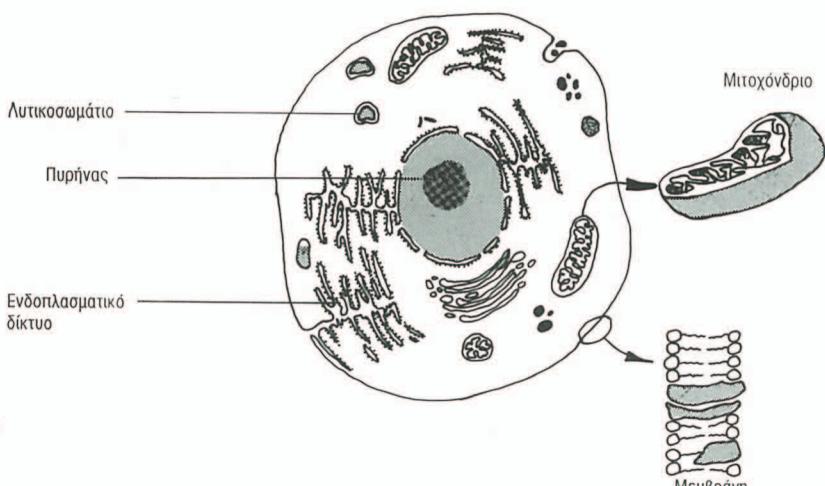


# 1 / Συστατικά του Κινητικού Συστήματος – Λειτουργικές Μονάδες

Η μελέτη της κίνησης του σώματος σαν σύνολο πρέπει να περιλαμβάνει κάποια κατανόηση των βασικών συστατικών της. Η μονάδα δομής είναι το κύτταρο το οποίο μελετά λεπτομερώς ο ιστολόγος, ο βιοχημικός και ο φαρμακολόγος. Στις μελέτες κίνησης, το ενδιαφέρον μας είναι να εκτιμήσουμε πώς είναι οργανωμένα τα κύτταρα και οι ιστοί για να δημιουργήσουν μία κινητή άρθρωση, έναν συσπάσμενο μυ, μία ενεργητική νευρική ή ένα περιοχή περιορίζουν την κίνηση. Έχοντας αυτά υπ' όψιν θα μελετηθούν η μονάδα δομής του κυττάρου και η οργάνωση των κυττάρων μέσα στις λειτουργικές μονάδες του κινητικού συστήματος.

## 1.1 Το κύτταρο και οι βασικοί ιστοί

Κάθε κύτταρο έχει μία εξωτερική περιοριστική μεμβράνη η οποία στηρίζει το κύτταρο και ελέγχει ποιές ουσίες εισέρχονται και εξέρχονται σ' αυτό. Η κυτταρική μεμβράνη απαρτίζεται κυρίως από λίπος και μόρια πρωτεΐνης. Το λίπος είναι συνήθως οργανωμένο σε δύο στρώματα με μόρια πρωτεΐνης διασκορπισμένα ανάμεσα (Εικ. 1.1.). Τα στρώματα λίπους (υπό μορφή φωσφορολιπίδης, γλυκολιπίδης και στερίνης χοληστερίνης) παίζουν ένα δομικό ρόλο και η πρωτεΐνη βοηθά τη μεταφορά ουσιών διαμέσου της μεμβράνης, π.χ. μέσα και έξω από το κύτταρο. Μερικές ουσίες περνούν διαμέσου της μεμβράνης με διάχυση και μικρά σωματίδια π.χ. ιόντα, θα περάσουν διαμέσου της μεμβράνης με μεγαλύτερη ευκολία. Όλες οι κυτταρικές μεμβράνες είναι εκλεκτικά διαπερατές και η παρουσία ενζύμων στο τμήμα πρωτεΐνης της μεμβράνης επιτρέπει σε μεγαλύτερα σωματίδια να κινούνται μέσα και έξω. Επιπλέον η παρουσία ενζύμων επιτρέπει μερικά σωματίδια να κινούνται εναντίον της φοίτης διάχυσης π.χ. ενάντια στο βαθμό συγκέντρωσης με ενεργητική μεταφορά. Για παράδειγμα, ένα τμήμα της πρωτεΐνης στην κυτταρική μεμβράνη ενεργεί σαν ένζυμο για την συνεχή μεταφορά των ιόντων νατρίου εκτός του κυττάρου.



Εικ. 1.1. Ένα υπικό κύτταρο, μεμβράνη και μιτοχόνδρια σε μεγέθυνση.

Η ενεργητική μεταφορά γνωστή σαν “αντλία νατρίου” = Sodium pump, απομακρύνει το νάτριο το οποίο θα ήταν επιβλαβές για την εσωτερική λειτουργία του κυττάρου.

Μέσα στο κύτταρο βρίσκεται ο πυρήνας ο οποίος είναι τοποθετημένος μέσα στο πρωτόπλασμα του κυττάρου. *Οργανίδια*, το καθένα με τη δική του μεμβράνη, βρίσκονται μέσα στο κυτταρόπλασμα. Μερικά παραδείγματα οργανιδών είναι τα ακόλουθα.

**1 Ενδοπλασμικό δίκτυο** είναι ένα περίτεχνο σύστημα σωλήνων το οποίο εκτείνεται από την μεμβράνη του κυττάρου ως την μεμβράνη του πυρήνα. Προσφέρει ένα σύστημα αγωγιμότητας για την κίνηση ουσιών μέσα στο κύτταρο και χωρίζει το κύτταρο σε διαμερίσματα με τοποθεσίες, γνωστές σαν ριβοσώματα, για την παραγωγή πρωτεΐνης. Στα μυϊκά κύτταρα, το ενδοπλασμικό (σαρκοπλασμικό) δίκτυο αποθηκεύει ιόντα ασβεστίου, τα οποία παίζουν ένα βασικό ρόλο στον μηχανισμό σύσπασης του μυός.

**2 Μιτοχόνδρια** είναι οι “σταθμοί ενέργειας” του κυττάρου όπου πλούσια σ' ενέργεια συστατικά, π.χ. αδενολίνη τριφασφορική (ATP) αποθηκεύονται και οι υδατάνθρακες (γλυκογόνου) διασπώνται για να απελευθερώσουν ενέργεια. Κάθε μιτοχόνδριο έχει μία διπλή μεμβράνη, η εσωτερική αποτελείται από πολλές πτυχές, παρέχοντας έτσι μία μεγάλη επιφάνεια ώστε να λάβουν χώρα χημικές αντιδράσεις (Εικ. 1.1). Κύτταρα τα οποία απαιτούν υψηλή ενέργεια όπως μυϊκά κύτταρα και νευρώνες έχουν ένα μεγάλο αριθμό μιτοχονδρίων. Οι αερόβιες αντιδράσεις κατά την απελευθέρωση ενέργειας συμβαίνουν στα μιτοχόνδρια. Πυροσταφυλικό οξύ εισέρχεται στα μιτοχόνδρια για να διασπασθεί σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό κάτω από την ενέργεια ενζύμων. Διαφορετικά μέρη της διαδικασίας λαμβάνουν χώρα σε ειδικές περιοχές των μιτοχονδρίων.

**3 Λυτικά σωμάτια** είναι οργανίδια με μία μεμβράνη, ποικίλουν σε μεγεθος και σχήμα και αποτελούν τις μονάδες καθαρισμού του κυττάρου. Τα λυσινοσωμάτια είναι σημαντικά για την ανάπτυξη και την επισκευή του κυττάρου όταν μόρια του κυττάρου διασπώνται πριν αποβληθούν από το κύτταρο. Επίσης διασπούν τις τοξίνες, τα βακτηρίδια και τους ιούς οι οποίοι έχουν εισέλθει στο κύτταρο. Τα παραγώγα του αποτελέσματος είντε αποβάλλονται στο εξωτερικό του κυττάρου ή απορριφούνται μέσα του.

Τα κύτταρα συλλέγονται μαζί για να σχηματίσουν ένα ιστό, μία συλλογή ομοίων κυττάρων που βρίσκεται στην μεσοκυττάριο ουσία. Κάθε ιστός έχει μία ειδική λειτουργία. Μέσα στο νευρομυϊκό σύστημα τρεις βασικοί ιστοί παίζουν σπουδαίους ρόλους: συνδετικός ιστός, μυς και νεύρο.

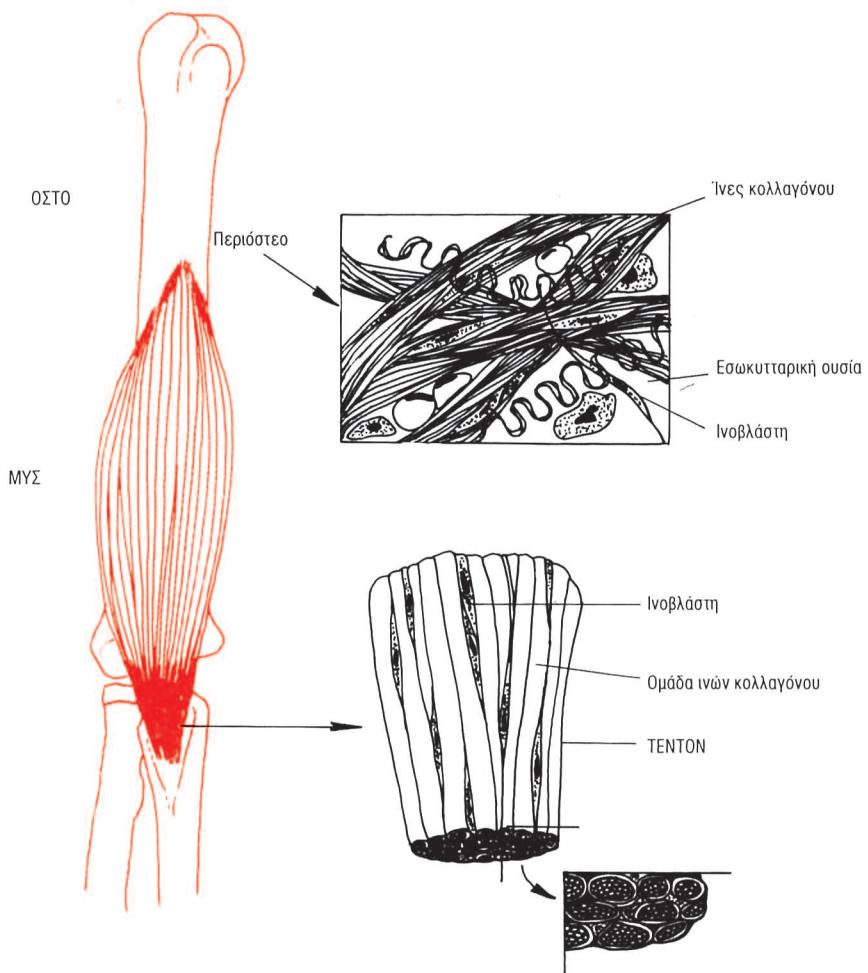
## 1.2 Συνδετικοί ιστοί μέσα στο μυοσκελετικό σύστημα

Η γενική λειτουργία του συνδετικού ιστού είναι να ενώνει ή να συνδέει δομές του σώματος και να δίνει στήριγμα. Το οστό προσφέρει την άκαμπτη οργανωτική δομή για στήριγμα. Όπου τα οστά αρθρώνονται το ένα με το άλλο πυκνός, ινώδης συνδετικός ιστός πλούσιος σε κολλαγόνες ίνες περιβάλλει τα άκρα των οστών, επιτρέποντας να παραχθεί κίνηση ενώ διατηρείται η σταθερότητα. Επίσης, ο χόνδρος έχει σχέση με τις

αρθρώσεις, όπου σχηματίζει ένα συμπιεστό σύνδεσμο ανάμεσα σε δύο οστά ή προσφέρει μία επιφάνεια χαμηλής τριβής για ομαλή κίνηση. Ο συνδετικός ιστός επίσης προσφέρει μύες στο οστό, είτε υπό μορφή τένοντος ή επίπεδης περιτονίας. Οι τρεις συνδετικοί ιστοί οι οποίοι παίζουν ένα μεγάλο ρόλο στην κίνηση θα περιγραφούν παρακάτω.

### 1.2.1 Πυκνός ινώδης ιστός

Ο πυκνός ινώδης συνδετικός ιστός έχει λίγα κύτταρα και αποτελείται κυρίως από ίνες κολλαγόνου και ελαστίνης - νήματα πρωτεΐνης τα οποία δίνουν στόν ιστό μεγάλη δύναμη. Οι ίνες παράγονται από ινοβλαστικά κύτταρα τα οποία βρίσκονται ανάμεσα στις ίνες (Εικ. 1.2), και ο ιστός έχει υψηλή ελαστική δύναμη για να αντισταθεί στις δυνάμεις διάτασης.



Εικ. 1.2. Πυκνός ινώδης συνδετικός ιστός που καλύπτει οστό και μυώνα και σχηματίζει τέντονα.

Η σκληρότητα αυτού του ιστού μπορεί να γίνει αισθητή όταν κόβουμε μία μπριζόλα με μη ακονισμένο μαχαίρι: οι μυϊκές ίνες κόβονται εύκολα αλλά το λευκό κάλυμμα του συνδετικού ιστού είναι πολύ σκληρό. Παραδείγματα αυτού του ιστού είναι τα ακόλουθα.

**1 Ο θύλακας περιβάλλει τις κινητικές αρθρώσεις δένοντας τα οστά μαζί** (βλέπε Εικ. 1.8).

**2 Οι σύνδεσμοι σχηματίζουν δυνατές ταινίες για να δυναμώσουν τους αρθρικούς θύλακες σε ειδικές κατευθύνσεις και να περιορίσουν την κίνηση. Μερικοί σύνδεσμοι περιέχουν ένα μεγάλο ποσοστό ελαστίνης, η οποία αυξάνει την ελαστικότητά τους όπως εκείνων ανάμεσα στα τόξα των σπονδύλων (μεσοτόξιοι σύνδεσμοι).**

**3 Οι τένοντες** ενώνουν τις συσπώμενες μυϊκές ίνες στο οστό. Σε αμφότερους τένοντες και συνδέσμους οι ίνες κολλαγόνου είναι παράλληλες προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης τάσης.

**4 Η απονεύρωση** είναι μία δυνατή επίπεδη μεμβράνη με ίνες κολλαγόνου οι οποίες βρίσκονται σε διαφορετικές κατευθύνσεις για να σχηματίσουν φύλλα συνδετικού ιστού. Οι απονευρώσεις μπορούν να σχηματίσουν την πρόσφυση ενός μυός όπως οι λοξοί κοιλιακοί μύες, οι οποίοι συναντούνται στο μέσο της κοιλιάς (βλέπε Εικ. 10.7, σελ. 620). Στην παλάμη του χεριού και στο πέλμα του ποδιού μία απονεύρωση βρίσκεται βαθιά κάτω από το δέρμα και σχηματίζει έναν προστατευτικό υμένα για τους τένοντες κάτω από αυτήν (βλέπε Εικ. 6.3 και 8.22 σελ. 132 και 193).

**5 Ο καθεκτικός σύνδεσμος** είναι μία ταινία από πυκνό ινώδη ιστό ο οποίος δένει τους τένοντες των μυών και εμποδίζει το χαλάρωμα κατά την κίνηση. Ένα παράδειγμα είναι ο καθεκτικός σύνδεσμος καμπτήρων του καρπού, ο οποίος συγχρατεί τους τένοντες των μυών οι οποίοι περνούν μέσα στην παλάμη στη θέση τους (βλέπε Εικ. 6. 12,6, 141).

**6 Η περιτονία** είναι ένας όρος ο οποίος χρησιμοποιείται για τις μεγάλες περιοχές πυκνού ινώδους ιστού ο οποίος περιβάλλει τους μύες όλων των τμημάτων του σώματος. Η περιτονία είναι ειδικά αναπτυγμένη στα άκρα, όπου βυθίζεται ανάμεσα στις μεγάλες ομάδες μυών και προσφύεται στο οστό. Σε μερικές περιοχές η περιτονία προσφέρει μία βάση για πρόσφυση μυών, για παράδειγμα η θωρακοοσφυήκη περιτονία στην οποία προσφύνονται οι μακροί μύες της ράχης (βλέπε Εικ. 10.4, σ. 217).

**7 Το περιόστεο** είναι το προστατευτικό κάλυμμα των οστών. Οι τένοντες και οι σύνδεσμοι συγχωνεύονται με το περιόστεο γύρω από το οστό (βλέπε Εικ. 1.4 δ).

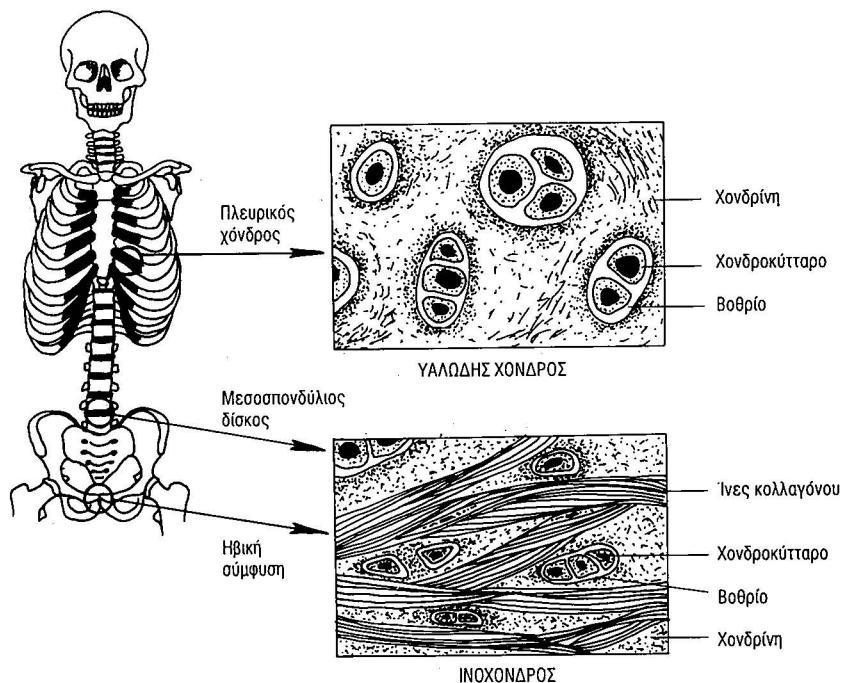
**8 Η σκληρά μήνιγγα** είναι ένας παχύς ινώδης συνδετικός ιστός που προστατεύει τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό (βλέπε Εικ. 3.23 σ. 75).

Ο ινώδης συνδετικός ιστός ενώνει δομές στο σώμα ενώ συγχρόνως επιτρέπει να παραχθεί κίνηση. Όταν ο ιστός χάνει τη δύναμη και την ελαστικότητά του η κίνηση επηρεάζεται, και αν η αλλαγή διαρκέσει, μπορεί να συμβεί παραμόρφωση. Για παράδειγμα, σύγκαμψη της παλαμικής απονεύρωσης του χεριού προκαλεί μία αναπτηρική παραμόρφωση όταν ο παράμεσος και ο μικρός δάκτυλος γυρίζουν προς τα μέσα (συρρικνωση Dupuytren) (βλέπε Εικ. 6.13, σ. 141).

### 1.2.2 Χόνδρος

Ο χόνδρος είναι ένας ιστός, ο οποίος μπορεί να συμπιεσθεί και έχει ανθεκτικότητα. Τα κύτταρα (χονδροκύτταρα) είναι ωοειδή και βρίσκονται μέσα σε μία θεμέλια ουσία η οποία δεν είναι άκαμπτη σαν το οστό. Δεν υπάρχει τροφοδότηση με αίμα στο χόνδρο έτσι υπάρχει ένα δριο στο πάχος του. Ο ιστός έχει μεγάλη αντοχή στη φθορά αλλά δεν μπορεί να επισκευασθεί όταν καταστραφεί.

**Υαλώδης χόνδρος** ο οποίος κοινά ονομάζεται τραγανό. Είναι λείος σαν γυαλί και σχηματίζει μία επιφάνεια χαμηλής τριβής η οποία καλύπτει τις αρθρικές επιφάνειες των αρθρώσεων. Στους ηλικιωμένους, ο αρθρικός χόνδρος τείνει να διαβρωθεί ή να οστεοποιηθεί, έτσι ώστε οι αρθρώσεις γίνονται δύσκαμπτες. Ο υαλώδης χόνδρος σχηματίζει τους πλευρικούς χόνδρους οι οποίοι ενώνουν τις πρόσθιες άκρες των πλευρών στο στέρνο (Εικ. 1.3). Στο αναπτυσσόμενο έμβρυο, σχεδόν όλα τα οστά σχηματίζονται από υαλώδη χόνδρο. Όταν ο χόνδρος σε κάθε οστό



Εικ. 1.3 Μικροσκοπική δομή υαλώδους και ινώδους χόνδρου, θέση στον σκελετό του κορμού.

φθάσει σ' ένα κρίσιμο μέγεθος για την επιβίωση των κυττάρων του χόνδρου, αρχίζει η οστεοποίηση.

- **KOITAESTE** μερικά μεγάλα οστά στο κρεοπαλείο και δείτε το χόνδρο που καλύπτει τις αρθρικές επιφάνειες στις άκρες. Προσέξτε ότι είναι γαλαζωπός και μοιάζει με γυαλί.