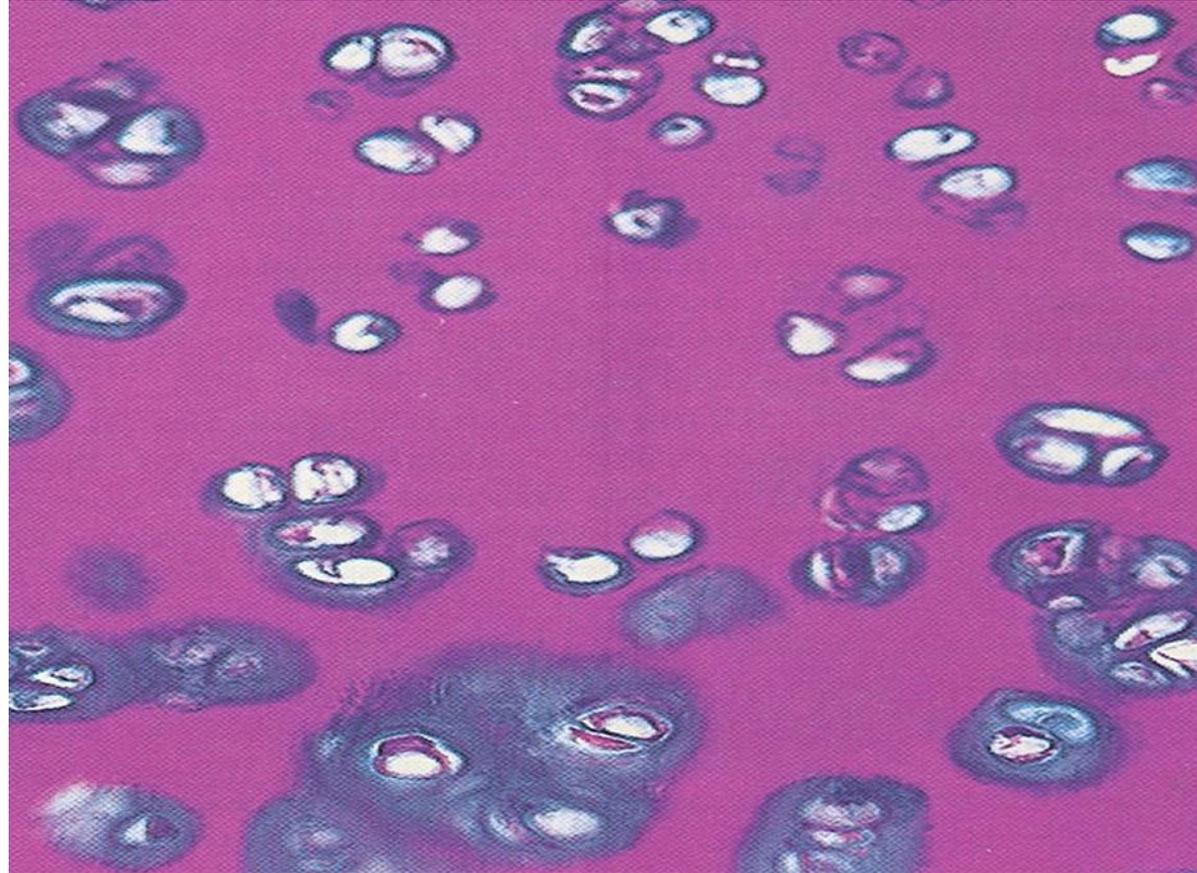


IL TESSUTO CARTILAGINEO

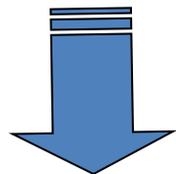


Tessuto connettivo specializzato, con funzione di sostegno meccanico

CARTILAGINE

CELLULE
(Condroblasti e
condrociti)

**MATRICE
EXTRACELLULARE**
densa e compatta



**RIVESTIMENTO DI
T.CONNETTIVO FIBROSO**
(eccetto SUPERFICI ARTICOLARI e
CARTILAGINE FIBROSA)

PERICONDRIO

PRIVA DI VASI E NERVI:
limitate capacità di rigenerazione

DIFFUSIONE nutrienti
ATTRAVERSO LA
MATRICE GELIFICATA
(Spessore limitato)

LA CARTILAGINE COSTITUISCE:

- *LO SCHELETRO DELL'EMBRIONE*
- *NEL PERIODO DI ACCRESCIMENTO, LE PIASTRE EPIFISARIE DELLE OSSA LUNGHE*
- *NELL'ADULTO:*
 - * *LE SUPERFICI ARTICOLARI DELLE OSSA*
 - * *ALCUNE PARTI DELLO SCHELETRO: CARTILAGINE COSTALE, SCHELETRO DEGLI ORGANI DELLE VIE RESPIRATORIE MENISCHI, DISCHI INTERVERTEBRALI, SINFISI PUBICA, ORECCHIO ESTERNO*

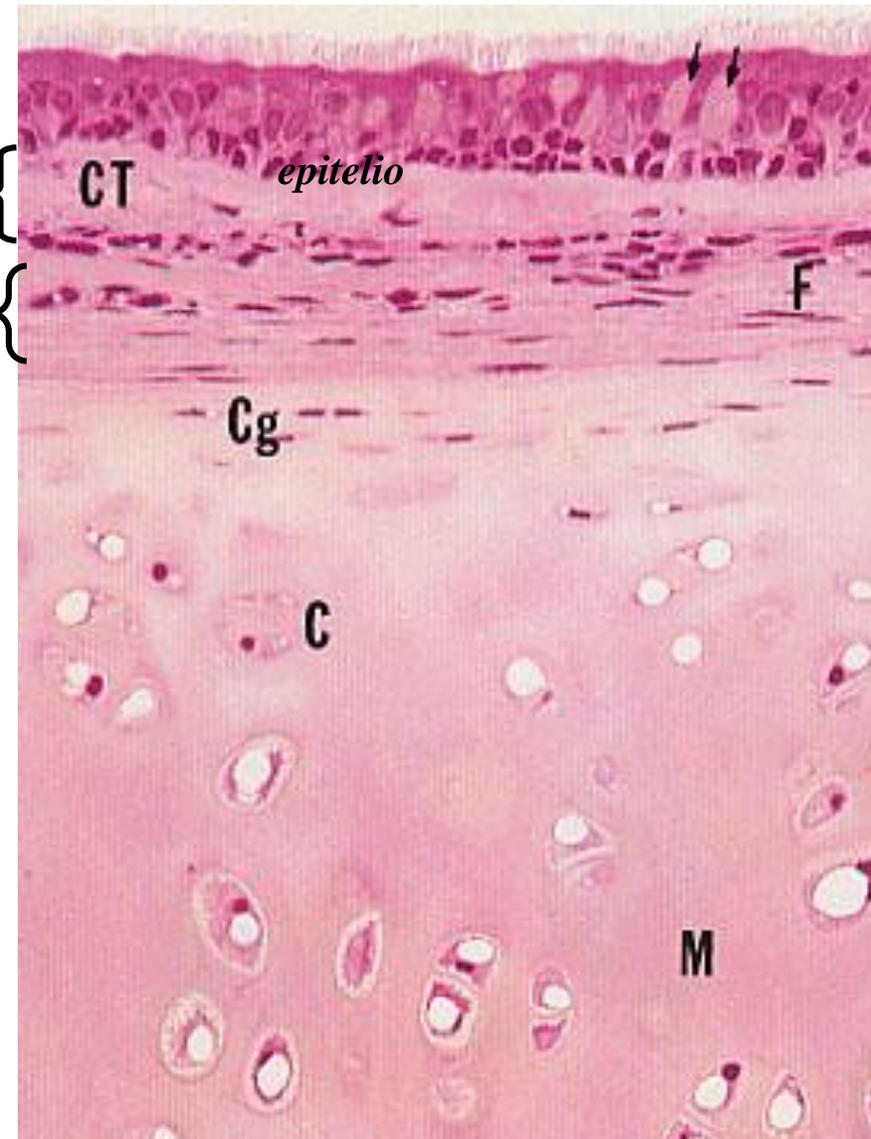
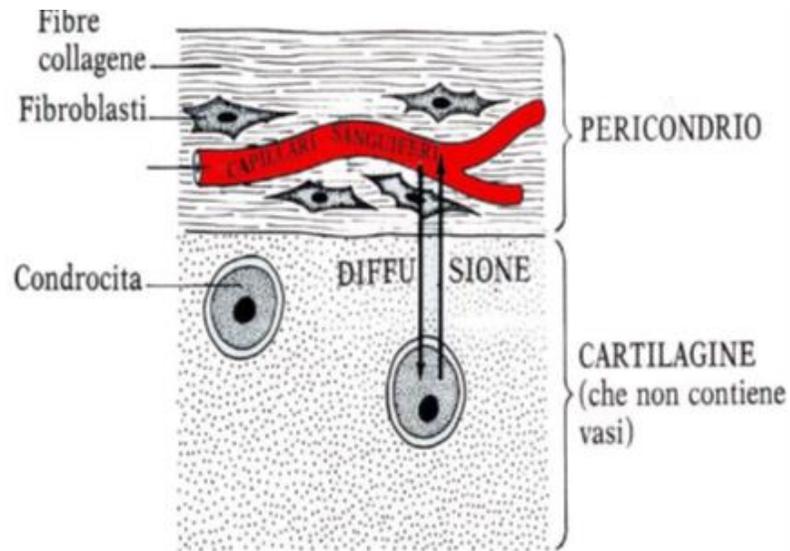
Funzioni:

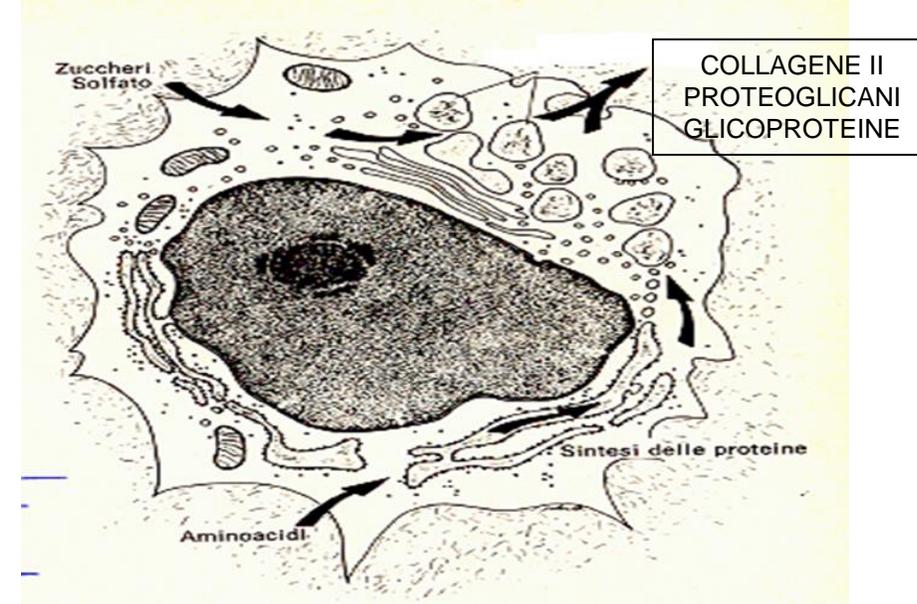
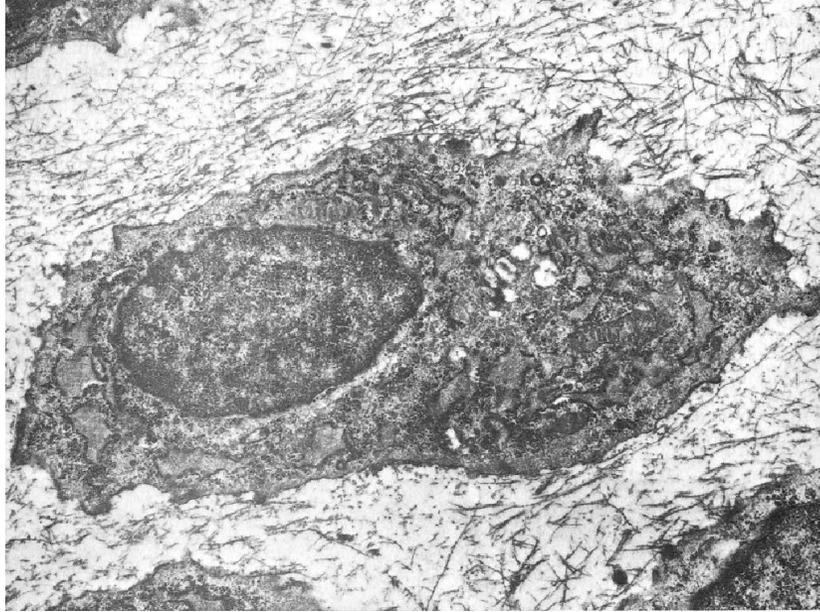
- **RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE**
- **PERMETTE L' ASSORBIMENTO DEI TRAUMI e la DISTRIBUZIONE DEI CARICHI**
- **FAVORISCE LO SCORRIMENTO DELLE SUPERFICI ARTICOLARI**
- **FORMA GLI ABBOZZI DELLE OSSA DURANTE L'EMBRIOGENESI ED E' NECESSARIA PER L'ALLUNGAMENTO DELLE OSSA DURANTE L'ACCRESIMENTO**

PERICONDRIO: capsula di tessuto connettivo vascolarizzato che ricopre la cartilagine (tranne le superfici articolari e la cartilagine fibrosa) e origina dal mesenchima embrionale

Strato esterno (fibroso) del pericondrio
(fibre di collagene I), vasi e poche cellule

Strato interno (condrogenico) del pericondrio, contiene poche fibre, molte cellule condrogeniche e matrice amorfa

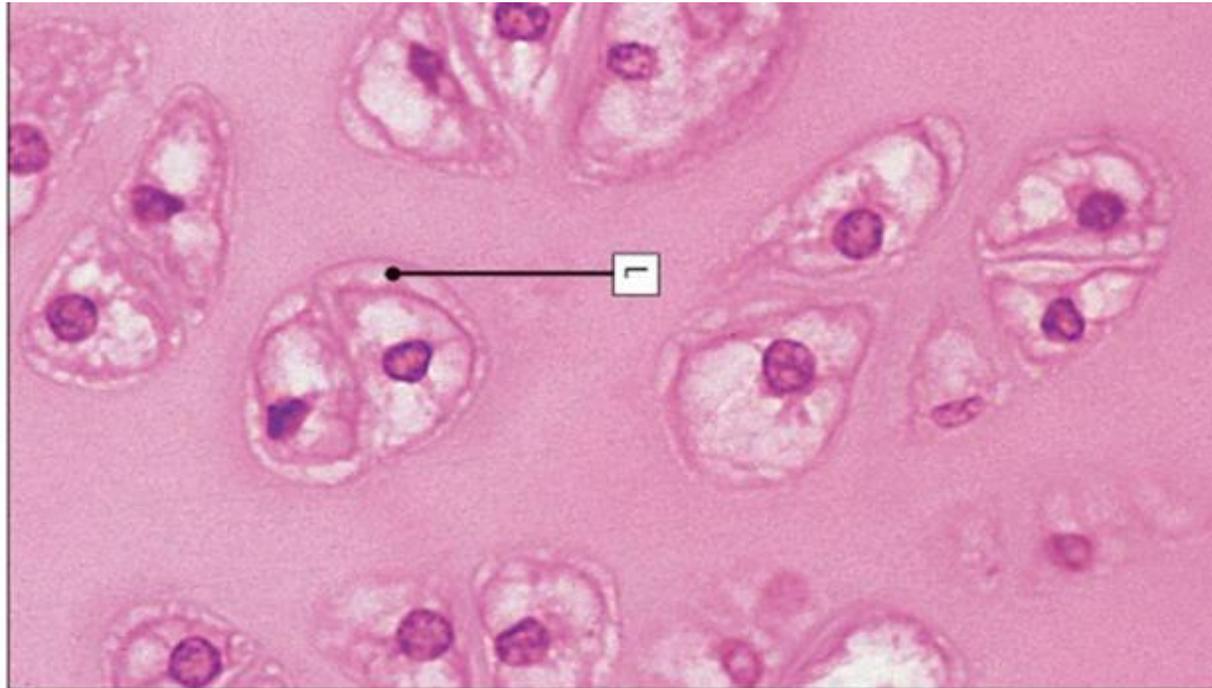




CONDROBLASTI: cellule con intensa attività biosintetica

- ***Derivazione mesenchimale*** (centri di condricazione dell'embrione); segni di *differenziamento condrogenico*: ritiro dei loro prolungamenti e citoplasma più basofilo per la formazione di RER
- ***Nell'adulto derivano dalle cellule condrogenitrici del pericondrio*** (differenziamento regolato dalle BMP, bone morphogenic protein). Lento ricambio
- ***Caratteristiche strutturali***: 10-30 μm , nucleo con nucleoli prominenti, RER e Golgi sviluppati in relazione allo stadio fisiologico, vescicole di secrezione, mitocondri, lisosomi, depositi di lipidi e di glicogeno, elementi del citoscheletro

A MANO A MANO CHE LA MATRICE VIENE SECRETA LE CELLULE SI ALLONTANANO, PROLIFERANO E TALVOLTA **POSSONO FORMARE GRUPPI ISOGENI.**



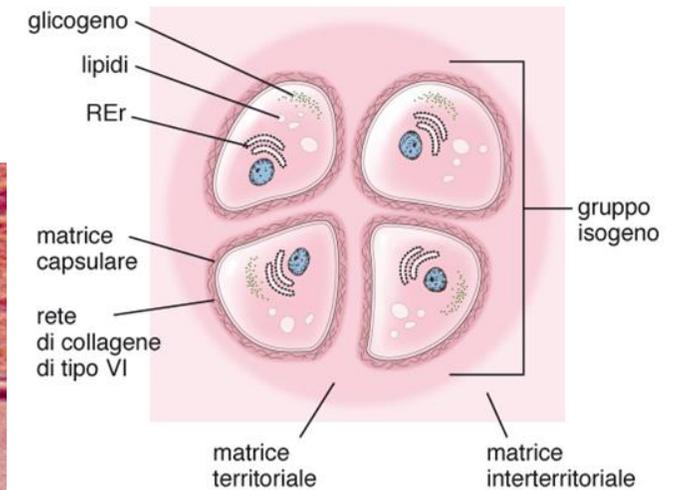
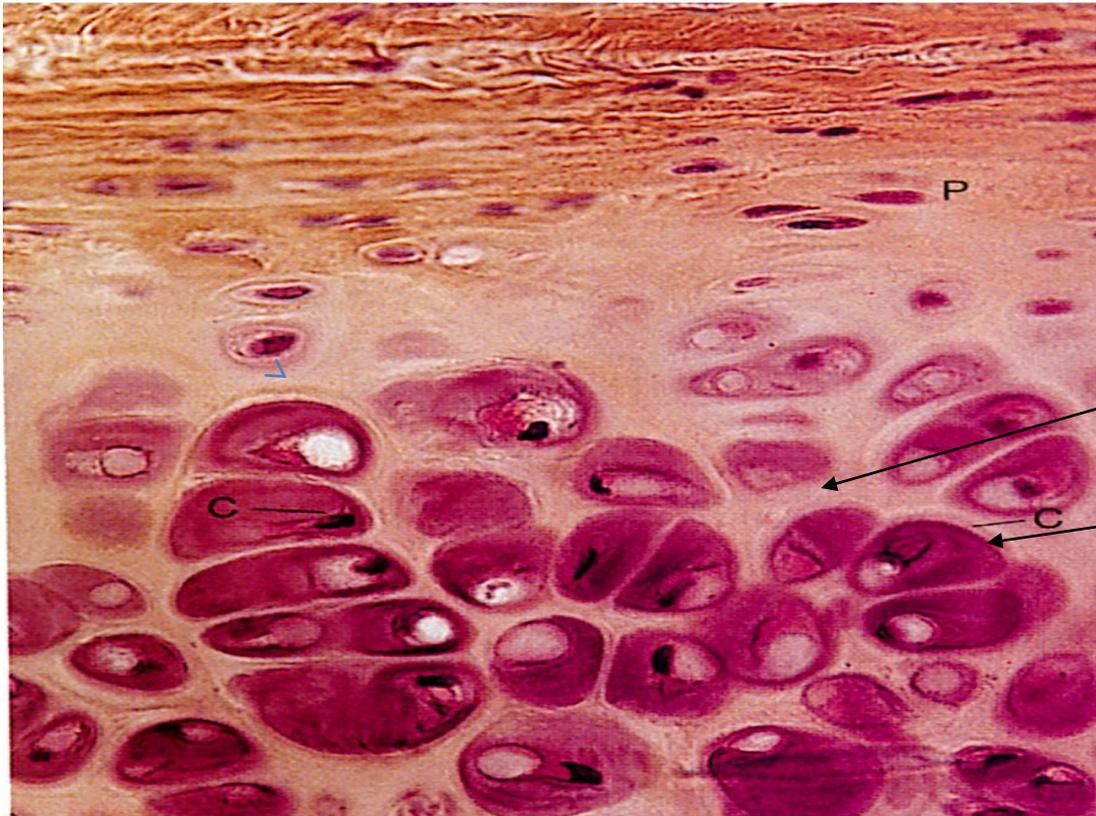
Quando l'attività biosintetica dei condroblasti diminuisce, le cellule prendono il nome di condrociti

CONDROCITI

Producono MEC e metalloproteinasi (MMP), anche se la loro attività è ridotta

Sono in grado di rispondere a stimoli meccanici

Differenziamento
dei condrociti



Matrice inter-
territoriale

Matrice
territoriale

Matrice extracellulare: gel compatto e flessibile con molteplici funzioni

Collagene

(40% peso secco) II e altri collageni (IX, XI, VI, I)

Fibrille che formano un reticolo

Scarse nelle vicinanze delle cellule

Abbondanti nella matrice interterritoriale.

Sostanza Fondamentale:

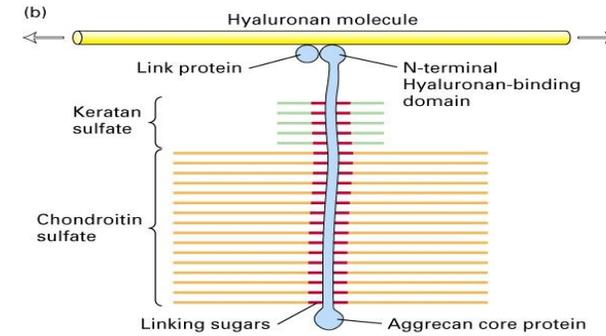
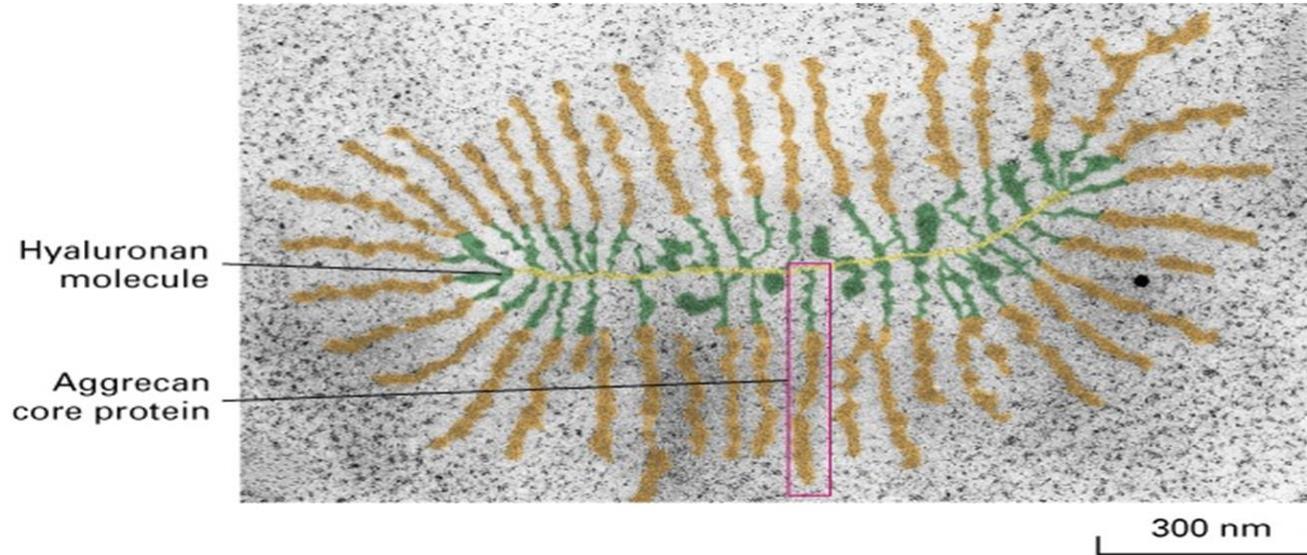
GLICOPROTEINE
FIBRONECTINA,
TENASCINA

PROTEOGLICANI
(AGGRECANO, DECORINA,
etc)

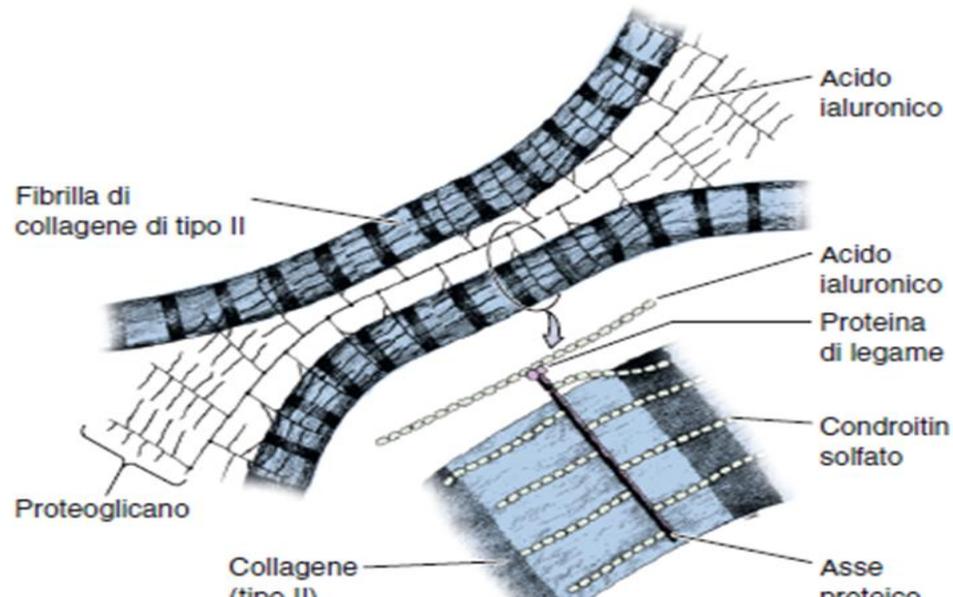
ACIDO IALURONICO

Intensa basofilia
e metacromasia

Ogni molecola di HA è associata a circa 300 molecole di aggregano...



...I PG si legano a loro volta alle fibrille di collagene

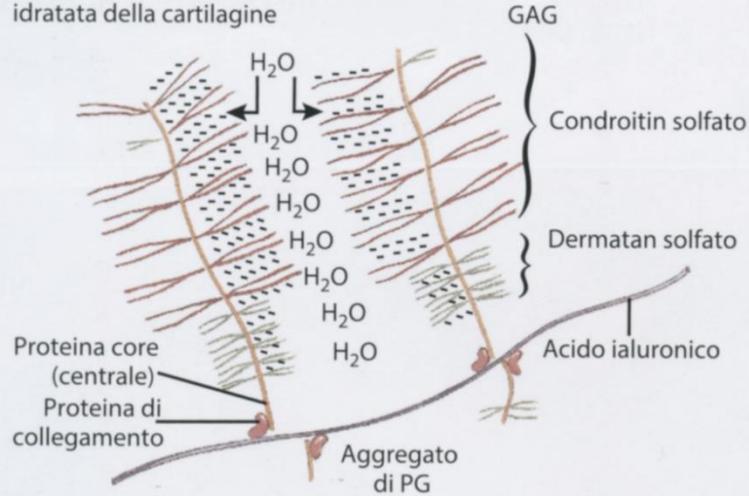


- I **PROTEOGLICANI** FORMANO UNA **MATRICE IDRATATA** CHE CONFERISCE *RESISTENZA ALLA FORZE COMPRESSIVE* E PERMETTE LA *DIFFUSIONE DI IONI E PICCOLE MOLECOLE*

- LE **FIBRE COLLAGENE** CONFERISCONO **STABILITA' MECCANICA**

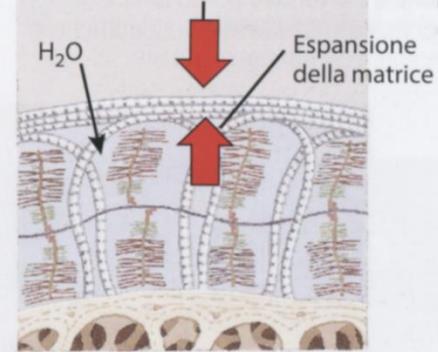
L'alta capacità di idratazione dei PG spiegano la RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE

Il condrocita sintetizza e secerne collagene di tipo II e PG, che interagiscono per formare la matrice macromolecolare idratata della cartilagine

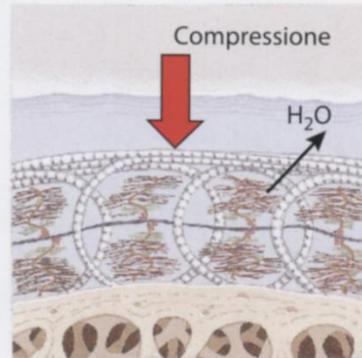


extracellulare

Restrizione dell'intreccio di collagene

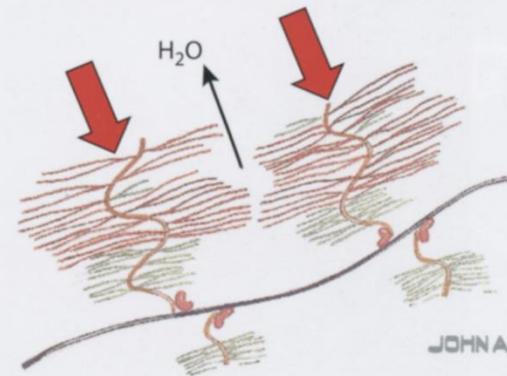


Catene laterali di GAG cariche negativamente si respingono una con l'altra e attraggono acqua, aumentando il volume della matrice. Espansione limitata dal reticolo di collagene



La compressione della matrice spinge insieme le catene laterali di GAG, con conseguente rilascio d'acqua e riduzione del volume della matrice.

La decompressione consente la riespansione del volume delle molecole e della matrice

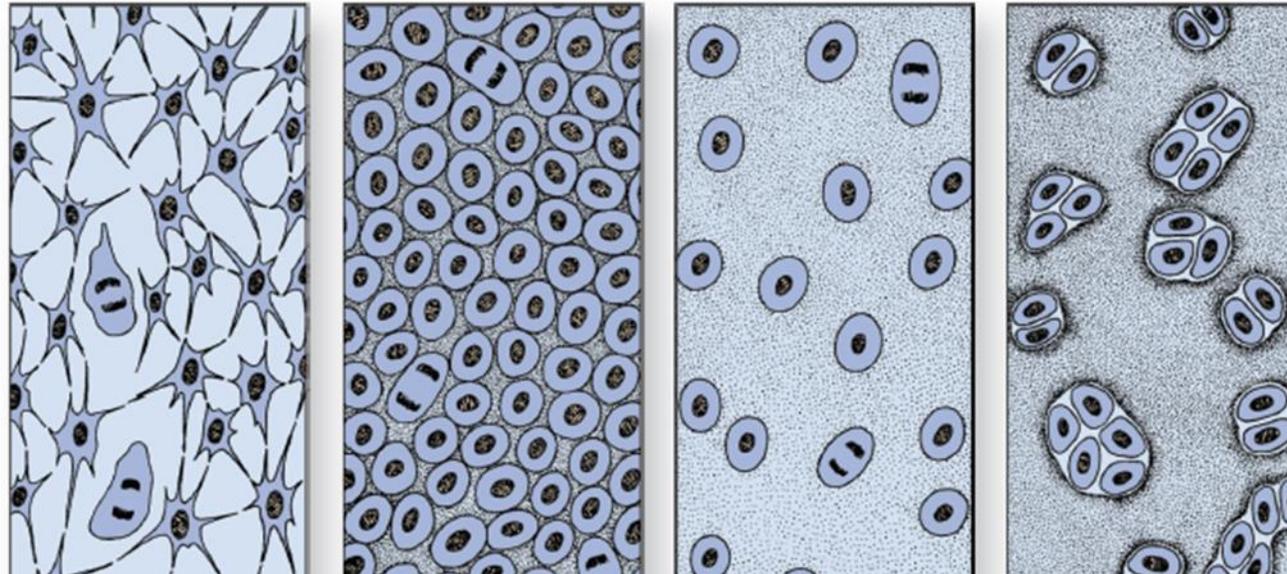


JOHN A. CRAIG, M.D.

C. Machado, M.D.

CONDROGENESI: Nell'embrione umano la cartilagine inizia a differenziarsi durante la V settimana di vita intrauterina, in aree di derivazione mesodermica dette ***CENTRI DI CONDRIFICAZIONE***

La cartilagine della testa deriva dalle creste neurali



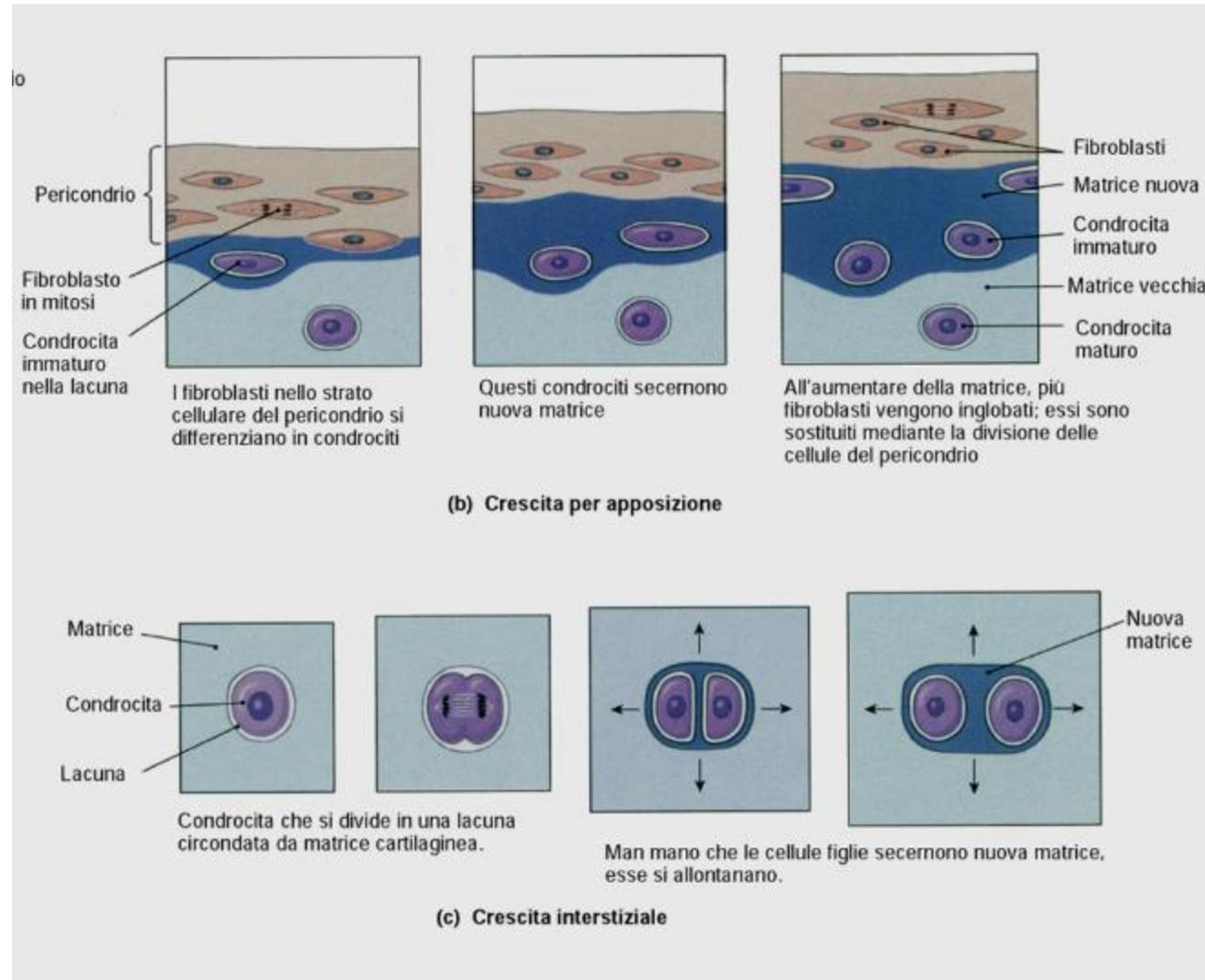
Mesenchima
embrionale

Cellule tondeggianti
dette condroblasti:
proliferazione
sostenuta da fattori
di crescita (TGF
beta, IGF)

I condroblasti
sono separati dalla
MEC che essi stessi
producono

Formazione dei
gruppi isogeni

ACCRESCIMENTO DELLA CARTILAGINE



I fenomeni di accrescimento e riparo sono molto limitati nell'adulto, spesso con formazione di cartilagine fibrosa per intervento di fibroblasti

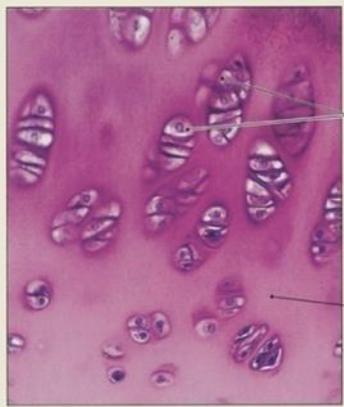
CARTILAGINE IALINA

SEDE: Tra le coste e lo sterno; copre le superfici ossee a livello delle articolazioni sinoviali; di sostegno a laringe, trachea e bronchi; costituente parte del setto nasale

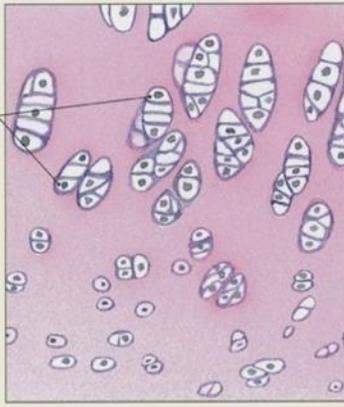
FUNZIONI: Fornisce un sostegno rigido ma flessibile; riduce l'attrito tra le superfici ossee



Cartilagine ialina nella articolazione della spalla



Cartilagine ialina × 455



Nucleo del condrociti

Matrice

(a)

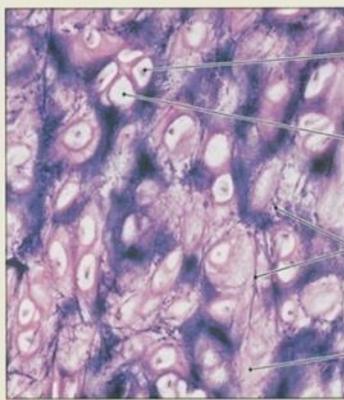
CARTILAGINE ELASTICA

SEDE: Orecchio esterno, punta del naso, epiglottide, canale uditivo, cartilagini cuneiformi laringee

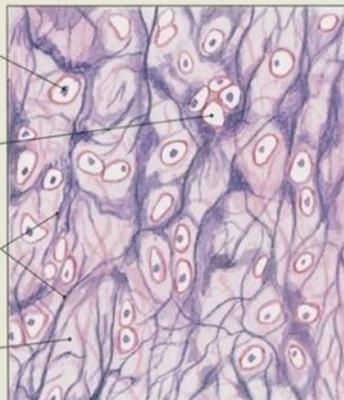
FUNZIONI: Fornisce azione di sostegno, supportando le deformazioni senza danno e ritornando alla forma originaria



Cartilagine elastica dell'orecchio



Cartilagine elastica × 320



Nucleo del condrocita

Lacuna

Fibre elastiche

Matrice

(b)

CARTILAGINE FIBROSA

SEDE: Dischi intervertebrali che separano le vertebre lungo il rachide; menischi dell'articolazione del ginocchio; tra le ossa pubiche della pelvi

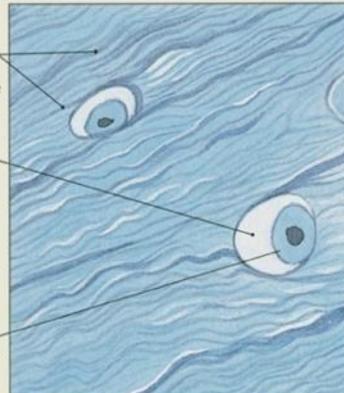
FUNZIONI: Resiste alla compressione; previene il contatto tra le ossa; limita i movimenti reciproci



Cartilagine fibrosa nel disco intervertebrale



Cartilagine fibrosa × 320

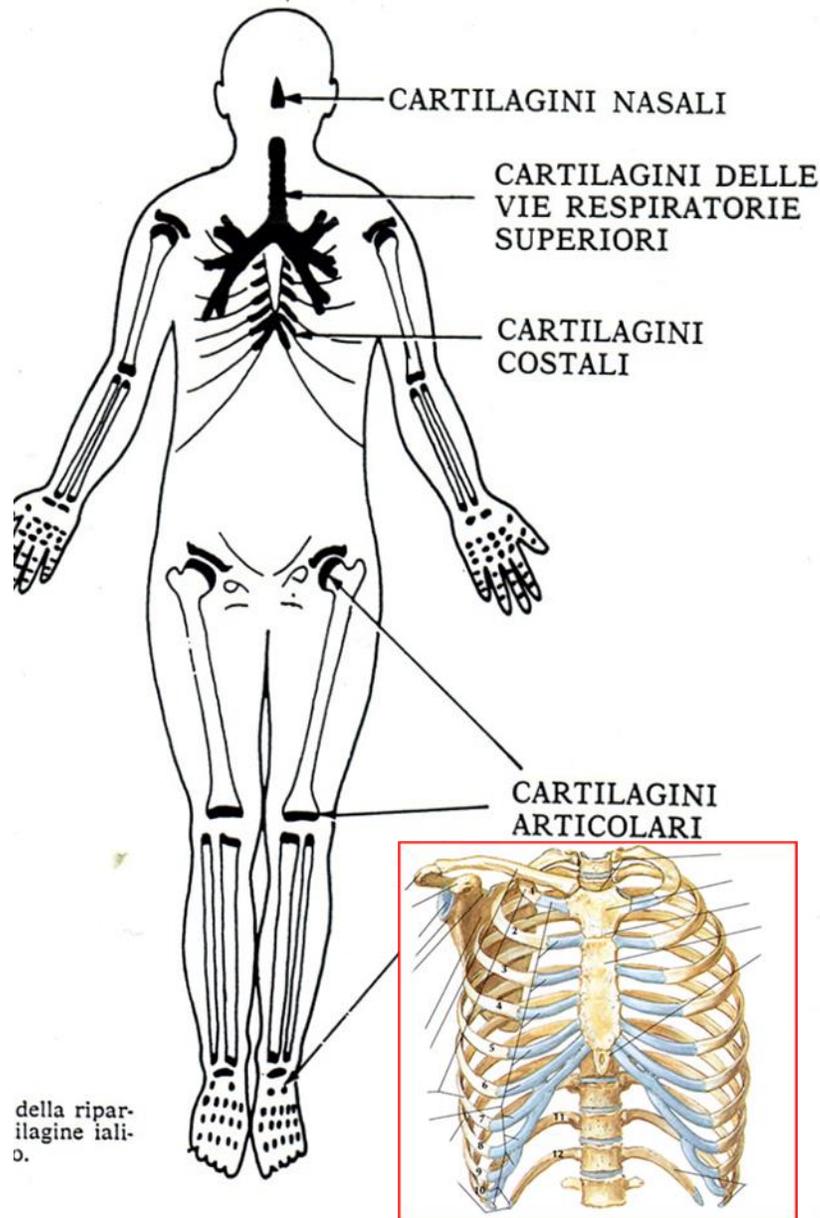


Fibre collagene della matrice

Lacuna

Condrocita

Tipi di cartilagine



La cartilagine ialina forma:

- *Nel feto*, l'abbozzo scheletrico della maggior parte delle ossa
- *Durante l'accrescimento* le piastre epifisarie delle ossa

- *Nell'adulto*, cartilagine:

del naso

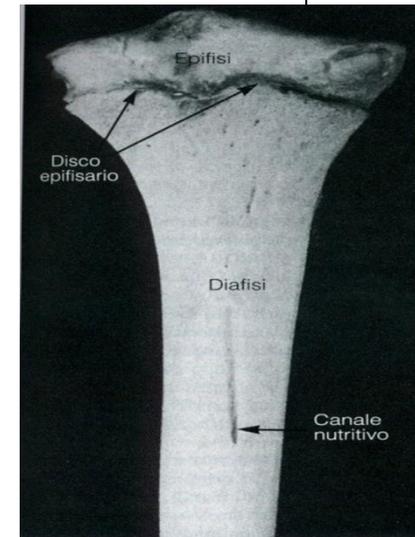
della trachea

della laringe

dei bronchi

dei punti di inserzione delle coste sullo sterno

delle articolazioni mobili



Cartilagine ialina:

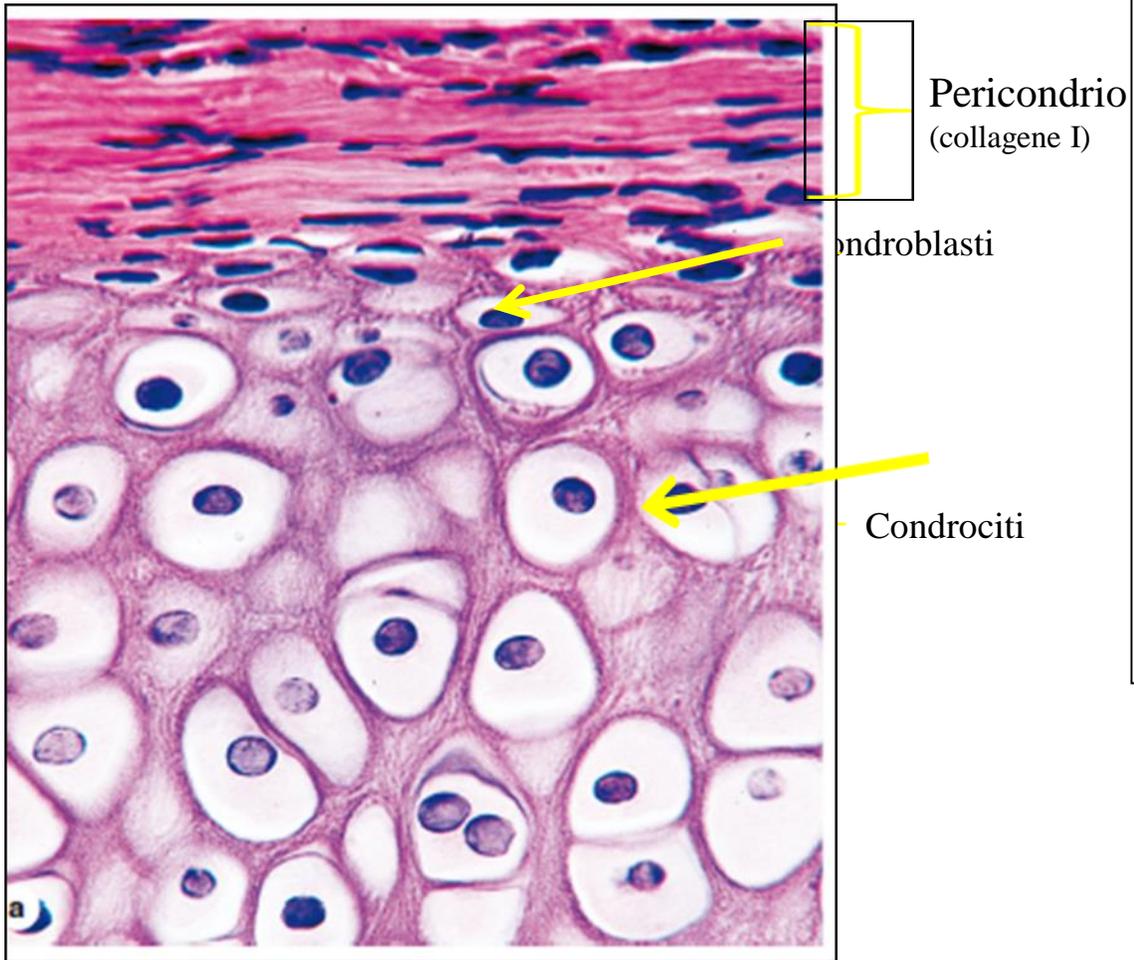
la più

abbondante del corpo, elastica e resistente, traslucida, di colore bianco-bluastro.

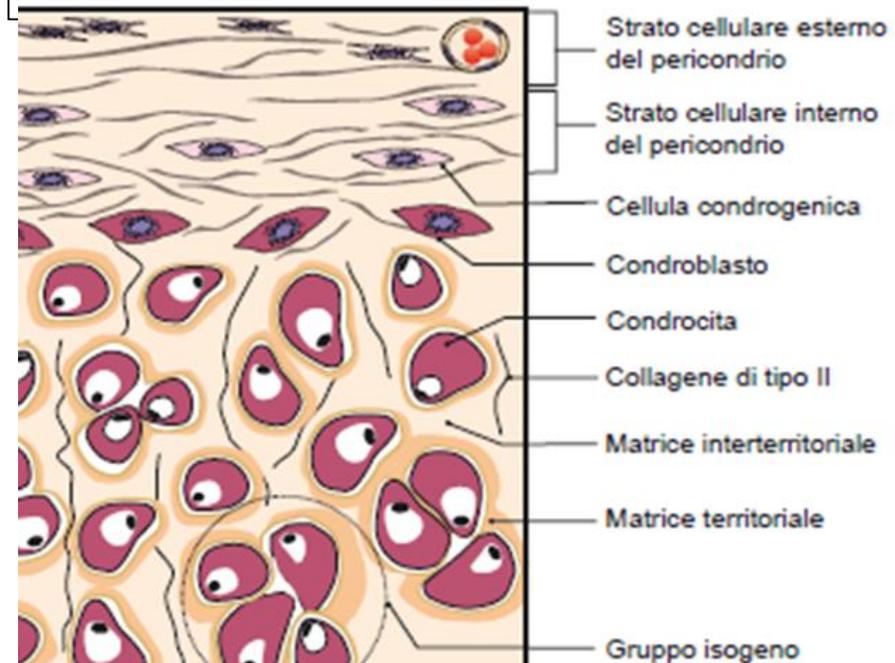
- Le cellule rappresentano circa il 4% della cartilagine ialina (condroblasti e condrociti); formano **gruppi isogeni**

- E' ricoperta da **pericondrio**, tranne la cartilagine articolare.

Ai **condrociti** giungono segnali meccanici dovuti alle forze di pressione che ne stimolano l'attività di sintesi



La colorazione dei preparati istologici non è omogenea e ciò riflette il contenuto della MEC (basofilia dovuta ai GAG)



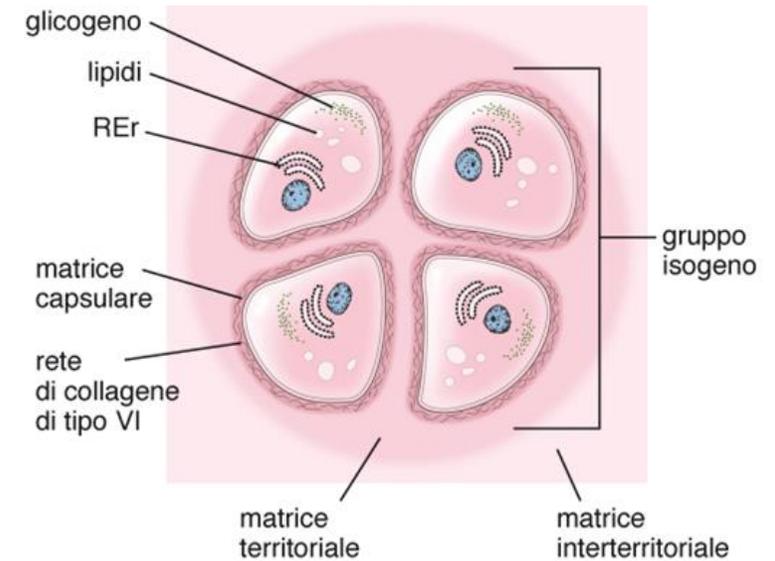
MEC della cartilagine ialina: si rimodella



Nella *matrice pericellulare o capsula*, vi è abbondanza di PG, collagene VI legato a integrine, altri collagene

Matrice interterritoriale:
coll II, aggrecano

**Matrice
territoriale**



Composizione in dettaglio:

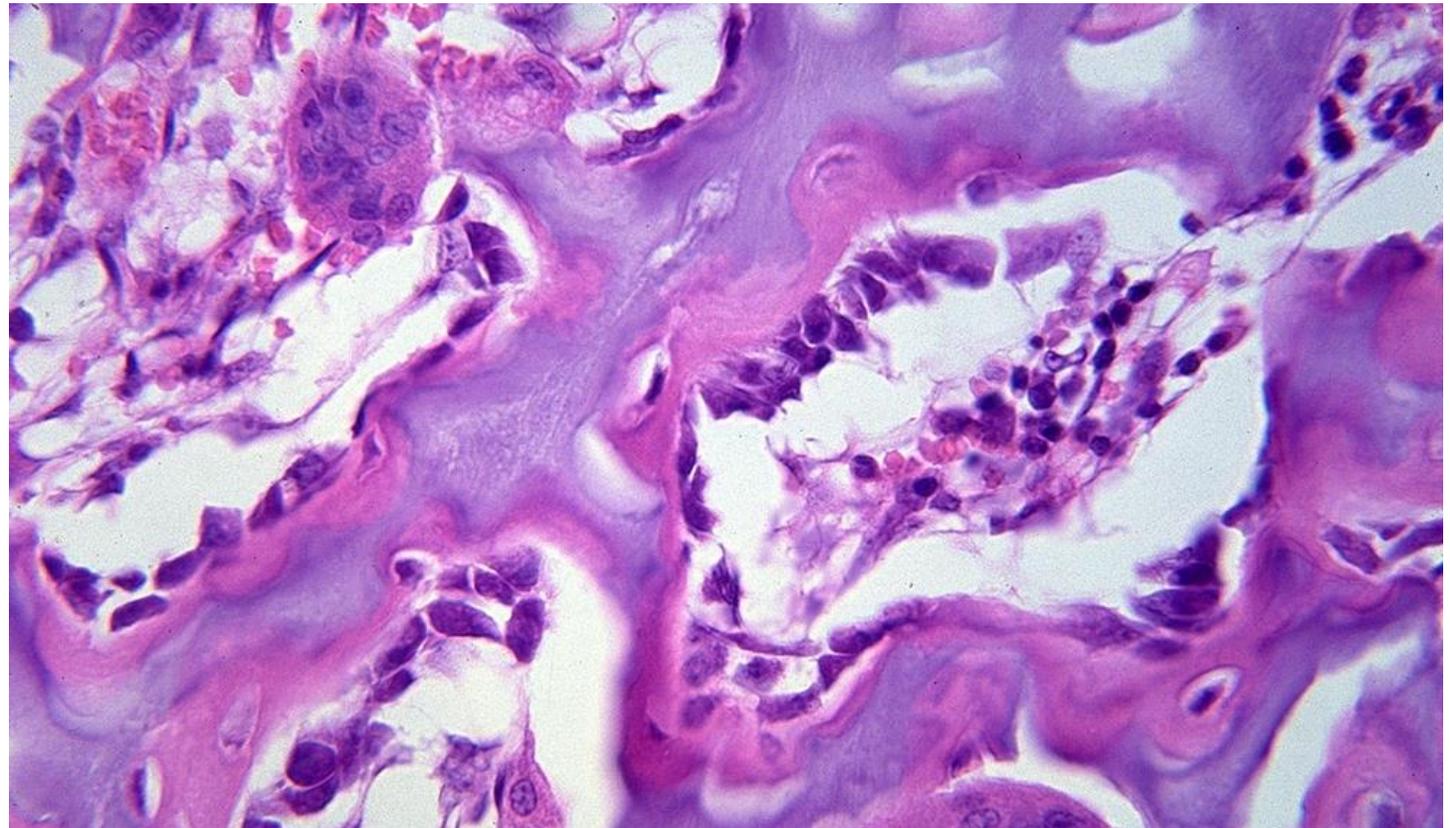
- **Acqua** (60-80% del peso umido)
- **Proteoglicani** (principalmente aggrecano; altri PG: decorina, biglicano etc.)
- **Fibrille di collagene II** sono associate a collagene IX e XI; collagene VI (matrice pericellulare, si lega a integrine dei condrociti),
- **Glicoproteine adesive** (FN, LM si lega ai GAG, al collagene II, alle integrine dei condrociti)
- **Metalloproteinasi:** proteasi che consentono di tagliare i componenti della MEC

La cartilagine ialina può calcificare:

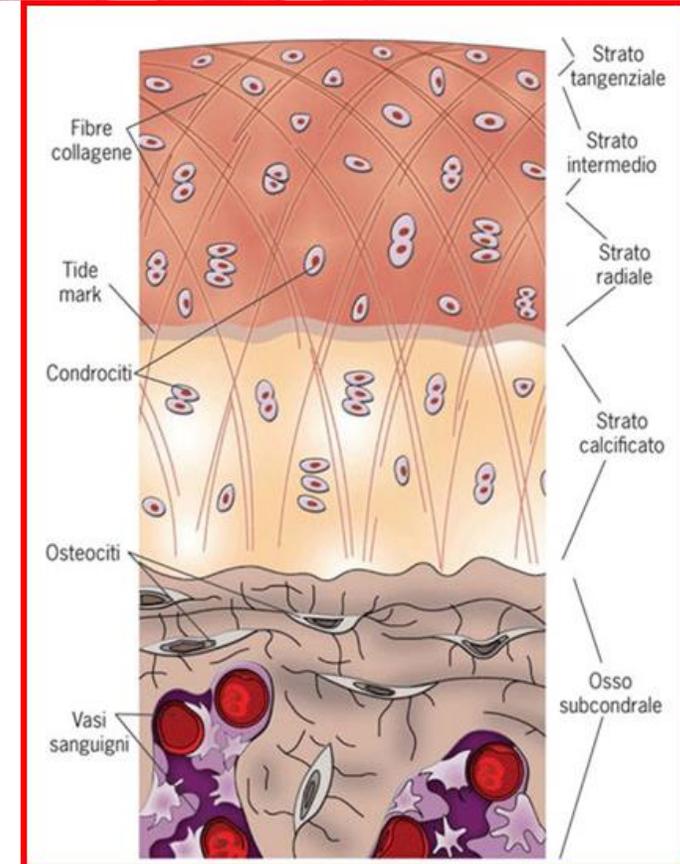
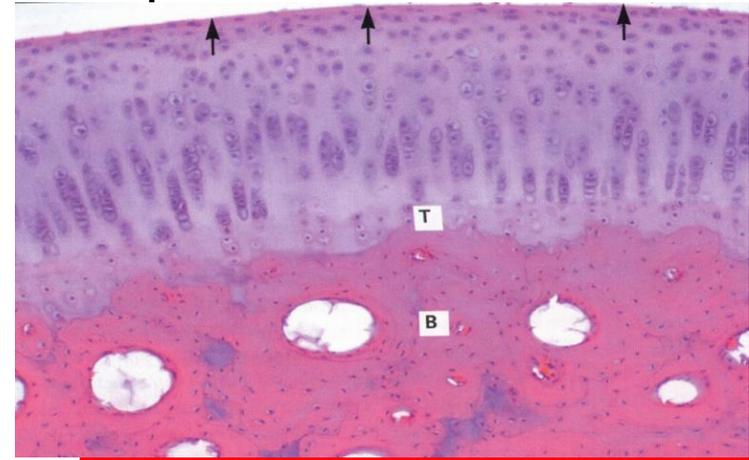
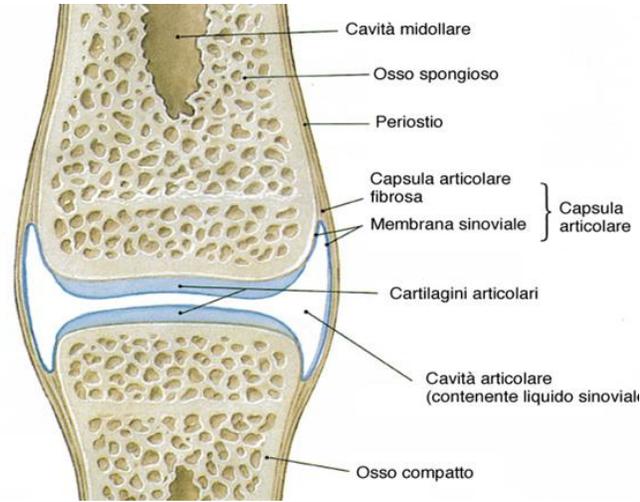
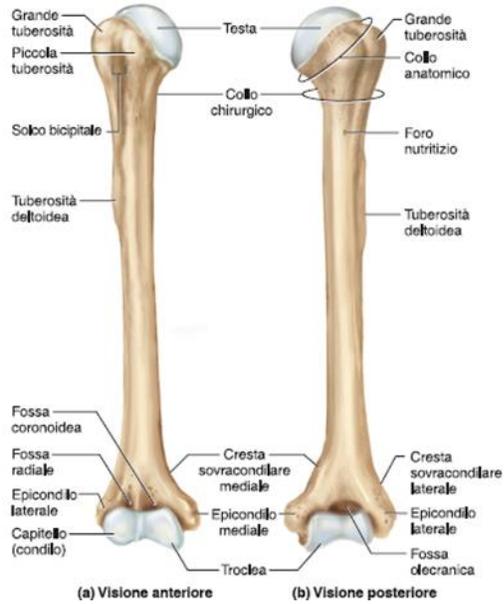
Come processo fisiologico:

- a) durante l'embriogenesi, l'osso sostituisce la cartilagine calcificata*
- b) durante l'accrescimento*
- c) a contatto con l'osso, nella cartilagine articolare*

Come processo patologico (invecchiamento, etc)



Cartilagine articolare: priva di pericondrio, quindi **no riparazione**. Sulla sua superficie strato di fosfolipidi, GAG e proteine



Zona superficiale o tangenziale, con condrociti allungati (paralleli alla superficie) e fibrille di collagene II (15%) parallele alla superficie, poco aggregano

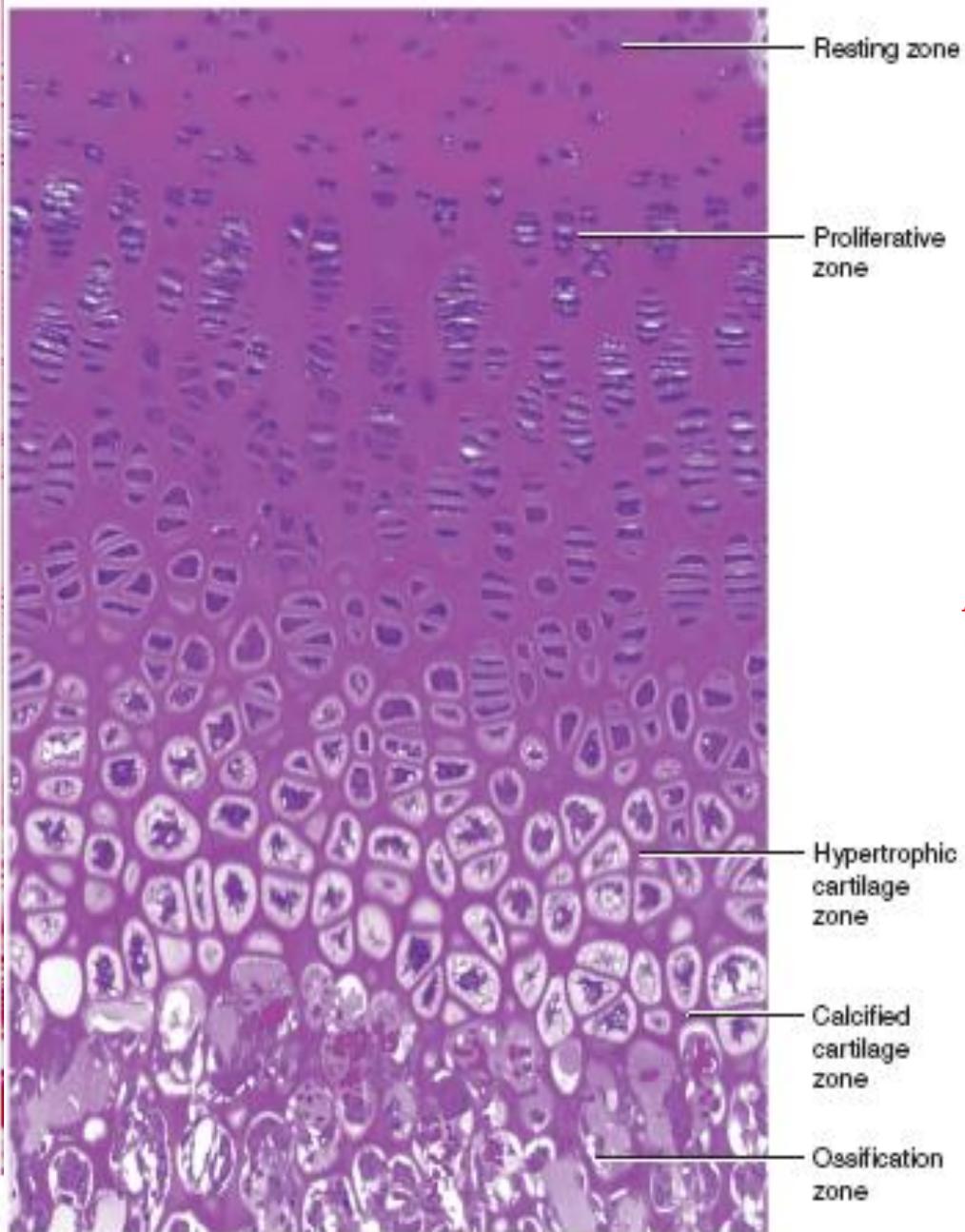
Zona intermedia o di transizione, con fibre arcuate

Zona profonda (radiale) con piccoli condrociti rotondi e fibre verticali (perpendicolari alla superficie)

Zona calcificata separata dalla precedente da *tidemark*



Von Kossa



Cartilagine di accrescimento o di coniugazione

Collega il tessuto cartilagineo al tessuto osseo durante l'accrescimento.

Nelle ossa lunghe che si formano per ossificazione endondrale (*vedi tessuto osseo*) si formano **piastre epifisarie di accrescimento** in cui si possono distinguere diverse zone.

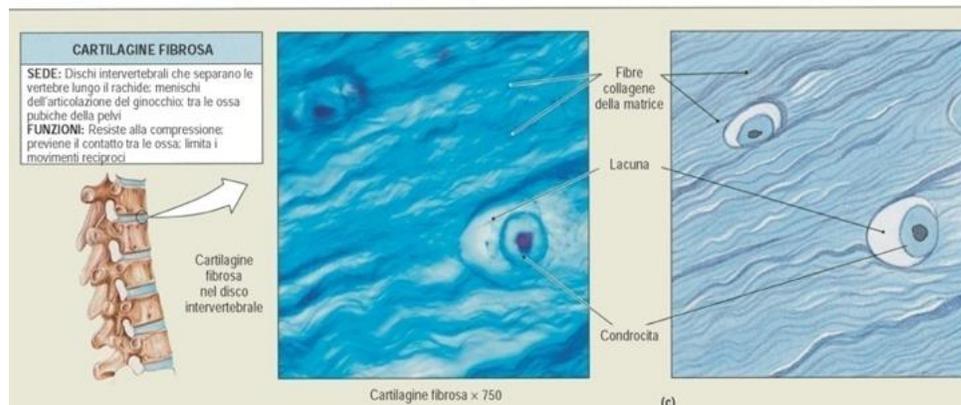
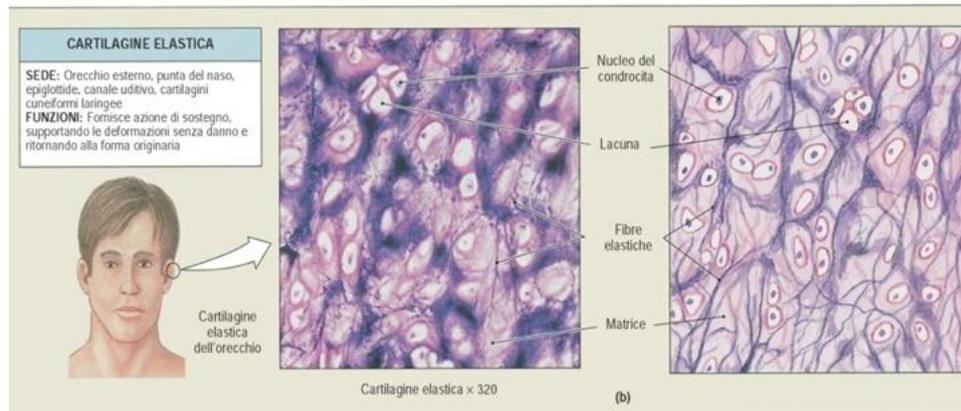
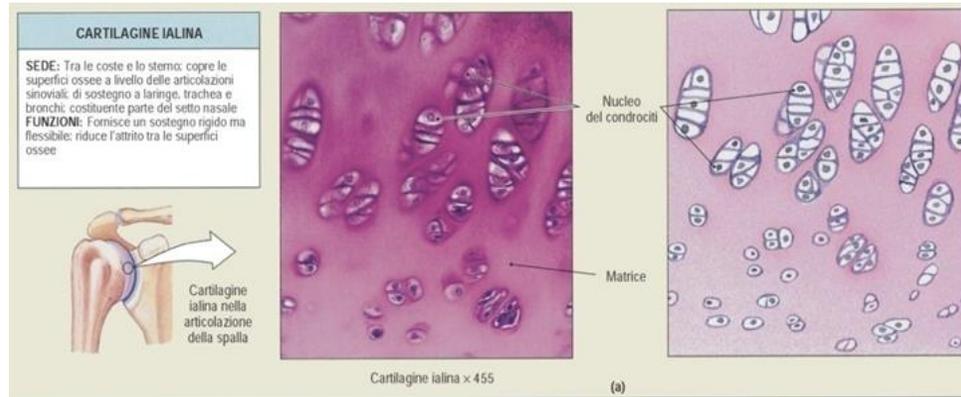
I passaggi dall'una all'altra zona delle cellule sono strettamente regolati da fattori di crescita che rallentano o favoriscono il processo di differenziamento

Istofisiologia della cartilagine ialina

- *Conferisce resistenza meccanica alle forze di compressione e flessione* (a livello delle articolazioni la cartilagine può sopportare pesi considerevoli e permette alle ossa di muoversi in modo uniforme)
- *Lega grandi quantità di liquido extracellulare e aumenta l'idratazione del tessuto*
- A livello delle ossa lunghe, la cartilagine di coniugazione o disco epifisario, *permette l'accrescimento in lunghezza*

La capacità di rigenerazione della cartilagine è molto bassa e talvolta il tessuto cartilagineo viene sostituito da un tessuto fibroso: la medicina rigenerativa si occupa di questo problema

Tipi di cartilagine



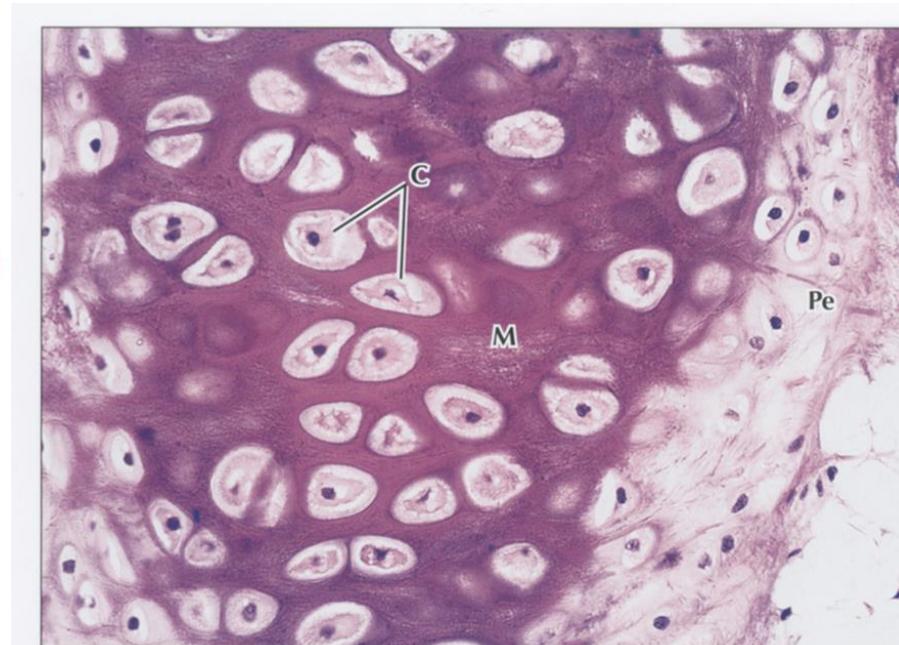
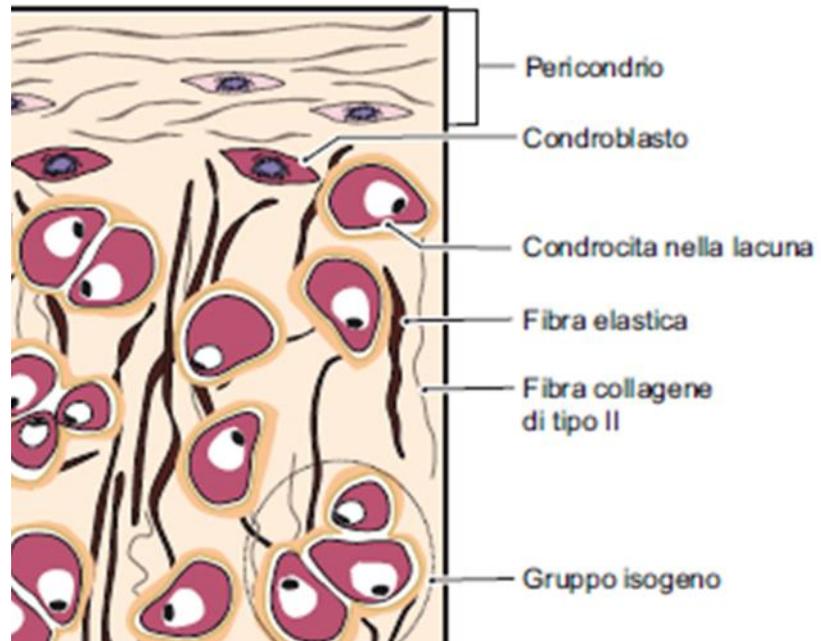
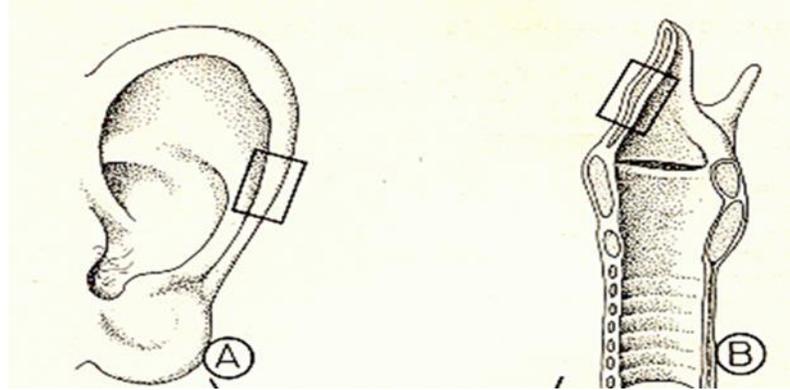
2. ELASTICA

- Contiene **collagene II** e **fibre elastiche** (più spesse nella zona profonda) che costituiscono una rete fibrosa che circonda le cellule e conferisce flessibilità ed elasticità
- E' opaca e giallastra, circondata dal pericondrio
- Non calcifica

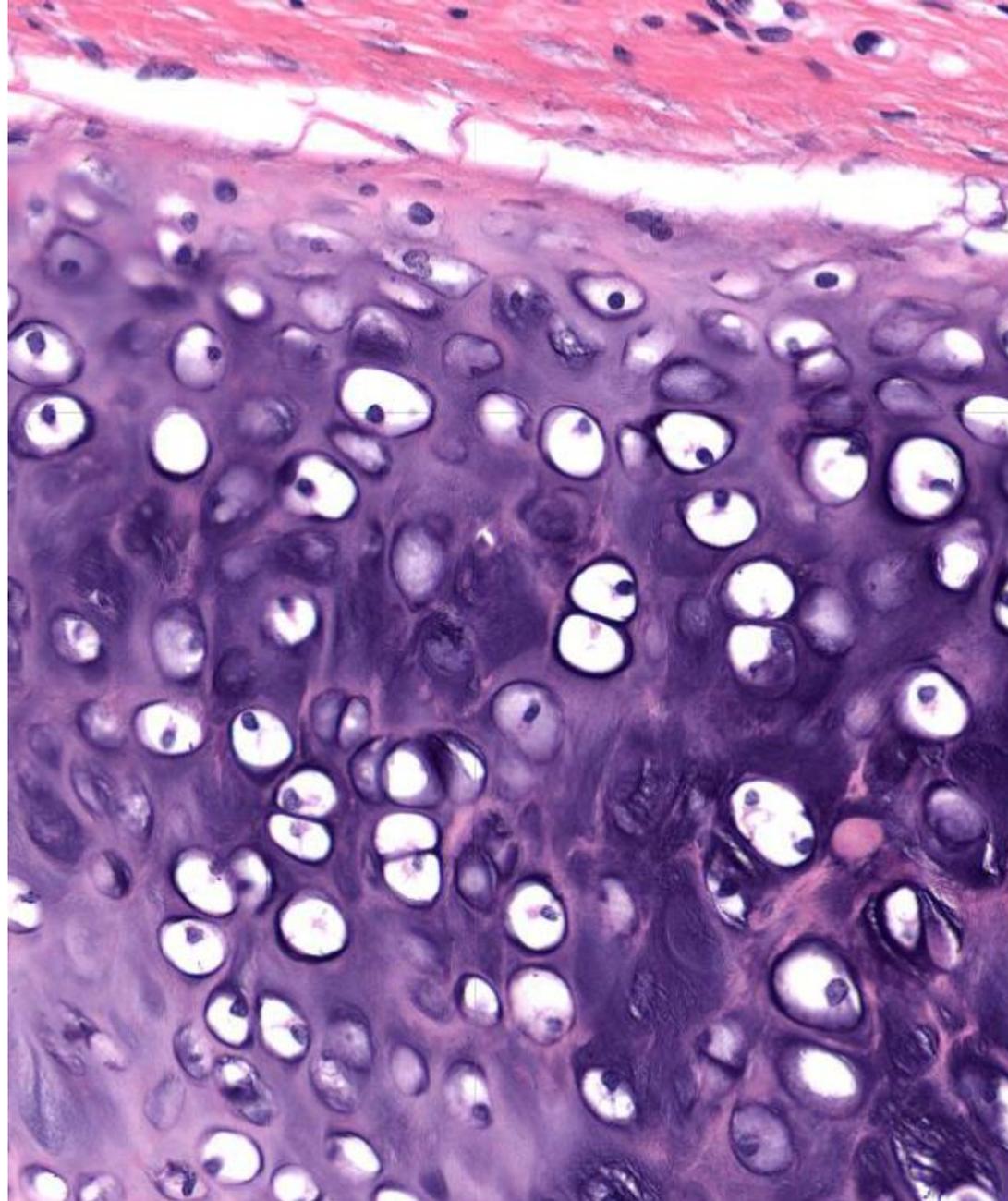
Cartilagine elastica

Localizzazione:

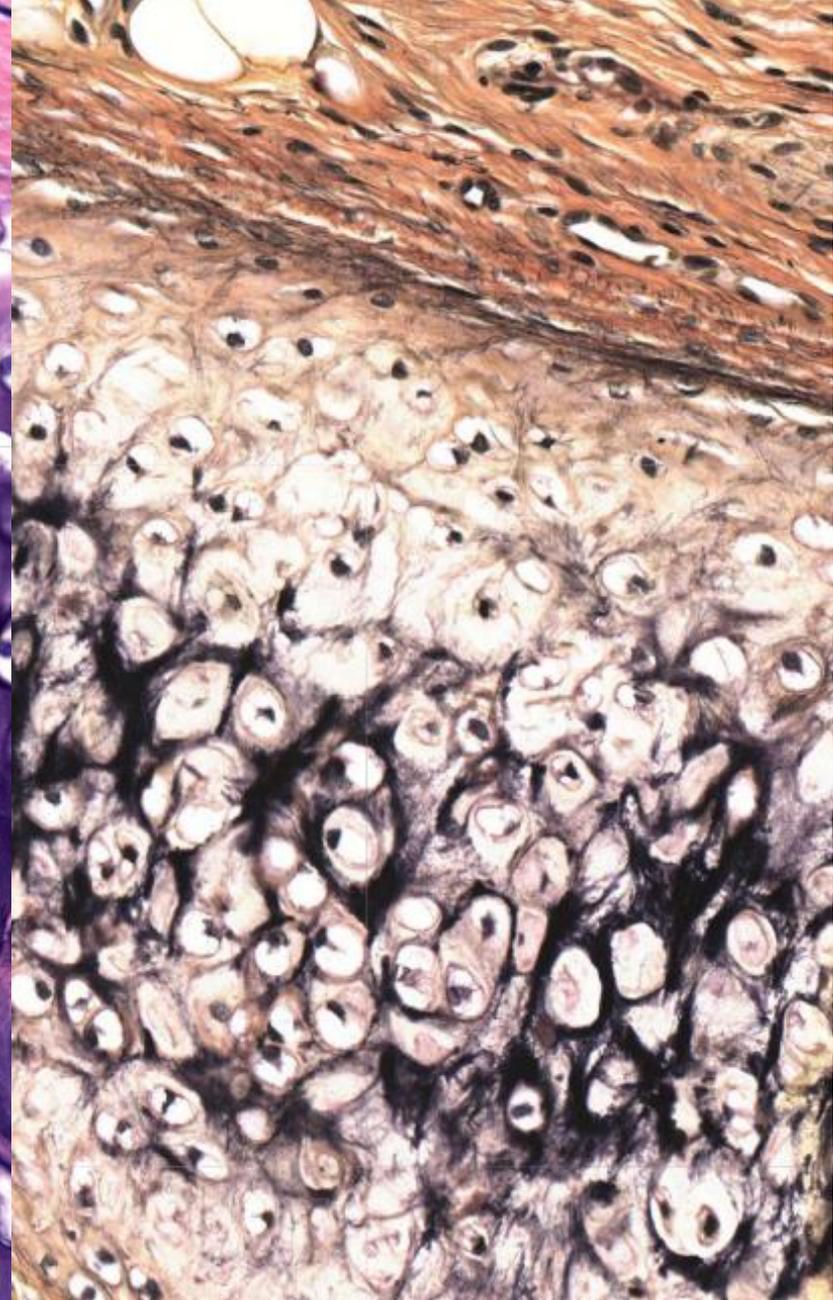
- PADIGLIONE AURICOLARE
- LARINGE
- Epiglottide
- PICCOLI BRONCHI



Colorazione resorcina-fucsina

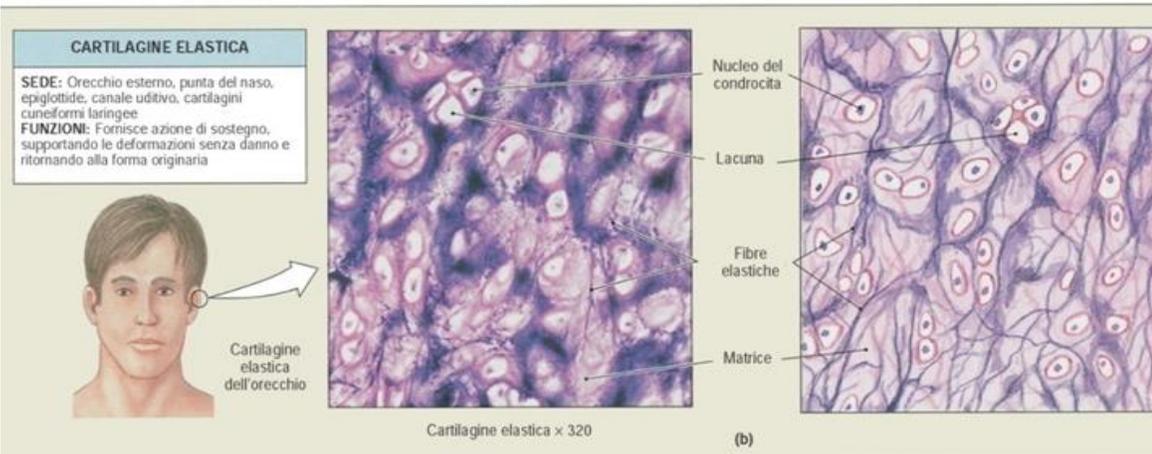
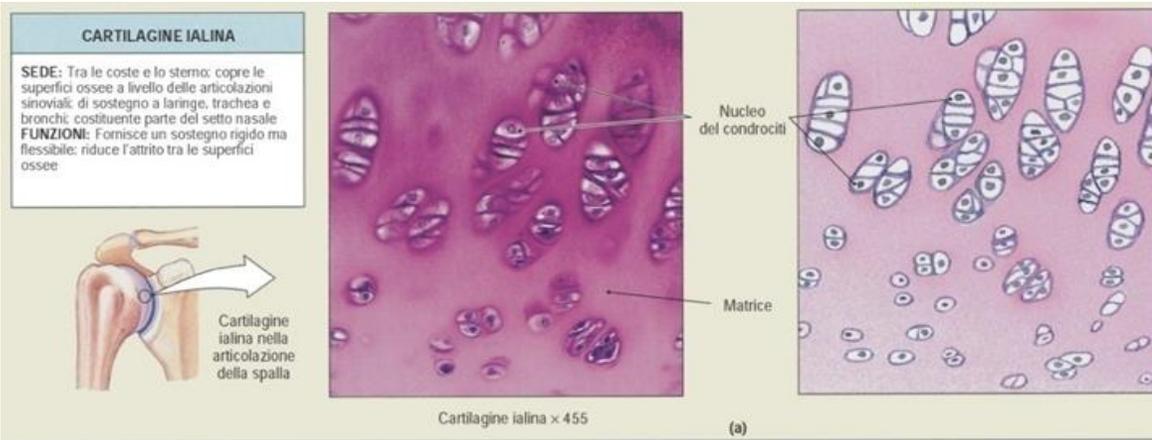


Cartilagine elastica (EE) dell'epiglottide



Colorazione di Voerhoff

Tipi di cartilagine



3. FIBROSA, forma di transizione tra tessuto connettivo denso e cartilagine ialina

- Contiene spesse *fibre di collagene I* (oltre a quelle di collagene II)
- *Priva di pericondrio*
- Conferisce *resistenza tensile* a strutture anatomiche soggette a intense sollecitazioni meccaniche
- *Può calcificare* (fratture)

Localizzazione cartilagine fibrosa

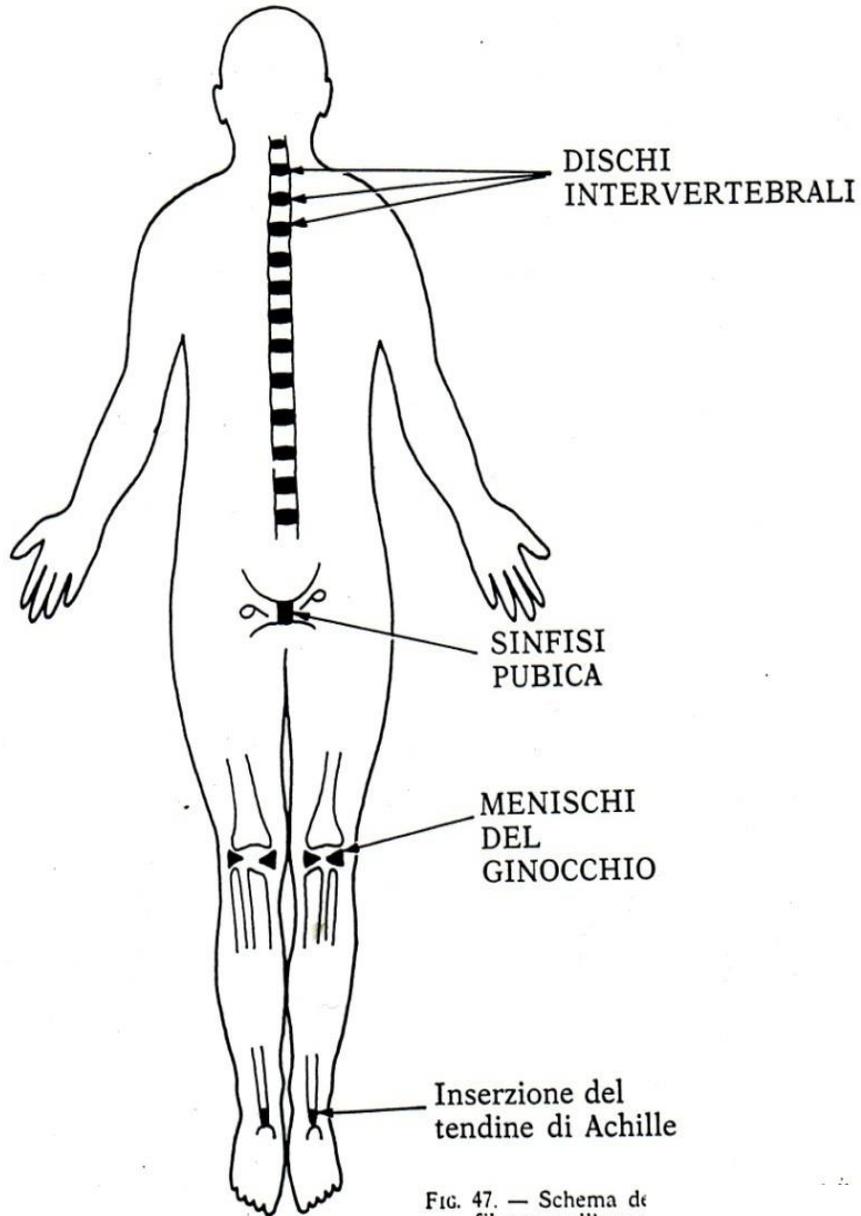
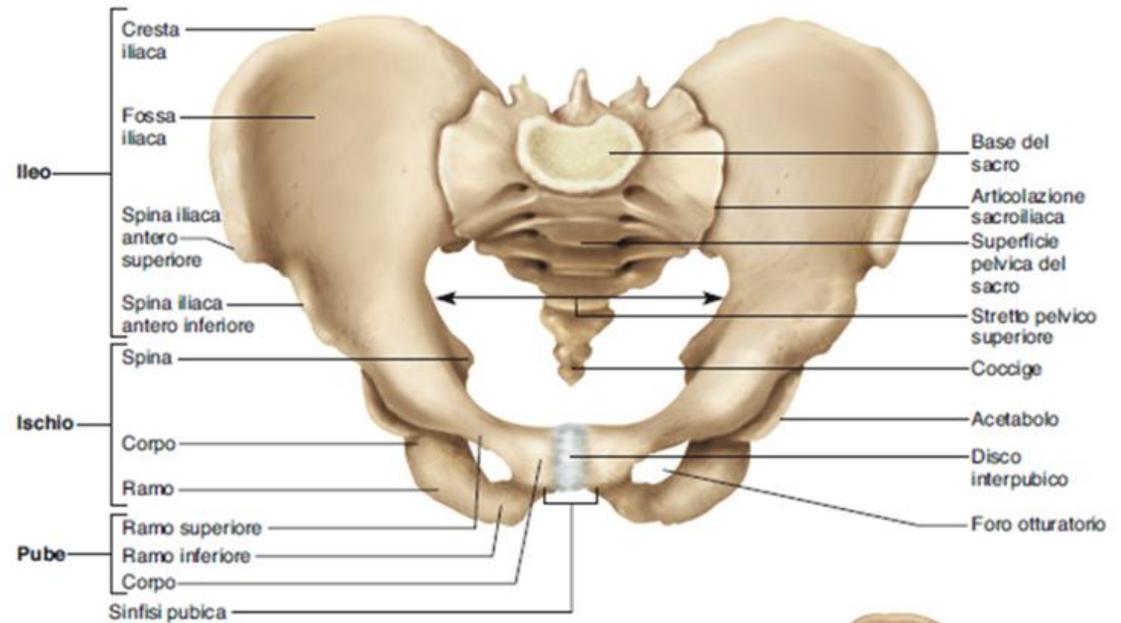
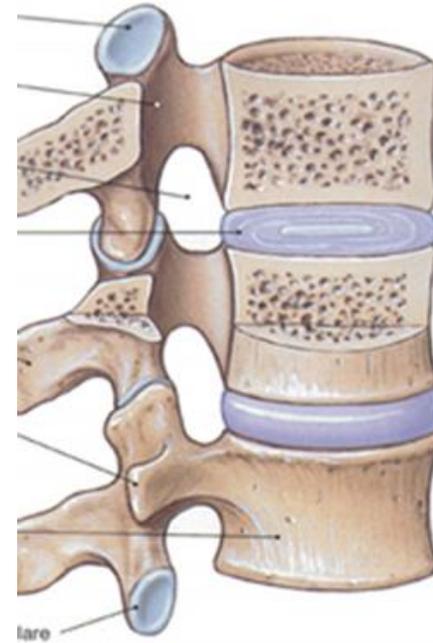
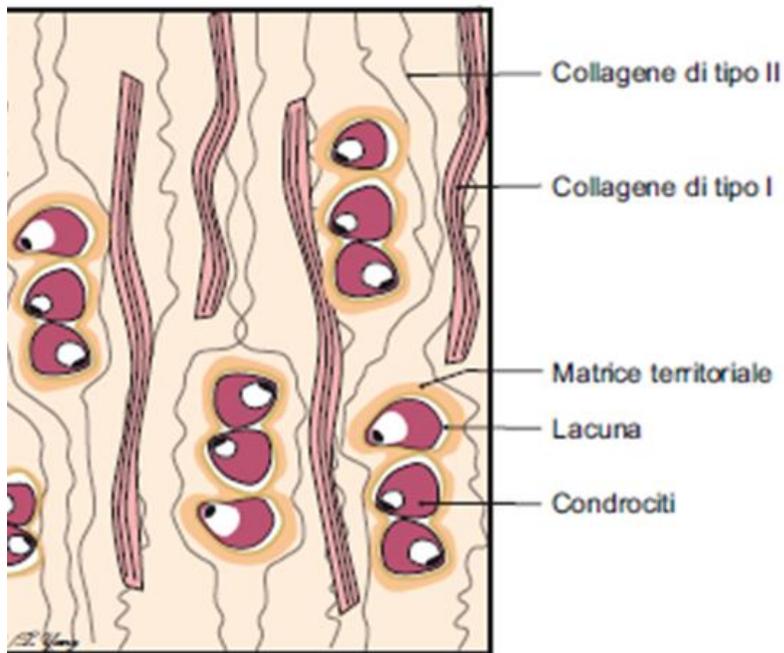


FIG. 47. — Schema de fibrosa nell'orga





CARTILAGINE FIBROSA O FIBROARTILAGINE

- **POCHI CONDROCITI PER LO PIU ISOLATI**, ma anche in file e gruppi isogeni
- **MOLTO ABBONDANTI LE fibrille di COLLAGENE** (soprattutto in **fibre DI TIPO I**)
- **MENO ABBONDANTI I PROTEOGLICANI** (soprattutto versicano; anche aggregano) e quindi minor contenuto di acqua

