



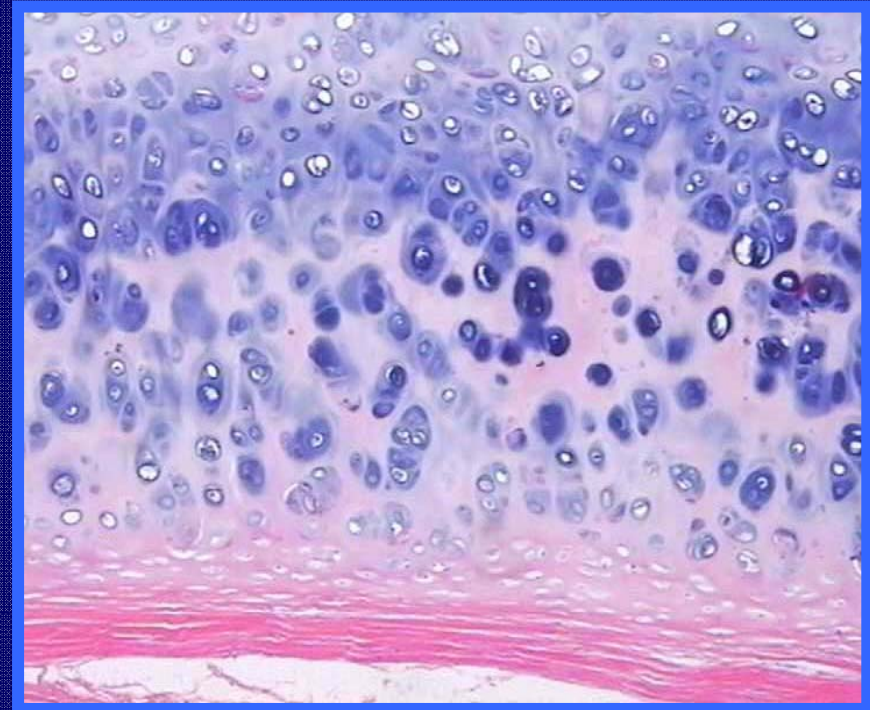
Χόνδρος Οστίτης Ιστός

Σοφία Χαβάκη
Λέκτορας

Εργαστήριο Ιστολογίας-Εμβρυολογίας

Χόνδρος

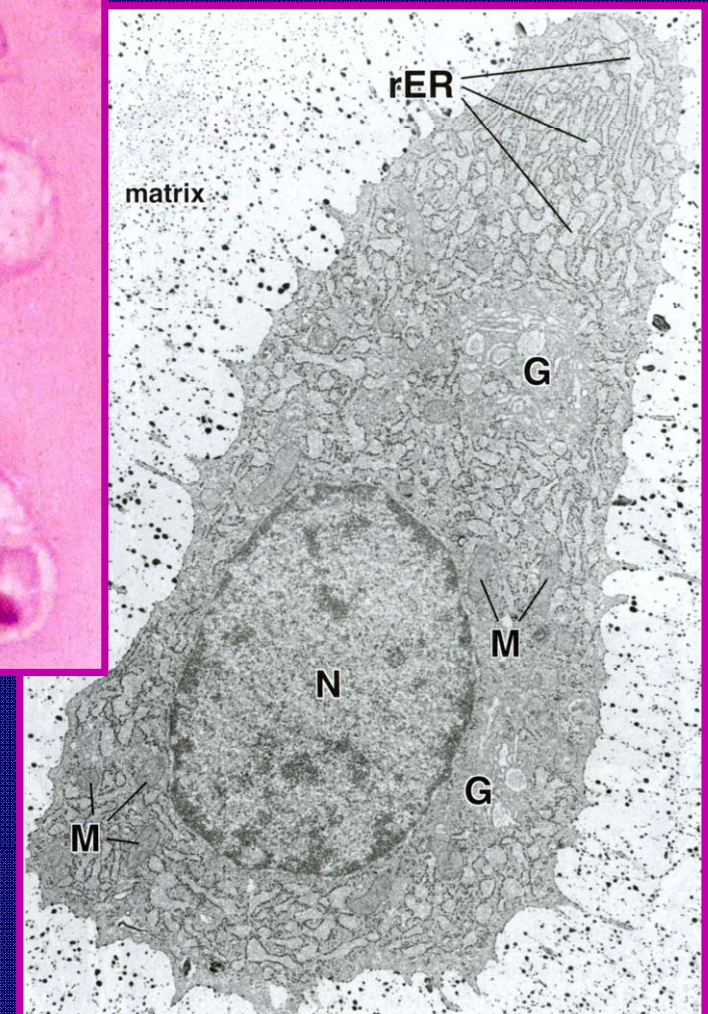
- συνδετικός-στηρικτικός ιστός
- **συμπαγής** αλλά **εύκαμπτος**
- υποστήριξη μαλακών ιστών
- εξασφάλιση ολισθηρής επιφάνειας για τις αρθρώσεις
- συμμετοχή στην ανάπτυξη και αύξηση των μακρών οστών



Κύτταρα χόνδρου

α. Χονδροβλάστες

- πρόδρομα κύτταρα του χόνδρου,
- υποστρόγγυλα κενοτοπιώδη κύτταρα που περιέχουν γλυκογόνο, λιπίδια και άφθονο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο

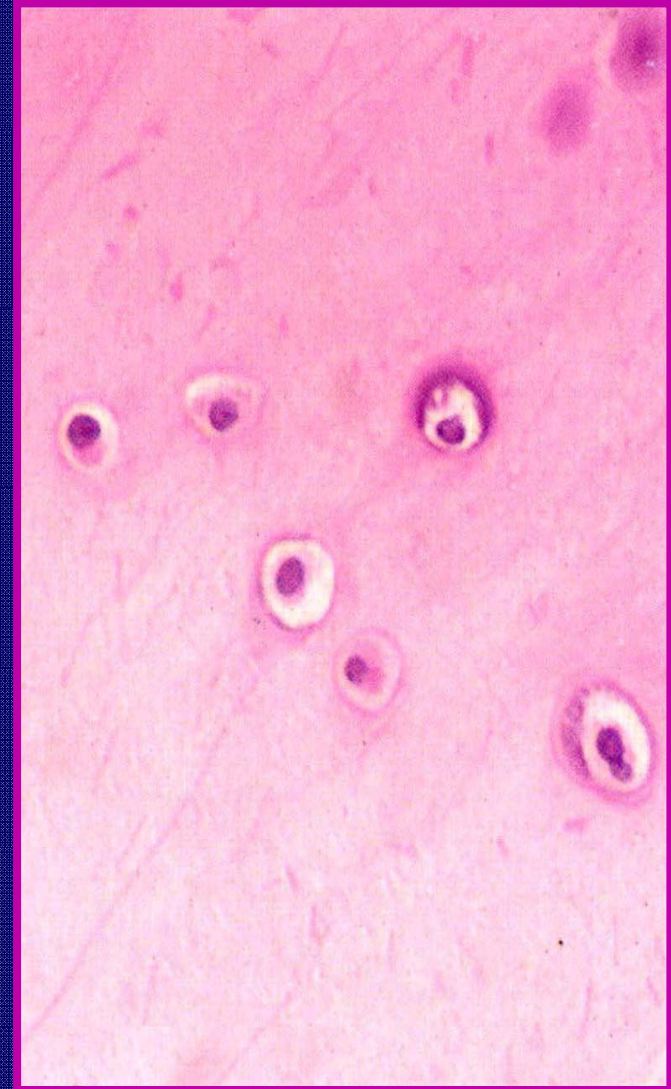


σύνθεση εξωκυττάριας ουσίας

β. Χονδροκύτταρα

- μικρότερα κύτταρα με βαθυχρωματικούς πυρήνες,
- λιγότερο βασεόφιλο κυτταρόπλασμα, με λιποσταγονίδια, γλυκογόνο, αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο.

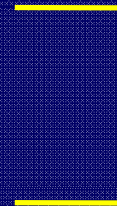
σύνθεση και συντήρηση της εξωκυττάριας ουσίας



Εξωκυττάρια ουσία

- γλυκοζαμινογλυκάνες

- υαλουρονικό οξύ
- θειική χονδροϊτίνη
- θειική κερατάνη



δέσμευση μορίων νερού



ενυδατωμένη θεμέλια ουσία

αντίσταση στις δυνάμεις συμπίεσης

- ινώδεις πρωτεΐνες

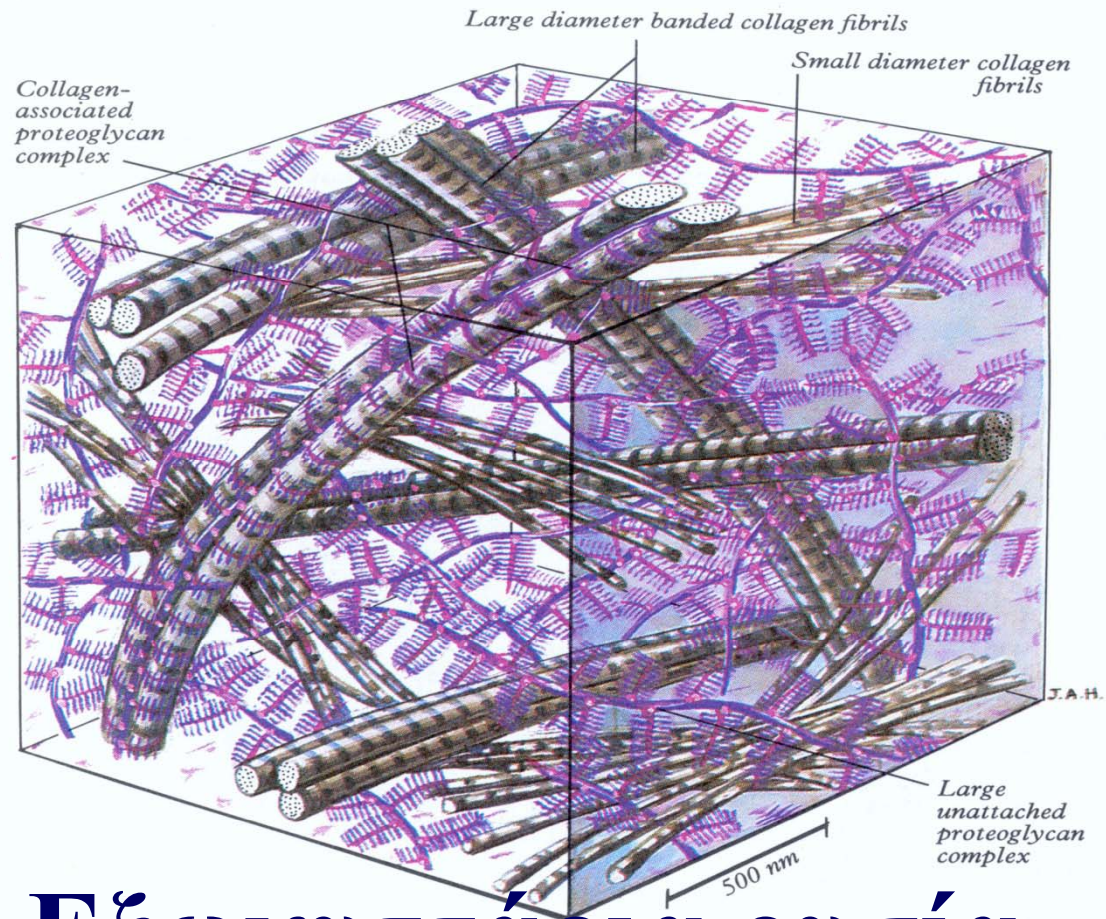
- κολλαγόνο τύπου I και II

μηχανική σταθερότητα,

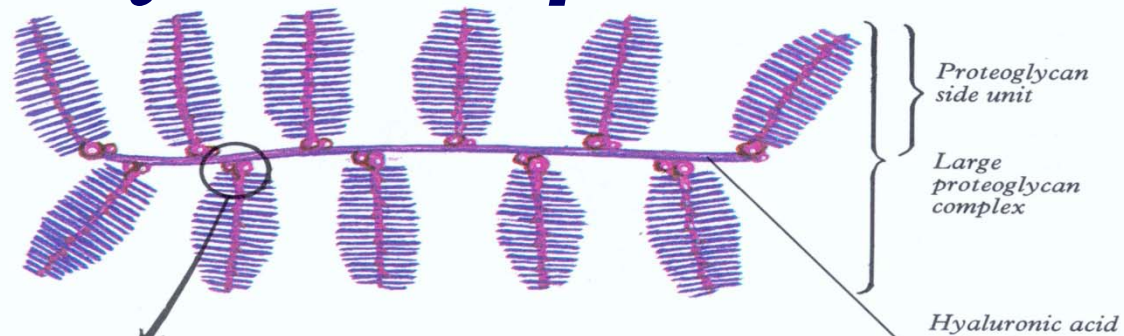
σύνδεση με γύρω συνδετικούς ιστούς

- γλυκοπρωτεΐνες

χονδρονεκτίνη, τεναςκίνη, ινονεκτίνη

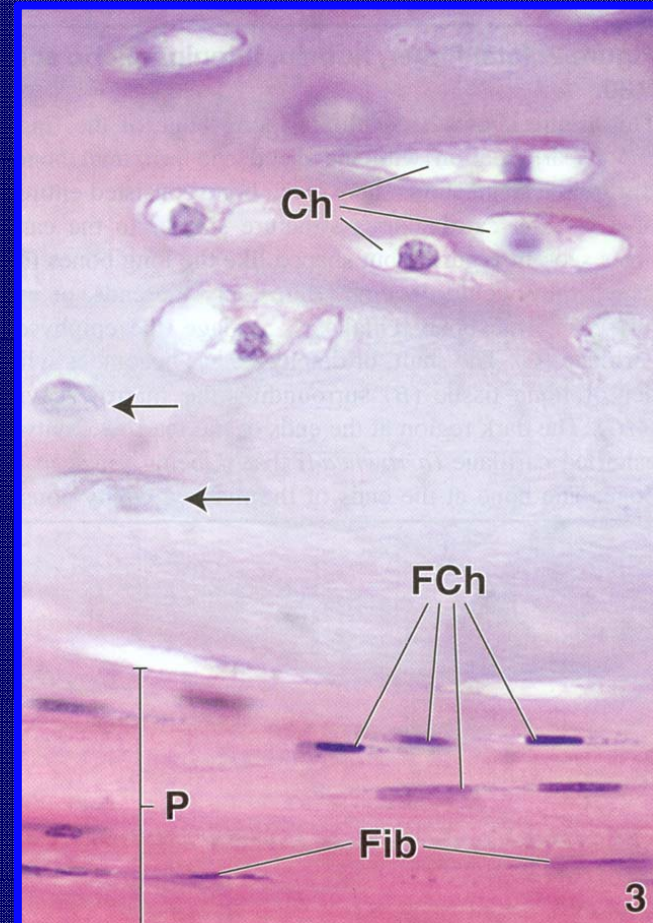


Εξωκυττάρια ουσία



Περιχόνδριο

- συνδετικός ιστός που περιβάλλει τον χόνδρο
- περιέχει ινοβλάστες που μπορούν να διαφοροποιηθούν σε **χονδροβλάστες** για το σχηματισμού νέου χόνδρου.



ο χόνδρος τρέφεται με διάχυση θρεπτικών ουσιών από το περιχόνδριο ή από το αρθρικό υγρό στις αρθρικές κοιλότητες.

Αύξηση του χόνδρου

- **αποθετική αύξηση**

διαφοροποίηση ινοβλαστών που βρίσκονται στο περιχόνδριο σε χονδροβλάστες

- **διάμεση αύξηση**

μιτωτικές διαιρέσεις προϋπαρχόντων χονδροκυττάρων → **ισογενείς ομάδες**

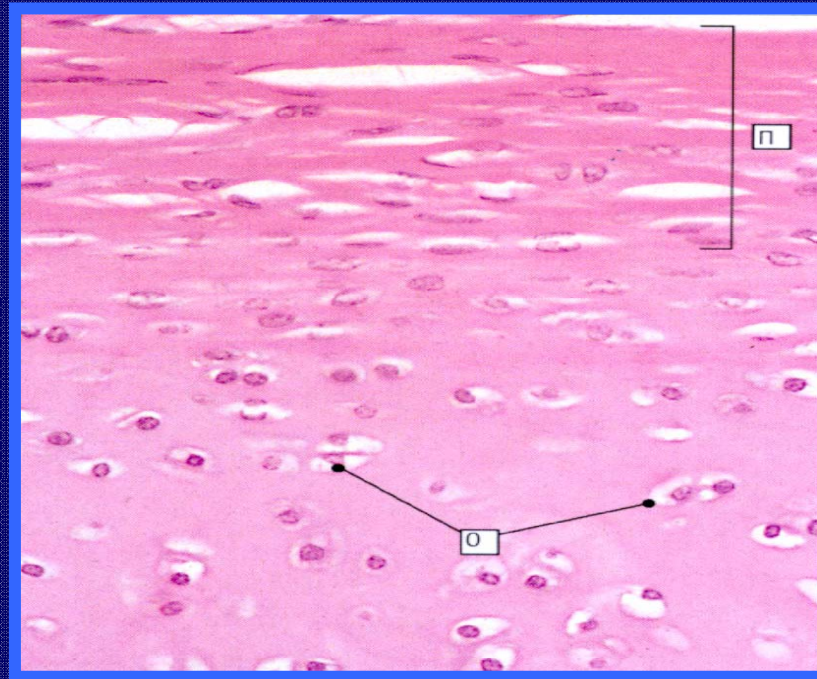
(πρώιμη φάση σχηματισμού του χόνδρου σε επιφυσιακούς δίσκους και αρθρικούς χόνδρους)

Είδη χόνδρου

- Υαλοειδής χόνδρος
- Ελαστικός χόνδρος
- Ινώδης χόνδρος

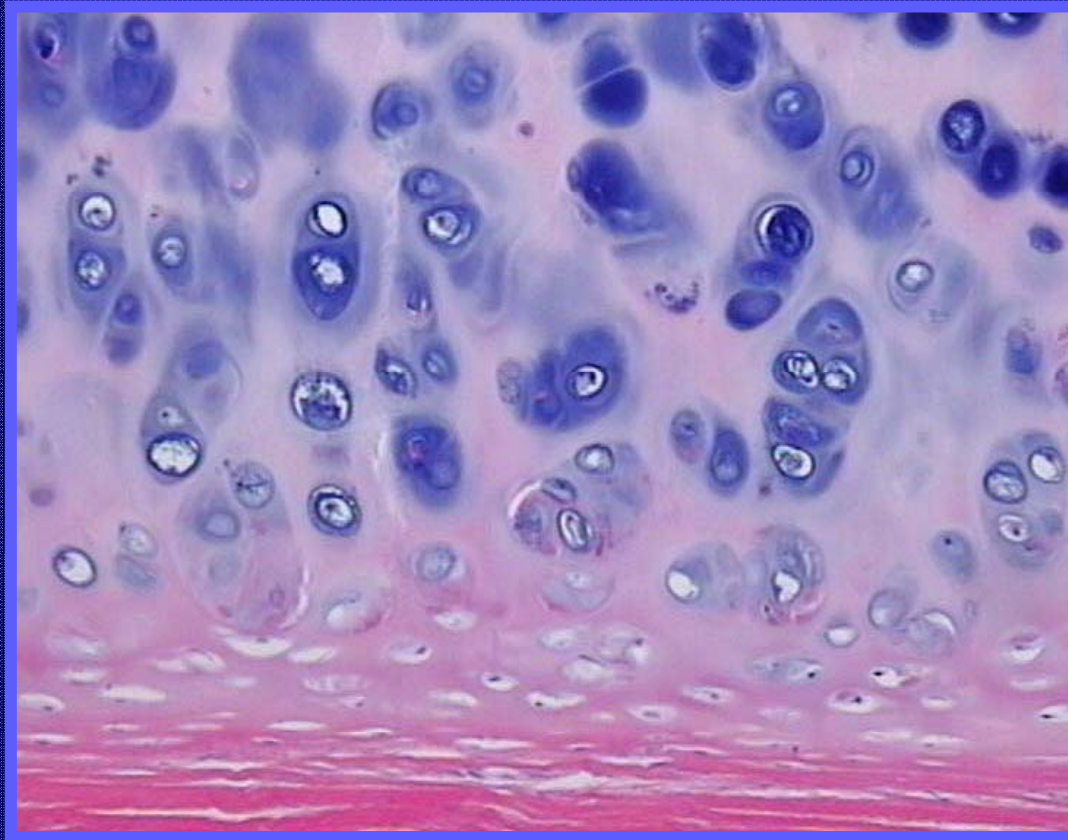
Οι διαφορές τους οφείλονται στο **είδος** και στην **αναλογία** των **συστατικών** της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας.

Υαλοειδής χόνδρος



- κολλαγόνο τύπου II, σαν διαπλεκόμενα λεπτά ινίδια
- πρωτεογλυκάνες και χονδρονεκτίνη

Υαλοειδής χόνδρος



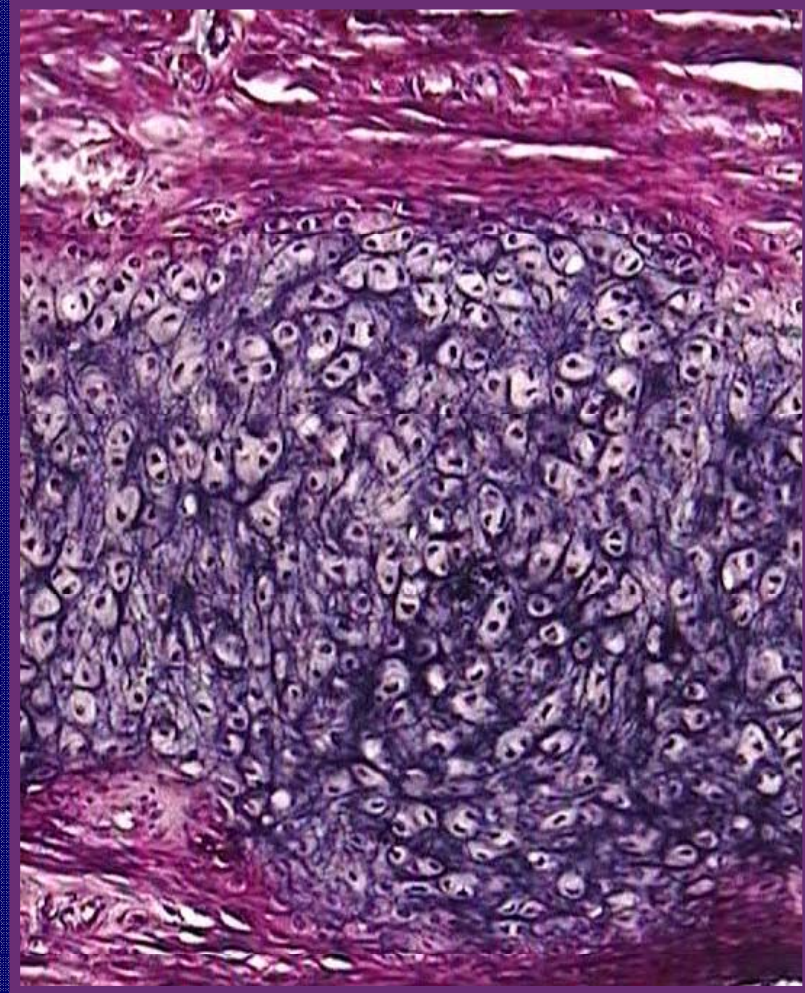
- περιχόνδριο με ινοβλάστες που διαφοροποιούνται σε χονδροβλάστες
- χονδροκύτταρα διατασσόμενα σε **ισογενείς ομάδες** στη διάμεση θεμέλια ουσία
- **περικυτταρική κάψα** θεμέλιας ουσίας

Υαλοειδής χόνδρος

- προσωρινός σκελετός κατά την εμβρυική ανάπτυξη
- επιφυσιτικός δίσκος μακρών οστών
- αρθρικές επιφάνειες αρθρώσεων
- στηρικτικός ιστός αναπνευστικής οδού

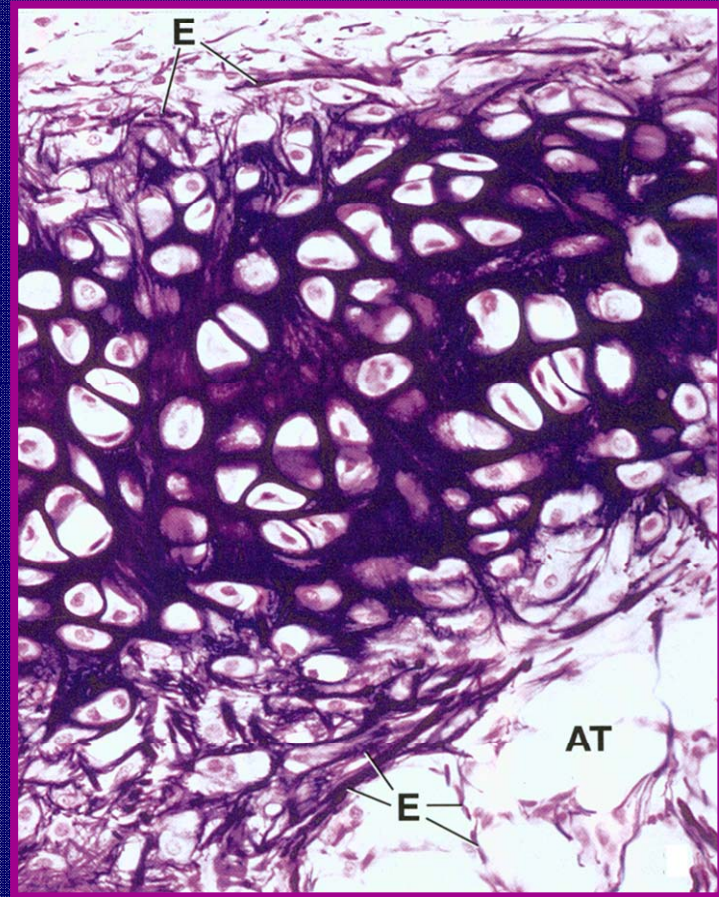
Ελαστικός χόνδρος

- κολλαγόνο τύπου II
- παρουσία **ελαστικών ινών** (ελαστικότητα και ευκαμψία)
- η δομική οργάνωση είναι ίδια με αυτή του υαλοειδούς χόνδρου

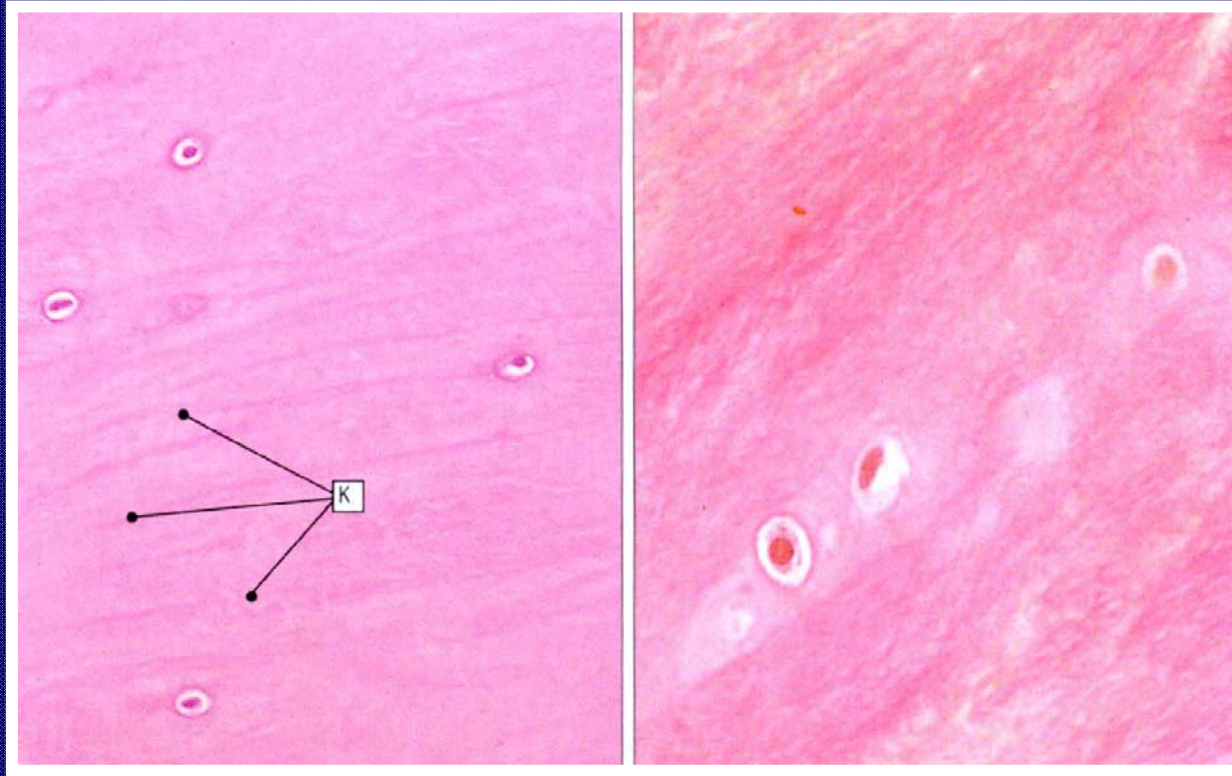


Ελαστικός χόνδρος

- πτερύγιο του αυτιού
- τοίχωμα έξω ακουστικού πόρου
- ευσταχιανή σάλπιγγα
- επιγλωττίδα λάρυγγα

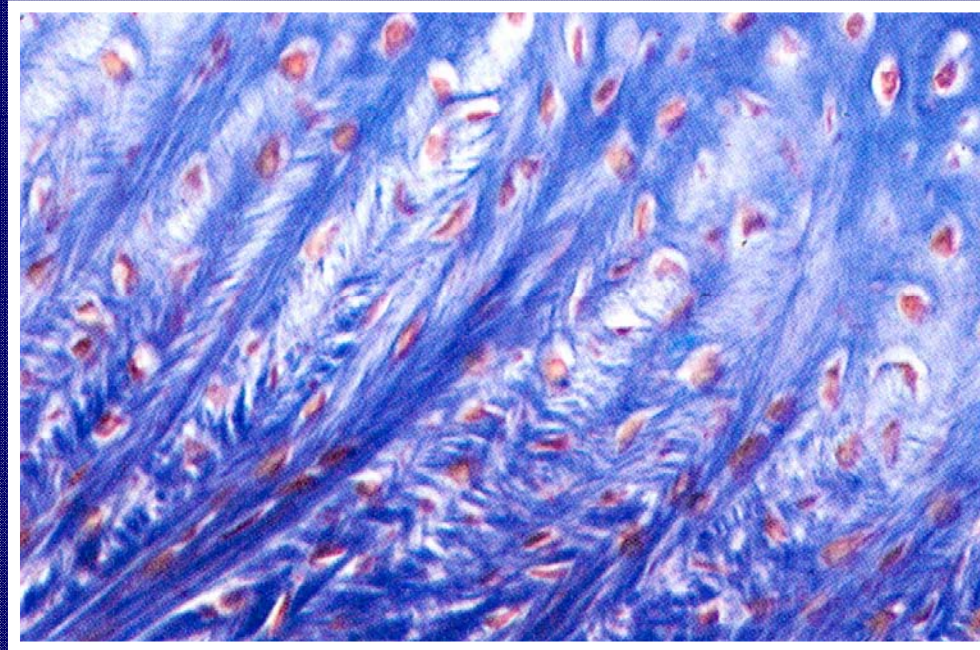


Ινώδης Χόνδρος



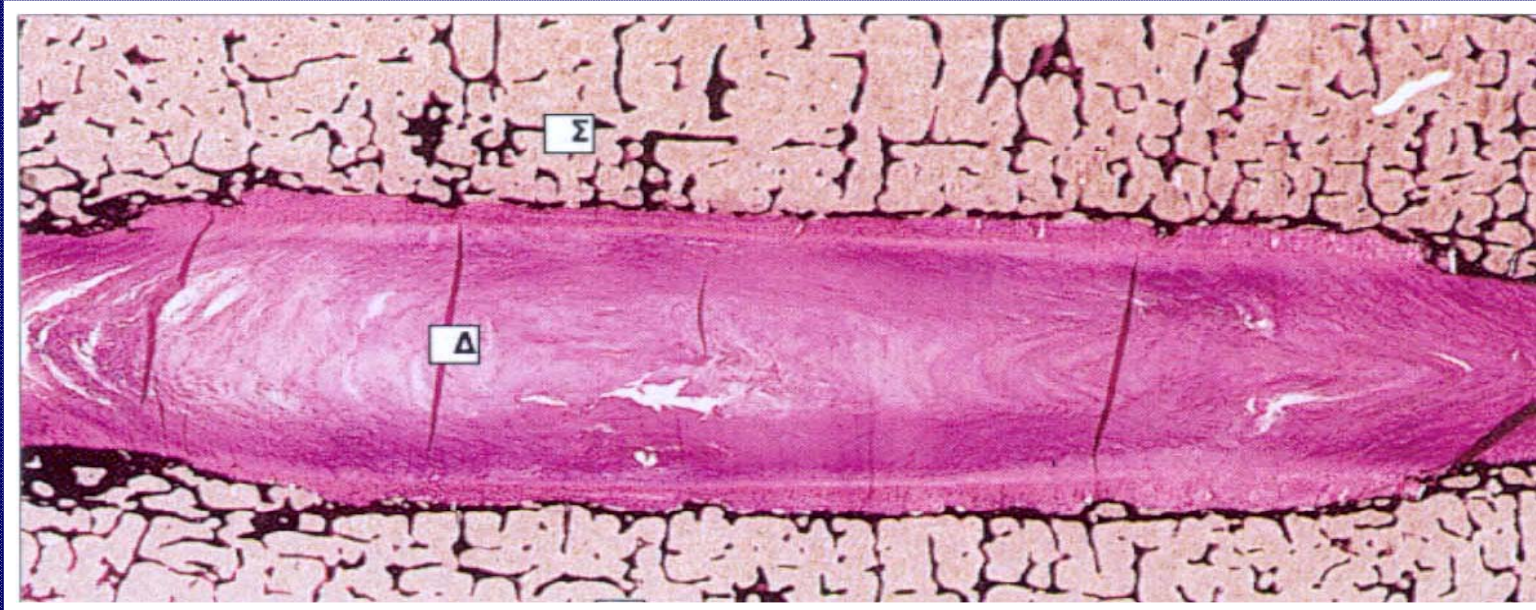
- εξωκυττάρια θεμέλια ουσία με αδρές κολλαγόνες ίνες
- κολλαγόνο τύπου I και II
- **δεν έχει** περιχόνδριο

Ινώδης Χόνδρος



- μεσοσπονδύλιοι δίσκοι
- προσφύσεις τενόντων στα οστά
- συγχονδρώσεις πλατέων οστών πυέλου

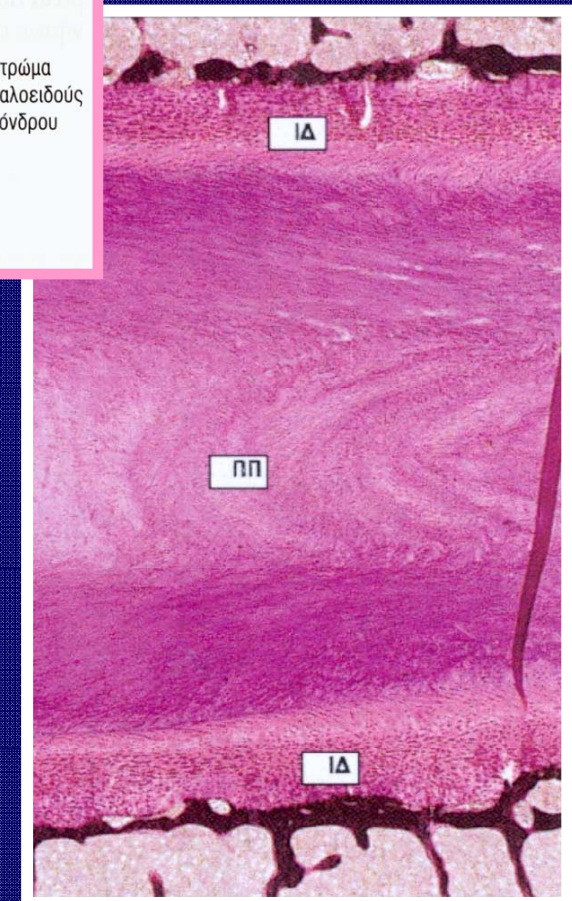
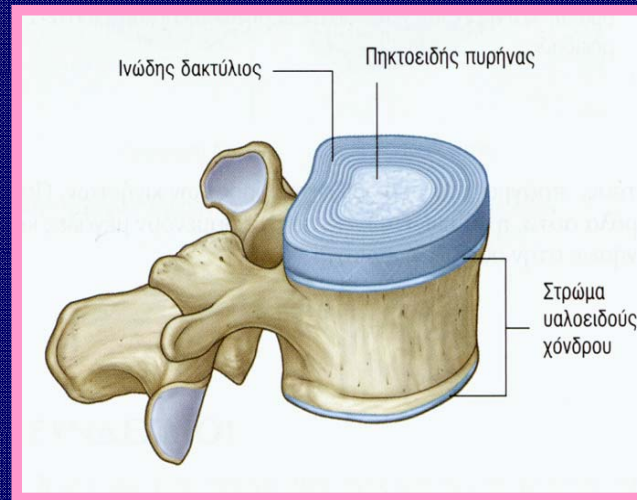
Μεσοσπονδύλιος δίσκος



- Παχιά στρώματα ελαστικής σύστασης.
- Απορροφούν τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των σωμάτων των σπονδύλων.
- Επιτρέπουν την σχετική κινητικότητα της σπονδυλικής στήλης.

Μεσοσπονδύλιος δίσκος

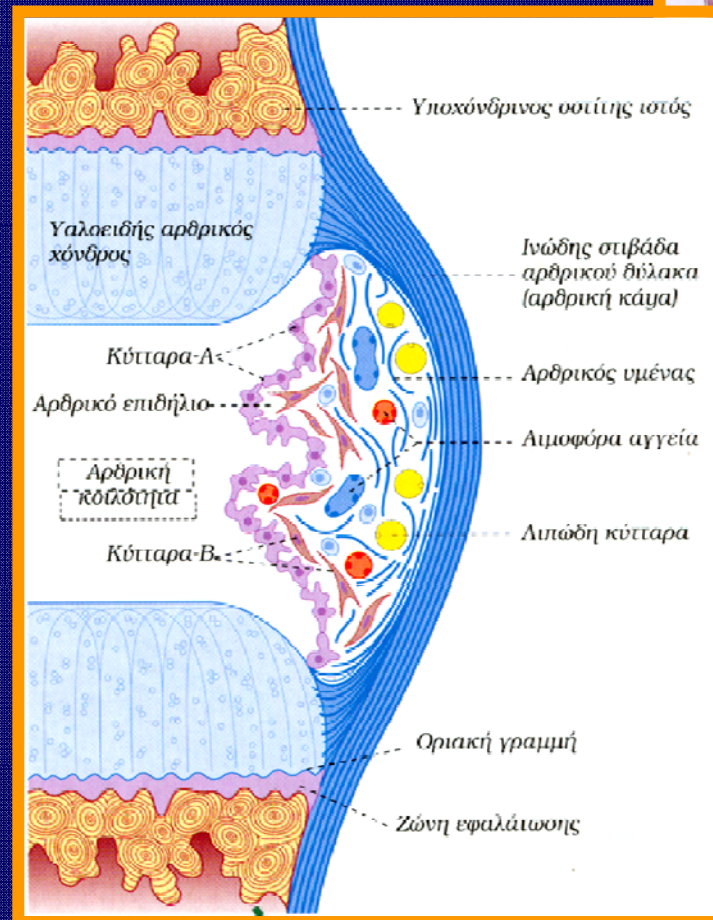
- **υαλοειδής χόνδρος**
- **ινώδης δακτύλιος** :
εξωτερικό δακτύλιο
κολλαγόνου και ινώδης
χόνδρος με πεταλιώδη
διάταξη
- **πηκτοειδής πυρήνας** :
κεντρική περιοχή με
ζελατινώδη ουσία
 - φυσσαλιδοφόρα
κύτταρα
 - θεμέλια ουσία



Διαρθρώσεις

Διαμόρφωση αρθρικής κοιλότητας :

- **σύνδεσμοι**
- **αρθρικός θύλακας :**
 - A.** ινώδη στιβάδα (αρθρική ινώδη κάψα)
 - B.** αρθρικός υμένας:
 - **αρθρικό επιθήλιο**
κύτταρα-A
 - **χαλαρός ινοκολλαγονώδης ιστός** με *κύτταρα-B*, λιποκύτταρα, σιτευτικά κύτταρα, μακροφάγα
- **αρθρικό υγρό**
 - υαλουρονικό οξύ, γλυκοπρωτεΐνες, λίγα λευκοκύτταρα



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

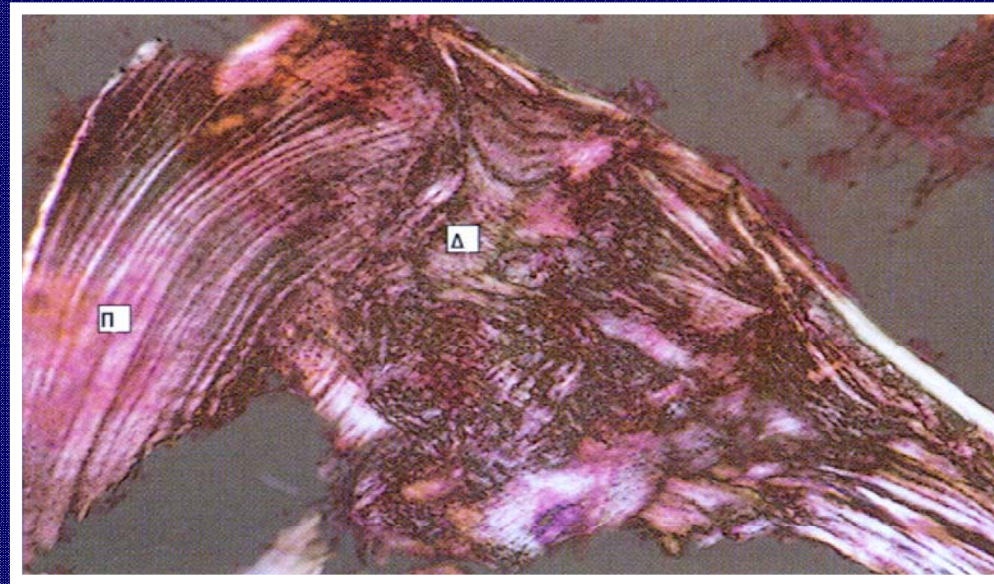
- **οργανική** εξωκυττάρια ουσία :
οστεοειδές
(κολλαγόνο τύπου I,
γλυκοζαμινογλυκάνες,
γλυκοπρωτεΐνες)
- **ανόργανη** εξωκυττάρια ουσία :
κυρίως **άλατα υδροξυαπατίτη**

Οστεοειδές

Το οργανικό μέρος του οστού

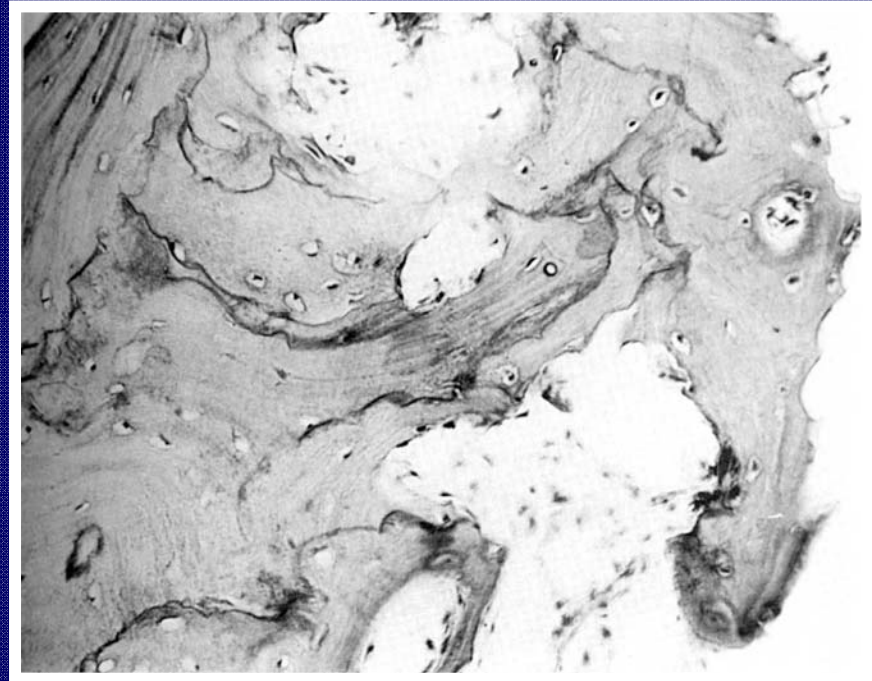
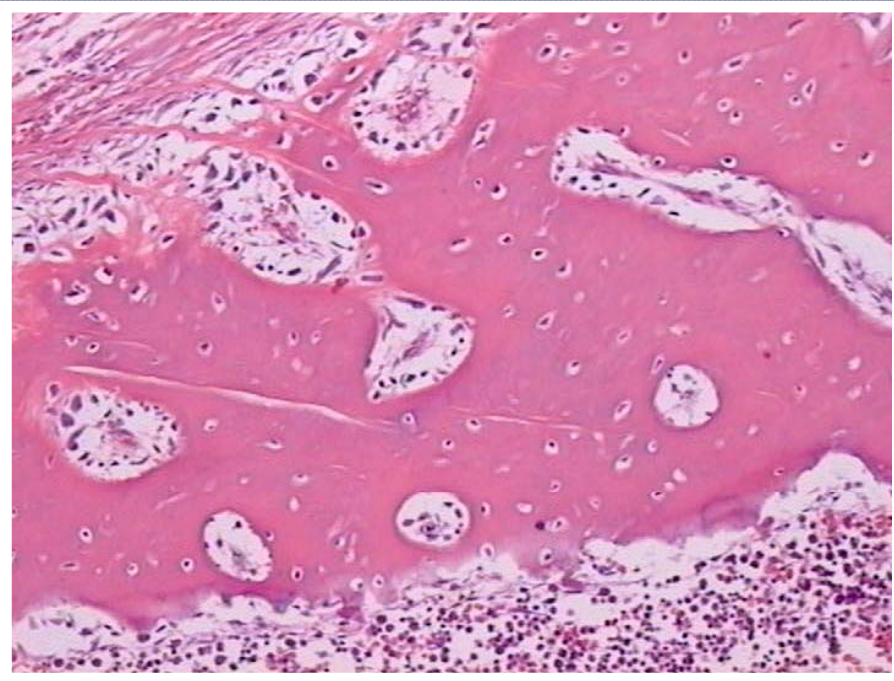
- **90% κολλαγόνο τύπου I :**
πολυμερές τριπλής έλικας τριών πολυπεπτιδικών α-αλύσων,
ελλατωματικό κολλαγόνο: εύθραυστα οστά (ατελής οστεογένεση)
- **γλυκοζαμινογλυκάνες**
υαλουρονικό οξύ
θειική χονδροϊτίνη
θειική κερατάνη
- **γλυκοπρωτεΐνες**
οστεοκαλσίνη → **δέσμευση αλάτων Ca**
οστεονεκτίνη
οστεοποντίνη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

Μορφές οστίτη ιστού



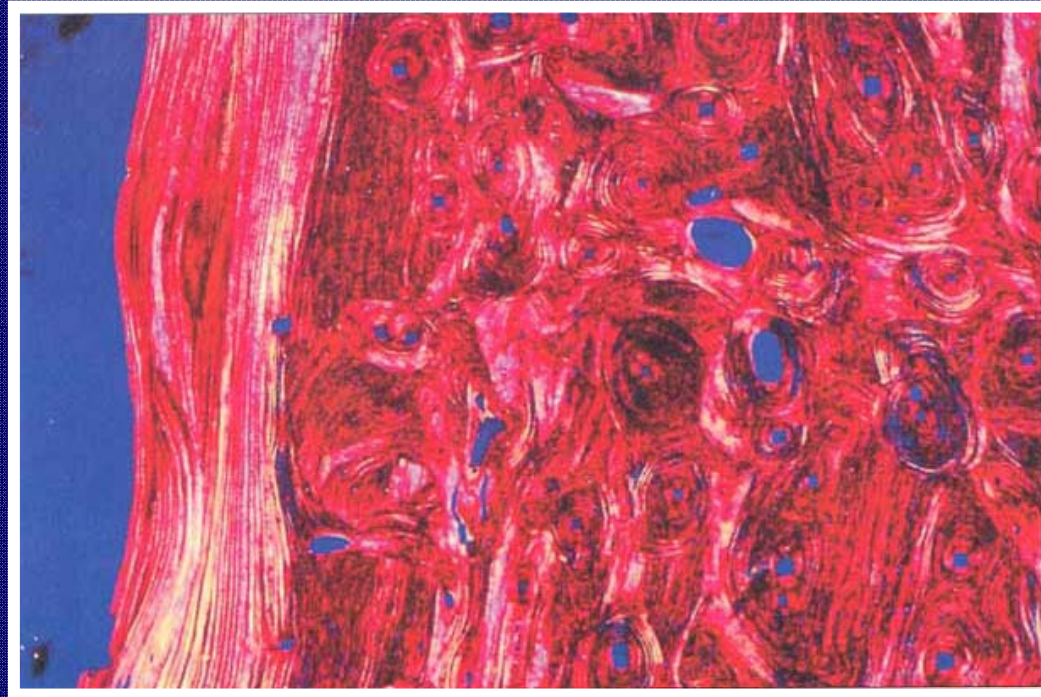
- **Δικτυωτό (πρωτογενές):** τυχαία διάταξη ινών κολλαγόνου, λιγότερα ανόργανα άλατα, περισσότερα οστεοκύτταρα ⇒ **μειωμένη μηχανική ισχύ**
- **Πεταλιώδες (δευτερογενές)** παράλληλη διάταξη κολλαγόνου σε πετάλια ⇒ **μηχανική ισχύ**

Δικτυωτό οστό



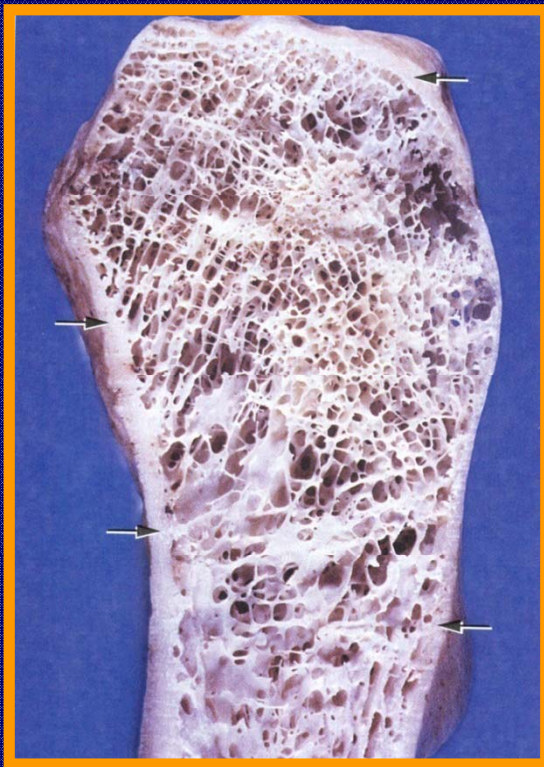
- Στους ενήλικες, δικτυωτό οστό σχηματίζεται σε κατάγματα, όπου σταδιακά αντικαθίσταται από πεταλιώδες
- Το δικτυωτό οστό παραμένει στη νόσο του Paget.

Πεταλιώδες οστό

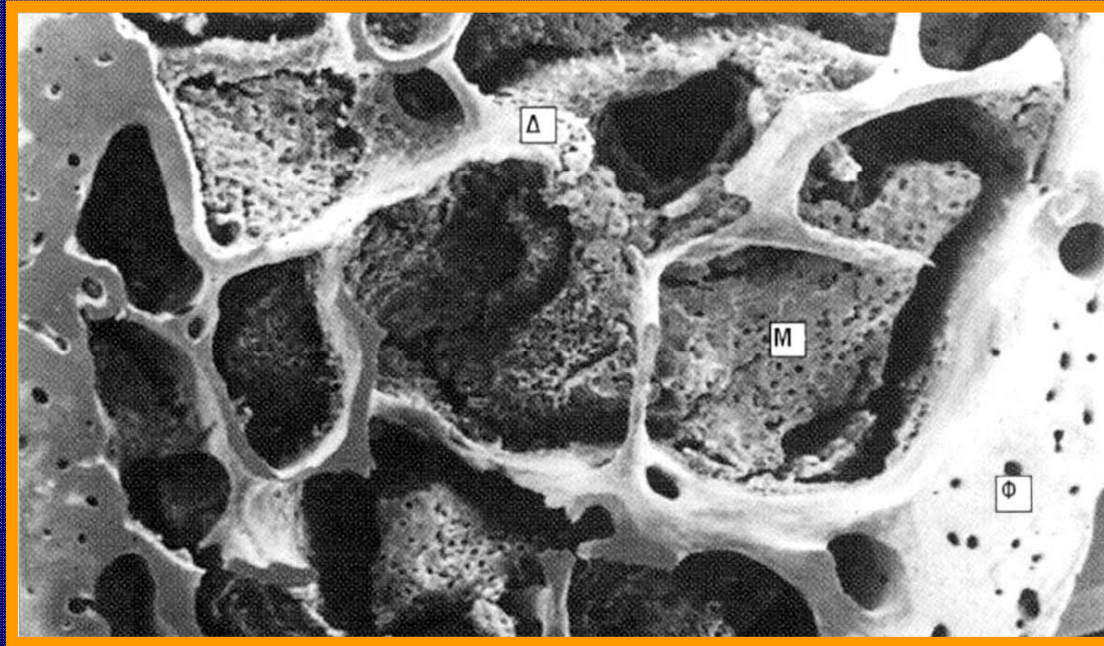


πετάλια κολλαγόνου **παράλληλα** διατεταγμένα μεταξύ τους ή **συγκεντρικά** γύρω από αγγειακούς άξονες ⇒ **οστεώνες ή συστήματα Havers**

Αρχιτεκτονική δομή του οστού

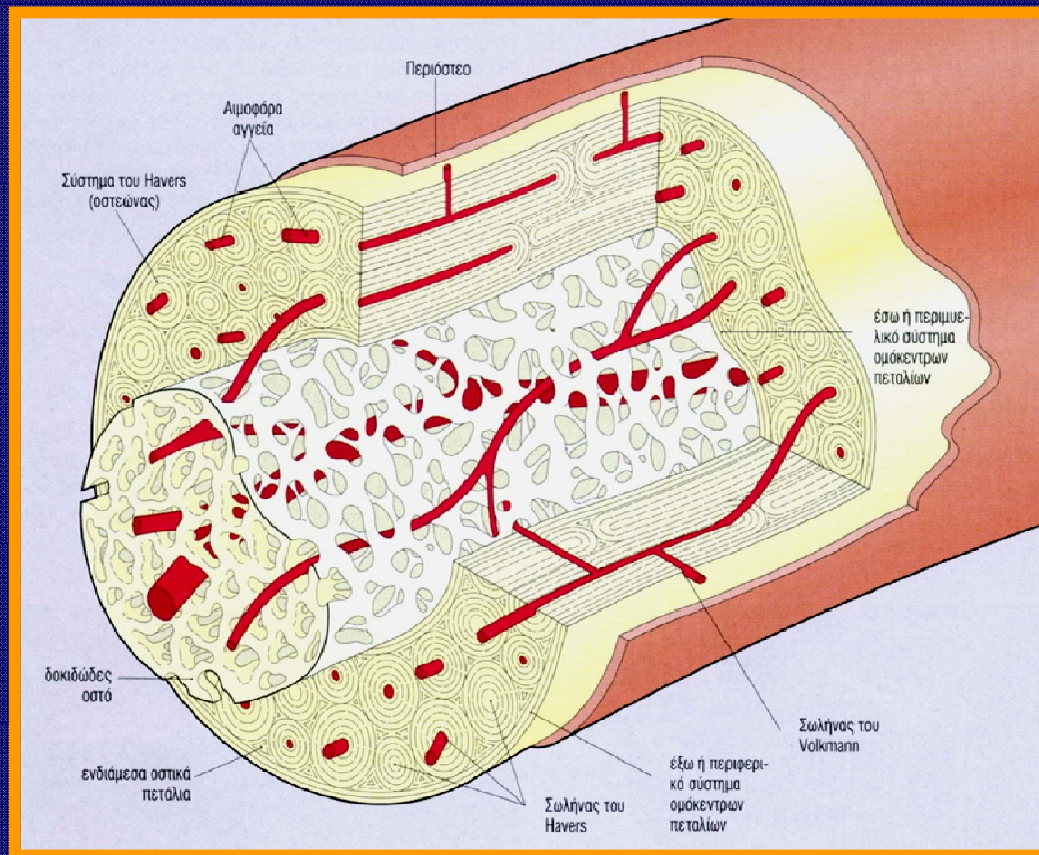


- **εξωτερική φλοιώδης ή συμπαγής ζώνη:**
άκαμπτο εξωτερικό περίβλημα, αντίσταση σε δυνάμεις παραμόρφωσης
- **εσωτερική δοκιδώδης ή σπογγώδης ζώνη:**
ισχυροποίηση οστού, λειτουργεί σαν σύστημα εσωτερικών στηριγμάτων



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:

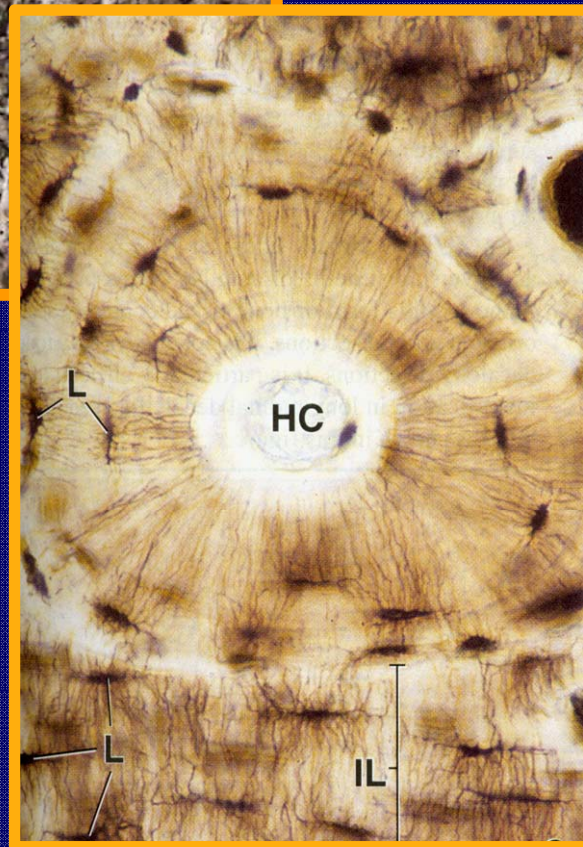
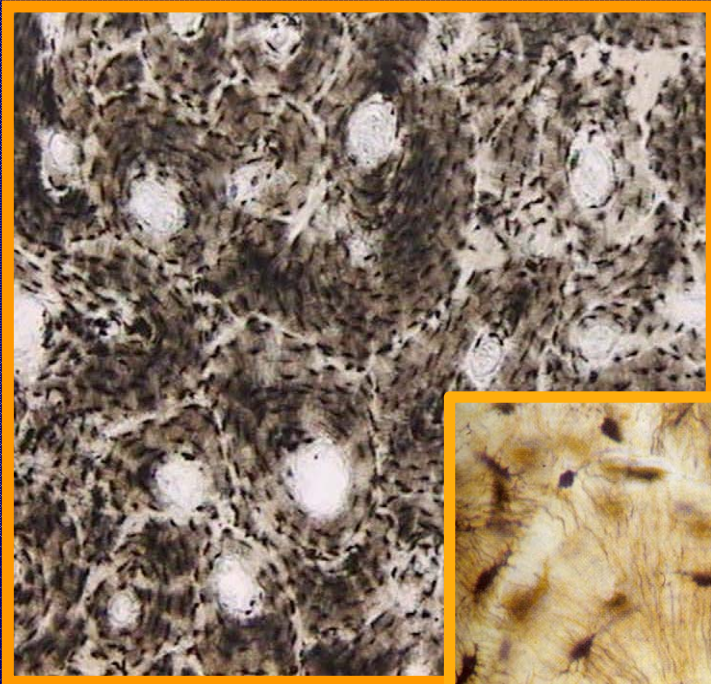
- καταλαμβάνεται από συστήματα του Havers.
- διάμεσα οστικά πετάλια
- περιμυελικό σύστημα ομόκεντρων πεταλίων
- περιφερικό σύστημα ομόκεντρων πεταλίων

Δοκιδώδης ή σπογγώδης ζώνη

Ενδόστεο: στιβάδα οστεοπρογονικών κυττάρων που επενδύουν

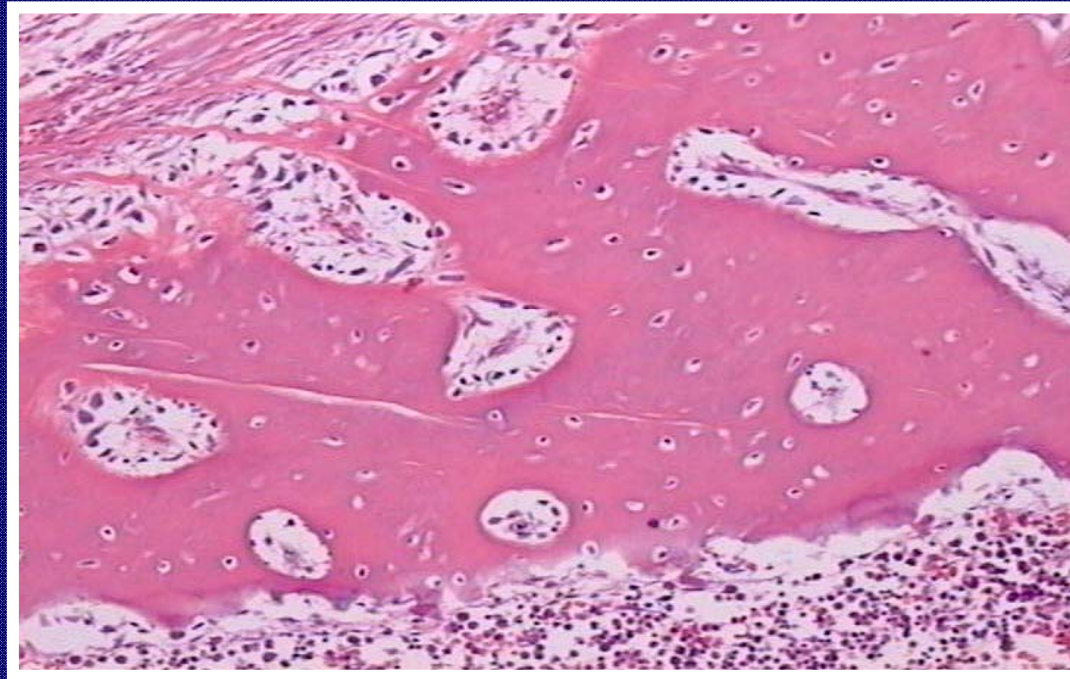
- εσωτερικά τον σωλήνα του Havers
- την εσωτερική επιφάνεια του φλοιώδους οστού
- τις εξωτερικές επιφάνειες των οστικών δοκίδων

Οστεώνας ή σύστημα Havers



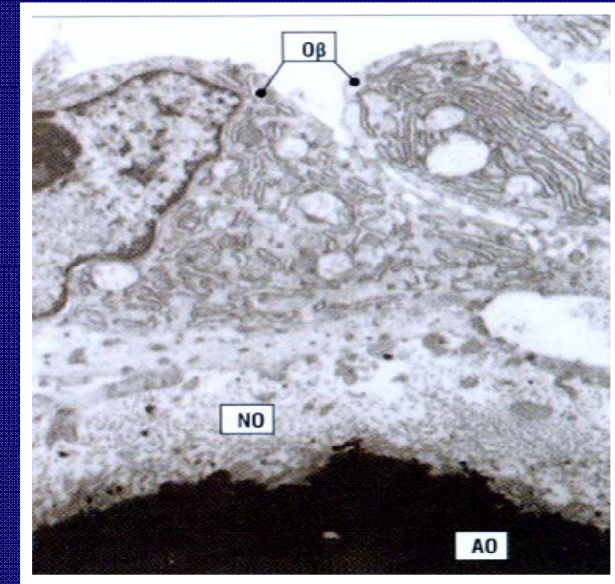
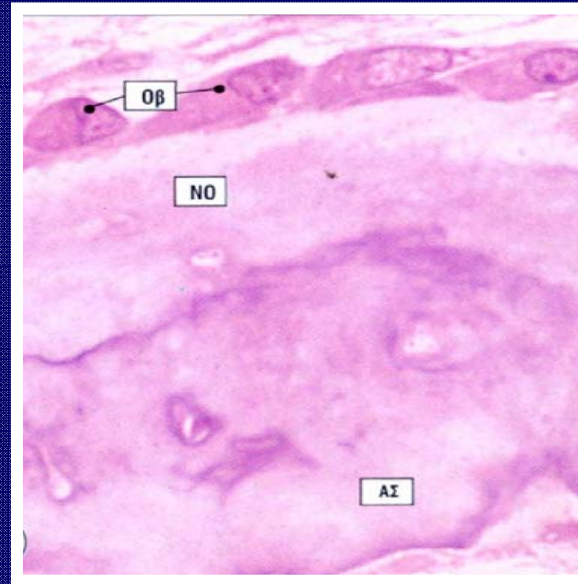
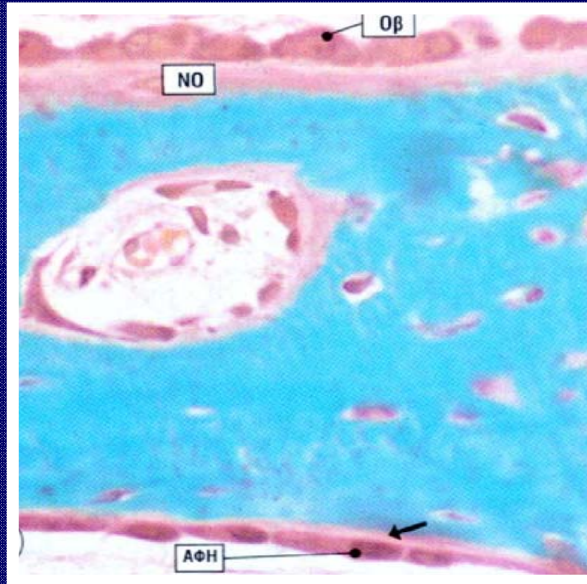
- **συγκεντρικά οστικά πετάλια** με οστεοκύτταρα σε **βοθρία** που επικοινωνούν με **κυτταροπλασματικές αποφυάδες** που διατρέχουν τα **οστικά σωληνάκια**
- **σωλήνας του Havers** : αιμοφόρα αγγεία, λεμφαγγεία, νεύρα

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)

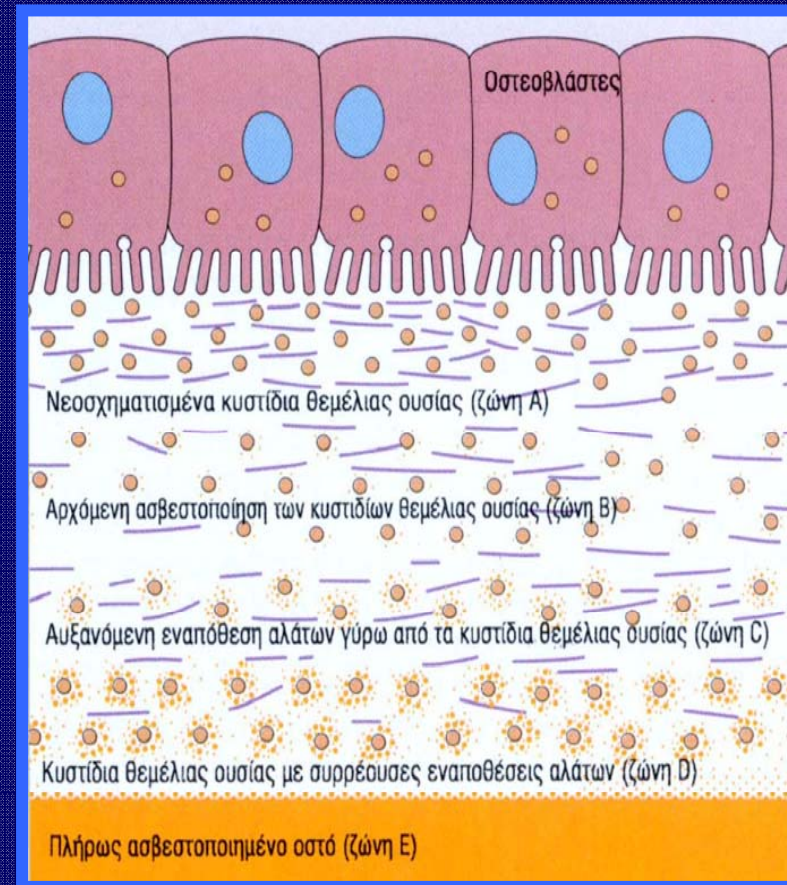
Ασβεστοποίηση οστεοειδούς

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^-

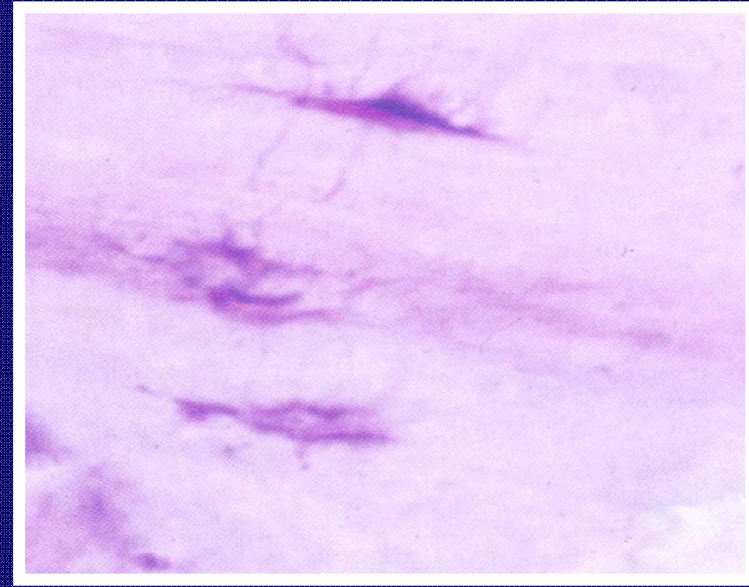
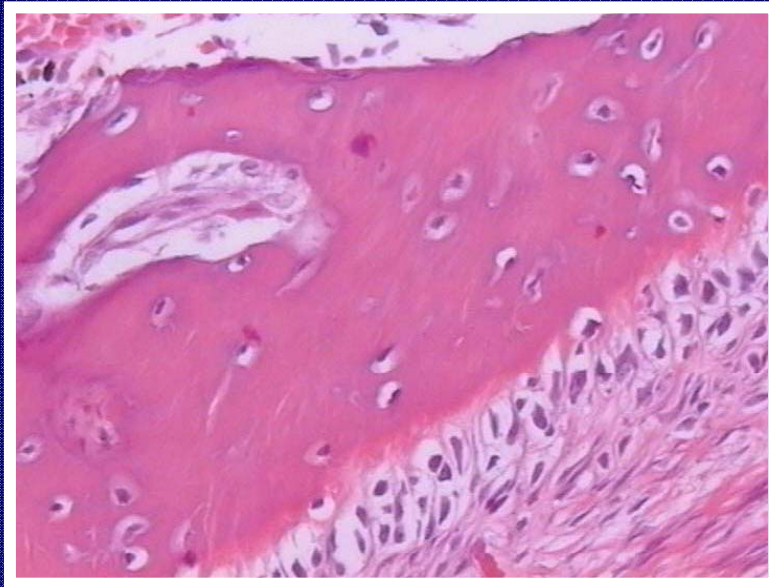


δημιουργούν τους πυρήνες εναπόθεσης υδροξυαπατίτη [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$]



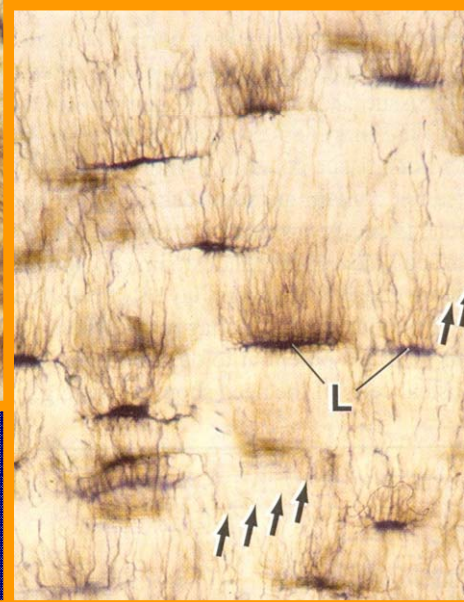
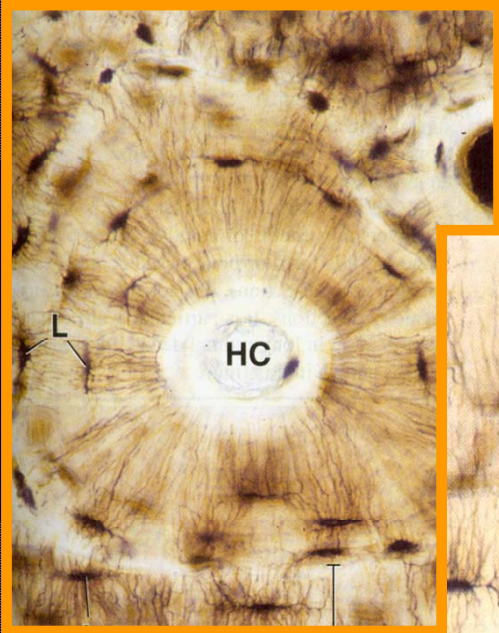
Σε φυσιολογικούς ρυθμούς οστεογένεσης, η ασβεστοποίηση γίνεται λίγο μετά το σχηματισμό νέου οστεοειδούς.

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 δε περιπτώσεις απορροφούν οστέινη ουσία (οστεοκυτταρική οστεόλυση)

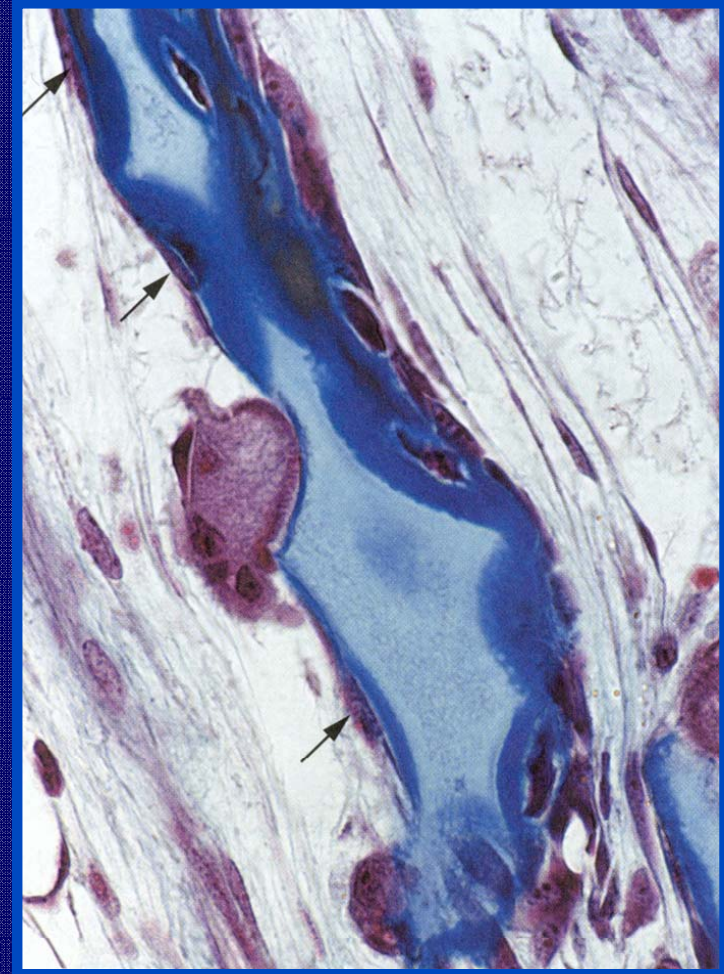
Οστεοκύτταρα



- αλληλοσυνδέονται με κυτταροπλασματικές αποφυάδες μέσω οστικών σωληνίσκων
- επιτρέπουν την επικοινωνία των οστεοκυττάρων με:
 - γειτονικά κύτταρα
 - εξωτερική και εσωτερική επιφάνεια του οστού
 - αιμοφόρα αγγεία

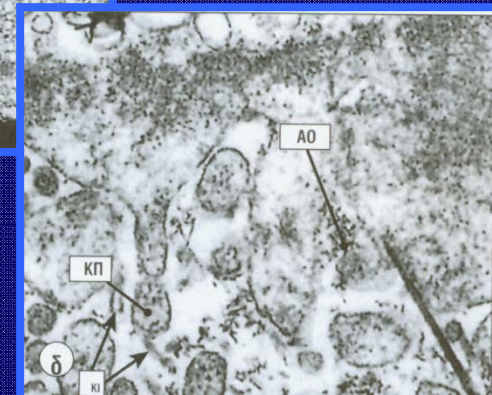
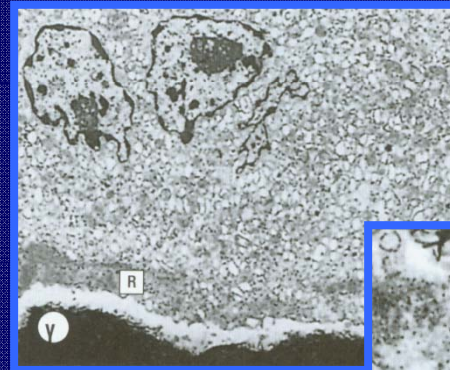
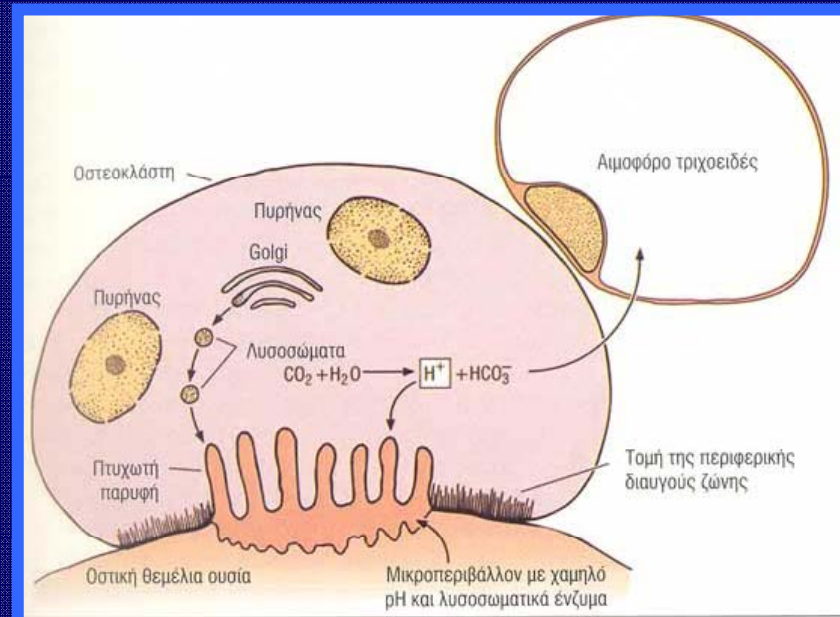
Οστεοκλάστες

- 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



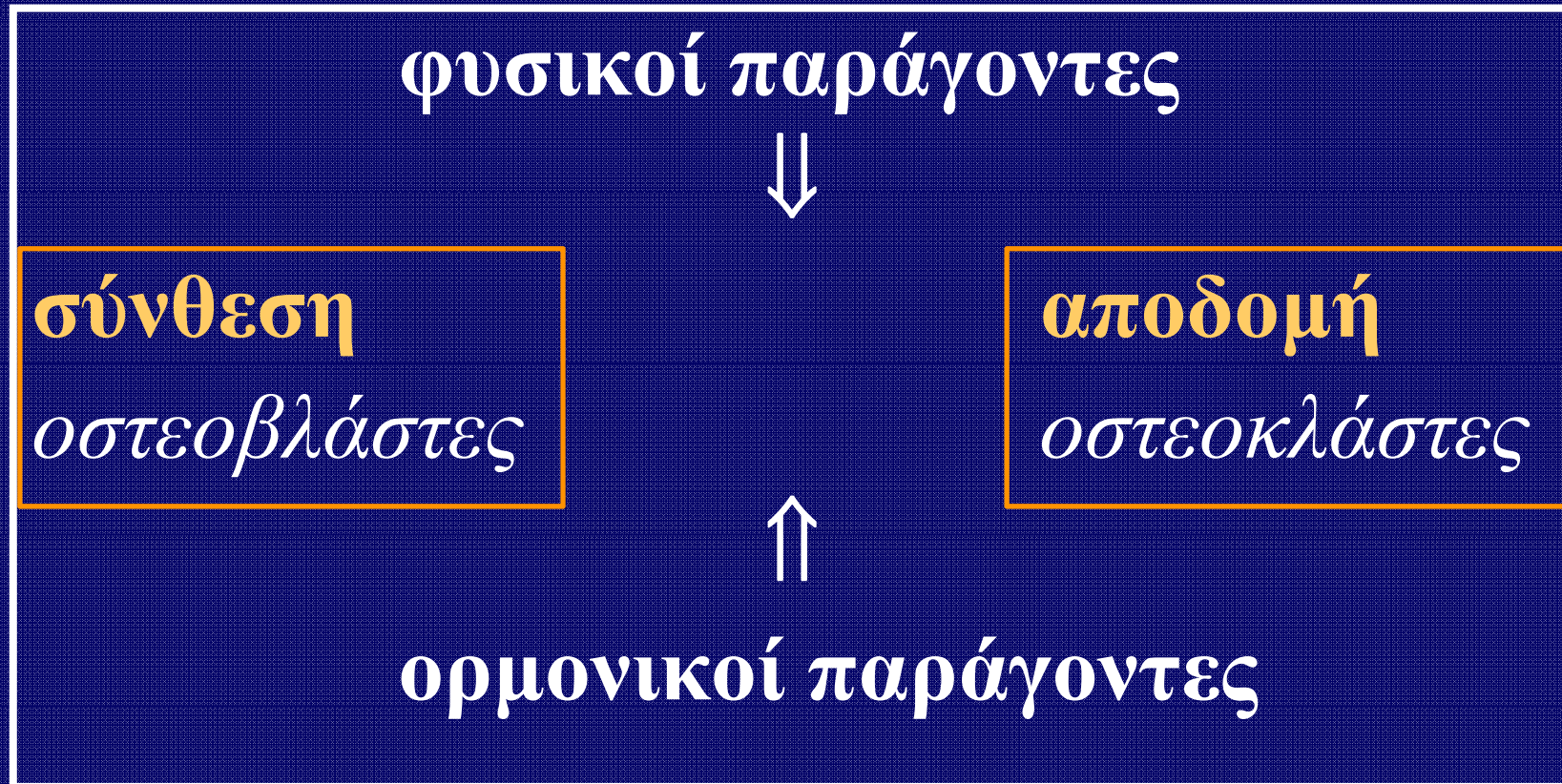
Απορρόφηση οστού

- 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 περιχαράκνει 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**.

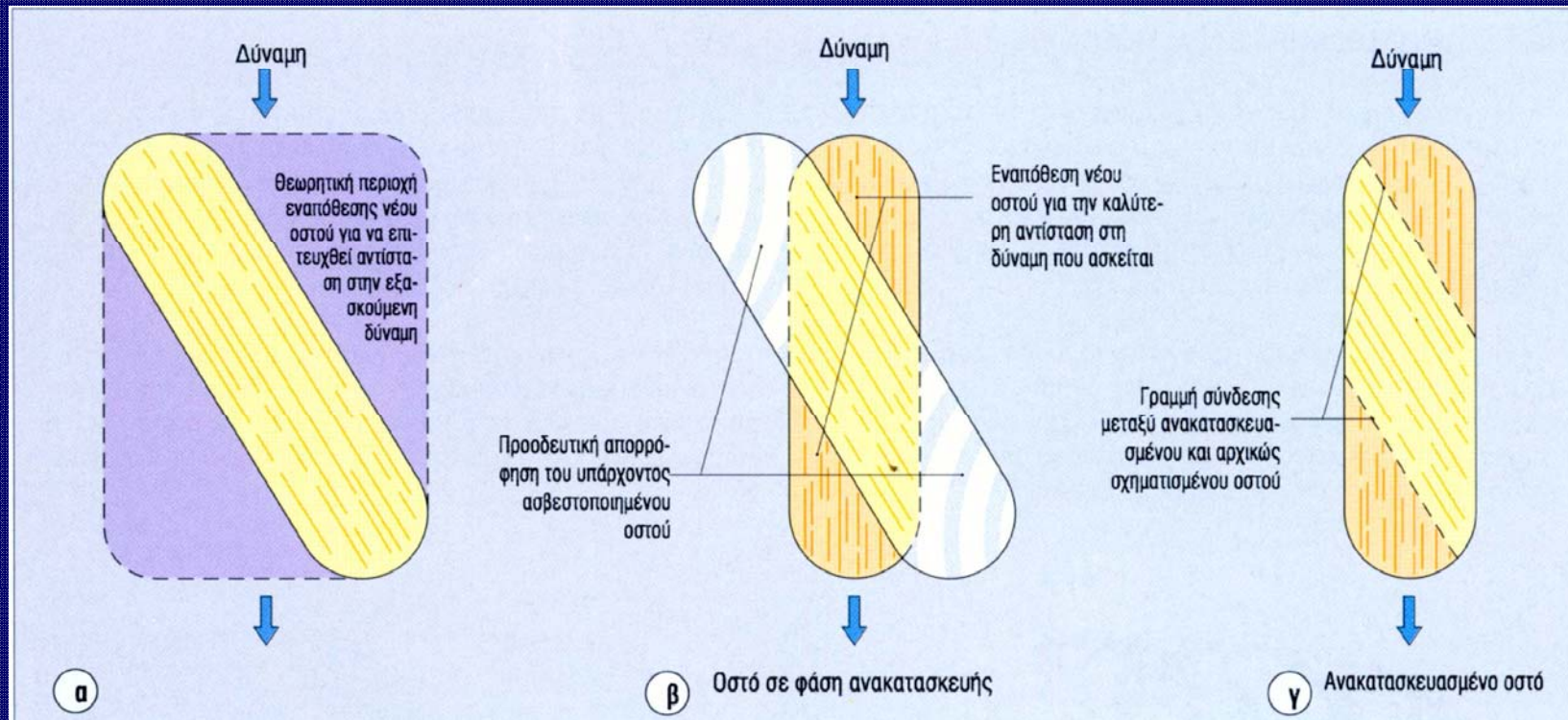


Αναδόμηση οστού I.

Ο οστίτης ιστός αναδομείται συνεχώς.



Αναδόμηση οστού II.



Εμβρυικός σχηματισμός νέου οστού

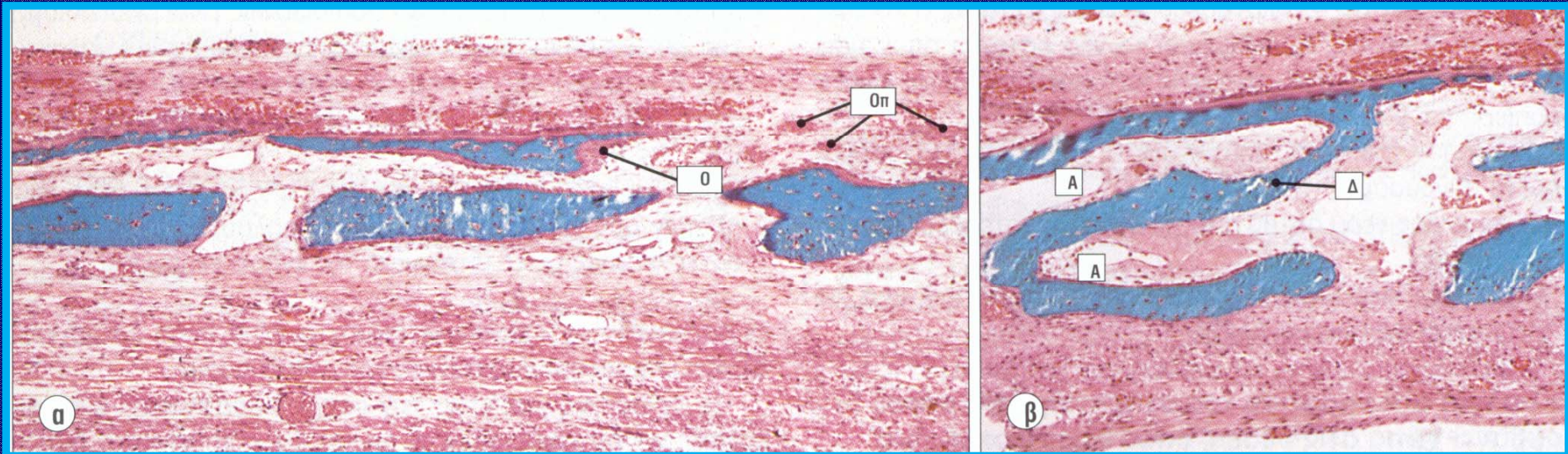
- **ενδομεμβρανώδης οστεοποίηση:**

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

- **ενδοχόνδρια οστεοποίηση:**

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

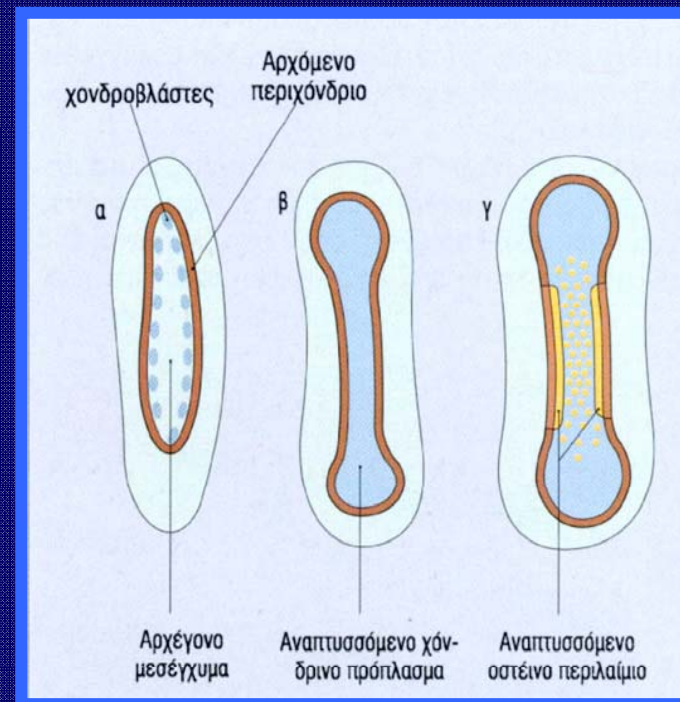
Ενδομεμβρανώδης οστεοποίηση



- 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 ιστού.

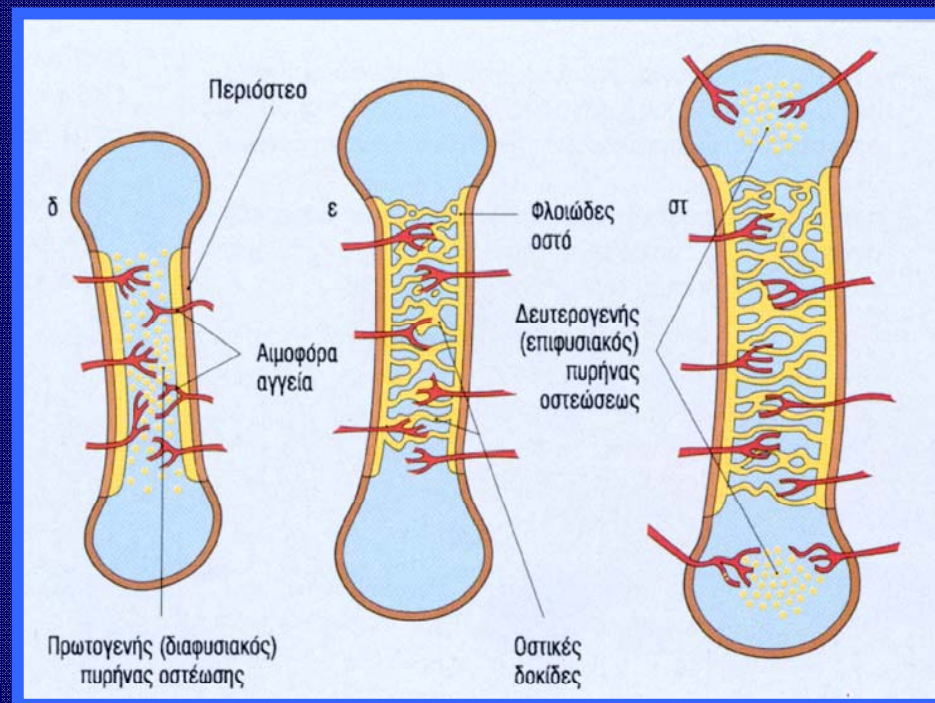
Ενδοχόνδρια οστεοποίηση Ι.

- χόνδρινο πρόπλασμα οστού από **υαλοειδή χόνδρο** με περιφερική τοποθέτηση χονδροβλαστών → **περιχόνδριο**. Κατά **μήκος αύξηση** μέσω **διάμεσης ανάπτυξης**, κατά **πλάτος αύξηση** 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**.



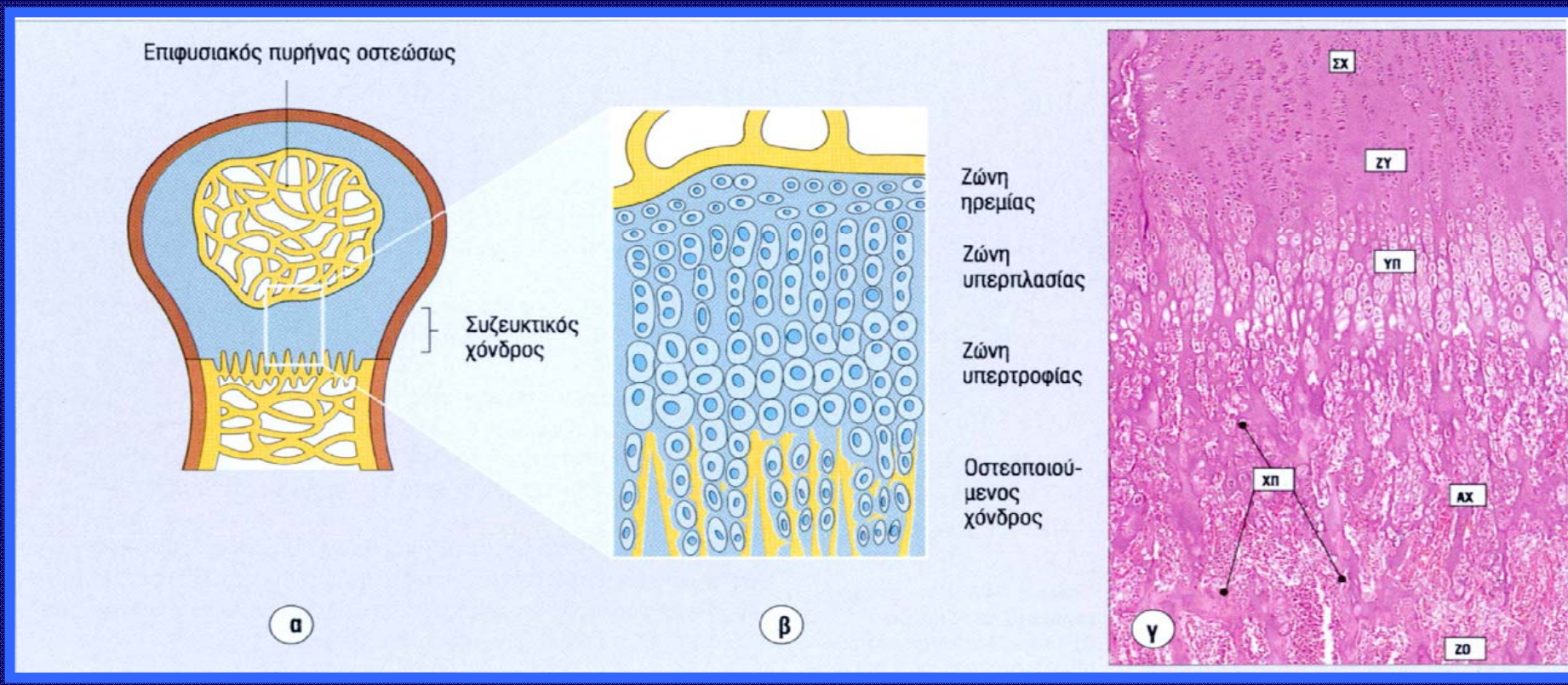
Ενδοχόνδρια οστεοποίηση II.

- 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 στο κέντρο κάθε επίφυσης, μέσω αγγείων → οστεοβλάστες → **δευτερογενείς πυρήνες οστέωσης.**



Ενδοχόνδρια οστεοποίηση III.

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



Συζευκτικός χόνδρος

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

