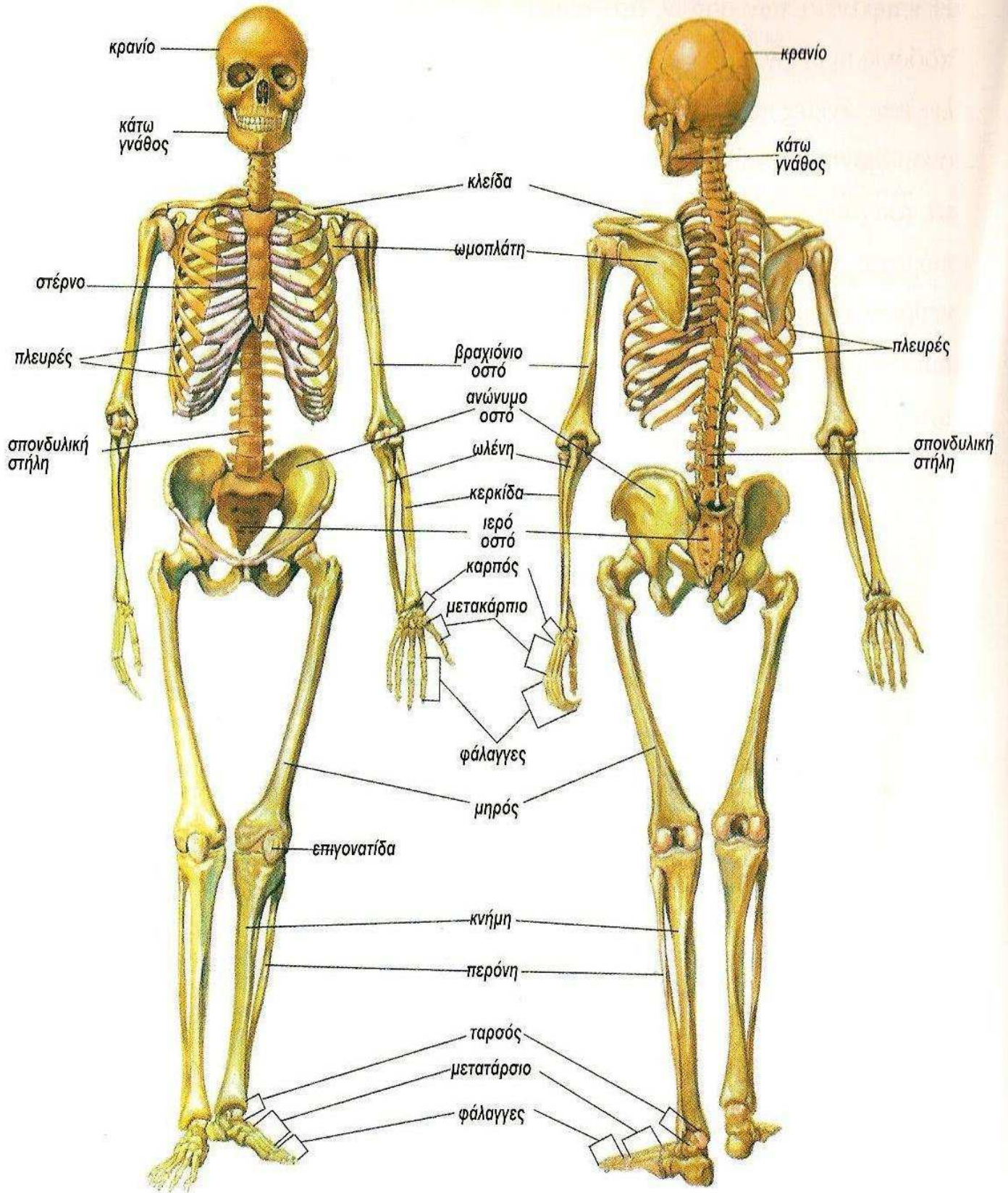


ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ:

ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΟΣΤΑ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



1.1 Οστεολογία

Οστεολογία ονομάζουμε τον ειδικό εκείνο κλάδο της ανατομίας που ασχολείται αποκλειστικά με την μελέτη των οστών.

1.2 Οστά: Οι ιδιότητες και η σύστασή τους

Τα οστά χαρακτηρίζονται από μεγάλο βαθμό στερεότητας και αντοχής, αλλά μικρό βαθμό ελαστικότητας. Η βασική τους λειτουργία είναι η στήριξη και η προστασία των διάφορων οργάνων (προστασία σπλάγχων και ζωτικών οργάνων που βρίσκονται εντός ειδικών κοιλοτήτων), παράλληλα όμως ο ρόλος τους είναι σημαντικός στο μεταβολισμό του ασβεστίου, του οποίου αποτελούν τη σπουδαιότερη αποθήκη καθώς και πηγή προμήθειας για τις ανάγκες του οργανισμού. Επιπλέον σε όλη τη διάρκεια της ζωής ανακατασκευάζονται, για να προσαρμοσθούν σε καινούργιες μηχανικές συνθήκες λειτουργίας που δημιουργούνται.

1.3 Μικροσκοπική κατασκευή οστών

Τα οστά αποτελούνται από οργανικό και ανόργανο μέρος. Το οργανικό μέρος είναι το 35% περίπου και το 65% είναι τα ανόργανα συστατικά.

Το οργανικό μέρος περιλαμβάνει:

- Τα κύτταρα του οστίτη ιστού.
- Τα κολλαγόνα ινίδια (πρωτεΐνες με μεγάλη περιεκτικότητα σε γλυκίνη, προζίνη, οξυπροζίνη).
- Τη θεμέλια ουσία (πρωτεΐνες: κυρίως πολυσακχαρίδες). Τα κολλαγόνα ινίδια και η θεμέλια ουσία συνιστούν τη μεσοκυττάρια ουσία του οστίτη ιστού.

Τα κύτταρα του οστίτη ιστού είναι οι οστεοβλάστες, τα οστεοκύτταρα και οι οστεοκλάστες (σύμφωνα με κάποιους τα εξειδικευμένα κύτταρα του οστίτη ιστού θεωρούνται ότι είναι τεσσάρων τύπων: οι οστεοβλάστες, τα οστεοκύτταρα, οι οστεοκλάστες και οι οστεοβλάστες επιφανείας). Το οστό συντίθεται από τους οστεοβλάστες, συντηρείται από τα οστεοκύτταρα και αποδομείται από τους οστεοκλάστες. Πρόκειται για μια σειρά κυττάρων συνδετικογενούς προελεύσεως και ιδιάζουσας δυναμικότητας.

Οι οστεοβλάστες αποτελούν τα οστεοπαραγωγικά κύτταρα που παράγουν τη μεσοκυττάρια ουσία. Η τελευταία μετά την οστεοποίησή της περικλείει τους οστεοβλάστες που μετατρέπονται στη φάση αυτή σε οστεοκύτταρα. Τα οστεοκύτταρα δημιουργούν αποφυάδες που φέρονται μέσα στα οστικά σωληνάκια και έτσι επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα κύτταρα αυτά δεν αποτελούν ανενεργά στοιχεία του οστού, όπως πιστευόταν παλαιότερα, αλλά συμμετέχουν ενεργά στο μεταβολισμό και την ομοίωση του ασβεστίου.

Οι οστεοκλάστες είναι πολυπύρηνγα γιγαντοκύτταρα(με 2-60 πυρήνες) ειδικευμένα στην απορρόφηση οστίτη ιστού. Βρίσκονται σε θέσεις, όπου γίνεται αποδόμηση του οστίτη ιστού και ενεργοποιούνται ύστερα από δράση της παραθορμόνης.

Τα κολλαγόνα ινίδια παράγονται από τους οστεοβλάστες και έχουν διαφορετική σύνθεση από τα ινίδια άλλων ιστών, γεγονός που κάνει δυνατή την εναπόθεση σε αυτά αλάτων ασβεστίου.

Η μεσοκυττάρια ουσία του οστίτη ιστού αποτελείται από οργανική και ανόργανη φάση. Η οργανική φάση ή οστεοειδές αποτελείται από θεμέλια ουσία και κολλαγόνες ίνες οι οποίες σχηματίζουν δεσμίδες από οστέινη ουσία, ενώ η ανόργανη κυρίως από άλατα κυρίως ασβεστίου.

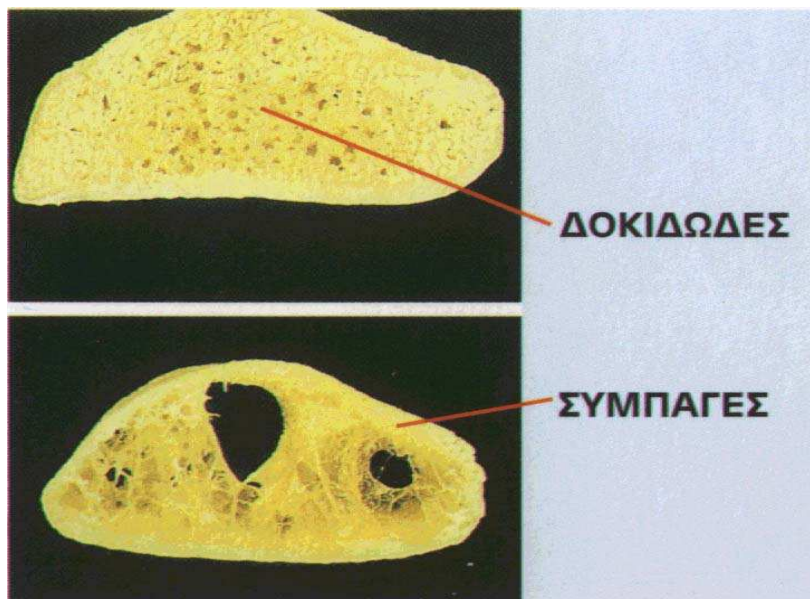
Τα ανόργανα συστατικά των οστών είναι κυρίως το φωσφορικό ασβέστιο (80-90%) που βρίσκεται με τη μορφή υπερμικροσκοπικών κρυστάλλων του υδροξυαπατίτη, το ανθρακικό ασβέστιο (8-10%), το φθοριούχο και χλωριούχο ασβέστιο (0,5%), το φωσφορικό μαγνήσιο (1-2%) και τα αλκαλικά άλατα (2%). Τα συστατικά αυτά εμποτίζουν τη θεμέλια ουσία καθώς και τα κολλαγόνα ινίδια.

1.3.1. Μορφές οστίτη ιστού

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή της μακροσκοπικής σύστασης των οστών είναι σημαντικό να δούμε αναλυτικά τις μορφές του οστίτη ιστού.

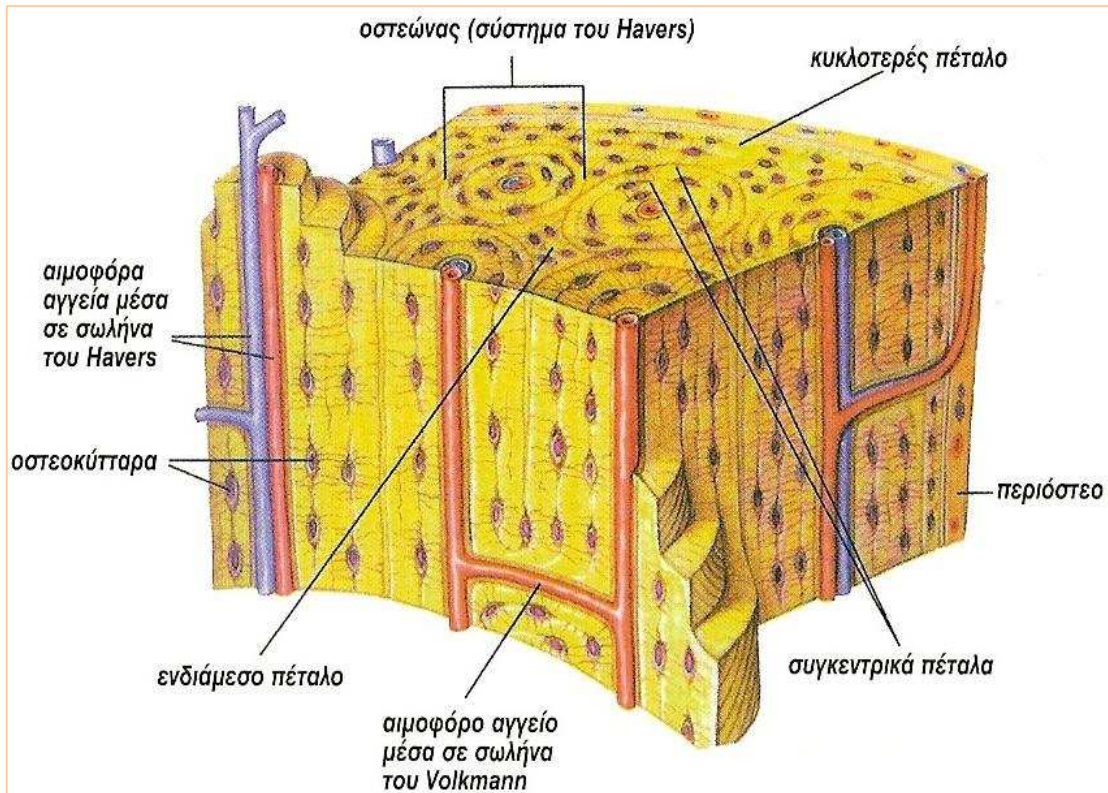
Ο οστίτης ιστός ανάλογα με τη θέση των κυττάρων και της βασικής του οστικής ουσίας εμφανίζει δύο διαφορετικές μορφές. Η μία είναι ο συμπαγής ή φλοιώδης οστίτης ιστός και η άλλη ο σπογγώδης ή δοκιδωτός οστίτης ιστός. Το 80% περίπου του σκελετού αποτελείται από φλοιώδη ιστό και το υπόλοιπο 20% από δοκιδωτό.

Στον συμπαγή οστίτη ιστό η βασική του ουσία είναι ιδιαίτερα πυκνή και οι οστικές του δοκίδες έχουν τέτοια στενή επαφή μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν ένα οστό παχύ, ομοιογενές και στέρεο. Στα συμπαγή οστά, κύτταρα και βασική ουσία έχουν μια συγκεκριμένη αρχιτεκτονική διάταξη.



Ιστολογικά, ο συμπαγής ιστός αποτελείται από τα συστήματα του HAVERS(ή οστεώνες). Το σύστημα του HAVERS είναι ένας επιμήκης πόρος συνήθως παράλληλος προς τον επιμήκη άξονα του μακρού οστού, ο οποίος περιέχει ένα αρτηρίδιο και ένα φλεβίδιο. Ο πόρος του HAVERS αποτελεί τον άξονα γύρω από τον οποίο είναι διατεταγμένα κυκλοτερώς πεταλίδια ή λέπια οστίτη ιστού κατά τρόπο συμπαγή(χωρίς να αφήνουν κενά μεταξύ τους). Η κατασκευή αυτή θυμίζει την υφή του κρεμμυδιού. Ο λεπιδωτός συμπαγής οστίτης ιστός είναι ο κανονικός ή ώριμος ιστός.

Σε περίπτωση που ο οργανισμός “βιάζεται” να εναποθέσει νέο οστίτη ιστό (όπως π.χ. στον πόρο ενός κατάγματος ή στον πρωτοπαθή υπερπαραθυρεοειδισμό) ο νεοσχηματισμένος συμπαγής ιστός δεν έχει τη λεπιδωτή ώριμη υφή, αλλά παρουσιάζεται μάλλον άμορφος και είναι μηχανικά κατώτερος. Ο άμορφος οστίτης ιστός, όταν επικρατήσουν φυσιολογικές συνθήκες, θα αντικατασταθεί από λεπιδωτό ιστό.



Ο συμπαγής ιστός παρουσιάζει τριών ειδών επιφάνειες: την περιοστική, η οποία χωρίζει την εξωτερική επιφάνεια του οστού από τα όργανα που το περιβάλλουν και η οποία καλύπτεται από το περίοστεο. Την ενδοστική, που χωρίζει τον οστίτη ιστό από το περιεχόμενο του αυλού του μακρού οστού, το οποίο συνήθως αποτελείται περισσότερο από λίπος και λιγότερο από ερυθρό μυελό. Και τέλος, τις επιφάνειες των πόρων του HAVERS, οι οποίες βρίσκονται μέσα στο φλοιό του οστού.

Ο σπογγώδης οστίτης ιστός είναι λιγότερο πυκνός και επομένως πιο ελαφρύς. Δεν έχει σωλήνες του HAVERS. Οι οστικές δοκίδες είναι τοποθετημένες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε μεταξύ τους σχηματίζονται κοιλότητες, στο εσωτερικό των οποίων υπάρχει ο ερυθρός μυελός, ο οποίος σχηματίζει τα ερυθρά αιμοσφαίρια του αίματος. Η μορφή του σπογγώδη οστίτη ιστού θυμίζει σπόγγο και από αυτό ακριβώς παίρνει και το όνομά του. Οι οστικές του δοκίδες έχουν μια συγκεκριμένη διάταξη, είναι δηλαδή προσανατολισμένες έτσι, ώστε να δέχονται το βάρος και τις μηχανικές πιέσεις κατά τον καλύτερο τρόπο και είναι διατεταγμένες προς διάφορες κατευθύνσεις ανάλογα με τις μηχανικές ανάγκες κάθε οστού.

1.4 Μακροσκοπική κατασκευή οστών

Μελετώντας την κατασκευή των οστών από έξω προς τα μέσα, διακρίνουμε τα εξής:

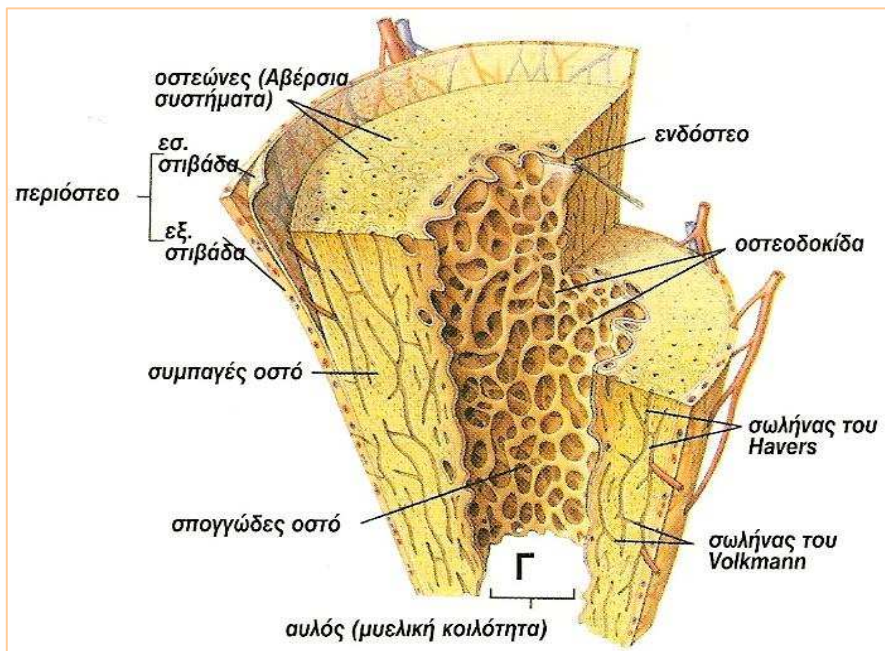
- A. το περίοστεο,
- B. την οστέινη ουσία(οι διάφορες μορφές οστίτη ιστού),
- Γ. τον μυελό των οστών,
- Δ. τα αγγεία, και
- E. τα νεύρα.

A. Το περίοστεο

Το περίοστεο είναι μία ινοελαστική μεμβράνη ή αλλιώς ένας υμένας, που περιβάλλει εξωτερικά ολόκληρο το οστό(διάφυση και επιφύσεις στα μακριά οστά), εκτός από τις αρθρικές χόνδρινες επιφάνειές του, από όπου λείπει. Δηλαδή, σταματά ακριβώς στο όριο από το οποίο αρχίζουν οι αρθρικές επιφάνειες. Είναι σε άμεση επαφή με το οστό και περιέχει πολλά αιμοφόρα αγγεία χορηγώντας στο οστό ένα μέρος από τα τροφοφόρα αγγεία του.

Στο μικροσκόπιο μοιάζει να σχηματίζεται από δύο στρώματα ή στιβάδες: Την έξω ή επιφανειακή (ινοελαστική) που περιέχει άφθονο ινώδη συνδετικό ιστό. Πάνω της προσφύονται οι μύες και οι τένοντες και επίσης φέρει τα αγγεία και τα νεύρα.

Την έσω, βαθύτερη (οστεογεννητική) στην οποία βρίσκονται οι οστεοβλάστες έτοιμοι να σχηματίσουν οστική ουσία (οστεογενετικό στρώμα του OLLIER).



B. Οστέινη ουσία

Η οστέινη ουσία αναφέρεται στις μορφές του οστίτη ιστού, το κομμάτι το οποίο αναπτύχθηκε προηγουμένως.

Γ. Μυελός των οστών

Στα επιμήκη οστά παρατηρείται επιμήκης κοιλότητα που καλείται μυελώδης αυλός και περιέχει τον μυελό του οστού. Μυελός των οστών συναντάται επίσης στις μυελοκυψέλες της σπογγώδους ουσίας των πλατέων και βραχέων οστών όπως και στις επιφύσεις των επιμήκων οστών. Είναι αιμοποιητικό όργανο το οποίο κατά την εμβρυική ζωή παράγει ερυθροκύτταρα. Στην εξωμήτριο ζωή παράγει ερυθροκύτταρα, αιμοπετάλια και κοκκώδη λευκοκύτταρα(ουδετερόφιλα, ηωσινόφιλα και βασεόφιλα).Ο μυελός των οστών ολόκληρου του σώματος έχει βάρος 1,5-3,5 κιλά. Σε ηλικία 20 ετών περίπου ο μυελός της διαφύσεως των επίμηκων οστών γίνεται ανενεργός, πλημμυρίζεται από λίπος και δεν μετέχει πλέον στην αιμοποίηση. Εξαιρέση αποτελούν η άνω μοίρα του βραχιονίου και του μηριαίου οστού. Επίσης, οι μυελοκυψέλες των σπονδύλων, του στέρνου, των πλευρών, των οστών της πυέλου, του κρανίου κ.τ.λ. όπου η αιμοποίηση λαμβάνει χώρα καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής.

Γενικά, ο μυελός των οστών που επιτελεί την αιμοποίηση καλείται ερυθρός μυελός, ενώ ο ανενεργός καλείται ωχρός μυελός. Στο στέρνο και μάλιστα σε άτομα προχωρημένης ηλικίας, υπάρχει πάντα μυελός των οστών σε ενεργεία.

Δ. Τα αγγεία

Η αιμάτωση των οστών προέρχεται:

- Από την τροφοφόρο αρτηρία του κάθε οστού που διακλαδίζεται συνήθως σε ανερχόμενο και κατερχόμενο κλάδο τροφοδοτώντας με αίμα κυρίως τον μυελό των οστών, και
- Από τα αγγεία που ξεκινούν από το περίοστεο και τροφοδοτούν κυρίως τις εξωτερικές στιβάδες των οστών. Οι φλέβες των οστών δεν ακολουθούν συνήθως την πορεία των αρτηριών, ενώ αμφισβητείται η ύπαρξη λεμφικών αγγείων.

Η αιματική κυκλοφορία των οστών ελέγχεται από τρεις μηχανισμούς: νευρικό, ορμονικό και μεταβολικό. Τα συμπαθητικά αγγειοκινητικά νεύρα είναι πράγματι υπεύθυνα για την αιμάτωση του οστού. Μετά από οσφυϊκή συμπαθηκτομή σε πειραματόζωο παρατηρήθηκε αύξηση της κυκλοφορίας των κάτω άκρων. Μετά από διατομή του ισχιακού νεύρου παρατηρήθηκε αύξηση της κυκλοφορίας του αίματος εντός της κνήμης, της περόνης και του αστραγάλου μέχρι 45% (το ισχιακό νεύρο μεταφέρει σχεδόν όλες τις συμπαθητικές ίνες για το σκέλος κάτω από το γόνατο).

Ένα χιλιοστό του χιλιοστού αδρεναλίνης μπορεί να ελαττώσει την κυκλοφορία του αίματος στα οστά πειραματόζωου. Ποιοτικές και ποσοτικές μελέτες δείχνουν, ότι αγγειοσυσπαστικές ορμόνες προκαλούν αγγειοκινητική αναστροφή στα αιμοφόρα αγγεία του οστού και ελαττώνουν τη ροή του αίματος.

Τέλος, ανάλυση αίματος από υπεραϊμικό οστό βρήκε αύξηση ιόντων H, διττανθρακικού και διοξειδίου, ελάττωση δε του O₂.

Ε. Τα νεύρα

Τα νεύρα των οστών βρίσκονται στο περίοστεο και συνοδεύουν την τροφοφόρο αρτηρία στο εσωτερικό του οστού. Είναι κυρίως νεύρα του συμπαθητικού καθώς και της " εν τω βάθει " αισθητικότητας. Αισθητικές ίνες πόνου στα οστά είναι αμφίβολο αν υπάρχουν, ενώ είναι βέβαιη η ύπαρξη τους στο περίοστεο.

1.5. Ποικιλίες οστών

Τα οστά ανάλογα με το μήκος τους χωρίζονται σε μακριά(επιμήκη), πλατιά και μικρά(βραχέα).

- Μακριά οστά(επιμήκη): Έτσι λέγονται τα οστά που έχουν δύο άκρα, επιφύσεις, και μεταξύ των άκρων αυτών, το σώμα του οστού που ονομάζεται διάφυση. Μέσα στη διάφυση περικλείεται σωληνωτή κοιλότητα, ο αυλός ή μυελικός σωλήνας, που περιέχει τον μυελό των οστών.
- Πλατιά οστά: Είναι τα οστά που παρουσιάζουν δύο επιφάνειες, χείλη και γωνίες. Τέτοια οστά είναι του κρανίου, της ωμοπλάτης κ.τ.λ.
- Βραχέα οστά: Τα βραχέα οστά έχουν περίπου ίσες και τις τρεις διαστάσεις τους, όπως π.χ. τα οστά του καρπού και οι σπόνδυλοι.

1.6 Κατασκευή οστών

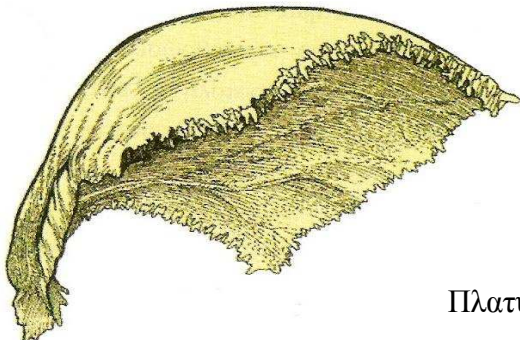
A. Κατασκευή των μακρών οστών

Η κατασκευή τους είναι διαφορετική στη διάφυση (σώμα) και στις επιφύσεις(άκρα):

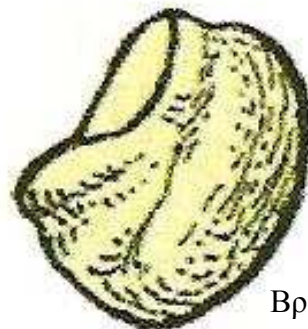
- Η διάφυση (σώμα) των μακρών οστών σχηματίζεται από συμπαγή οστίτη ιστό ο οποίος παίρνει τη μορφή κυλίνδρου που περικλείει μια κοιλότητα. Το πάχος αυτού του οστικού κυλίνδρου είναι σημαντικό. Η κοιλότητα, η οποία βρίσκεται στη διάφυση και στο κέντρο αυτού του κυλίνδρου είναι ο μυελικός σωλήνας που περιέχει τον μυελό των οστών, ο οποίος σε ηλικιωμένα άτομα είναι κίτρινος γιατί σχηματίζεται κυρίως από λιπώδη ιστό.
- Οι επιφύσεις(άκρα) σχηματίζονται από σπογγώδη οστίτη ιστό, ο οποίος στα διάκενα είναι γεμάτος από ερυθρό μυελό. Ένα πολύ λεπτό στρώμα από συμπαγή οστίτη ιστό περιβάλλει εξωτερικά, ως κάψα, τον σπογγώδη ιστό. Οι αρθρικές όμως επιφάνειες των επιφύσεων είναι σκεπασμένες με χονδρικό ιστό, που λέγεται αρθρικός χόνδρος.

B. Κατασκευή των πλατέων και βραχέων οστών

Σχηματίζονται εξωτερικά από ένα λεπτό περίβλημα συμπαγούς οστίτη ιστού, ο οποίος περιβάλλει το σπογγώδη ιστό που υπάρχει εσωτερικά από το περίβλημα αυτό. Μέσα στα πλατιά οστά το στρώμα του σπογγώδους ιστού είναι πραγματικά πολύ λεπτό. Στα οστά του κρανίου ο συμπαγής οστίτης ιστός σχηματίζει δύο πλάκες, την εσωτερική και την εξωτερική, μεταξύ των οποίων βρίσκεται η διπλή, δηλαδή ο σπογγώδης ιστός τους.

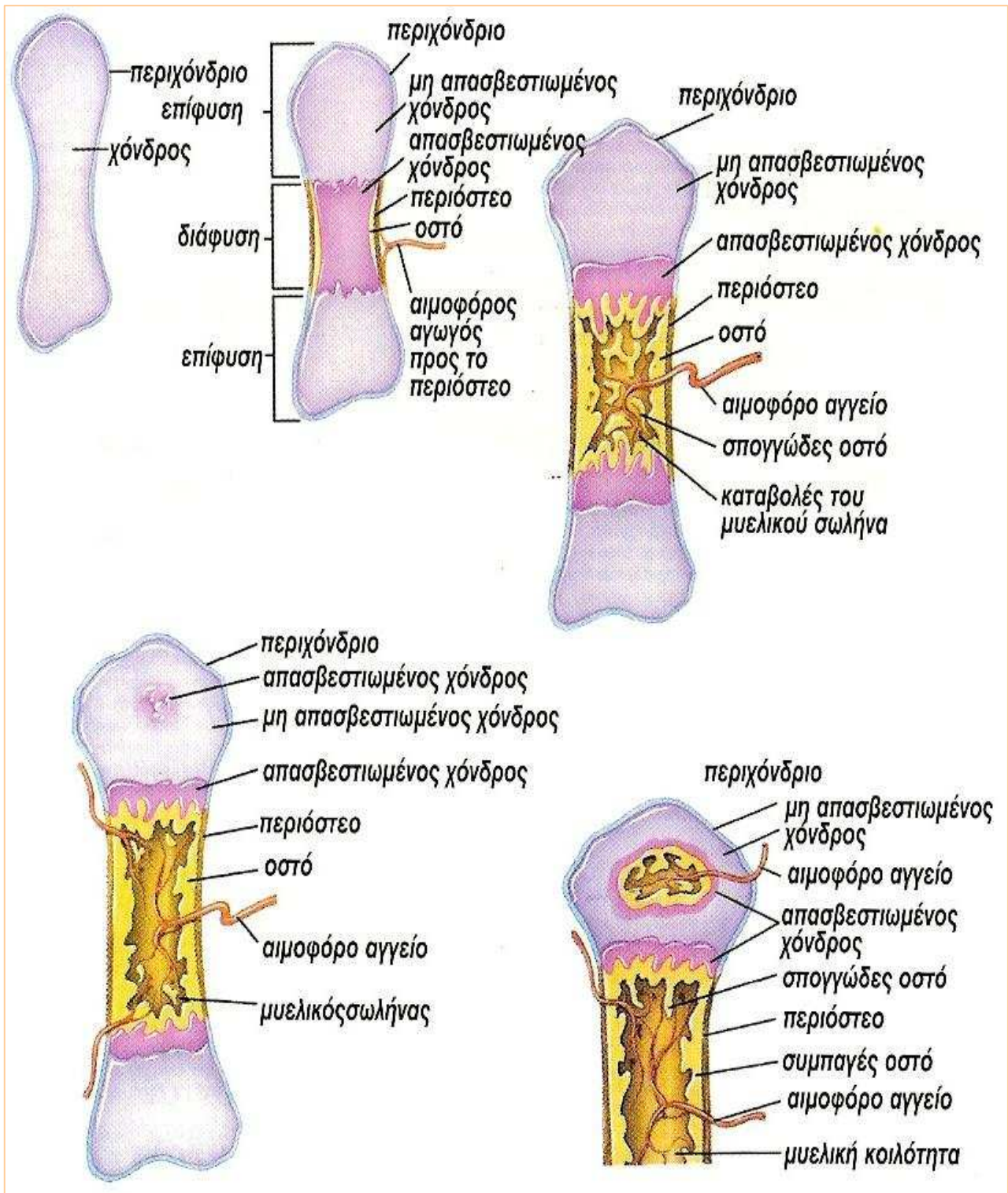


Πλατύ οστό



Βραχύ οστό

1.7. Διάπλαση των οστών – οστεογένεση



Τα οστά στο έμβρυο δεν αποτελούνται από την αρχή από οστέινη ουσία αλλά από μια ουσία από συνδετικό ιστό που σχηματίζει τον λεγόμενο υμενώδη σκελετό. Έπειτα μετατρέπεται ο ιστός αυτός σε χόνδρινη ουσία και σχηματίζεται ο χόνδρινος σκελετός. Πιο συγκεκριμένα, η διάπλαση των οστών γίνεται συνήθως σε τρία στάδια: το υμενώδες, το χόνδρινο και το τελικό (ώριμο οστόν). Εξαιρέση αποτελούν τα περι-

σότερα οστά του κρανίου και η κλείδα, που περνούν κατευθείαν από το υμενώδες στο τελικό στάδιο(υμενογενή οστά).

- **Χόνδρινη οστεοποίηση:** Ο χονδρικός ιστός μετατρέπεται σε οστίτη ιστό με μια πολύπλοκη επεξεργασία, που σε γενικές γραμμές ακολουθεί την εξής διαδικασία: στο χονδρικό ιστό εισβάλλουν αιμοφόρα αγγεία, τα οποία συνοδεύονται από ειδικά κύτταρα τους χονδροκλάστες. Οι χονδροκλάστες προκαλούν διάλυση και εξαφάνιση του χονδρικού ιστού. Στις θέσεις που έχουν σχηματιστεί από την απορρόφηση του χονδρικού ιστού, με την ενέργεια άλλων ειδικών κυττάρων(των οστεοβλαστών) παράγεται οστέινη. Η οστεοποίηση του χονδρικού ιστού αρχίζει πάντοτε από συγκεκριμένες θέσεις για κάθε οστό, που λέγονται πυρήνες οστέωσης. Για τα μακριά οστά υπάρχει ένας πυρήνας οστέωσης στη διάφυση και από ένας στις επιφύσεις. Οι πυρήνες οστέωσης εμφανίζονται σε κάθε οστό σε μια συγκεκριμένη ηλικία, ακόμα και μετά τον τοκετό και μέχρι το 20^ο έτος της ηλικίας. Γι' αυτό η ακτινολογική εξέταση του σκελετού του παιδιού επιτρέπει να καθορισθεί η οστική του ηλικία. Γνωρίζοντας λοιπόν, την κανονική ηλικία του παιδιού και συγκρίνοντας την με την οστική του ηλικία μπορεί ο γιατρός να διαγνώσει μια ασθένεια των οστών όπως: ραχίτιδα, φυματίωση κ.τ.λ.
- **Υμενώδης οστεοποίηση:** Η υμενώδης οστεοποίηση χαρακτηρίζεται από την απουσία του σταδίου χονδρικού ιστού. Στα οστά αυτά απευθείας από το υμενώδες στάδιο έχουμε παραγωγή οστέινης ουσίας, με την ενέργεια των οστεοβλαστών.

1.8. Αύξηση των οστών

Η αύξηση των οστών σε μήκος και πάχος γίνεται με την εναπόθεση νέων στιβάδων πάνω στις προϋπάρχουσες.

- **Αύξηση σε μήκος:** Η ζώνη του χόνδρου, η οποία σε ένα μακρύ οστό χωρίζει τον πυρήνα της διαφύσεως από τους πυρήνες των επιφύσεων, ονομάζεται συζευκτικός ή αυξητικός χόνδρος(growth plate). Από τη θέση αυτή του αυξητικού χόνδρου πραγματοποιείται η αύξηση του οστού σε μήκος, με τον ακόλουθο τρόπο: τα τμήματα του συζευκτικού αυξητικού χόνδρου, που βρίσκονται σε επαφή από τη μία μεριά με τον πυρήνα της διαφύσεως και από την άλλη με τον πυρήνα της επιφύσεως, μετατρέπονται συνεχώς σε οστίτη ιστό. Αντίθετα, το κεντρικό του τμήμα παραμένει χόνδρινο και αναγεννιέται συνεχώς με πολλαπλασιασμό των κυττάρων του. Ο αυξητικός χόνδρος παραμένει έτσι, ώσπου το οστό να φτάσει στην τελική του ανάπτυξη. Τότε παύει να αναγεννιέται και οι πυρήνες οστέωσης της διάφυσης και της επίφυσης ενώνονται με αποτέλεσμα την ολοκληρωμένη οστεοποίηση και του αυξητικού χόνδρου. Τότε έχει συμπληρωθεί η επιμήκυνση του οστού. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε διάφορες ηλικίες, συνήθως όμως μεταξύ 16-25 ετών.
- **Αύξηση σε πάχος:** Η αύξηση σε πάχος επιτυγχάνεται χάρη στο περίοστεο που με το εσωτερικό του στρώμα, το οστεογενετικό, σχηματίζει διαδοχικά στρώματα οστού, τα οποία εναποτίθενται πάνω στα βαθύτερα στρώματα. Παράλληλα με τη διαδικασία αυτή το κέντρο της διάφυσης με τους οστεοκλάστες απορροφάται και εξαφανίζεται σχηματίζοντας το μυελικό σωλήνα(μακριά οστά). Ο σχηματισμός του μυελικού σωλήνα δίνει στο οστό αντοχή.