



Οστίτης Ιστός

Σοφία Χαβάκη

Λέκτορας

Εργαστήριο Ιστολογίας-Εμβρυολογίας

Οστά

- εξειδικευμένος στηρικτικός-συνδετικός ιστός
- χαρακτηριστικά: **σκληρή** σύσταση και **ακαμψία**, λόγω παρουσίας **αλάτων ασβεστίου** στην εξωκυττάρια θεμέλια ουσία

Λειτουργίες Οστών

- μηχανική στήριξη (πλευρές)
- κίνηση σώματος (μακρά οστά)
- προστασία ευαίσθητων οργάνων (εγκέφαλος)
- μεταβολική αποθήκη για τα άλατα

Σύνθεση οστών

Κύτταρα

- στηρικτικά κύτταρα
οστεοβλάστες
οστεοκύτταρα
- κύτταρα
αποδόμησης οστού
οστεοκλάστες

Εξωκυττάρια ουσία

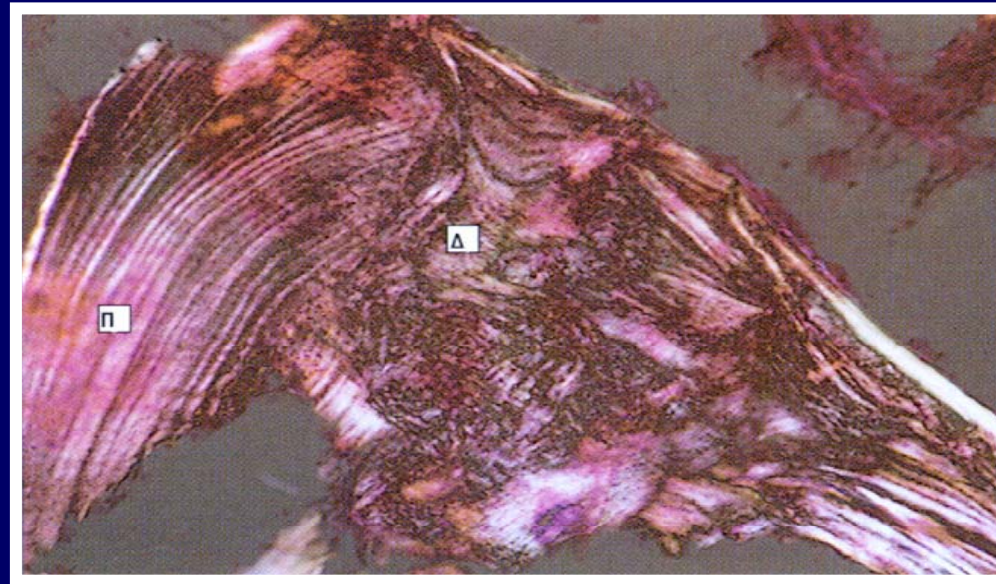
- **οργανική** εξωκυττάρια ουσία:
οστεοειδές
(κολλαγόνο τύπου I, ΓΑΓ,
γλυκοπρωτεΐνες)
- **ανόργανη** εξωκυττάρια ουσία:
κυρίως **άλατα υδροξυαπατίτη**

Οστεοειδές

Το **οργανικό μέρος** της εξωκυττάριας ουσίας του οστού

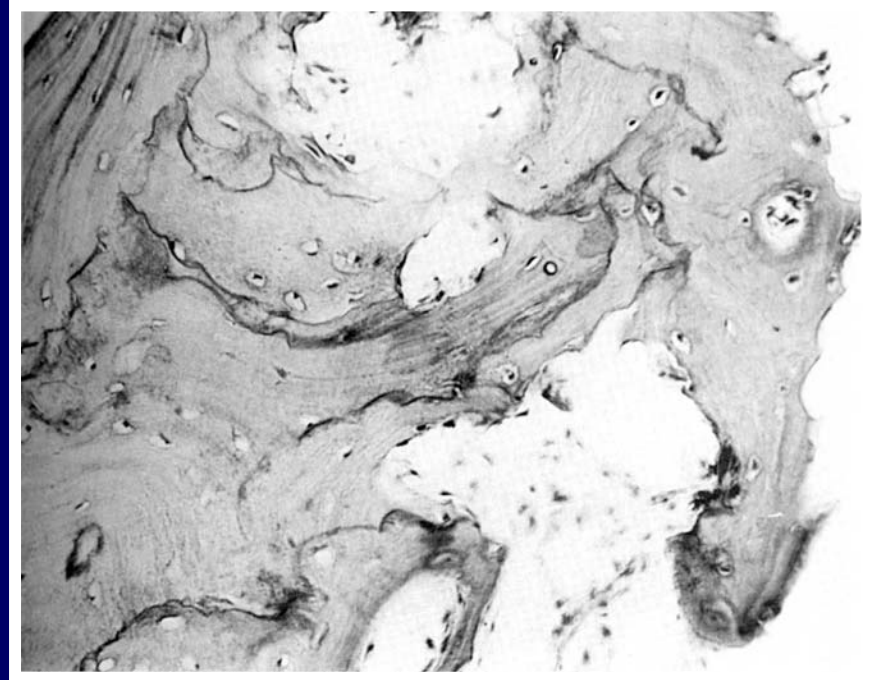
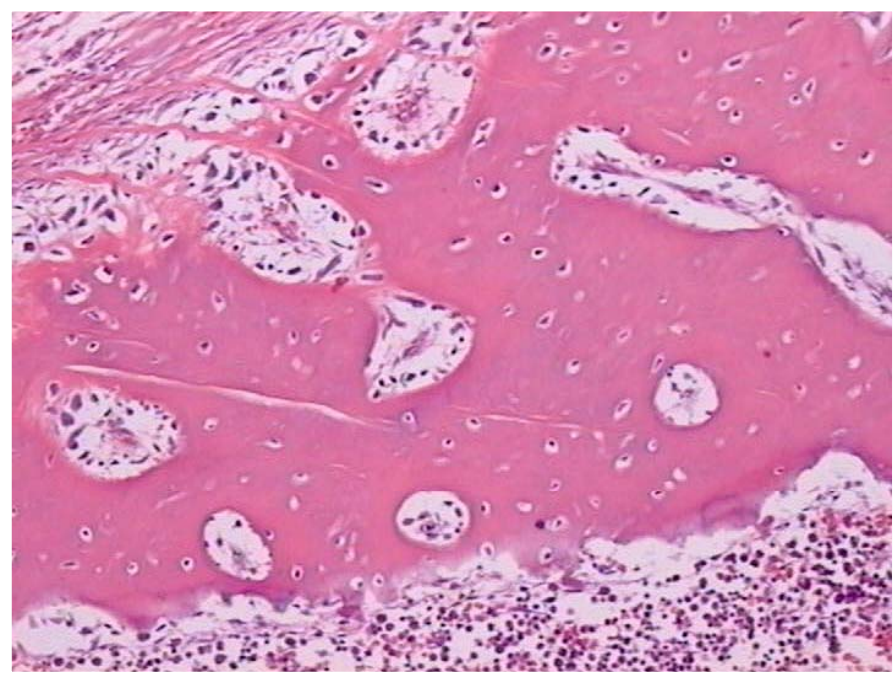
- **90% κολλαγόνο τύπου I :**
πολυμερές τριπλής έλικας τριών πολυπεπτιδικών α-αλύσων,
ελλατωματικό κολλαγόνο: εύθραυστα οστά (ατελής οστεογένεση)
- **γλυκοζαμινογλυκάνες**
υαλουρονικό οξύ
θειική χονδροϊτίνη
θειική κερατάνη
- **γλυκοπρωτεΐνες**
οστεοκαλσίνη
σιαλοπρωτεΐνη } — **δέσμευση αλάτων Ca**
οστεονεκτίνη
οστεοποντίνη

Μορφές οστίτη ιστού



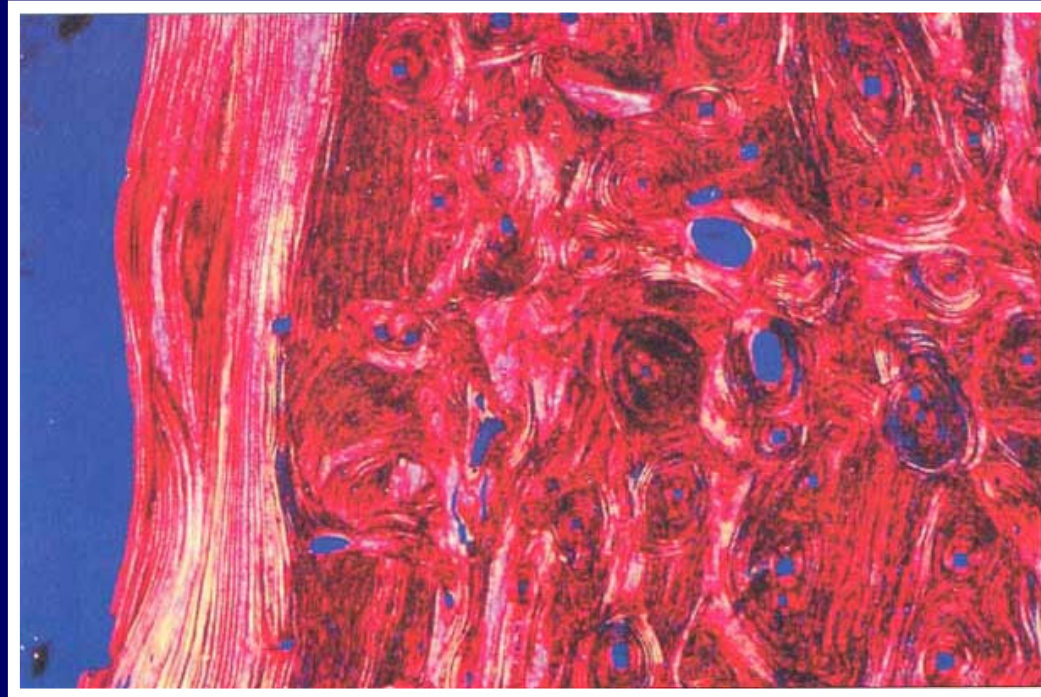
- **Δικτυωτό (πρωτογενές):** τυχαία διάταξη ινών κολλαγόνου, λιγότερα ανόργανα άλατα, περισσότερα οστεοκύτταρα ⇒ **μειωμένη μηχανική ισχύ**
- **Πεταλιώδες (δευτερογενές)** παράλληλη διάταξη κολλαγόνου σε πετάλια ⇒ **μηχανική ισχύ**

Δικτυωτό οστό



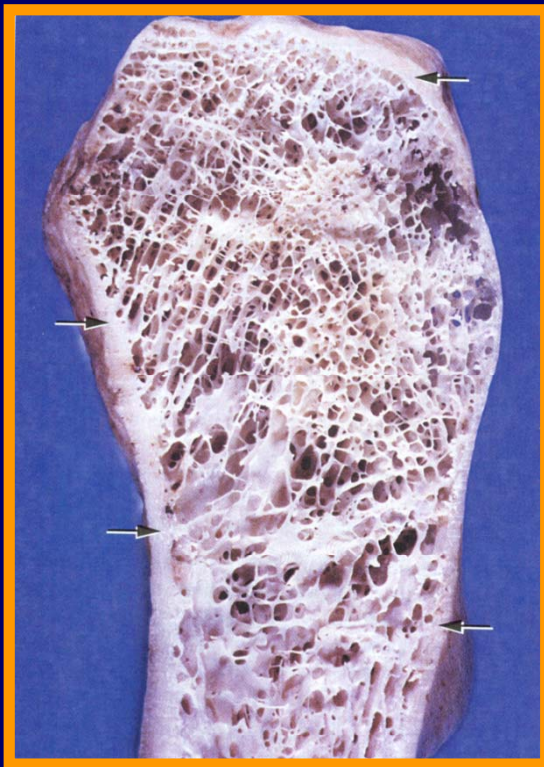
- Στους ενήλικες, δικτυωτό οστό σχηματίζεται σε κατάγματα, όπου σταδιακά αντικαθίσταται από πεταλιώδες
- Το δικτυωτό οστό παραμένει στη νόσο του Paget.

Πεταλιώδες οστό

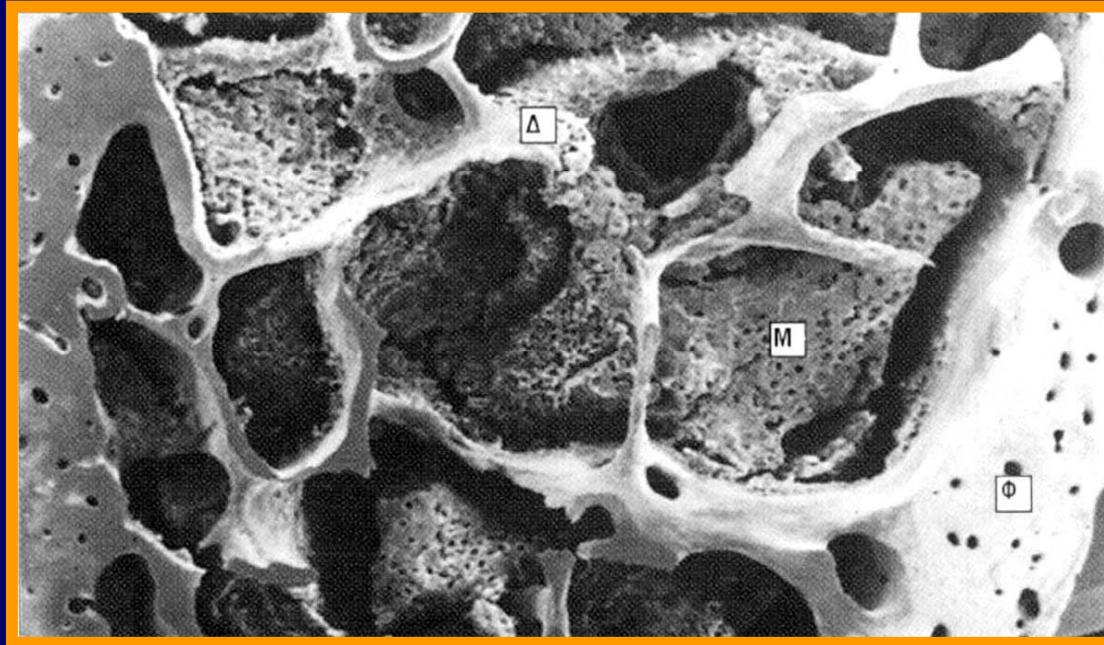


πετάλια κολλαγόνου **παράλληλα** διατεταγμένα μεταξύ τους ή **συγκεντρικά** γύρω από αγγειακούς άξονες ⇒ **οστεώνες ή συστήματα Havers**

Αρχιτεκτονική δομή του οστού

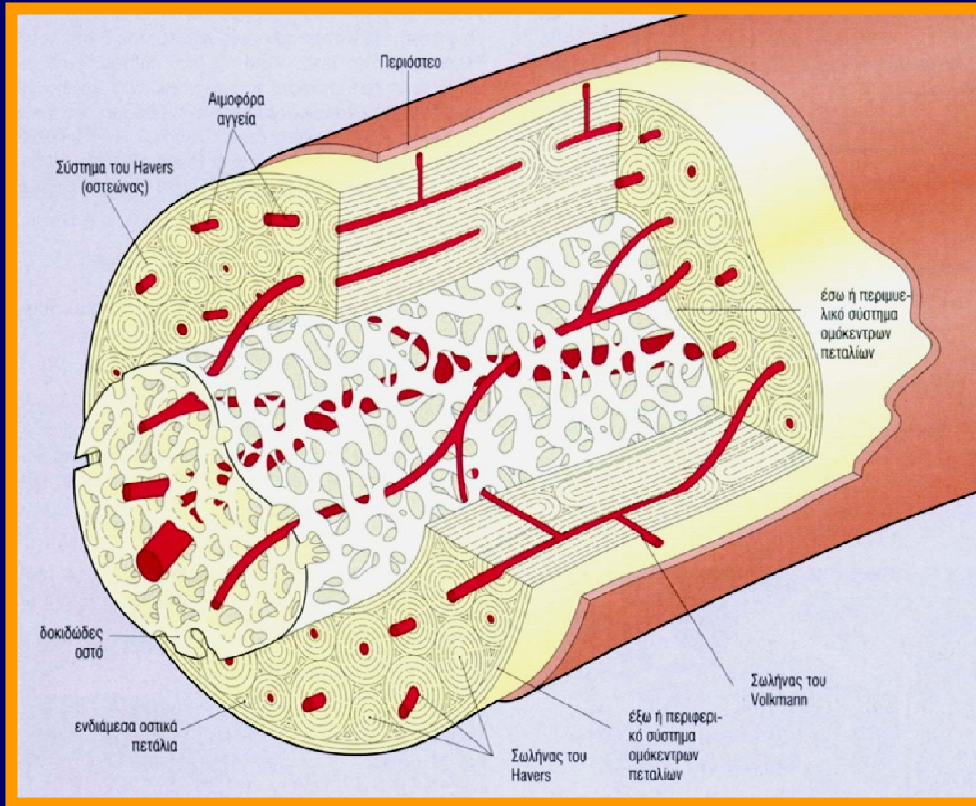


- **εξωτερική φλοιώδης ή συμπαγής ζώνη:**
άκαμπτο εξωτερικό περίβλημα, αντίσταση σε δυνάμεις παραμόρφωσης
- **εσωτερική δοκιδώδης ή σπογγώδης ζώνη:**
ισχυροποίηση οστού, λειτουργεί σαν σύστημα εσωτερικών στηριγμάτων



τόσο η **φλοιώδης** (συμπαγής) ζώνη, όσο και η **δοκιδώδης** (σπογγώδης) ζώνη αποτελούνται από **πεταλιώδες** οστό.

Σχηματική δομή οστού



Περίοστεο: εξωτερική ινοκολλαγόνωδης στιβάδα

Φλοιώδης ή συμπαγής ζώνη:

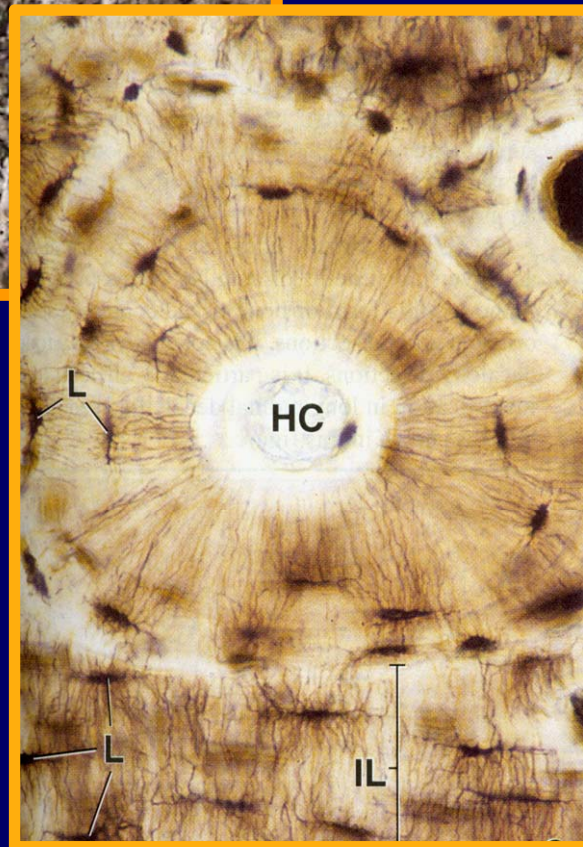
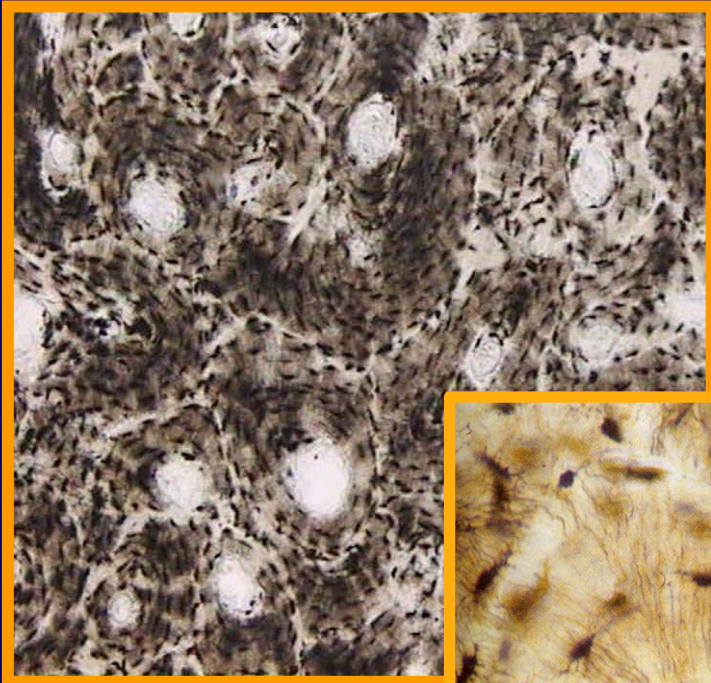
- καταλαμβάνεται από συστήματα του Havers (οστεώνες)
- διάμεσα οστικά πετάλια
- περιφερικό σύστημα ομόκεντρων πεταλίων
- περιμυελικό σύστημα ομόκεντρων πεταλίων

Δοκιδώδης ή σπογγώδης ζώνη

Ενδόστεο: στιβάδα οστεοπρογονικών κυττάρων που επενδύουν

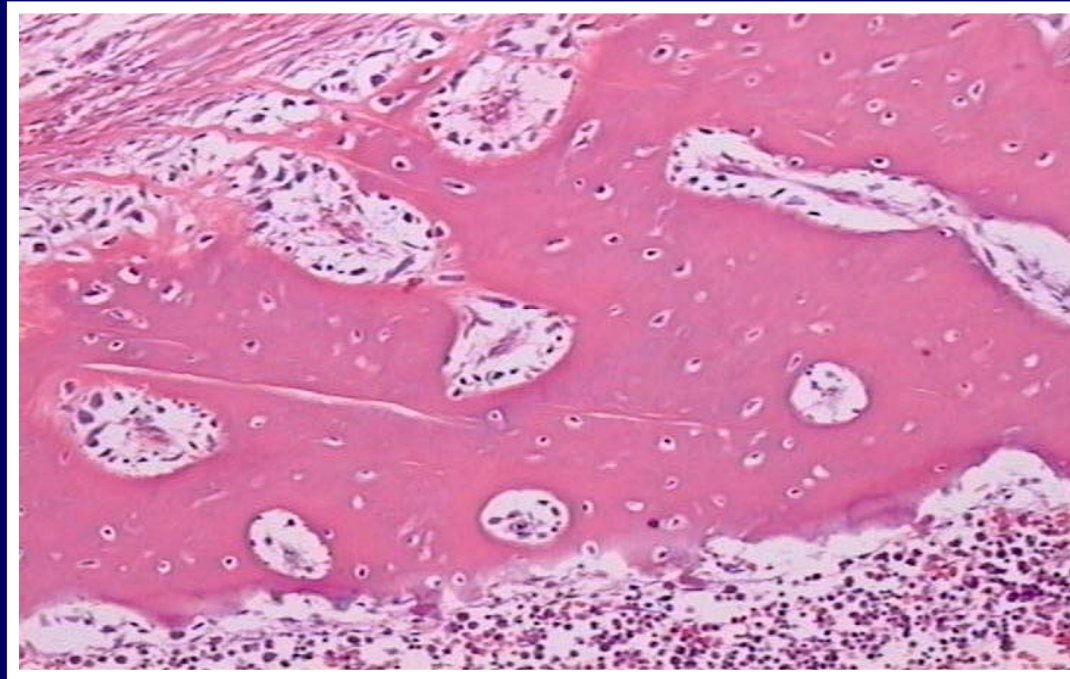
- εσωτερικά τον σωλήνα του Havers
- την εσωτερική επιφάνεια του φλοιώδους οστού
- τις εξωτερικές επιφάνειες των οστικών δοκίδων

Οστεώνας ή σύστημα Havers



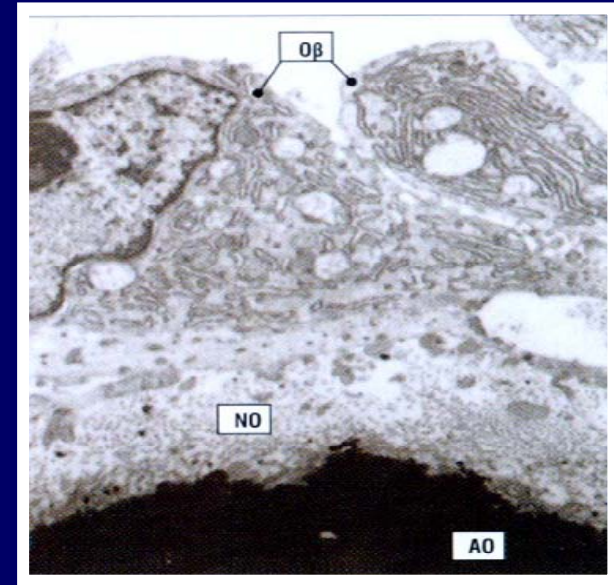
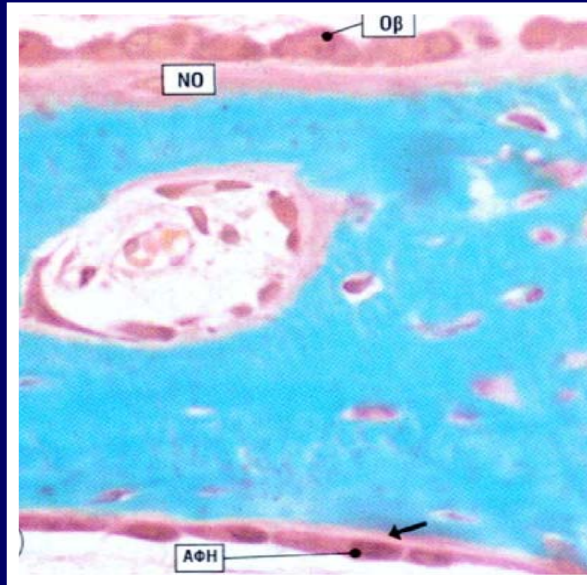
- **συγκεντρικά οστικά πετάλια** με οστεοκύτταρα σε **βοθρία** που επικοινωνούν με **κυτταροπλασματικές αποφυάδες** που διατρέχουν τα **οστικά σωληνάκια**
- **σωλήνας του Havers** : αιμοφόρα αγγεία, λεμφαγγεία, νεύρα

Κύτταρα των οστών



- οστικά αρχέγονα κύτταρα ή οστεοπρογονικά
- οστεοβλάστες
- οστεοκύτταρα
- οστεοκλάστες

Οστεοβλάστες



- βρίσκονται στην επιφάνεια της οστικής δοκίδας
- υπεύθυνες για τη σύνθεση οστεοειδούς
- κύτταρα με βασεόφιλο κυτταρόπλασμα (πρωτεϊνο-σύνθεση και εκκριτική λειτουργία)

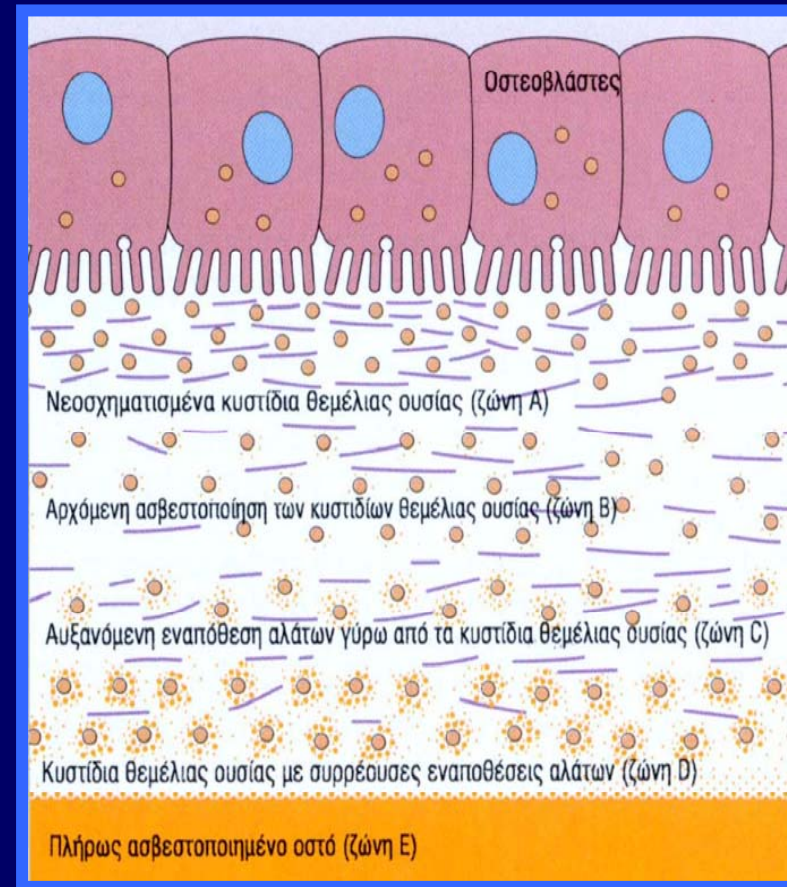
Ασβεστοποίηση οστεοειδούς

Εναπόθεση ανόργανων αλάτων στο οστεοειδές → ακαμψία οστών

- η οστεοκαλσίνη δεσμεύει Ca^{++}
- η αλκαλική φωσφατάση (στις οστεοβλάστες) αυξάνει την συγκέντρωση Ca^{++} και PO_4^-
- παραγωγή από τις οστεοβλάστες **κυστιδίων θεμέλιας ουσίας** που είναι πλούσια στα ένζυμα **αλκαλική φωσφατάση** και **φωσφωρυλάση** (αύξηση της τοπικής συγκέντρωσης ιόντων Ca^{++} και PO_4^-) συσσωρεύουν ιόντα Ca^{++} , PO_4^-



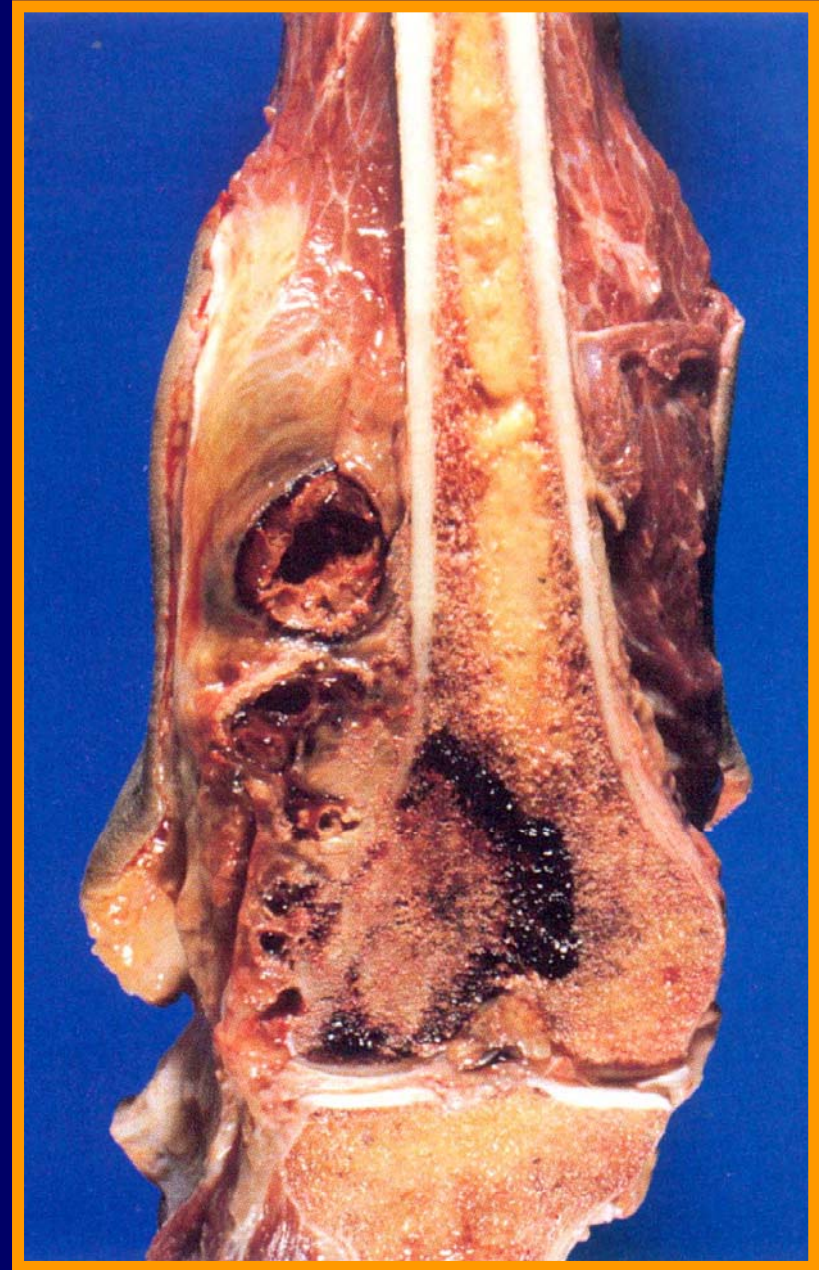
δημιουργούν τους πυρήνες εναπόθεσης υδροξυαπατίτη [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$]



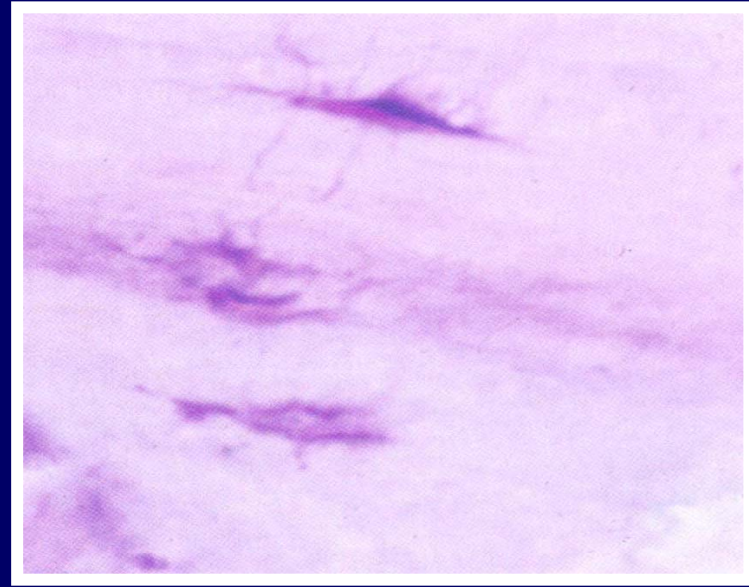
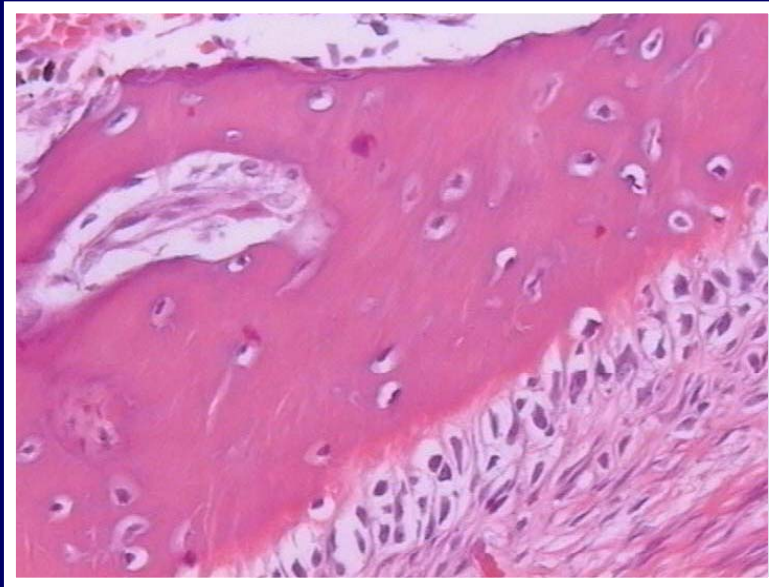
Σε φυσιολογικούς ρυθμούς οστεογένεσης, η ασβεστοποίηση γίνεται λίγο μετά το σχηματισμό νέου οστεοειδούς.

Οστεοσάρκωμα

κακήγηθες νεόπλασμα
που προέρχεται από
τις οστεοβλάστες

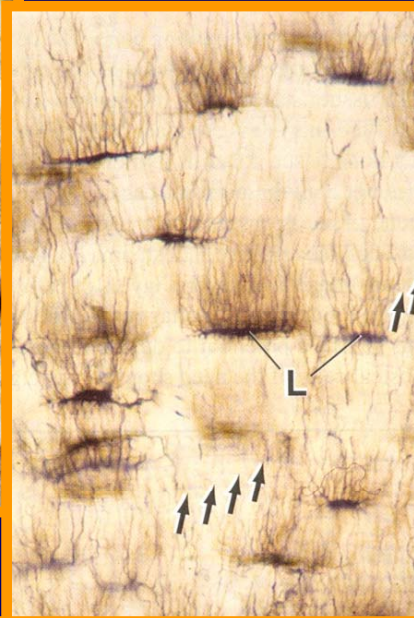
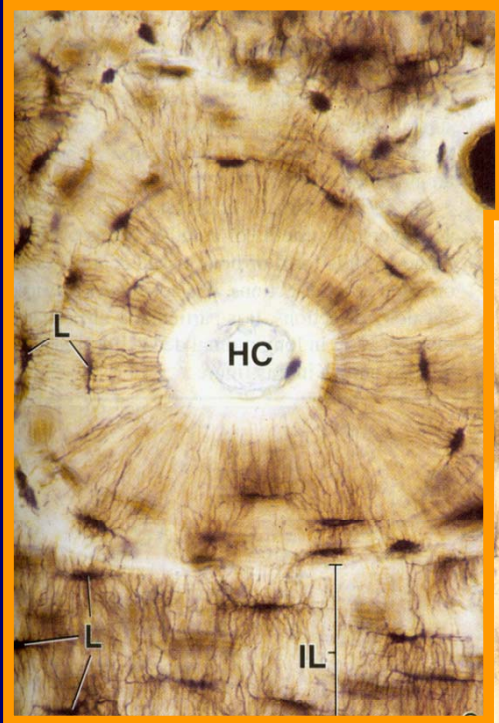


Οστεοκύτταρα



- προέρχονται από τις οστεοβλάστες
- βρίσκονται στα **οστικά βοθρία** και περιβάλλονται από οστεοποιούμενη εξωκυττάρια ουσία
- συμβάλλουν στη διατήρηση του οργανικού στοιχείου της εξωκυττάριας ουσίας, ενώ σε ειδικές περιπτώσεις απορροφούν οστέινη ουσία (οστεοκυτταρική οστεόλυση)

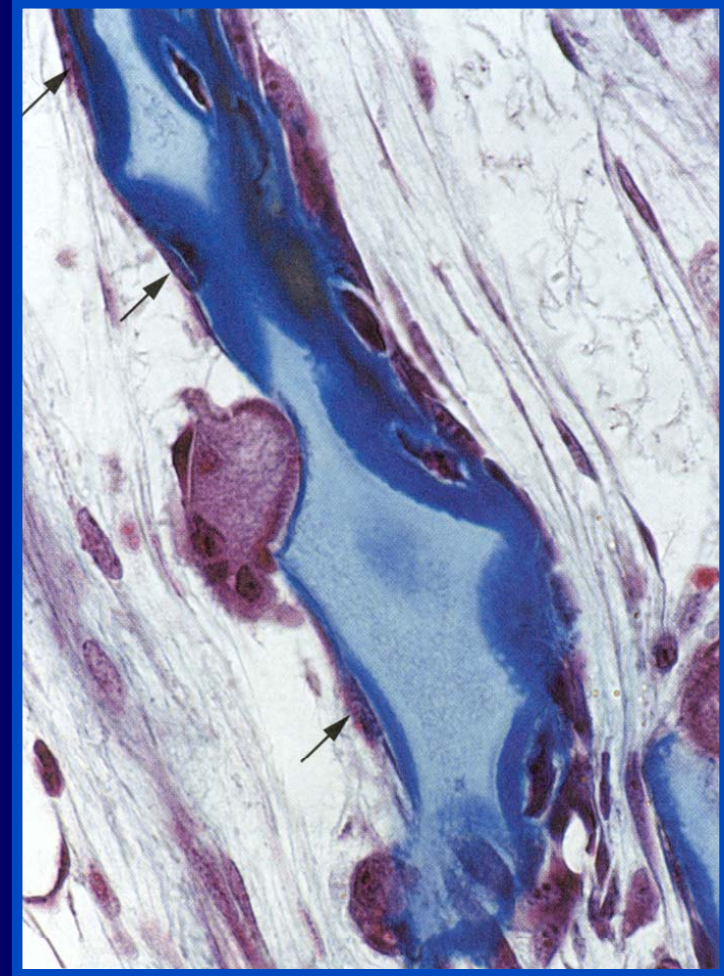
Οστεοκύτταρα



- αλληλοσυνδέονται με κυτταροπλασματικές αποφυάδες που διατρέχουν οστικά σωληνάρια
- επιτυγχάνεται η επικοινωνία των οστεοκυττάρων με:
 - γειτονικά κύτταρα
 - εξωτερική και εσωτερική επιφάνεια του οστού
 - αιμοφόρα αγγεία

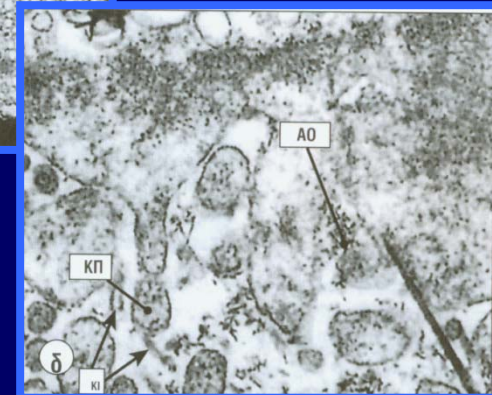
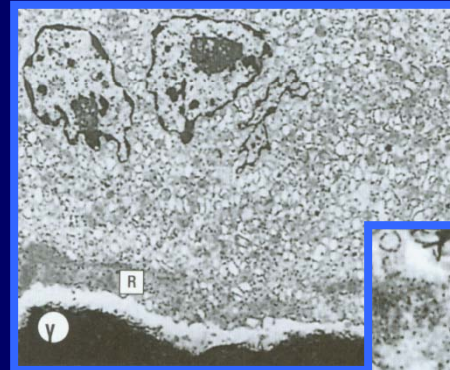
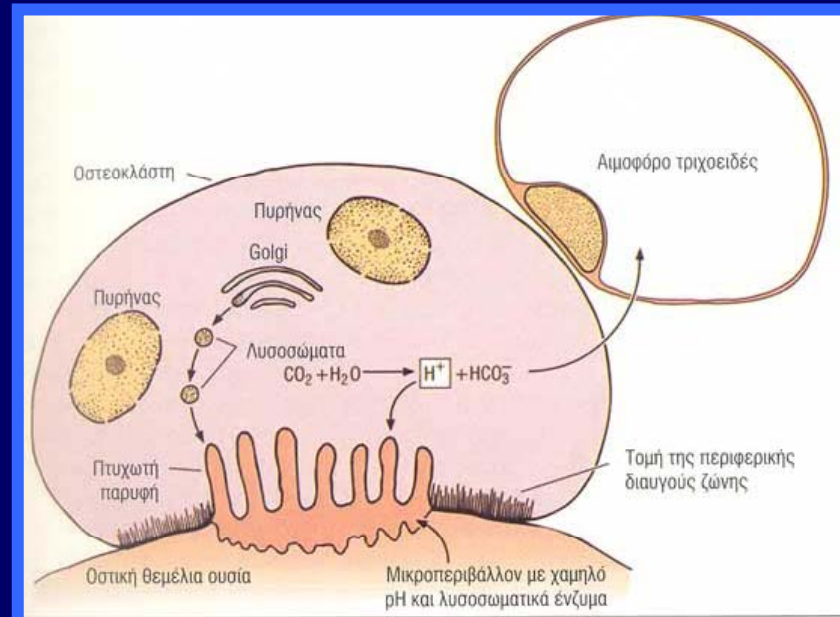
Οστεοκλάστες

- μεγάλα πολυπύρρηνα κύτταρα με άφθονο κυτταρόπλασμα (**λυσosώματα**, συσκευή Golgi, εκκριτικά κυστίδια, μιτοχόνδρια)
- προέρχονται από τα μονοκύτταρα του αίματος
- προσκολλώνται στην ελεύθερη οστική επιφάνεια σε **θέσεις ενεργής απορρόφησης του οστού** διαμορφώνοντας **κοιλότητες απορρόφησης ή βοθρία του Howship**



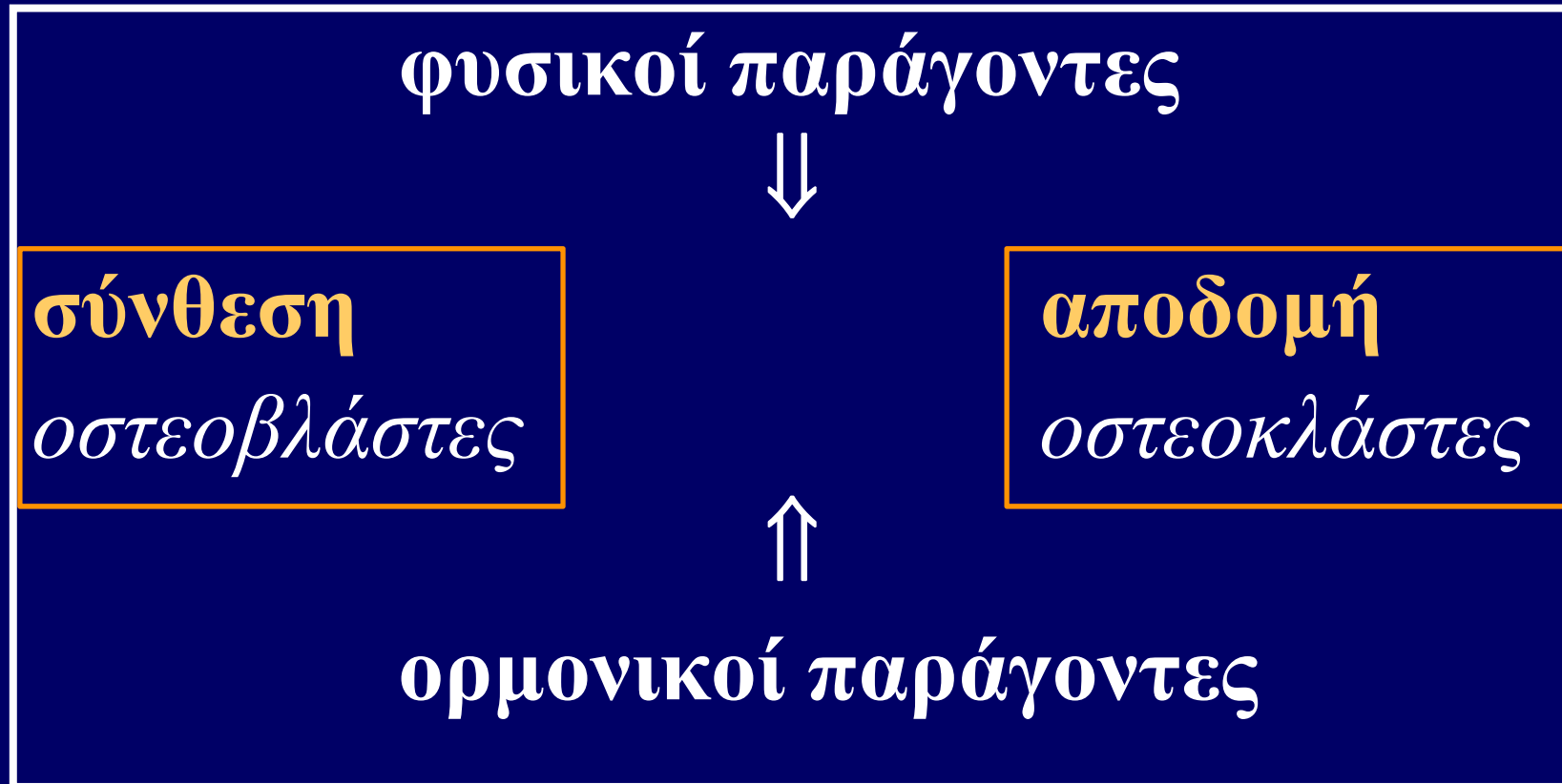
Απορρόφηση οστού

- η οστεοκλάστη συνδέεται με τη θεμέλια ουσία του οστού με την **πτυχωτή παρυφή** της, όπου **ελευθερώνονται λυσοσωματικά ένζυμα** → υδρόλυση κολλαγόνου και ΓΑΓ της ΕΘΟ του οστού.
- **διαυγής ζώνη**: παρακείμενη περιοχή εκατέρωθεν της πτυχωτής παρυφής που περιχαρακώνει τη θέση απορρόφησης του οστού.
- **έκκριση οργανικών οξέων** από την οστεοκλάστη → δημιουργία όξινου μικροπεριβάλλοντος στην κοιλότητα απορρόφησης → **αποδόμηση** και **διάσπαση αλάτων υδροξυαπατίτη**.
- προκαλείται απελευθέρωση ιόντων Ca^{++} και PO_4^-
- διαλυτά προϊόντα αποδόμησης αλάτων και πρωτεϊνών προσλαμβάνονται με **ενδοκυττάρωση**.

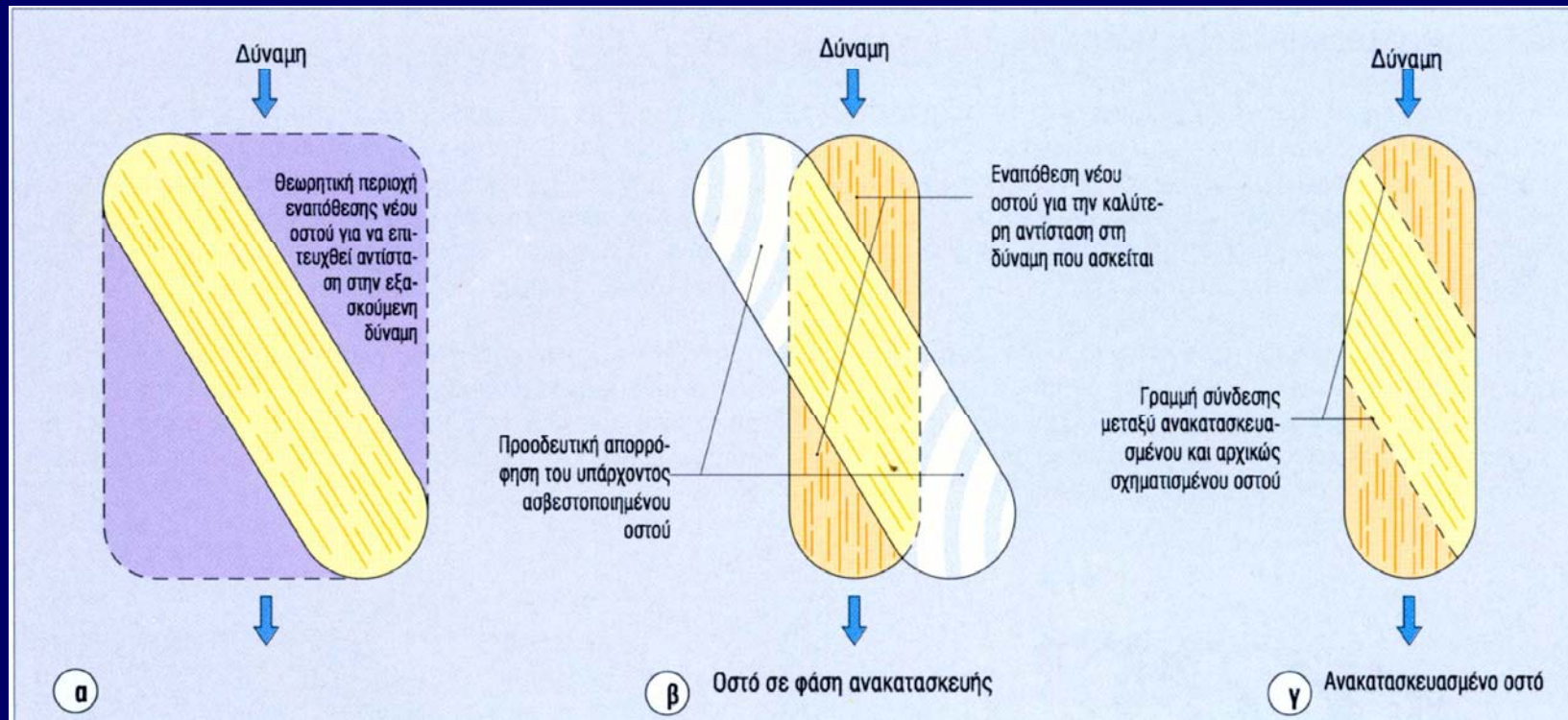


Αναδόμηση οστού I.

Ο οστίτης ιστός αναδομείται συνεχώς.



Αναδόμηση οστού II.



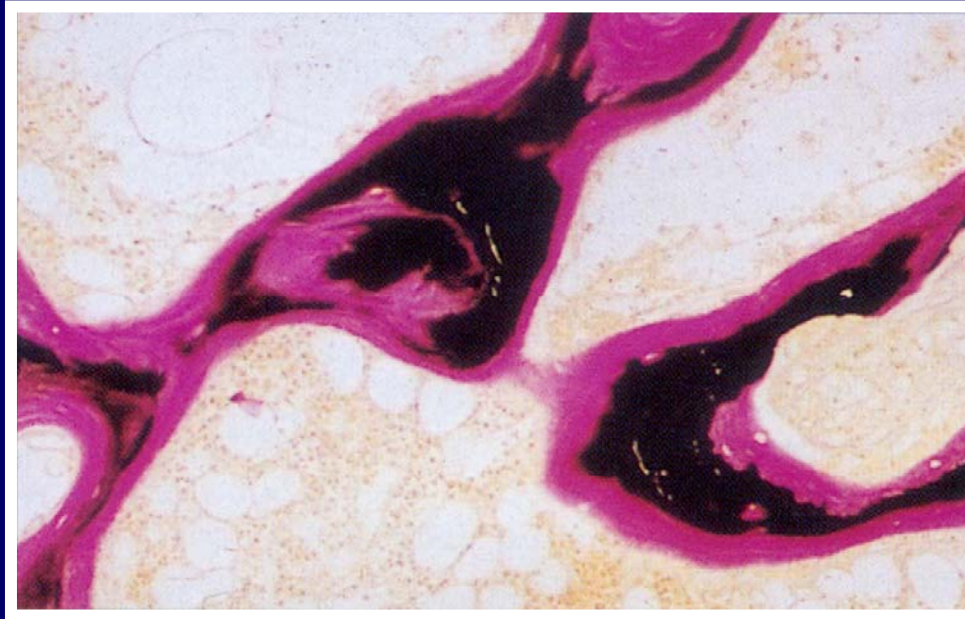
Αναδόμηση οστού ΙΙΙ.

- παραθορμόνη \Leftrightarrow καλσιτονίνη
- παραθορμόνη (παραθυρεοειδείς αδένες)
 - ενεργοποίηση οστεοκλαστών
 - \downarrow απέκκρισης Ca^{++} από τα νεφρά
 - \uparrow απορρόφησης Ca^{++} από το έντερο

$\uparrow \text{Ca}^{++}$ στο αίμα
- καλσιτονίνη (κύτταρα C θυρεοειδούς)
 - απενεργοποίηση οστεοκλαστών
 - \uparrow απέκκρισης από τα νεφρά Ca^{++} , PO_4^-

$\downarrow \text{Ca}^{++}$
και PO_4^-
στο αίμα

Οστεομαλακία



- διαταραχή της οστεοποίησης λόγω χαμηλού Ca^{++} και PO_4^- στο αίμα
- συχνά κατάγματα
- στην παιδική ηλικία → ραχίτιδα (μόνιμη δυσμορφία των μαλακών οστών)

Εμβρυικός σχηματισμός νέου οστού

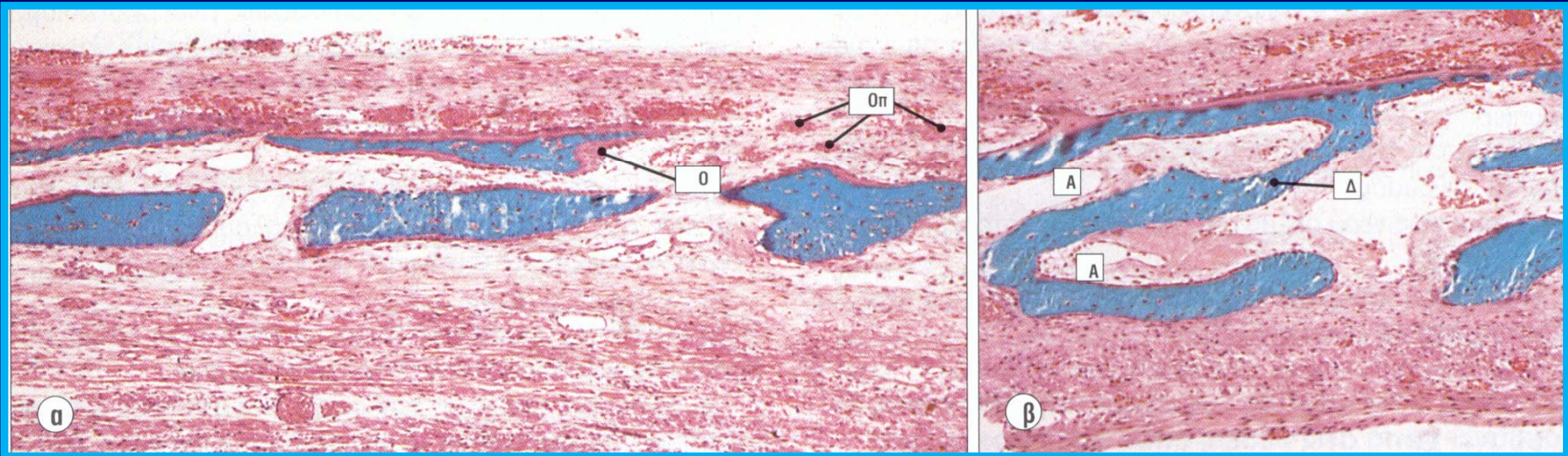
- **ενδομεμβρανώδης οστεοποίηση:**

δημιουργία οστού από δεσμίδες μεσεγχυματικών κυττάρων που δρούν σαν μεμβράνες, με άμεση επαλάτωση της θεμέλιας ουσίας που εκκρίνεται.

- **ενδοχόνδρια οστεοποίηση:**

δημιουργία οστού από προσχηματισμένο χόνδρο (υαλοειδή), με εναπόθεση οστικής θεμέλιας ουσίας σε προϋπάρχουσα θεμέλια ουσία χόνδρου.

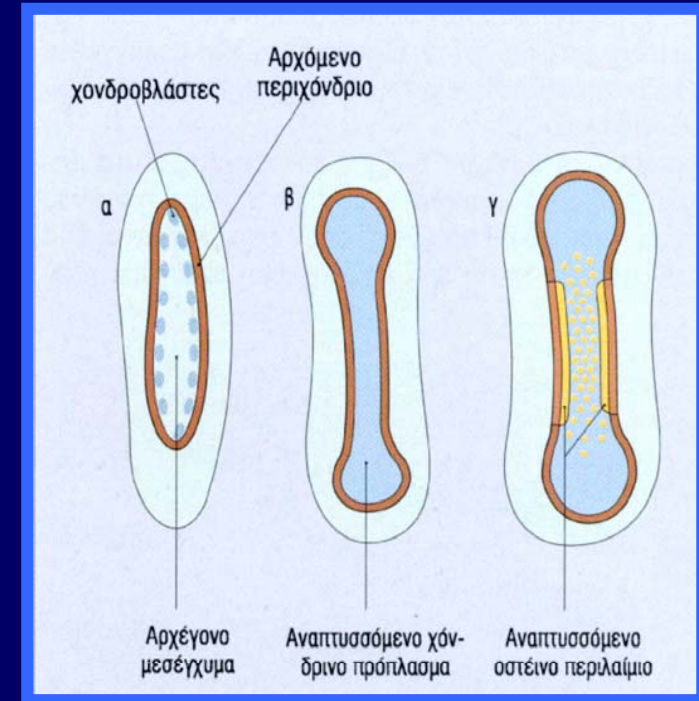
Ενδομεμβρανώδης οστεοποίηση



- σχηματισμός πλατέων οστών / κατά πάχος αύξηση επιμήκων οστών.
- αρχέγονα μεσεγχυματικά κύτταρα διαφοροποιούνται σε οστεοπρογονικά κύτταρα και οστεοβλάστες.
- εναπόθεση οστικής ουσίας σε πολλαπλές νησίδες, περιχάρακωση οστεοκυττάρων.
- ανακατασκευή και δημιουργία σπογγώδους οστού.
- σχηματισμός δύο στιβάδων συμπαγούς οστού (εξωτερική και εσωτερική πλάκα)

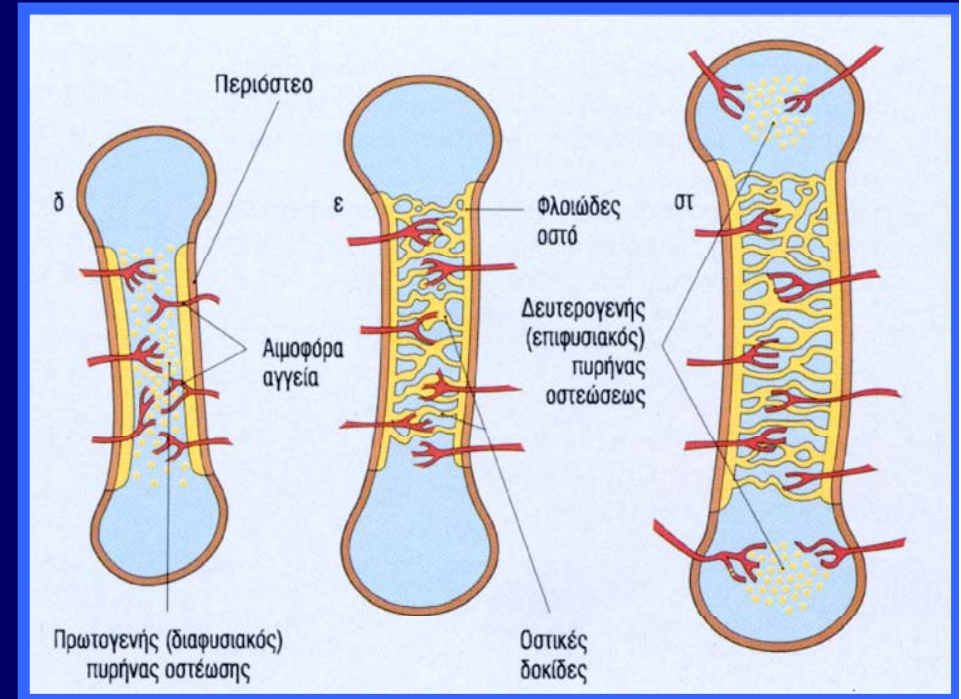
Ενδοχόνδρια οστεοποίηση Ι.

- χόνδρινο πρόπλασμα οστού από **υαλοειδή χόνδρο** με περιφερική τοποθέτηση χονδροβλαστών, οστεοπρογονικών και αρχέγονων μεσεγχυματικών κυττάρων → **περιχόνδριο**. Κατά **μήκος αύξηση** προπλάσματος μέσω **διάμεσης ανάπτυξης**, κατά **πλάτος αύξηση** προπλάσματος μέσω **αποθετικής ανάπτυξης**.
- σχηματισμός **οστικού περιλαίμιου** στη μεσότητα της διάφυσης (περιχόνδριο → περιόστεο). Αύξηση της διαμέτρου της διάφυσης με **ενδομεμβρανώδη οστεοποίηση**.
- τα **χονδροκύτταρα** στην περιοχή της διάφυσης γίνονται **υπερτροφικά**, συνθέτουν **αλκαλική φωσφατάση** → **ασβεστοποίηση** της χόνδρινης θεμέλιας ουσίας → **αναστολή** της **διάχυσης θρεπτικών ουσιών** → **θάνατος χονδροκυττάρων** → **αποδόμηση** χόνδρινης θεμέλιας ουσίας → **σύστημα κοιλοτήτων**.



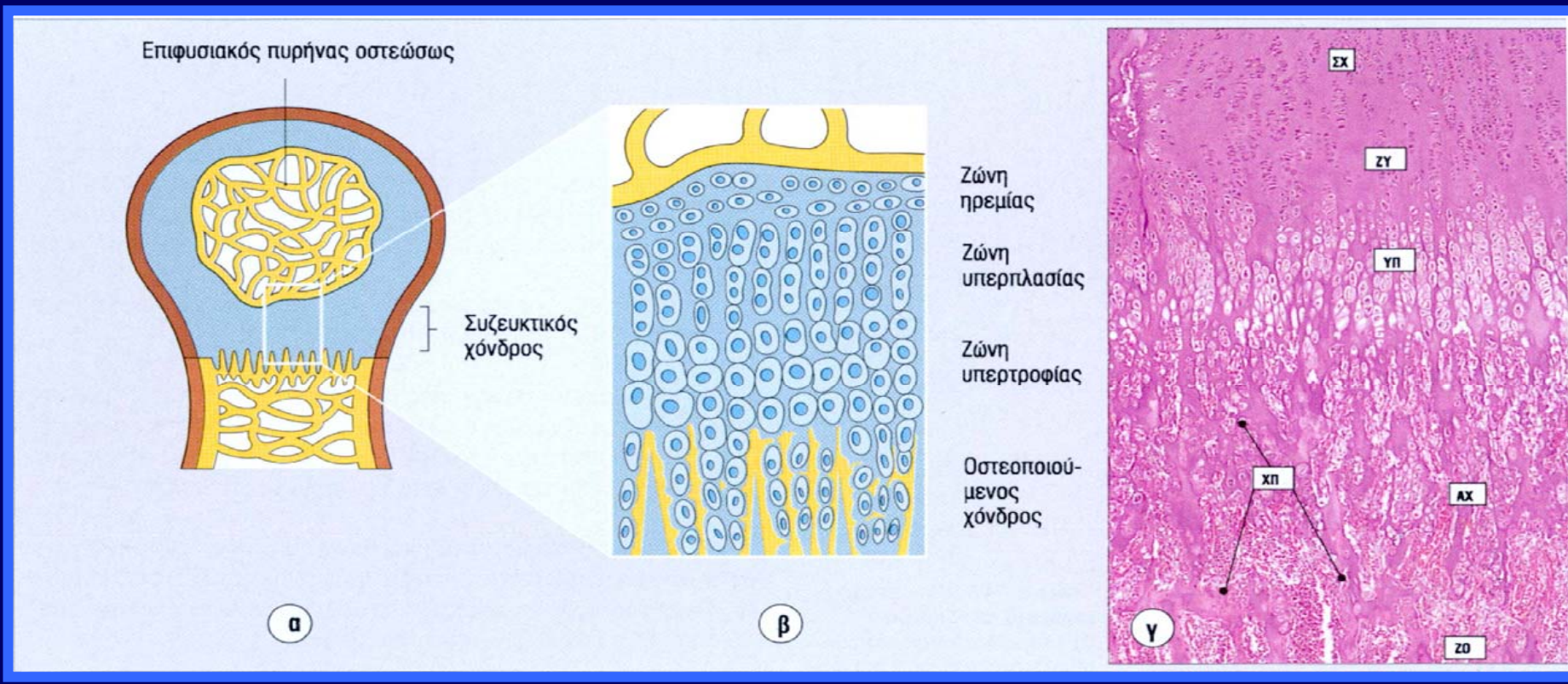
Ενδοχόνδρια οστεοποίηση II.

- μεταφορά, μέσω αιμοφόρων αγγείων, οστεοπρογονικών κυττάρων και πρόδρομων κυττάρων του μυελού των οστών.
- επικάθηση οστεοπρογονικών κυττάρων στα υπολείμματα της ασβεστοποιημένης χόνδρινης θεμέλιας ουσίας, διαφοροποίηση τους σε οστεοβλάστες και σύνθεση οστεοειδούς → **πρωτογενής (διαφυσιακός) πυρήνας οστέωσης**
- ανάπτυξη δοκιδώδους οστού στο εσωτερικό της διάφυσης. Οι επιφύσεις παραμένουν χόνδρινες.
- κοντά στη γέννηση: μετανάστευση μεσεγχυματικών κυττάρων μέσω αγγείων → οστεοβλάστες → **δευτερογενής πυρήνας οστέωσης.**



Ενδοχόνδρια οστεοποίηση III.

- δευτερογενής πυρήνας οστέωσης (επιφυσιτικός). Περιβάλλεται από χόνδρο:
 - αρθρικός χόνδρος
 - συζευκτικός ή επιφυσιτικός χόνδρος: υπεύθυνος για την κατά μήκος αύξηση του οστού.



Συζευκτικός χόνδρος

- ζώνη ηρεμίας
- ζώνη υπερπλασίας
- ζώνη υπερτροφίας
- ζώνη ασβεστοποίησης του χόνδρου
- οστεογεννητική ζώνη

