

# 2

## ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΟΣΤΟΥ

I. Βενιζέλος, Α. Αβραμίδης

- I ΓΕΝΙΚΑ
- I ΠΕΡΙΟΣΤΕΟ ΚΑΙ ΕΝΔΟΣΤΕΟ
- I ΜΗΤΡΙΚΗ ΟΣΤΕΪΝΗ ΟΥΣΙΑ
- I ΟΣΤΙΚΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ
- I ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

### ΓΕΝΙΚΑ

Ο οστίτης ιστός χαρακτηρίζεται από υψηλή σκληρότητα και μεγάλη ανθεκτικότητα στις πιέσεις. Χρησιμεύει για να:

- ❖ στηρίζει τα υπόλοιπα μαλακά όργανα του οργανισμού
  - ❖ εξυπηρετεί με την ενέργεια των μυών που προσφύονται πάνω του τις κινήσεις του σώματος
  - ❖ προφυλάσσει ευγενή όργανα του σώματος (π.χ. εγκέφαλος, πνεύμονες, καρδιά)
  - ❖ περιλαμβάνει το μυελό των οστών όπου παράγονται τα κύτταρα του αίματος
- Αποτελεί επίσης σπουδαία αποθήκη:

- ✓ Ca
- ✓ P
- ✓ άλλων ιόντων

Ο οστίτης ιστός μπορεί να αποδεσμεύει ή να αποθηκεύει τα στοιχεία αυτά με ελεγχόμενο τρόπο ώστε να διατηρείται σταθερή η συγκέντρωσή τους στα υγρά του σώματος.

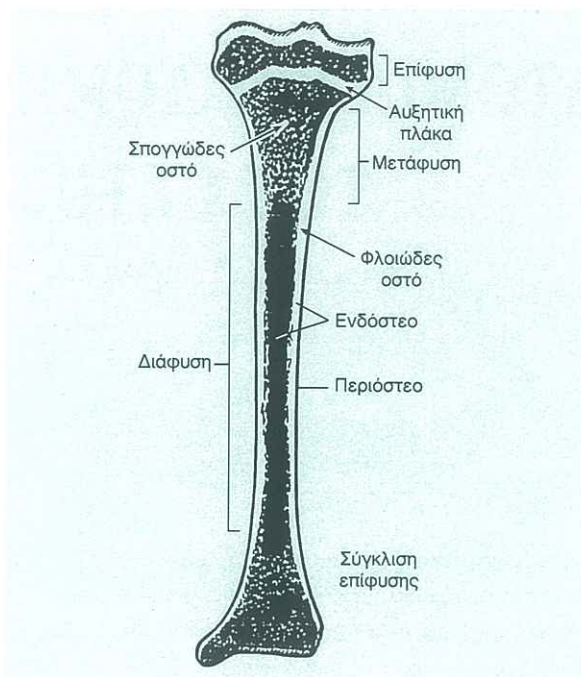
**Τα οστά των ενηλίκων ταξινομούνται σύμφωνα με το σχήμα τους σε:**

- > μακρά (π.χ. το μηριαίο)
- > πλατιά (π.χ. η πύελος)
- > βραχεία (π.χ. τα οστά της άκρας χειρός και του άκρου ποδός)

**Τα μακρά οστά διαιρούνται τοπογραφικά (Εικ. 2.1) σε τρεις περιοχές:**

- A. την επίφυση, η οποία βρίσκεται και στα δυο άκρα του οστού και καλύπτεται εν μέρει από τον αρθρικό χόνδρο,
- B. τη διάφυση, η οποία βρίσκεται κάτω από το επιφυσιακό πέταλο και
- Γ. τη μετάφυση, η οποία βρίσκεται μεταξύ διάφυσης και επίφυσης, πάνω από το επιφυσιακό πέταλο.

Στο αναπτυσσόμενο οστό το επιφυσιακό πέταλο παριστά την περιοχή της ενεργού ανάπτυξης του οστού. Η περιοχή αυτή έχει μεγάλη σημασία διότι σ' αυτήν εμφανίζονται οι περισσότεροι πρωτοπαθείς όγκοι των οστών. Οι

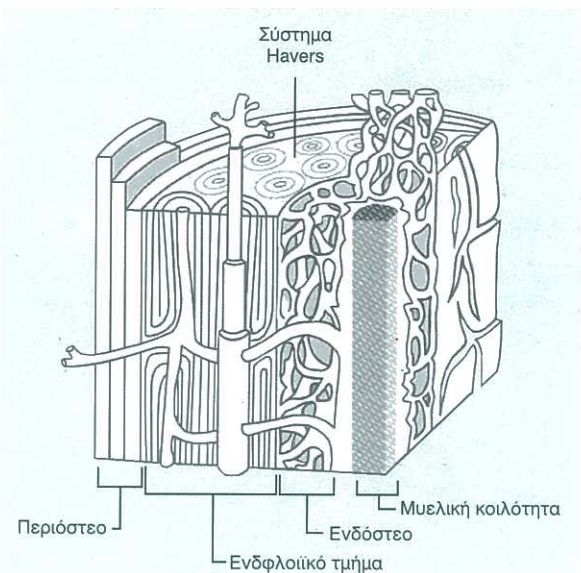


Εικόνα 2.1. Τοπογραφική απεικόνιση ενός μακρού οστού.

όροι **επίφυση**, **μετάφυση** και **διάφυση** είναι απαραίτητοι στην περιγραφή μιας νόσου, διότι αρκετές ασθένειες προσβάλλουν επιλεκτικά τη μια ή την άλλη περιοχή.

Στη διατομή τους τα μακρά οστά (Εικ. 2.2.) αποτελούνται από:

- μια εξωτερική συμπαγή περιοχή (φλοιώδες ή συμπαγές οστό)



Εικόνα 2.2. Διατομή μακρού οστού.

- μια κεντρική σπογγώδη περιοχή (σπογγώδες οστό)

Το συμπαγές οστό περιέχει αγγειακούς κλάδους οι οποίοι διακρίνονται σε δυο τύπους:

- ❖ επιμήκεις (σωλήνες του Havers) και
- ❖ εγκάρσιους (σωλήνες του Volkmann).

## ΠΕΡΙΟΣΤΕΟ ΚΑΙ ΕΝΔΟΣΤΕΟ

Η εξωτερική και η εσωτερική επιφάνεια του οστού καλύπτονται από στοιβάδες κυττάρων, τα οποία παράγουν συνδετικό και οστίτη οστό και ονομάζονται **περίοστέο** και **ενδόστεο**.

Το **περίοστέο** αποτελείται από:

- μια εξωτερική στοιβάδα ιών κολλαγόνου και ινοβλαστών
- μια εσωτερική κυτταροβριθή στοιβάδα

Οι ίνες κολλαγόνου που διεισδύουν από το περίοστέο στη μητρική οστέινη ουσία, συνδέοντας με τον τρόπο αυτό το περίοστέο με το οστό, ονομάζονται ίνες του Sharpey. Τα κύτταρα της εσωτερικής στοιβάδας είναι ατρακτόμορφα και έχουν τη δυνατότητα να διαιρούνται με μίτωση και να διαφοροποιούνται προς οστεοβλάστες. Αυτά τα προδρομικά κύτταρα χαρακτηρίζονται από τη θέση τους, το σχήμα τους, το μικρό ποσό αδρού ενδοπλασματικού δικτύου και τη φτωχή ανάπτυξη του συμπλέγματος Golgi και διαδραματίζουν σπουδαίο ρόλο στην αύξηση και αποκατάσταση του οστού.

Το **ενδόστεο** επενδύει ολόκληρη την εσωτερική επιφάνεια του οστού, και αποτελείται από προδρομικά οστεοκύτταρα και πολύ μικρή ποσότητα συνδετικού ιστού με αποτέλεσμα να είναι **σημαντικά πιο λεπτό από το περίοστέο**.

Οι κύριες λειτουργίες του περιοστέου και του ενδοστέου είναι:

- ✓ η θρέψη του οστίτη ιστού και
- ✓ η συνεχής προμήθεια νέων οστεοβλαστών

Στα παιδιά η εσωτερική στοιβάδα του περιοστέου είναι υπεύθυνη για την αύξηση του οστού.

Στους ενήλικες η δυνατότητα σχηματισμού οστίτη ιστού από το περίοστέο ενεργοποιείται από:

- τραύμα
- λοίμωξη
- πρωτοπαθείς ή μεταστατικούς όγκους των οστών

Η επαφή του περιοστέου με τον υποκείμενο οστίτη ιστό είναι χαλαρή στα παιδιά ενώ στους ενήλικες είναι σταθερή. Για το λόγο αυτό η **περιοστική αντίδραση είναι πολύ μεγαλύτερη στα παιδιά**.



## ΜΗΤΡΙΚΗ ΟΣΤΕΪΝΗ ΟΥΣΙΑ

Οι ανόργανες ουσίες αφορούν το 50% περίπου του βάρους του οστίτη ιστού και είναι κυρίως:

- ❖ ασβέστιο
  - ❖ φωσφόρος
- ενώ βρίσκονται επίσης:
- διττανθρακικό
  - κιτρικό
  - κάλιο
  - νάτριο

Το ασβέστιο και ο φωσφόρος σχηματίζουν κρυστάλλους **υδροξυαπατίτη** ο οποίος έχει σύνθεση  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Υπάρχουν επίσης σημαντικές **ποσότητες άμορφου φωσφορικού Ca**. Τα ιόντα της επιφάνειας του υδροξυαπατίτη ενυδατώνονται και γύρω από τους κρυστάλλους σχηματίζεται στοιβάδα νερού και ιόντων. Αυτή η στοιβάδα διευκολύνει την ανταλλαγή των ιόντων μεταξύ των κρυστάλλων και των υγρών του σώματος.

Η **οργανική ουσία** αποτελείται από:

- ❖ ίνες κολλαγόνου τύπου I (βλ. κεφ. ΘΕΜΕΛΙΑ ΟΥΣΙΑ)
- ❖ άμορφη θεμέλια ουσία (γλυκοζαμινογλυκάνες ενωμένες με πρωτεΐνες)

Τόσο οι σιαλοπρωτεΐνες του οστίτη ιστού, όσο και η οστεοκαλσίνη ενώνονται με ισχυρούς δεσμούς με το ασβέστιο και είναι πιθανό να είναι υπεύθυνες για την προώθηση της ασβεστοποίησης (μετάλλωσης) στη μητρική ουσία του οστίτη ιστού.

Η **ένωση του υδροξυαπατίτη με τις ίνες κολλαγόνου είναι υπεύθυνη για τη σκληρότητα και την αντίσταση που είναι χαρακτηριστική του οστού**. Μετά την απασβέστωση του οστού, το σχήμα του διατηρείται αλλά γίνεται πολύ εύκαμπτο. Η αφαίρεση του οργανικού τμήματος της μητρικής ουσίας διατηρεί επίσης το οστό στο αρχικό του σχήμα αλλά γίνεται εύθρυπτο και σπάει εύκολα με την άσκηση πιέσεων.

## ΟΣΤΙΚΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ

Τα κύτταρα της θεμέλιας ουσίας του συνδετικού ιστού δημιουργούνται από κύτταρα τα οποία από μόνα τους καταλαμβάνουν μικρό όγκο του ιστού. Καθοριστικά στην παραγωγή και διατήρηση υγιούς θεμέλιας ουσίας είναι:

- οι ινοβλάστες (κύτταρα που παράγουν συνδετικό ιστό)

- οι οστεοβλάστες (κύτταρα που παράγουν οστό) και
- οι χονδροβλάστες (κύτταρα που παράγουν χόνδρο)

Διαταραχές στην κυτταρική λειτουργία ενδέχεται να οδηγήσουν σε διαταραχές σύνθεσης ή να μεταβάλλουν την οστική απορρόφηση. Η αποδόμηση της θεμέλιας ουσίας συμβαίνει είτε φυσιολογικά, είτε παθολογικά μέσω της επίδρασης ενζύμων που προέρχονται από κύτταρα του συνδετικού ιστού ή από φλεγμονώδη κύτταρα.

Η οστέϊνη ουσία σχηματίζεται από ένα στοίχο κυττάρων που βρίσκονται στην επιφάνεια του οστού. Αυτά τα κύτταρα, οι **οστεοβλάστες**, είναι μεσεγχευματικής προέλευσης (βλ. κεφ. ΟΣΤΕΟΒΛΑΣΤΕΣ). Με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, μοιάζουν με ινοβλάστες και περιέχουν καλά αναπτυγμένο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο και σύμπλεγμα Golgi. Στο πρωτόπλασμα τους έχουν αρκετές ποσότητες από το ένζυμο αλκαλική φωσφατάση. Παρ' όλο που δεν υπάρχει πλήρης συσχέτιση ανάμεσα στην ενεργό παραγωγή οστού και τις μορφολογικές εικόνες των οστεοβλαστών, ο βαθμός παραγωγής οστέϊνης ουσίας τη στιγμή της βιοψίας είναι δυνατό να προσδιορισθεί σε γενικές γραμμές από το μέγεθος των οστεοβλαστών. Οι **“ενεργοί”** οστεοβλάστες είναι διογκωμένοι, ενώ εκείνοι οι οποίοι επενδύουν την οστική επιφάνεια και είναι επίπεδοι μπορούν να θεωρηθούν **“ανεργοί”**. Επειδή υπάρχει βαθμιαία αύξηση του μεγέθους των οστεοβλαστών, το σημείο στο οποίο ένα “ανεργό” κύτταρο γίνεται “ενεργό” περικλείει κάποιο βαθμό υποκειμενικότητας. **Με την παραγωγή οστέϊνης ουσίας, οι οστεοβλάστες τελικά βρίσκονται εντοιχισμένοι στην ουσία αυτή και με τον τρόπο αυτό μετατρέπονται σε οστεοκύτταρα**. Τα οστεοκύτταρα επικοινωνούν τόσο μεταξύ τους όσο και με οστεοβλάστες που βρίσκονται στην επιφάνεια του οστού μέσω προσεκβολών κυττάρων του συνδετικού ιστού που διασχίζουν κανάλια (**οστεοκυτταρικά κανάλια**). Κάτω από τη στοιβάδα των οστεοβλαστών βρίσκεται μια λεπτή στοιβάδα πάχους περίπου 10μm που αποτελείται από μη ασβεστοποιημένο οστίτη ιστό και ονομάζεται **οστεοειδές**. Ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί από τη δημιουργία οστεοειδούς μέχρι την ασβεστοποίησή (μετάλλωση) του είναι περίπου 10 ημέρες. Η αναγνώριση του οστεοειδούς σε ιστολογικές τομές είναι καθορι-



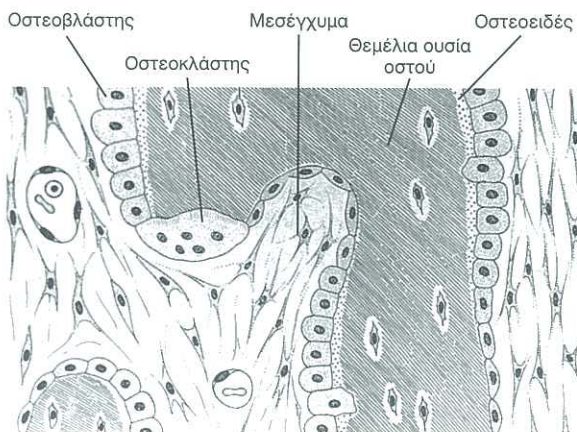
στικής σημασίας για τη διάγνωση ορισμένων μεταβολικών διαταραχών καθώς και όγκων των οστών.

Κατά την ιστολογική εξέταση ορισμένες επιφάνειες είναι λείες και αφορούν τον ενεργώς σχηματιζόμενο οστίτη ιστό ενώ άλλες είναι ανώμαλες και αντιπροσωπεύουν εκείνες που έχουν απορροφηθεί (Εικ. 2.3). Τα κύτταρα που σχετίζονται με την απορρόφηση του οστού ονομάζονται **οστεοκλάστες** και αφορούν μεγάλα πολυπύρρηνα κύτταρα με άφθονο οξύφιλο πρωτόπλασμα (βλ. κεφ. ΟΣΤΕΟΚΛΑΣΤΕΣ). Συχνά βρίσκονται μέσα σε κοιλότητες της μητρικής οστέινης ουσίας, γνωστές σαν **κοιλότητες του Howship**. Οι οστεοκλάστες είναι συνήθως πολυπύρρηνα κύτταρα αλλά είναι δυνατό να παρατηρηθούν και μονοπύρρηνες μορφές τους. Με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο παρατηρούνται:

- αρκετά λυσοσωμάτια
- μιτοχόνδρια
- αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο
- αναπτυγμένο σύστημα Golgi

Παρ' όλο που δεν υπάρχει πλήρης συμφωνία ως προς την ιστογένεση του οστεοκλάστη, επικρατέστερη θεωρείται η θεωρία ότι **προέρχεται από τη συγχώνευση μονοκυττάρων τα οποία έχουν προέλθει το αίμα και επομένως ανήκει στο μονοκυτταρικό - φαγοκυτταρικό σύστημα.**

Η συνεχής ισορροπία ανάμεσα στη δημιουργία και την απορρόφηση οστίτη ιστού επιτυγχάνεται με την επίδραση ορμονών και τοπικών παραγόντων. Εκτός από την άμεση επίδρασή τους οι ορμόνες μπορούν να μεταβάλουν τη σύνθεση και δράση των τοπικών παραγόντων.



Εικόνα 2.3. Ιστολογική διατομή οστού.

## ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

### Ώριμο οστό

Στον ώριμο οστίτη ιστό (**lamellar bone**) οι κολλαγόνες ίνες της μητρικής οστέινης ουσίας διατίθενται σε στοιβάδες οι οποίες είναι παράλληλες μεταξύ τους. Στη συμπαγή οστέινη ουσία οι στοιβάδες βρίσκονται γύρω από τους σωλήνες του Havers και σχηματίζουν τους οστεώνες.

### Άωρο οστό

Εκτός από το πεταλιώδες οστό υπάρχει και ένας άλλος τύπος οστίτη ιστού όπου οι κολλαγόνες ίνες είναι ανώμαλα διευθετημένες (υφαντό **woven bone**). Εδώ τα κύτταρα είναι μεγαλύτερα, στρογγυλά και βρίσκονται σε στενότερη επαφή από εκείνα που απαντώνται στο φυσιολογικό οστό. Αυτός ο νεόπλαστος οστίτης ιστός, ο οποίος ονομάζεται επίσης **αρχέγονο ή άωρο οστό** παρατηρείται:

- κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης
- στον πόρο κατάγματος
- σε όγκους που παράγουν οστό
- σε καταστάσεις που χαρακτηρίζονται από έντονη παραγωγή οστίτη οστού (π.χ. νόσος Paget).

Η αναγνώριση αυτού του τύπου οστίτη ιστού παθολογοανατομικά είναι σημαντική διότι συνήθως υποδηλώνει την ύπαρξη μιας ανώμαλης κατάστασης.

### Μυελός των οστών

Ο ιστός που βρίσκεται ανάμεσα στις οστέινες δοκίδες του σπογγώδους οστού αποτελείται από νευροαγγειακά στοιχεία καθώς και λιπώδη και αιμοποιητικά κύτταρα (λευκή σειρά, ερυθρά σειρά και μεγακαρουκύτταρα). Παρ' όλο που κατά τη γέννηση αιμοποιητικά κύτταρα βρίσκονται σε όλα τα οστά, με την πάροδο της ηλικίας εντοπίζονται κυρίως στον κεντρικό άξονα του σκελετού (π.χ. κρανίο, πλευρές, σπονδυλική στήλη, στέρνο και πύελο). **Η παρουσία μυελού των οστών κατά την ενήλικη ζωή σε άλλες περιοχές δεν είναι φυσιολογική και χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.** Σε περιοχές όπου υπάρχει φυσιολογικός μυελός των οστών στους ενήλικες η σχέση λιπώδους με αιμοποιητικό ιστό είναι 1:1. Αύξηση ή ελάττωση αυτής της σχέσης ενδέχεται να υποδηλώνει αιματολογική νόσο και θα πρέπει να ελεγχθεί.



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Μία ή περισσότερες απαντήσεις είναι σωστές

1. Το μακρύ οστό διαχωρίζεται σε:
  - α. πρόσφυση
  - β. επίφυση
  - γ. διάφυση
  - δ. κατάφυση
  - ε. μετάφυση
2. Ποιά από τα παρακάτω ισχύουν για το περιόστεο:
  - α. έχει μια εξωτερική στιβάδα κολλαγόνων ινών και ινοβλαστών
  - β. έχει μια εσωτερική περισσότερο κυτταροβριθή στιβάδα
  - γ. χρησιμεύει για τη θρέψη του οστού
  - δ. είναι λεπτότερο από το ενδόστεο
  - ε. προμηθεύει συνεχώς οστεοβλάστες το οστό
3. Ποια από τα παρακάτω ισχύουν για το ενδόστεο:
  - α. επενδύει ολόκληρη την εξωτερική επιφάνεια του οστού
  - β. αποτελείται από μεγάλη ποσότητα συνδετικού ιστού
  - γ. χρησιμεύει για τη θρέψη του οστού
  - δ. είναι πιο λεπτό από το περιόστεο
  - ε. όλα τα παραπάνω
4. Οι οστεοβλάστες:
  - α. είναι μεσεγχυματικής προέλευσης
  - β. μοιάζουν με οστεοκλάστες
  - γ. με την παραγωγή οστέινης ουσίας μετατρέπονται σε οστεοκύτταρα
  - δ. διακρίνονται σε ενεργούς και ανενεργούς
5. Οι οστεοκλάστες:
  - α. σχετίζονται με την οστική απορρόφηση
  - β. έχουν οξύφιλο πρωτόπλασμα, αρκετά λυσοσωμάτια και αναπτυγμένο σύστημα Golgi
  - γ. είναι τις περισσότερες μορφές μονοπύρηνων κύτταρα
  - δ. ανήκουν στο φαγοκυτταρικό σύστημα
  - ε. βρίσκονται μέσα στις κοιλότητες του Howship
6. Στο ώριμο οστό (lamellar bone) οι στιβάδες των κολλαγόνων ινών:
  - α. είναι ανώμαλα διευθετημένες
  - β. είναι παράλληλες
  - γ. βρίσκονται γύρω από τους σωλήνες του Havers
  - δ. σχηματίζουν τους οστεώνες
7. Το άωρο οστό (woven bone) παρατηρείται:
  - α. κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης
  - β. στον πόρο του κατάγματος
  - γ. σε όγκους που παράγουν οστό
  - δ. σε καταστάσεις που χαρακτηρίζονται από έντονη παραγωγή οστίτη ιστού
  - ε. στις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες
8. Ο μυελός των οστών:
  - α. απαντάται κυρίως στο μηριαίο και βραχιόνιο
  - β. περιέχει κύτταρα λευκής, ερυθράς σειράς και αιμοπετάλια
  - γ. αποτελείται από αιμοποιητικά κύτταρα, λιπώδη και νευραγγειακό ιστό
  - δ. σε ενήλικες έχει μεγαλύτερη κυτταροβρίθεια
  - ε. κατά τη γέννηση βρίσκεται κυρίως στο κρανίο και τις πλευρές
9. Ο οστίτης ιστός:
  - α. στηρίζει τα υπόλοιπα μαλακά όργανα του οργανισμού
  - β. εξυπηρετεί τις κινήσεις του σώματος
  - γ. προφυλάσσει ευγενή όργανα του σώματος (εγκέφαλος)
  - δ. είναι αιμοποιητικό όργανο
  - ε. αποτελεί αποθήκη πολλών ιόντων