1

Βασικές μονάδες, δομή και λειτουργία: υποστηρικτικοί ιστοί, μύες και νεύρα

Βασικοί όροι

Συνδετικοί ιστοί, διαρθρώσεις, σκελετικός μυς, νευρώνας, μυϊκός τόνος

Επισκόπηση

Το παρόν κεφάλαιο αφορά στα βασικά συστατικά στοιχεία των δομών, οι οποίες οργανώνονται, για να επιτρέψουν την κίνηση στο επίπεδο της άρθρωσης. Τα νεύρα, οι μύες και οι συνδετικοί ιστοί εργάζονται από κοινού για την παραγωγή της κίνησης: οι συνδετικοί ιστοί παρέχουν σταθερότητα και υποστήριξη, ο σκελετικός μυς μεταβάλλεται σε μήκος και έλκει τα οστά για την παραγωγή κινήσεων στις αρθρώσεις και οι νευρώνες και τα νεύρα μεταφέρουν πληροφορίες μεταξύ των περιβαλλοντικών αισθητήρων, των κέντρων ελέγχου της κίνησης και των μυών.

4

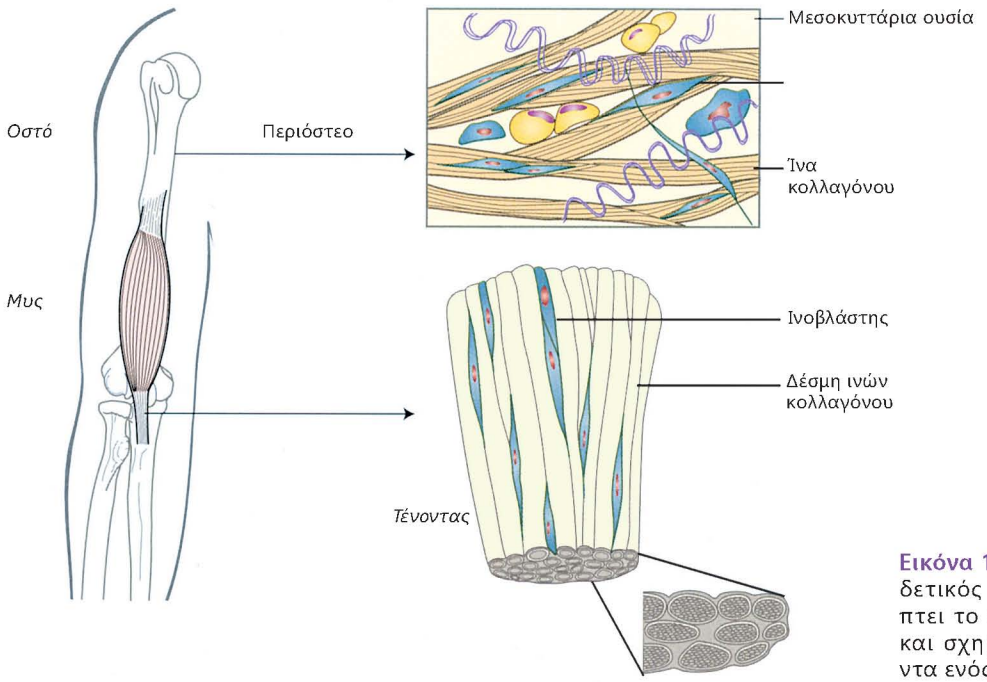
Πλαίσιο αναφοράς και υποστήριξη: οι συνδετικοί ιστοί

Η γενική λειτουργία του συνδετικού ιστού είναι η ένωση ή η σύνδεση δομών στο ανθρώπινο σώμα και η παροχή υποστήριξης. Το οστό είναι ένας συνδετικός ιστός που παρέχει ένα άκαμπτο πλαίσιο για υποστήριξη. Στα σημεία, όπου τα οστά διαρθρώνονται μεταξύ τους, υπάρχει πυκνός συνδετικός ιστός, πλούσιος σε ίνες κολλαγόνου, ο οποίος περιβάλλει τα άκρα των οστών και επιτρέπεται η κίνηση, ενώ διατηρείται η σταθερότητα. Ο χόνδρος, ένας άλλος συνδετικός ιστός, σχετίζεται επίσης με τις αρθρώσεις, καθώς σχηματίζει έναν συμπιεζόμενο σύνδεσμο μεταξύ δύο οστών ή παρέχει μια επιφάνεια χαμηλής τριβής για την ομαλή κίνηση του ενός οστού πάνω στο άλλο. Μέσω του συνδετικού ιστού προσφύονται οι μύες στα οστά, με τη μορφή είτε μιας ταινίας (τένοντας) είτε ενός επίπεδου φύλλου (περιτονία). Οι συνδετικοί ιστοί μπορούν να υποδιαιρεθούν σε:

- **πυκνό συνδετικό ιστό**
- **χόνδρο**
- **οστό**

Πυκνός συνδετικός ιστός

Ο πυκνός συνδετικός ιστός ενώνει δομές στο ανθρώπινο σώμα, ενώ παράλληλα επιτρέπει την κίνηση. Διαθέτει υψηλή αντοχή εφελκυσμού, για να αντιστέκεται στις δυνάμεις διάτασης. Αυτός ο συνδετικός ιστός διαθέτει λίγα κύτταρα και αποτελείται κατά κύριο λόγο από ίνες κολλαγόνου και ελαστίνη, οι οποίες του προσδίδουν υψηλή αντοχή. Οι ίνες παράγονται από ινοβλαστικά κύτταρα που βρίσκονται μεταξύ των ινών (Εικόνα 1.1). Η σκληρότητα του ιστού αυτού γίνεται αντιληπτή, όταν κάποιος προσπαθεί να κόψει μια μαγειρεμένη μπριζόλα με ένα αμβλύ μαχαίρι. Οι μυϊκές ίνες κόβονται εύκολα, αλλά το κάλυμμα από λευκό συνδετικό ιστό είναι πολύ σκληρό. Παραδείγματα αυτού του είδους του ιστού είναι τα εξής:



Εικόνα 1.1 Πυκνός συνδετικός ιστός που καλύπτει το οστό (περιόστεο) και σχηματίζει τον τένοντα ενός σκελετικού μυός.

- Ο **αρθρικός θύλακος** περιβάλλει τις κινητές (υμενώδεις) αρθρώσεις και συγκρατεί τα οστά μαζί (βλ. Εικόνα 1.7).
- Οι **σύνδεσμοι** είναι ισχυρές δεσμίδες που ενώνουν οστό με οστό. Οι σύνδεσμοι ενισχύουν τους αρθρικούς θυλάκους σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις και περιορίζουν την κίνηση.
- Οι **τένοντες** ενώνουν τις συσταλτές ίνες του μυός με το οστό.

Στους τένοντες και στους συνδέσμους οι ίνες κολλαγόνου είναι σε παράλληλη διάταξη προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης φόρτισης.

- Η **απονεύρωση** είναι μια δυνατή, επίπεδη μεμβράνη, όπου οι ίνες κολλαγόνου είναι τοποθετημένες σε διάφορες κατευθύνσεις και σχηματίζουν στιβάδες συνδετικού ιστού. Μια απονεύρωση μπορεί να αποτελεί την πρόσφυση ενός μυός, όπως συμβαίνει στους λοξούς κοιλιακούς μυς, οι οποίοι συναντώνται στη μέση γραμμή της κοιλιάς (βλ. Κεφάλαιο 10, Εικόνα 10.6). Στην παλάμη του χεριού και στο πέλμα του ποδιού βρίσκεται εν τω βάθει κάτω από το δέρμα και σχηματίζει ένα προστατευτικό στρώμα για τους τένοντες κάτω από αυτή (βλ. Κεφάλαιο 8, Εικόνα 8.21).
- Ο **καθεκτικός σύνδεσμος** είναι μια δέσμη από πυκνό συνδετικό ιστό που συγκρατεί τους τένοντες μυών και τους διατηρεί ευθειασμένους κατά τη διάρκεια της κίνησης. Ένα παράδειγμα είναι ο εγκάρσιος σύνδεσμος στον καρπό, ο οποίος διατηρεί τους τένοντες των μυών που καταλήγουν στο χέρι στη θέση τους (βλ. Κεφάλαιο 6, Εικόνα 6.15).
- Η **περιτονία** είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για μεγάλες επιφάνειες πυκνού συνδετικού ιστού, οι οποίες περιβάλλουν τους μυς σε όλα τα τμήματα του σώματος. Η περιτονία είναι ιδιαιτέρως ανεπτυγμένη στα άκρα, όπου καταδύεται μεταξύ των μεγάλων μυϊκών ομάδων και προσφύεται στο οστό. Σε κάποιες περιοχές, η περιτονία αποτελεί τη βάση για την πρόσφυση των μυών, για παράδειγμα η θωρακοσφυϊκή περιτονία χρησιμεύει για την πρόσφυση των μακρών μυών της πλάτης (βλ. Κεφάλαιο 10, Εικόνα 10.6).
- Το **περιόστεο** είναι το προστατευτικό κάλυμμα των οστών. Οι τένοντες και οι σύνδεσμοι συνδέονται στενά με το περιόστεο γύρω από το οστό (βλ. Εικόνα 1.3).
- Η **σκληρή μήνιγγα** είναι ένας παχύς συνδετικός ιστός που προστατεύει τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό (βλ. Κεφάλαιο 3, Εικόνα 3.21).

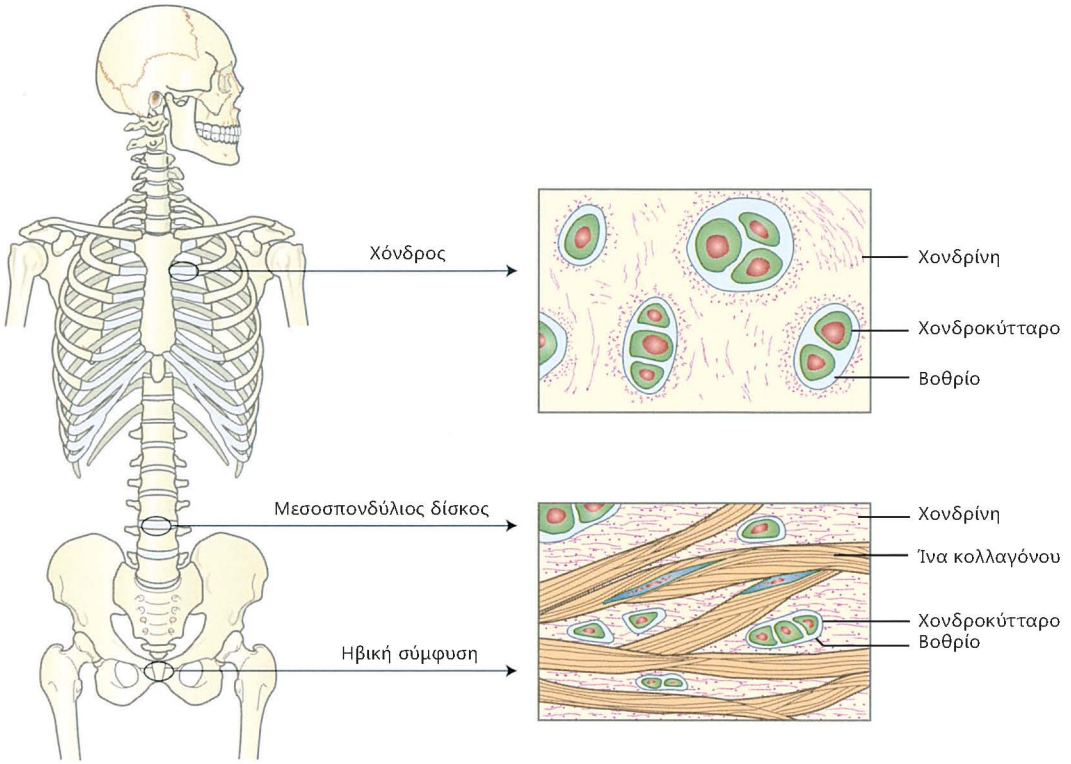
Χόνδρος

Ο χόνδρος είναι ένας ιστός που μπορεί να συμπιεστεί και διαθέτει αντοχή. Τα κύτταρα (χονδροκύτταρα) είναι ελλειψοειδή και βρίσκονται εντός μιας βασικής ουσίας, η οποία δεν είναι άκαμπτη, όπως το οστό. Δεν υπάρχει αιμάτωση στον χόνδρο, οπότε υπάρχει ένα όριο για το πάχος του. Ο ιστός παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στη φθορά, αλλά δεν μπορεί να επιδιορθωθεί, όταν υποστεί βλάβη.

Ο **υαλώδης χόνδρος** είναι λείος και μοιάζει με γυαλί, σχηματίζοντας μια επιφάνεια χαμηλής τριβής, η οποία καλύπτει τις αρθρικές επιφάνειες των αρθρώσεων. Στους ηλικιωμένους, ο αρθρικός χόνδρος τείνει να διαβρώνεται ή να ασβεστοποιείται, οπότε οι αρθρώσεις καθίστανται δύσκαμπτες. Ο υαλώδης χόνδρος σχηματίζει τους πλευρικούς χόνδρους, οι οποίοι ενώνουν το πρόσθιο πέρας των πλευρών με το στέρνο (Εικόνα 1.2). Στο αναπτυσσόμενο έμβρυο, τα περισσότερα οστά αποτελούνται από υαλώδη χόνδρο. Όταν το χόνδρινο μοντέλο κάθε οστού επιτύχει ένα κρίσιμο μέγεθος για την επιβίωση των χονδροκυττάρων, ξεκινά η οστεοποίηση.

Δραστηριότητα

Κοιτάξτε κάποια μεγάλα οστά ζώων στον χασάπη, για να δείτε τον χόνδρο που καλύπτει τις αρθρικές επιφάνειες στο άκρο τους. Σημειώστε ότι έχει κυανή απόχρωση και μοιάζει με γυαλί.



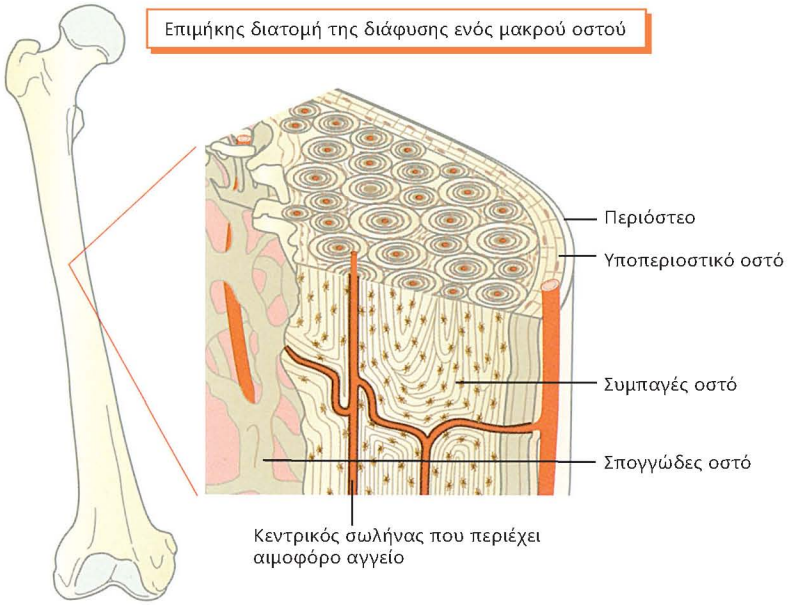
Εικόνα 1.2 Μικροσκοπική δομή του υαλώδους και του ινώδους χόνδρου, εντοπισμός αυτών στον σκελετό του κορμού.

Ο **ινώδης χόνδρος** αποτελείται από χονδροκύτταρα, τα οποία βρίσκονται ανάμεσα σε ίνες κολλαγόνου σε πυκνή διάταξη (Εικόνα 1.2). Οι ίνες παρέχουν επιπρόσθετη αντοχή στον ιστό. Παραδείγματα σημείων, όπου εντοπίζεται ο ινώδης χόνδρος, είναι οι δίσκοι μεταξύ των οστών της σπονδυλικής στήλης, η ηβική σύμφυση που ενώνει τα δύο μισά της λεκάνης στην πρόσθια επιφάνεια και οι μηνίσκοι στην άρθρωση του γόνατος.

Οστό

Το οστό είναι ο ιστός που σχηματίζει τα άκαμπτα υποστηρίγματα για το σώμα μέσω της κατακράτησης ενός μεγάλου μέρους των αλάτων ασβεστίου (δικαρβονικό και φωσφορικό ασβέστιο). Υπενθυμίζεται ότι το οστό είναι ένας ζωντανός ιστός, που αποτελείται από κύτταρα και διαθέτει πλούσια αιμάτωση. Έχει τη μεγαλύτερη δυνατότητα για επιδιόρθωση μετά από βλάβη από οποιονδήποτε άλλο ιστό του σώματος, εκτός από το αίμα. Η αντοχή του ιστού έγκειται στις λεπτές πλάκες (οστικά πετάλια) που αποτελούνται από ίνες κολλαγόνου με εναπόθεση αλάτων ασβεστίου ανάμεσά τους. Τα οστικά πετάλια είναι σε παράλληλη διάταξη, συγκρατούνται μαζί από τις ίνες και τα οστικά κύτταρα ή **οστεοκύτταρα** ανευρίσκονται ανάμεσά τους. Κάθε οστεοκύτταρο είναι εντός ενός μικρού χώρου, του βοθρίου, και συνδέεται με τα υπόλοιπα κύτταρα και με τα τριχοειδή αγγεία μέσω λεπτών διαύλων που καλούνται σωληνίσκοι (Εικόνα 1.3).

Στο **συμπαγές οστό** τα οστικά πετάλια είναι τοποθετημένα σε σύγκεντρους κύκλους γύρω από έναν κεντρικό σωλήνα που περιέχει τα αιμοφόρα αγγεία. Κάθε σύστημα από σύγκεντρα πετάλια (οστεώνας, γνωστός και ως αβερσιανό σύστημα) είναι σε επιμήκη



Εικόνα 1.3 Διατομή της διάφυσης ενός μακρού οστού.

κατεύθυνση. Πολλά από τα συστήματα αυτά είναι σε πυκνή διάταξη, για να σχηματίσουν το πυκνό συμπαγές οστό που βρίσκεται στη διάφυση των μακρών οστών (Εικόνα 1.3).

Πρακτικό σημείο 1Α: οστεοπόρωση

Η οστεοπόρωση είναι αυτολεξεί μια κατάσταση πορώδους οστού, κατά κύριο λόγο εξαιτίας της απομείωσης του ασβεστίου στο ανθρώπινο σώμα. Για διάφορους λόγους, η απώλεια ασβεστίου υπερκαλύπτει την απορρόφηση ασβεστίου μέσω της δίαιτας, οπότε προκαλείται υπερβολική μείωση της οστικής μάζας. Αυτό οδηγεί σε κατάγματα που λαμβάνουν χώρα ως αποτέλεσμα της φυσιολογικής μηχανικής φόρτισης στον σκελετό, ο οποίος σε φυσιολογικές συνθήκες θα την άντεχε. Ενδέχεται να εκδηλωθούν αυτόματα κατάγματα.

Στο **σπογγώδες** ή δοκιδωτό οστό, οι δοκίδες σχηματίζουν πλάκες, οι οποίες είναι διαταγμένες προς διάφορες κατευθύνσεις, για να σχηματίσουν ένα πλέγμα. Ανάμεσα στις δοκίδες υπάρχουν χώροι, όπου περιέχονται τα αιμοφόρα τριχοειδή αγγεία. Τα οστικά κύτταρα που βρίσκονται στις δοκίδες επικοινωνούν μεταξύ τους και με τους χώρους αυτούς μέσω των σωληνίσκων. Τα επεκτεταμένα άκρα των μακρών οστών πληρούνται από σπογγώδες οστό, το οποίο καλύπτεται από μια λεπτή στιβάδα από συμπαγές οστό. Η κεντρική κοιλότητα της διάφυσης των μακρών οστών περιέχει μυελό των οστών. Η οργάνωση αυτών των δύο τύπων οστού παράγει μια δομή με μεγάλη ακαμψία, χωρίς υπερβολικό βάρος (Εικόνα 1.4). Το οστό διαθέτει την ικανότητα να αναδιαμορφώνει το σχήμα του ως απόκριση στις φορτίσεις που επιβάλλονται σε αυτό, έτσι ώστε οι δομικές γραμμές των δοκίδων στα πέρατα του οστού να ακολουθούν τις γραμμές της δύναμης στο οστό. Για παράδειγμα, οι γραμμές των δοκίδων στα άκρα των οστών που υποδέχονται το βάρος του σώματος, όπως το μηριαίο, παρέχουν μέγιστη αντοχή για την υποστή-