός κάκωσης	Μυελίνη	Άξονας	Ενδονεύριο	Περινεύριο	Επινεύριο	Παρών	Επεκτείνεται περιφερικά
<b>I</b>	+/-					-	-
<b>II</b>	+	+				+	+
<b>III</b>	+	+	+			+	+
<b>IV</b>	+	+	+	+		+	-
<b>V</b>	+	+	+	+	+	+	-

**VI βαθμού (Mackinnon)** = μικτές νευρικές κακώσεις όπου ο κορμός του νεύρου είναι μερικά καταστρεμμένος και το υπόλοιπο τμήμα παρουσιάζει βλάβη 3ου, 4ου, 5ου ή σπάνια 1ου βαθμού.



## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΝΕΥΡΟΡΑΦΗ



- 1) Η **ηλικία** του ασθενούς (< 20 ετών)
- 2) Το **κενό** μεταξύ των κολοβωμάτων (2.5 cm)
- 3) Ο **χρόνος** μεταξύ της κάκωσης και της αποκατάστασης (5-7 d ή 3-6 w)
- 4) Το **επίπεδο** της βλάβης (πολύ κεντρικά = ↙ αποκατάσταση)
- 5) Η **κατάσταση** των κολοβωμάτων (καλή προετοιμασία-υγιής περιοχή)
- 6) Η εμπειρία του χειρουργού





# ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΗΜΑ

Φυσιολογική δραστηριότητα  
(αμέσως μετά το τραύμα)



5-14 μέρες  
(θετικά κύματα και απονεύρωση)



15-30 μέρες  
(αυτόματη μαρμαρυγή απονεύρωσης)





## ΣΗΜΕΙΟ TINEL

- πλήξη με το δάκτυλο επί της πορείας ενός τραυματισμένου περιφερικού νεύρου
- θα πρέπει να γίνεται με κατεύθυνση περιφερικά-κεντρικά
- πρόγνωση ή ανάγκη διερεύνησης
- ψευδώς θετικό? (μερικές αναγεννώμενες αισθητικές ίνες)

**ΤΕΣΤ ΙΔΡΩΤΑ** Μέθοδος Kahn: διαπίστωση σταγόνων ιδρώτα στη μεγέθυνση +20 ενός οφθαλμοσκοπίου



## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΥΪΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΕΤΑ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ

- M0** Καμία σύσπαση
- M1** Αισθητή σύσπαση στους κεντρικούς \* μύες
- M2** Αισθητή σύσπαση στους κεντρικούς\* και περιφερικούς μύες
- M3** Επανάκτηση λειτουργικότητας των κεντρικών και περιφερικών μυών αναφορικά με την αντίσταση έναντι στη βαρύτητα
- M4** Επανάκτηση λειτουργικότητας όπως στο στάδιο 3, επιπλέον όλες οι συνεργιστικές και ανεξάρτητες κινήσεις είναι δυνατές
- M5** Πλήρης επάνοδος λειτουργικότητας

\*οι κεντρικοί μύες είναι εξωγενείς και οι περιφερικοί ενδογενείς στο χέρι

(Leffert RD: Brachial plexus. In Green DP: Operative hand surgery, ed 2, New York, 1988, Churchill Livingstone.)



## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑ ΚΑΚΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΝΕΥΡΩΝ

- S0** Απουσία αισθητικότητας στην αυτόνομη περιοχή του νεύρου
- S1** Επανάκτηση του εν τω βάθει δερματικού πόνου εντός της αυτόνομης περιοχής του νεύρου
- S2** Επανάκτηση μέρους της επιπολής δερματικής αίσθησης του πόνου και αντίληψη της αφής εντός της αυτόνομης περιοχής κατανομής του νεύρου
- S3** Επανάκτηση του επιπολής δερματικού του πόνου και αντίληψη της αφής εντός της αυτόνομης περιοχής κατανομής του νεύρου με εξαφάνιση κάθε προηγούμενης υπερευαισθησίας
- S3+** Όπως και στο στάδιο 3 και μερική αίσθηση της διακριτικής ικανότητας 2-σηείων.
- S4** Πλήρης επανάκτηση

(Leffert RD: Brachial plexus. In Green DP: Operative hand surgery, ed 2, New York, 1988, Churchill Livingstone.)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ

