



# Οστίτης Ιστός

Σοφία Χαβάκη

Λέκτορας

*Εργαστήριο Ιστολογίας-Εμβρυολογίας*

# Όστά

- 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**

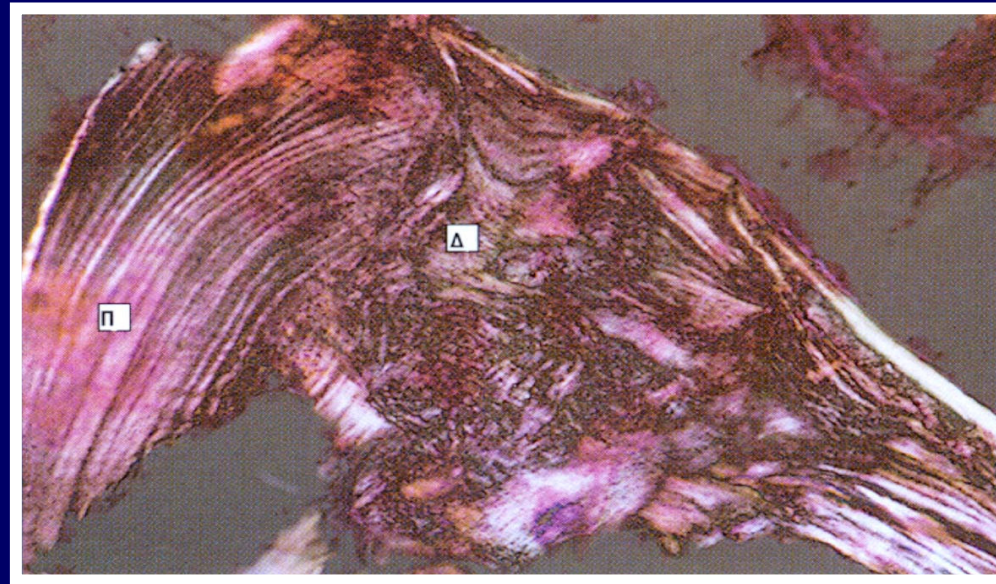


# Οστεοειδές

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

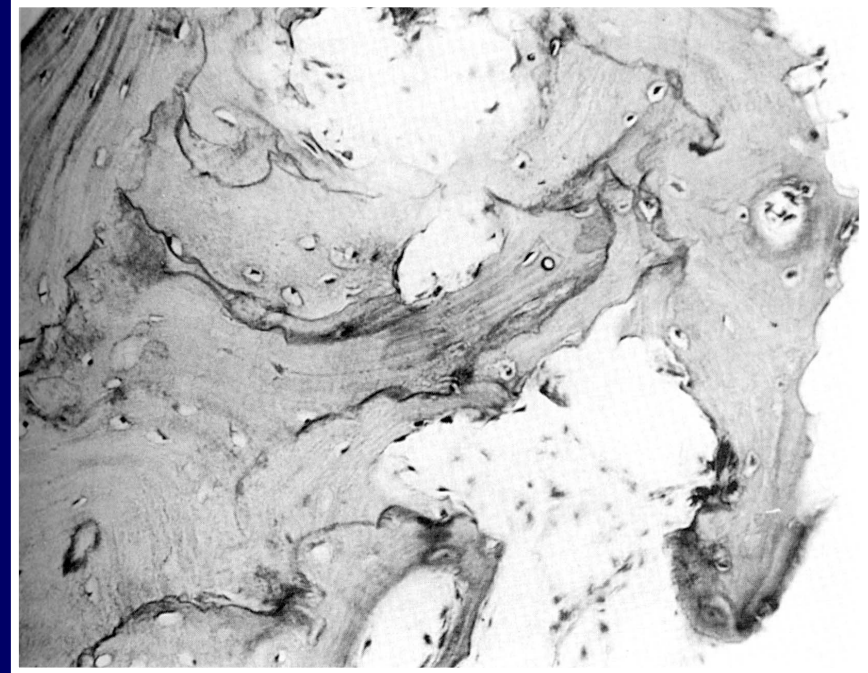
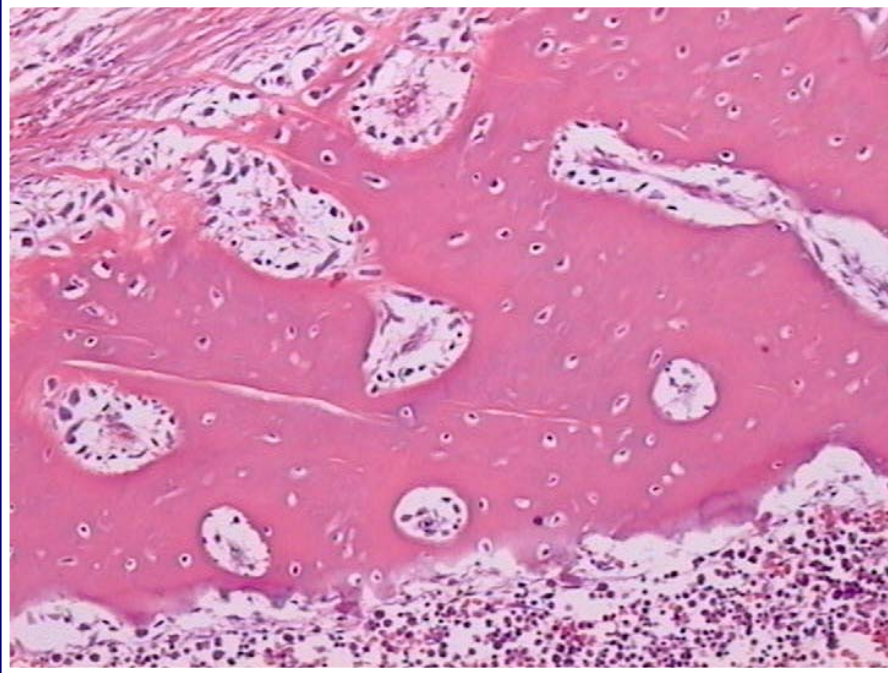
- **90% κολλαγόνο τύπου I :**  
πολυμερές τριπλής έλικας τριών πολυπεπτιδικών α-αλύσων,  
*ελλατωματικό κολλαγόνο: εύθραυστα οστά (ατελής οστεογένεση)*
- **γλυκοζαμινογλυκάνες**  
υαλουρονικό οξύ  
θειική χονδροϊτίνη  
θειική κερατάνη
- **γλυκοπρωτεΐνες**  
οστεοκαλσίνη  
σιαλοπρωτεΐνη } — **δέσμευση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

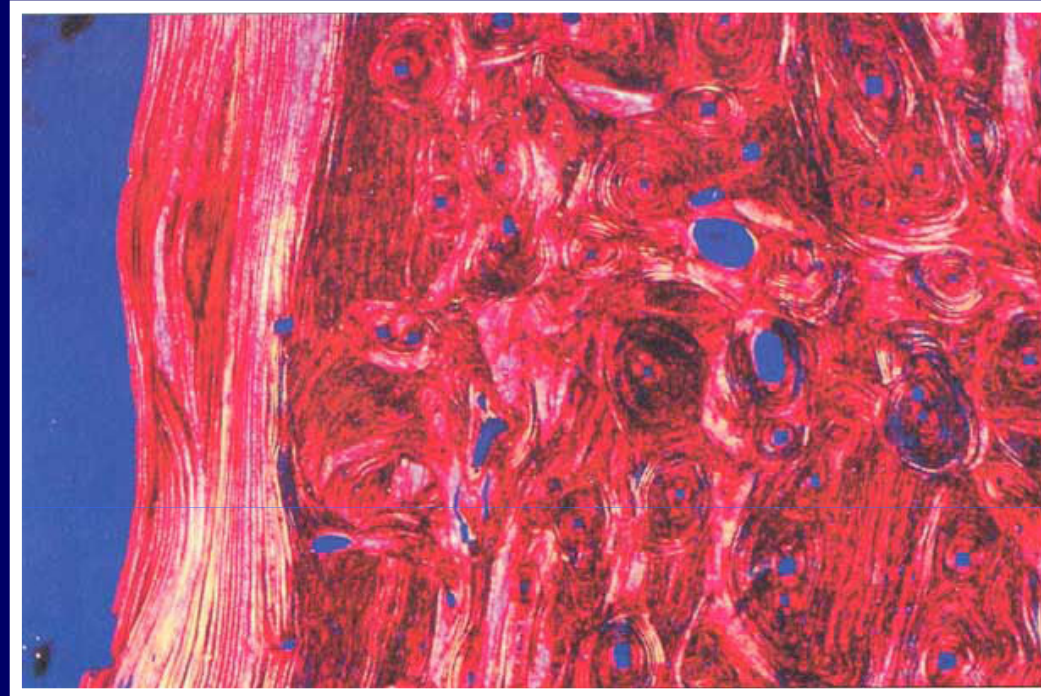
# Δικτυωτό οστό



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



# Πεταλιώδες οστό

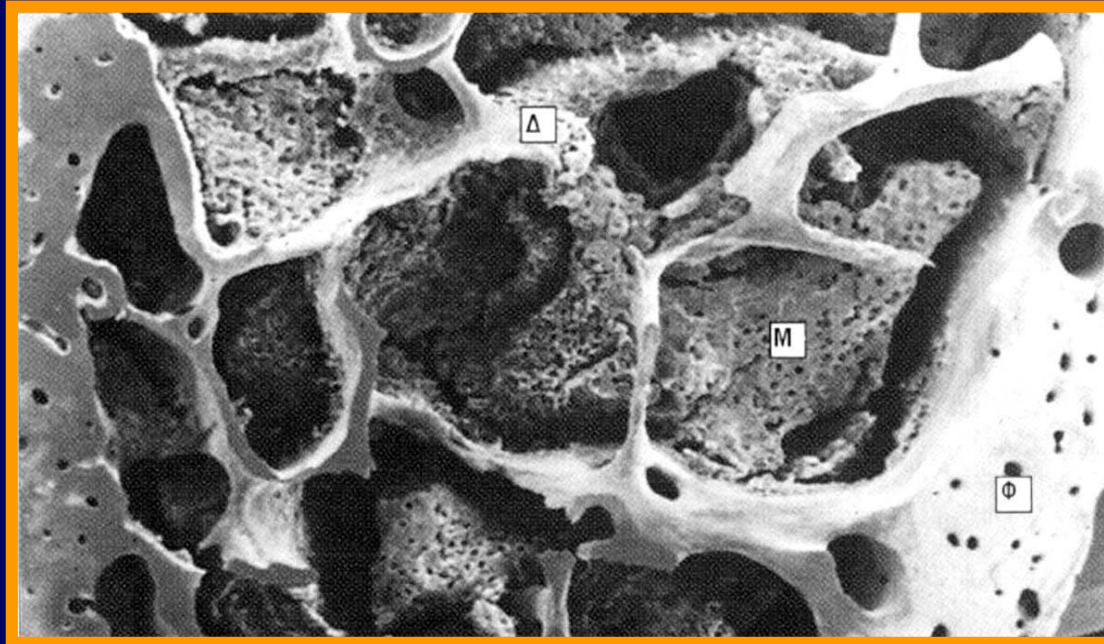


πετάλια κολλαγόνου **παράλληλα** διατεταγμένα μεταξύ τους ή **συγκεντρικά** γύρω από αγγειακούς άξονες ⇒ **οστεώνες ή συστήματα Havers**

# Αρχιτεκτονική δομή του οστού



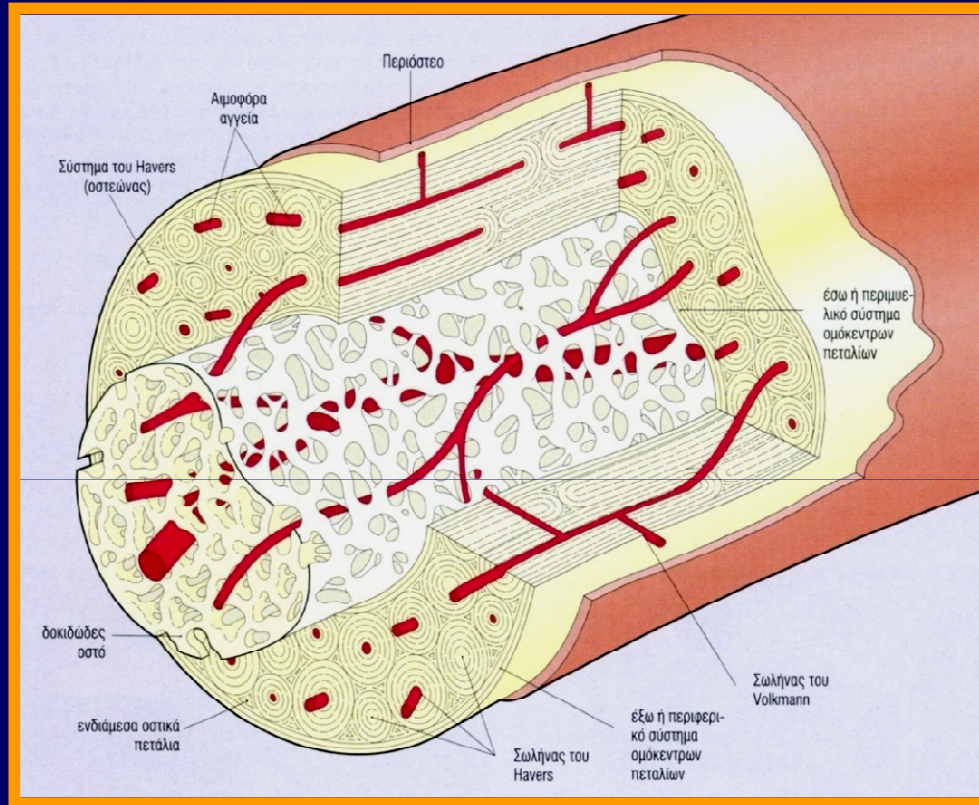
- **εξωτερική φλοιώδης ή συμπαγής ζώνη:**  
άκαμπτο εξωτερικό περίβλημα, αντίσταση σε δυνάμεις παραμόρφωσης
- **εσωτερική δοκιδώδης ή σπογγώδης ζώνη:**  
ισχυροποίηση οστού, λειτουργεί σαν σύστημα εσωτερικών στηριγμάτων



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:

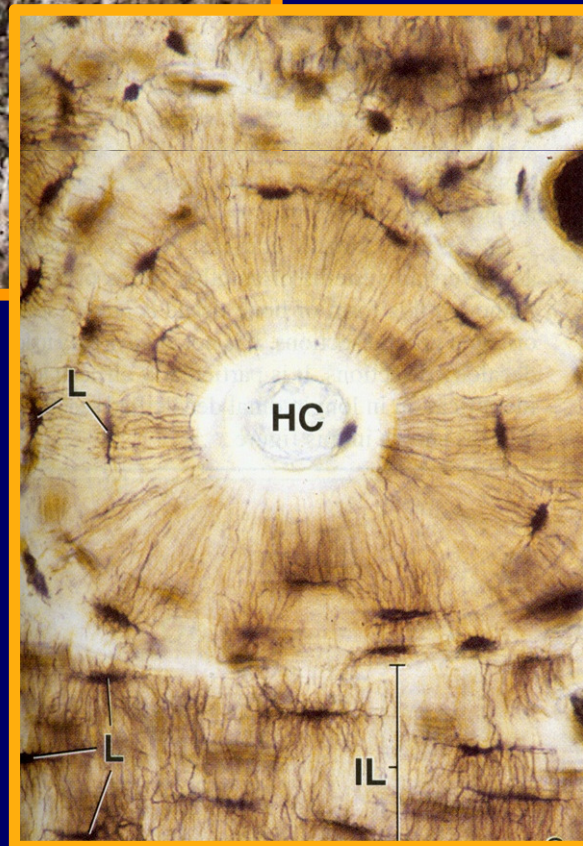
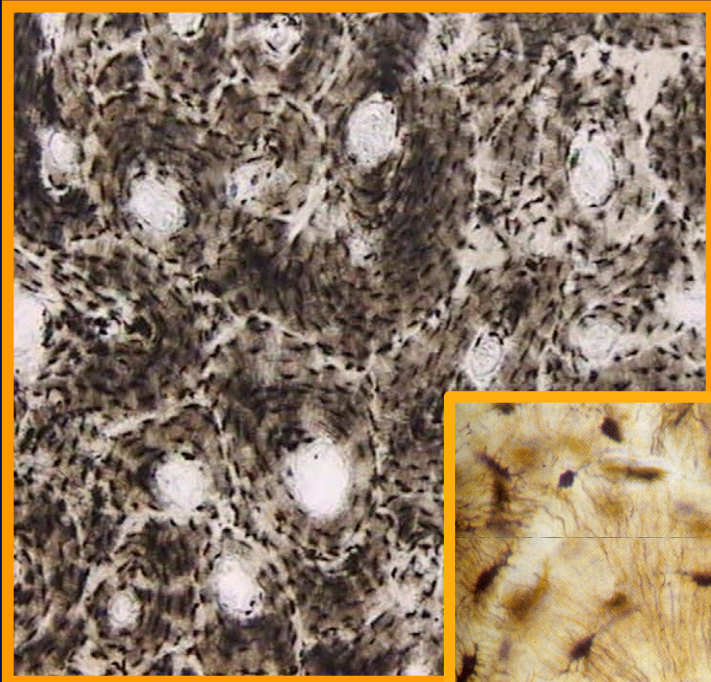
- καταλαμβάνεται από συστήματα του Havers (οστεώνες)
- διάμεσα οστικά πετάλια
- περιφερικό σύστημα ομόκεντρων πεταλίων
- περιμελικό σύστημα ομόκεντρων πεταλίων

## Δοκιδώδης ή σπογγώδης ζώνη

**Ενδόστεο:** στιβάδα οστεοπρογονικών κυττάρων που επενδύουν

- εσωτερικά τον σωλήνα του Havers στους οστεώνες
- 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

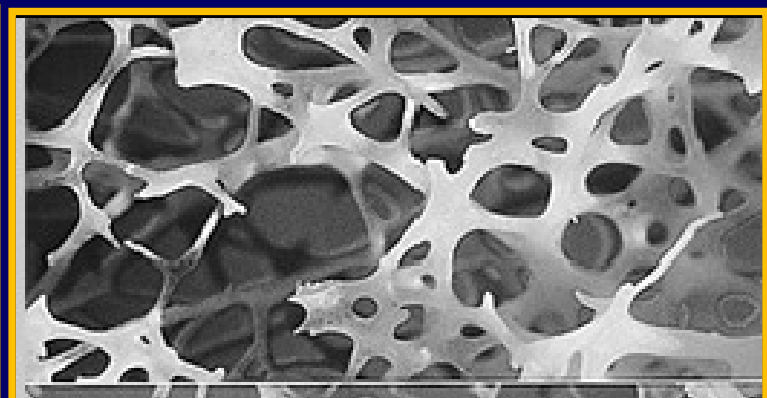
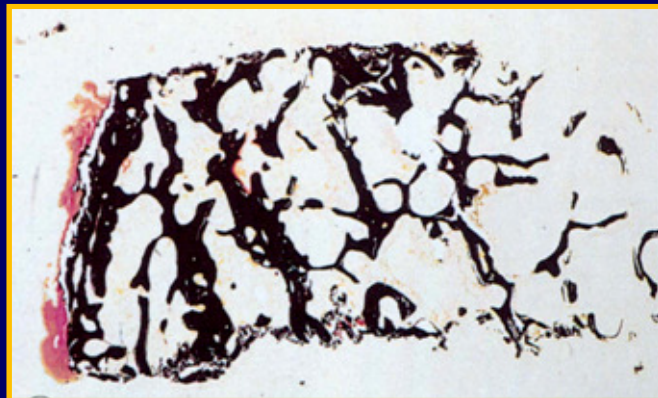


# Οστεοπόρωση

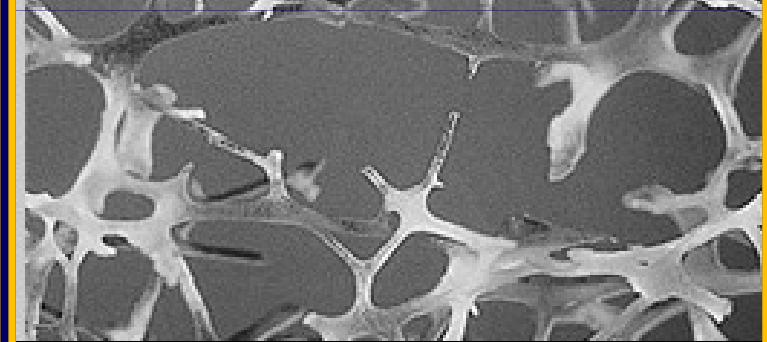
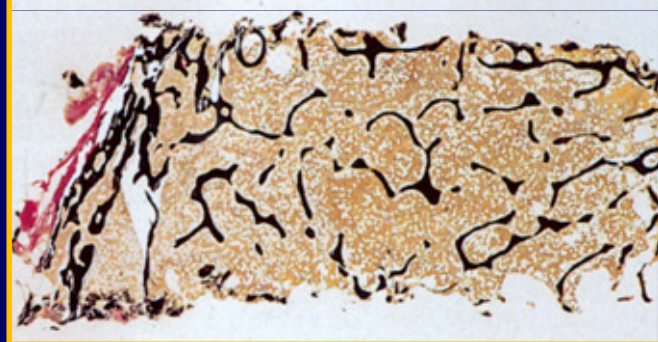
Οπτικό μικροσκόπιο

Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης

φυσιολογικό  
οστό

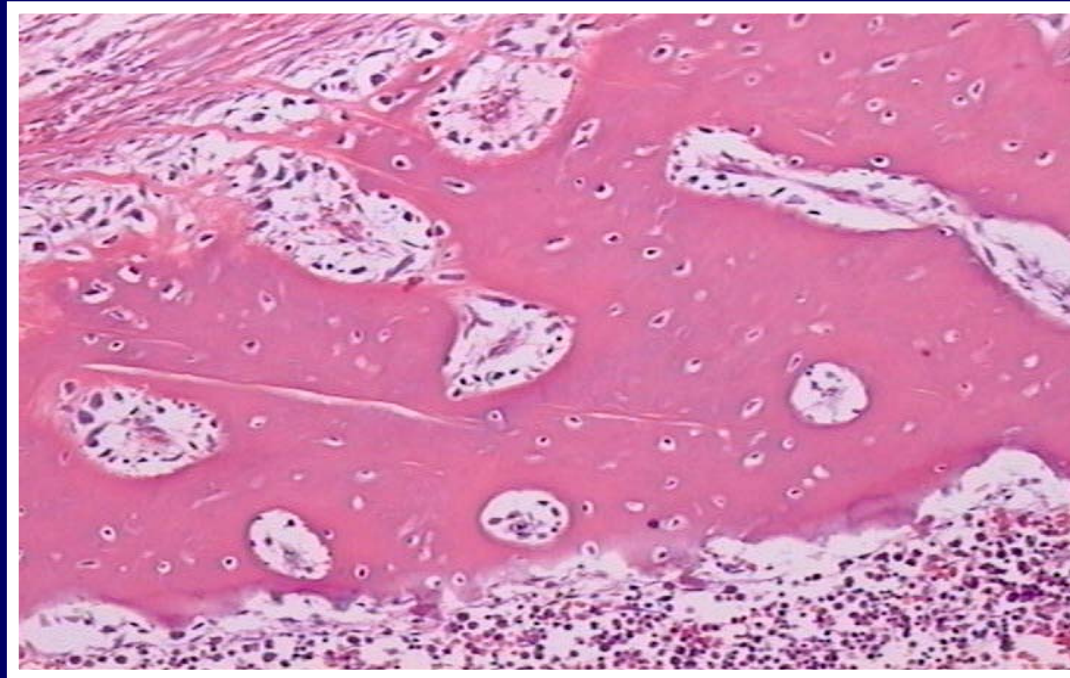


οστεοπορωτικό  
οστό



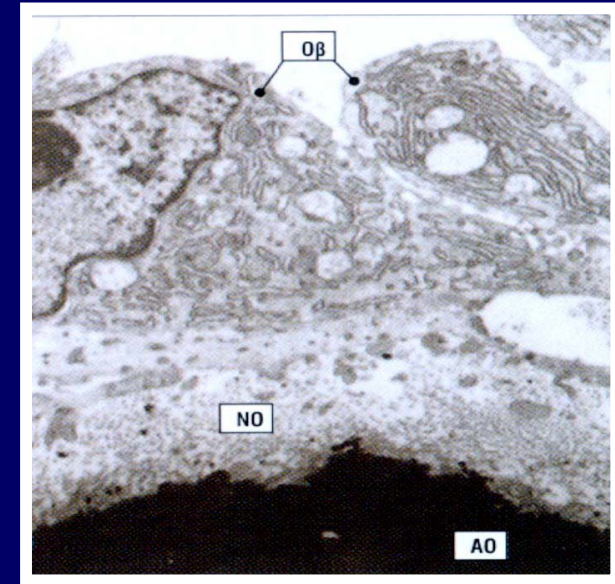
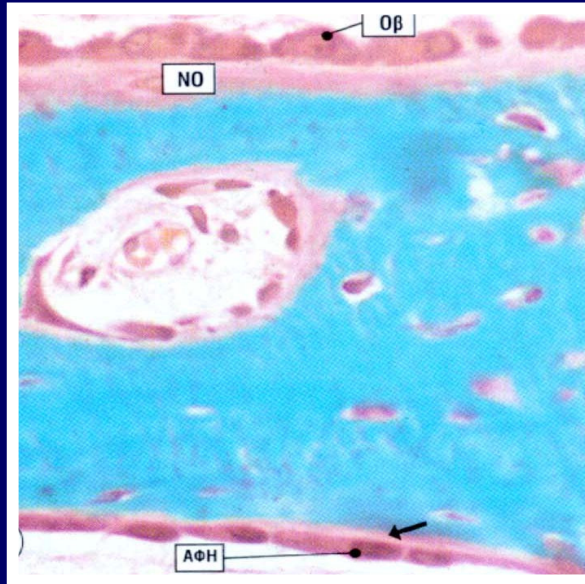
- Η **φλοιώδης** ζώνη είναι **στενότερη** και η **δοκιδώδης** ζώνη **λεπτότερη** με μικρότερο αριθμό δοκίδων.
- Αυξημένα κατάγματα οστών, κυρίως συμπιεστικά σπονδύλων.

# 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)



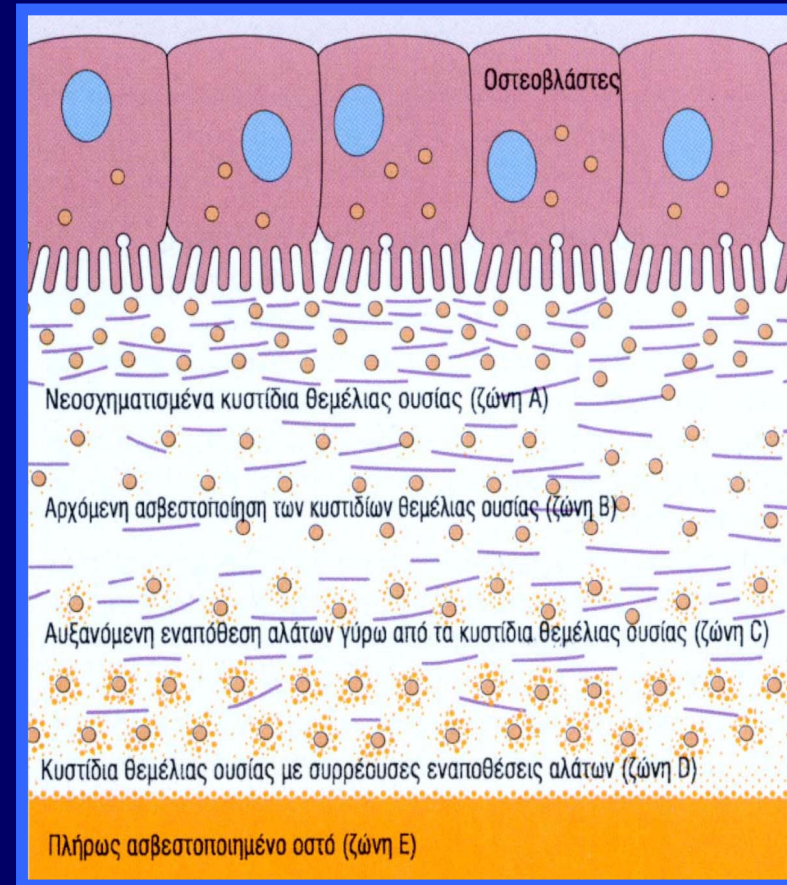
# Ασβεστοποίηση οστεοειδούς

Εναπόθεση ανόργανων αλάτων στο οστεοειδές → ακαμψία οστών

- η οστεοκαλσίνη δεσμεύει  $\text{Ca}^{++}$
- η αλκαλική φωσφατάση (στις οστεοβλάστες) αυξάνει την συγκέντρωση  $\text{Ca}^{++}$  και  $\text{PO}_4^-$
- παραγωγή από τις οστεοβλάστες **κυστιδίων θεμέλιας ουσίας** που είναι πλούσια στα ένζυμα **αλκαλική φωσφατάση και φωσφορυλάση** (αύξηση της τοπικής συγκέντρωσης ιόντων  $\text{Ca}^{++}$  και  $\text{PO}_4^-$ ) συσσωρεύουν ιόντα  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{PO}_4^-$



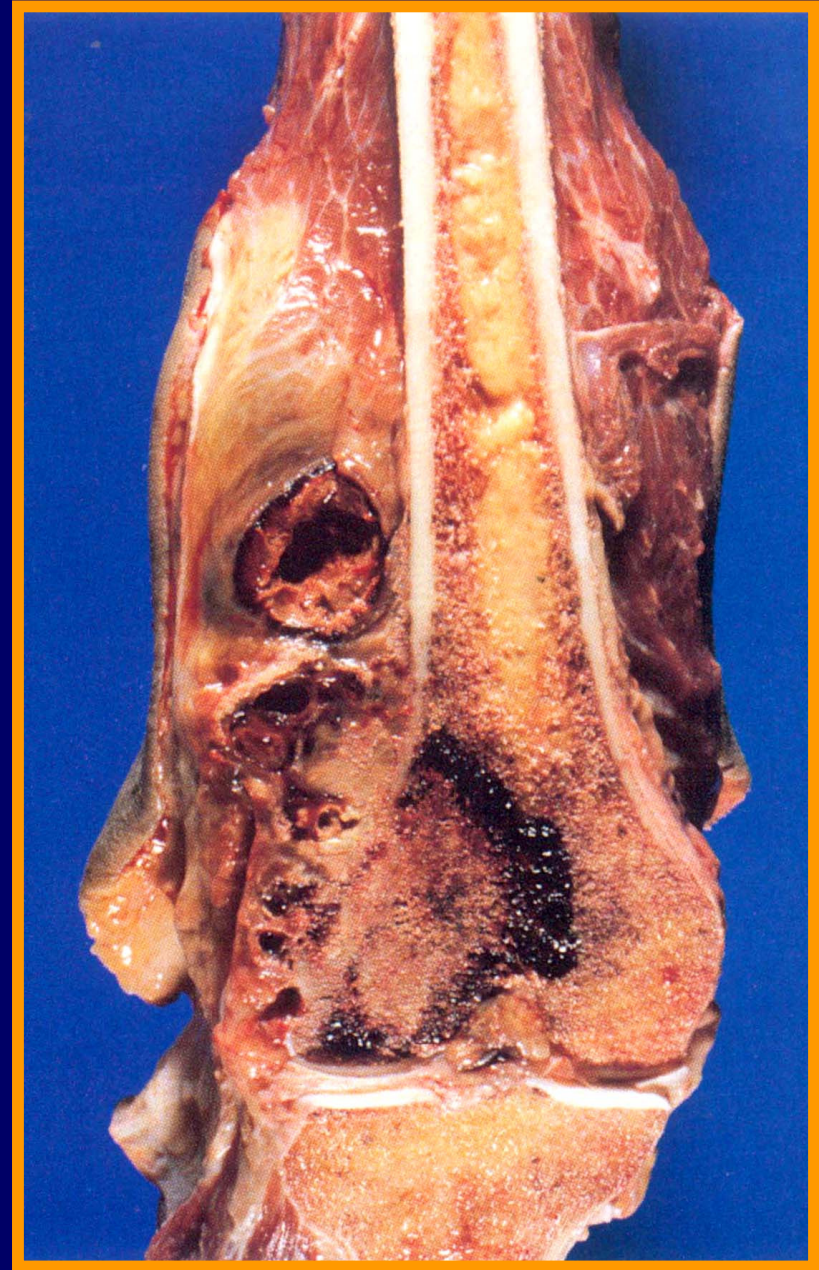
δημιουργούν τους πυρήνες εναπόθεσης υδροξυαπατίτη [  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  ]



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

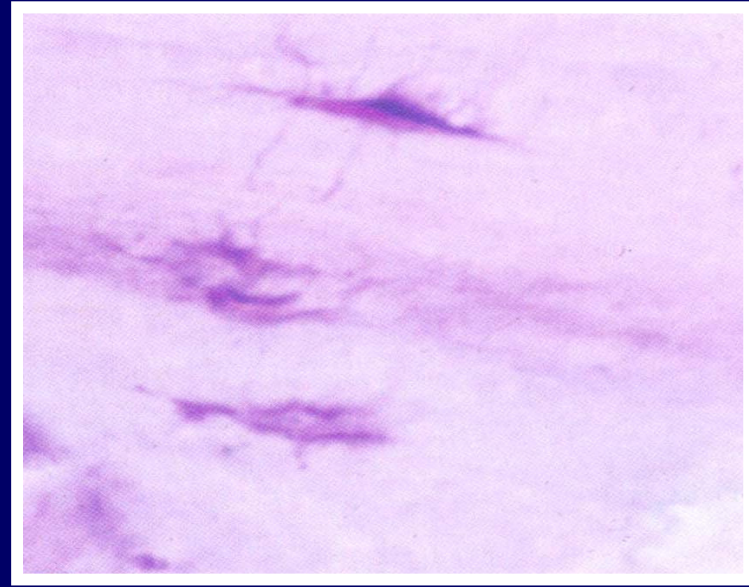
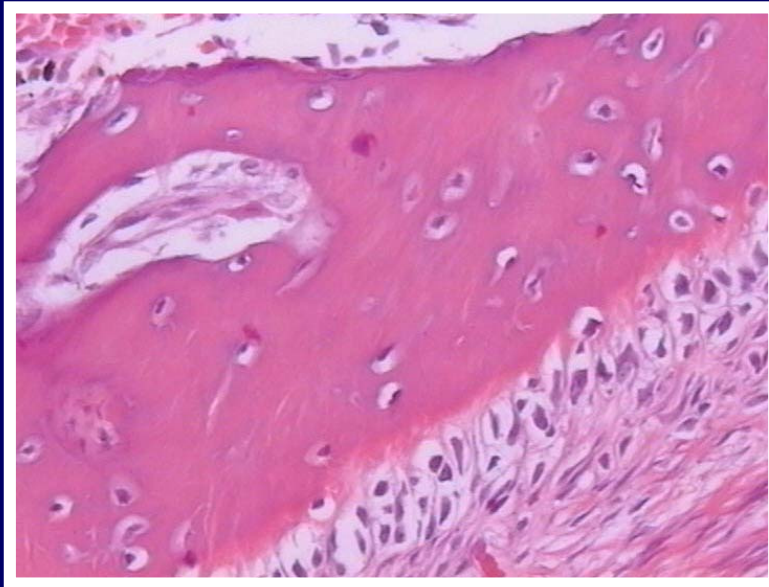
# Οστεοσάρκωμα

κακήγηθες νεόπλασμα  
που προέρχεται από  
τις οστεοβλάστες



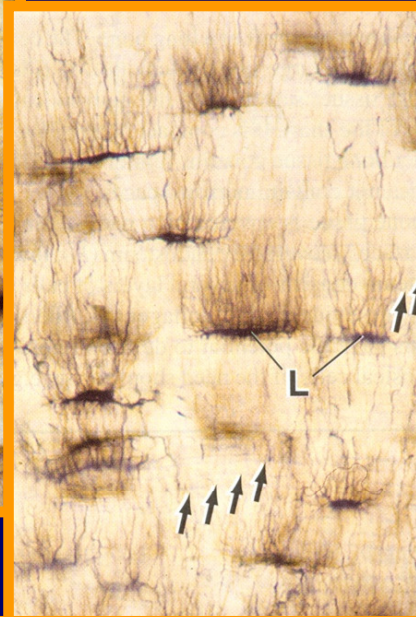
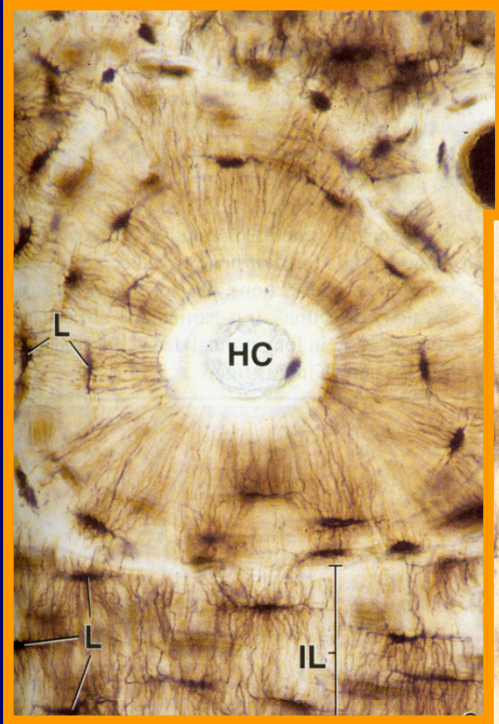


# Οστεοκύτταρα



- 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

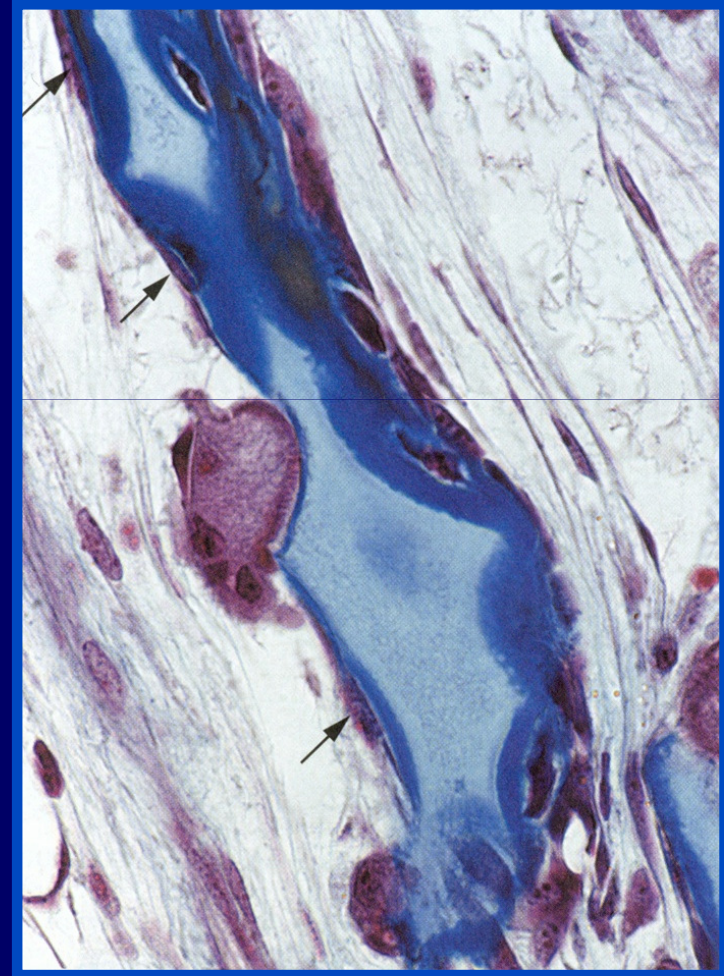


- αλληλοσυνδέονται με κυτταροπλασματικές αποφυάδες που διατρέχουν οστικά σωληνάρια
- επιτυγχάνεται η επικοινωνία των οστεοκυττάρων με:
  - γειτονικά κύτταρα
  - εξωτερική και εσωτερική επιφάνεια του οστού
  - αιμοφόρα αγγεία



# Οστεοκλάστες

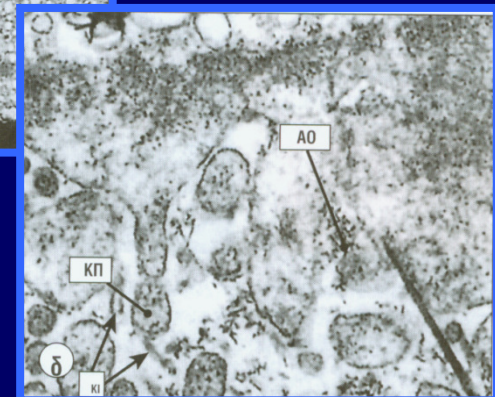
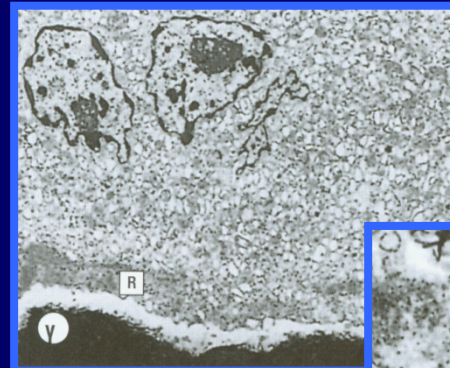
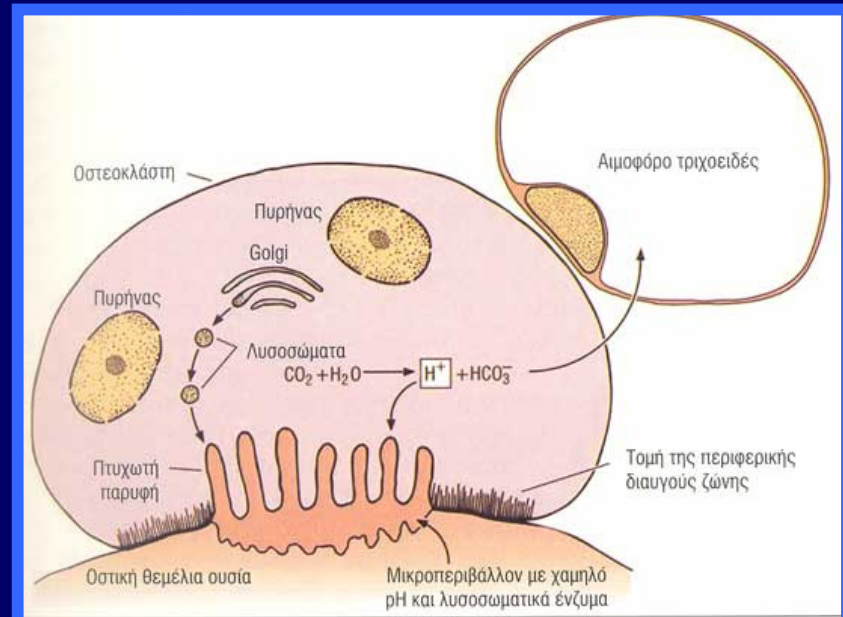
- μεγάλα πολυπύρρηνα κύτταρα με άφθονο κυτταρόπλασμα (**λυσosώματα**, συσκευή Golgi, εκκριτικά κυστίδια, μιτοχόνδρια)
- προέρχονται από τα μονοκύτταρα του αίματος
- προσκολλώνται στην ελεύθερη οστική επιφάνεια σε **θέσεις ενεργής απορρόφησης του οστού** διαμορφώνοντας **κοιλότητες απορρόφησης ή βοθρία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





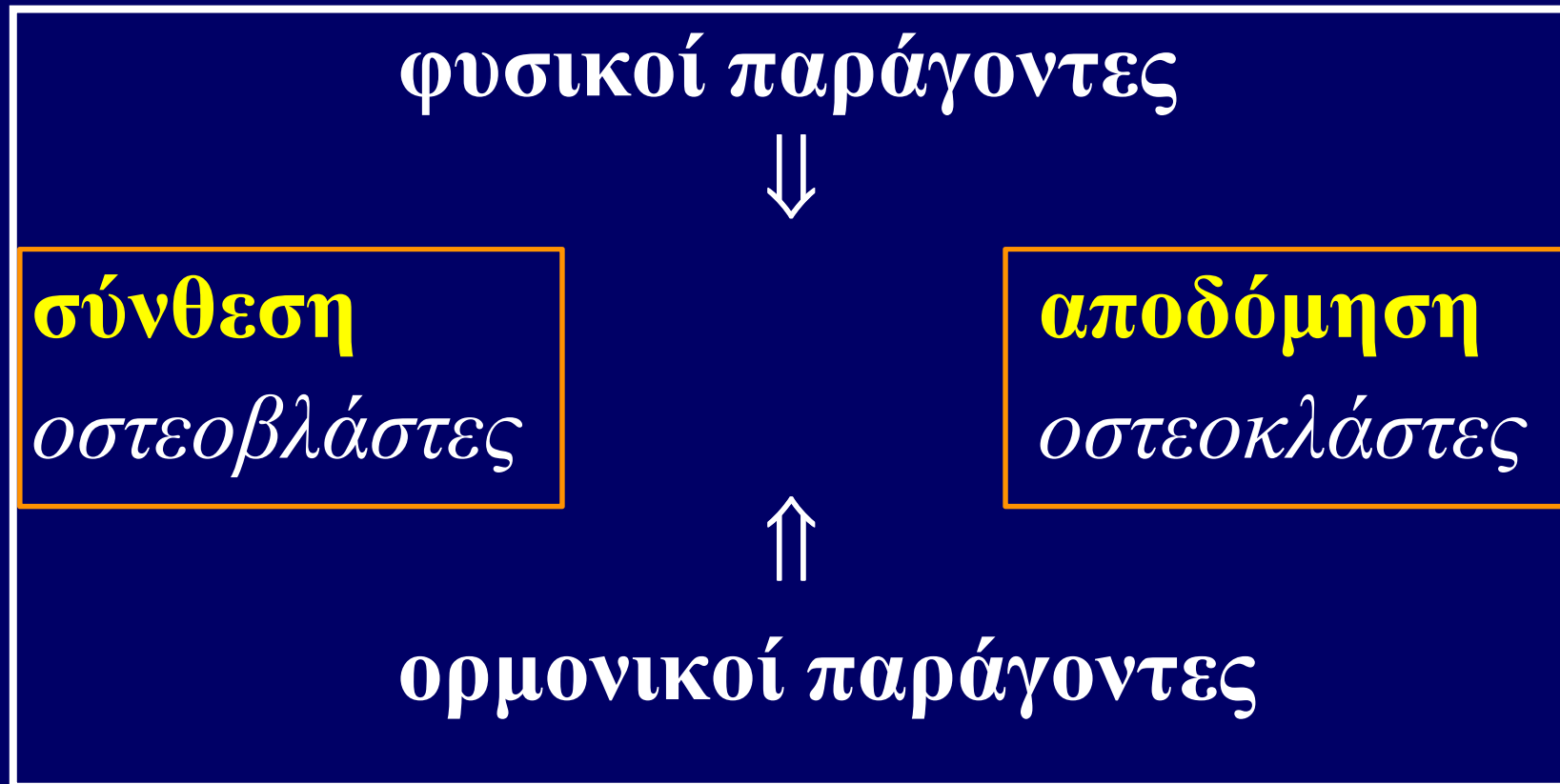
# Απορρόφηση οστού

- 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.
- **Ζώνη επισφράγισης:** 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  $\text{Ca}^{++}$  και  $\text{PO}_4^-$
- διαλυτά προϊόντα αποδόμησης αλάτων και πρωτεϊνών προσλαμβάνονται με **ενδοκυττάρωση**.

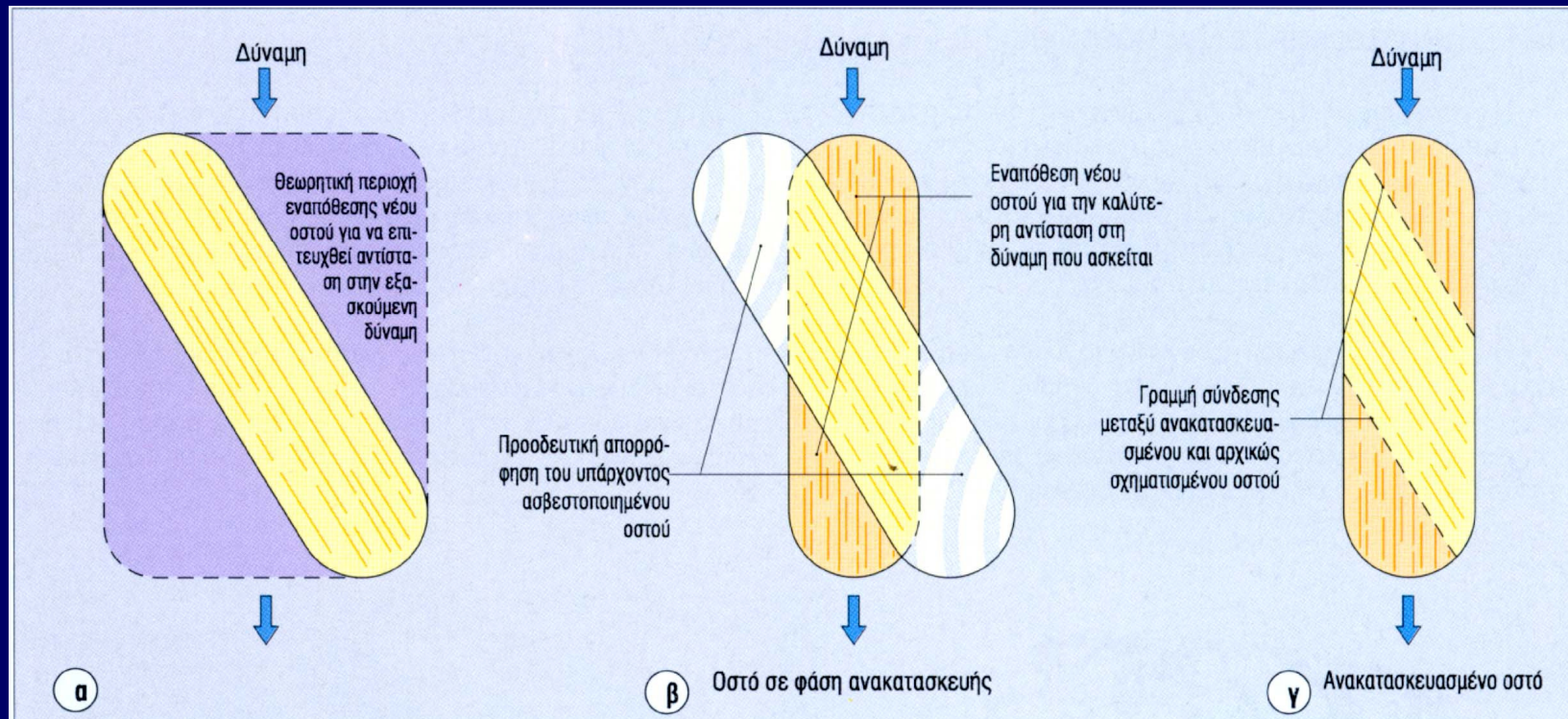


# Αναδόμηση οστού I.

Ο οστίτης ιστός αναδομείται συνεχώς.



# Αναδόμηση οστού II.



# Αναδόμηση οστού ΙΙΙ.

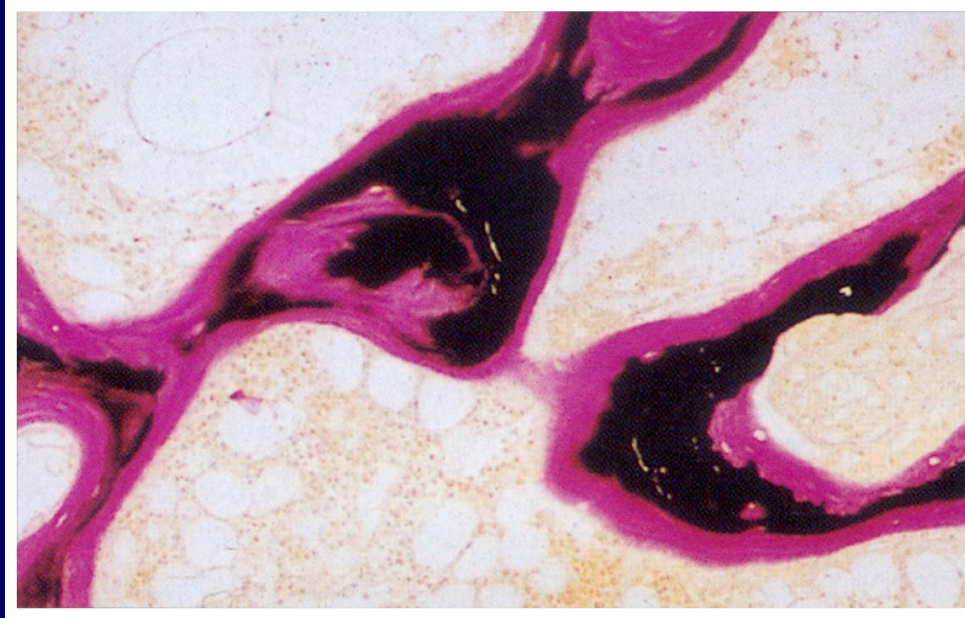
- παραθορμόνη  $\Leftrightarrow$  καλσιτονίνη
- παραθορμόνη (παραθυρεοειδείς αδένες)
  - ενεργοποίηση οστεοκλαστών
  - $\downarrow$  απέκκρισης  $\text{Ca}^{++}$  από τα νεφρά
  - $\uparrow$  απορρόφησης  $\text{Ca}^{++}$  από το έντερο

$\uparrow \text{Ca}^{++}$  στο αίμα
- καλσιτονίνη (κύτταρα C θυρεοειδούς)
  - απενεργοποίηση οστεοκλαστών
  - $\uparrow$  απέκκρισης από τα νεφρά  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{PO}_4^-$

$\downarrow \text{Ca}^{++}$   
και  $\text{PO}_4^-$   
στο αίμα



# Οστεομαλακία



- διαταραχή της οστεοποίησης λόγω χαμηλού  $\text{Ca}^{++}$  και  $\text{PO}_4^-$  στο αίμα
- συχνά κατάγματα
- στην παιδική ηλικία → ραχίτιδα (μόνιμη δυσμορφία των μαλακών οστών)

# Εμβρυικός σχηματισμός νέου οστού

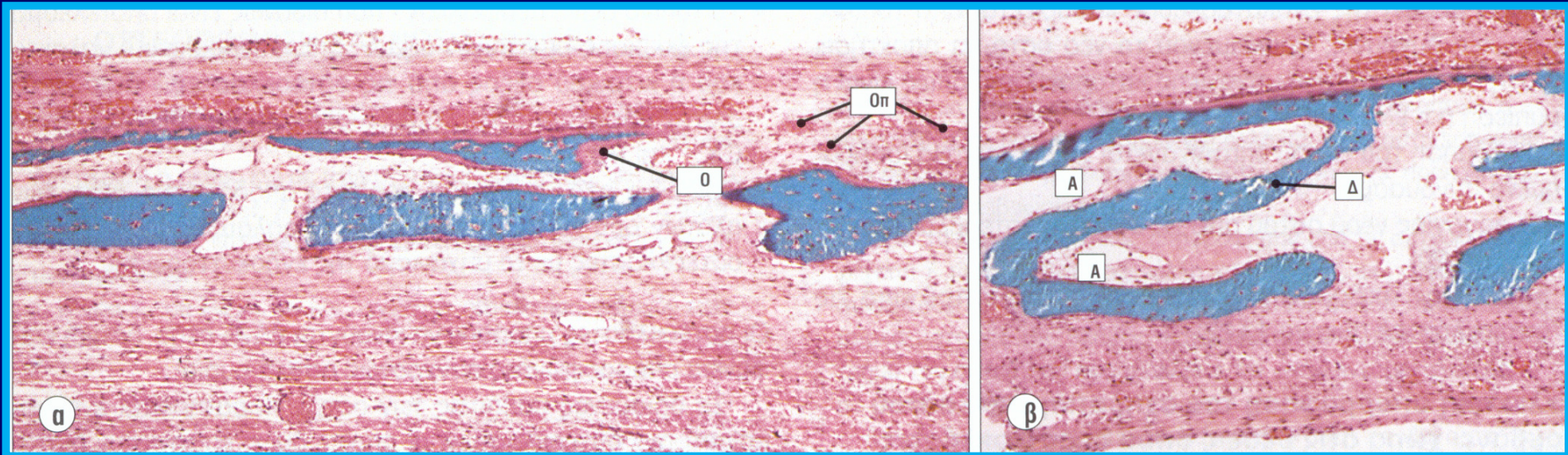
- **ενδομεμβρανώδης οστεοποίηση:**

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

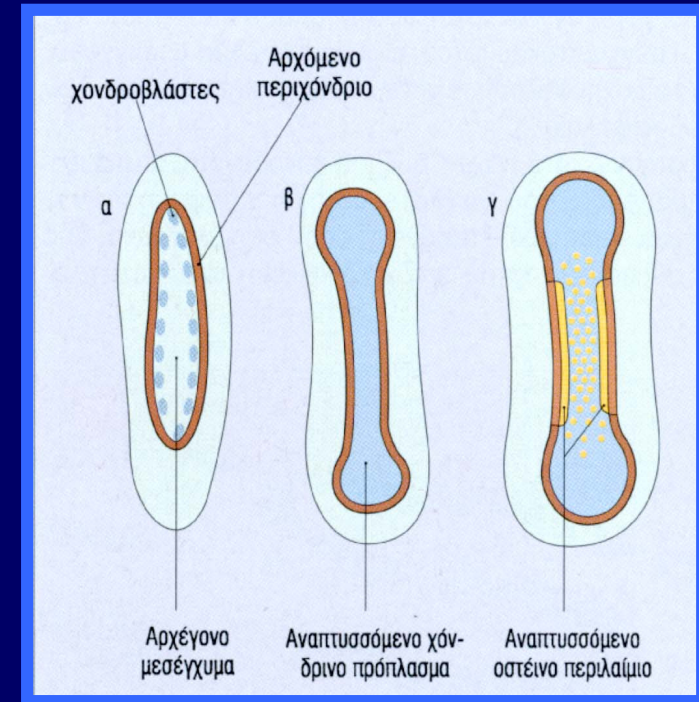


- σχηματισμός πλατέων οστών / κατά πάχος αύξηση επιμήκων οστών.
- αρχέγονα μεσεγχυματικά κύτταρα διαφοροποιούνται σε οστεοπρογονικά κύτταρα και οστεοβλάστες.
- εναπόθεση οστικής ουσίας σε πολλαπλές νησίδες, περιχάρακωση οστεοκυττάρων.
- ανακατασκευή και δημιουργία σπογγώδους οστού.
- σχηματισμός δύο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



# Ενδοχόνδρια οστεοποίηση I.

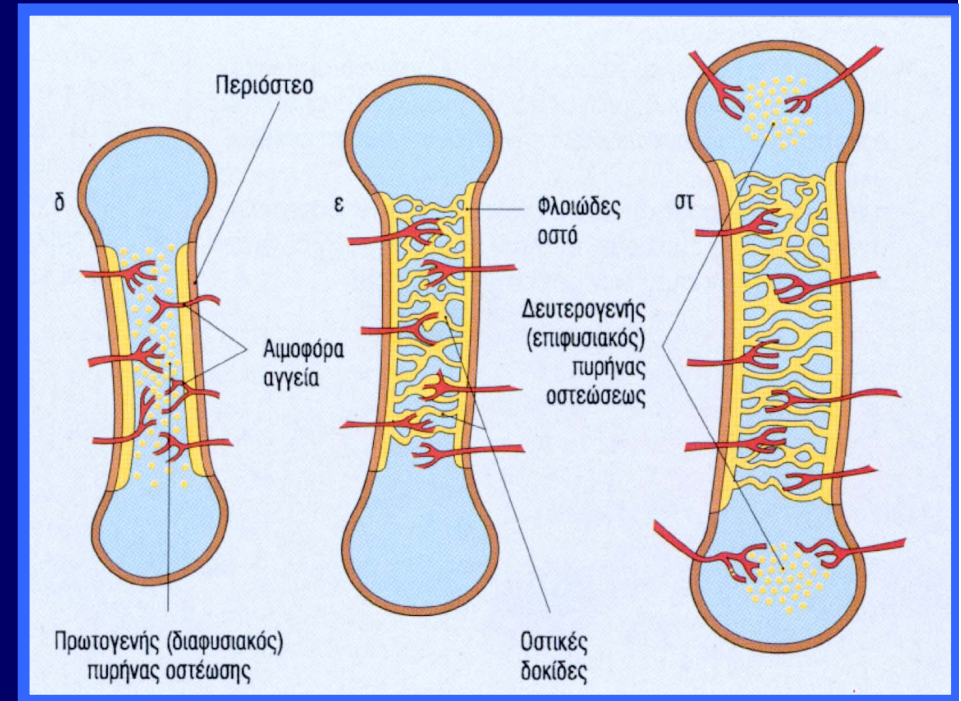
- χόνδρινο πρόπλασμα οστού από **υαλοειδή χόνδρο** με περιφερική τοποθέτηση χονδροβλαστών, οστεοπρογονικών και αρχέγονων μεσεγχυματικών κυττάρων → **περιχόνδριο**. Κατά **μήκος αύξηση** προπλάσματος μέσω **διάμεσης ανάπτυξης**, κατά **πλάτος αύξηση** προπλάσματος μέσω **αποθετικής ανάπτυξης**.
- σχηματισμός **οστικού περιλαίμιου** στη μεσότητα της διάφυσης (περιχόνδριο → **περίοστεο**). 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**.





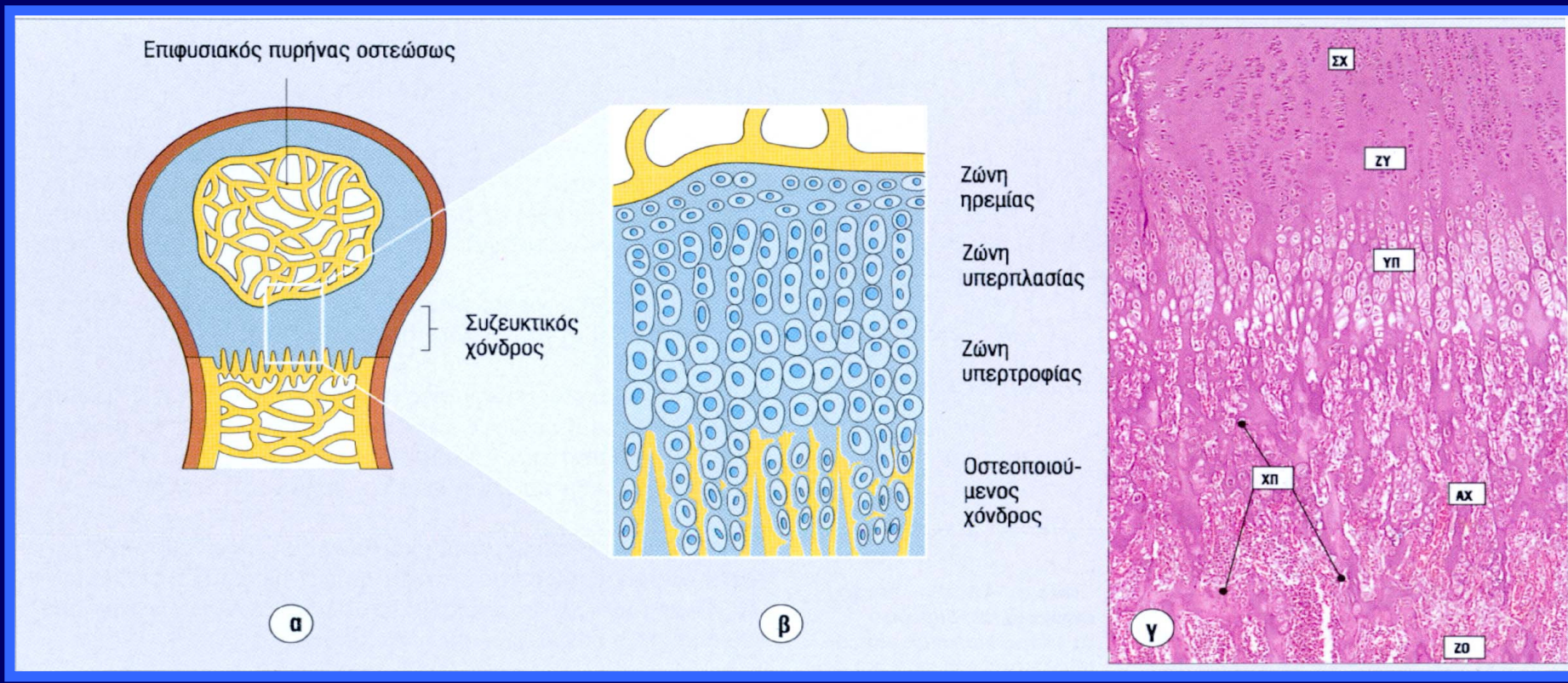
# Ενδοχόνδρια οστεοποίηση II.

- 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 ΙΙΙ.

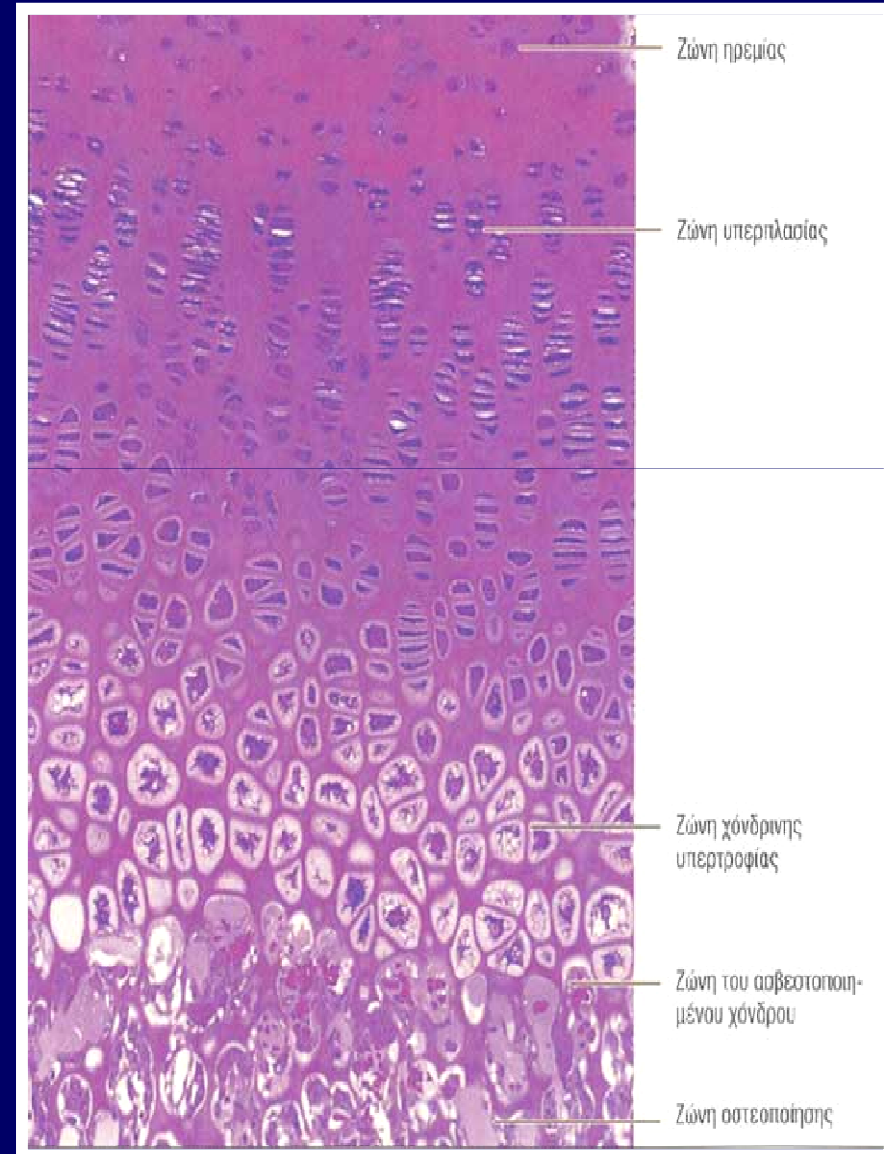
- δευτερογενής πυρήνας οστέωσης (επιφυσιτικός).  
Περιβάλλεται από χόνδρο:
  - αρθρικός χόνδρος
  - συζευκτικός ή επιφυσιτικός χόνδρος: υπεύθυνος για την κατά μήκος αύξηση του οστού.





# Συζευκτικός χόνδρος

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



## Παθήσεις οστών

- Ατελής οστεογένεση
- Οστεοπενία
- Οστεοπόρωση
- Οστεομαλακία – ραχίτιδα
- Οστεοπέτρωση
- Οστεοσκλήρυνση
- Νόσος Paget
- Οστεοσάρκωμα
- Οστεοειδή οστεώματα