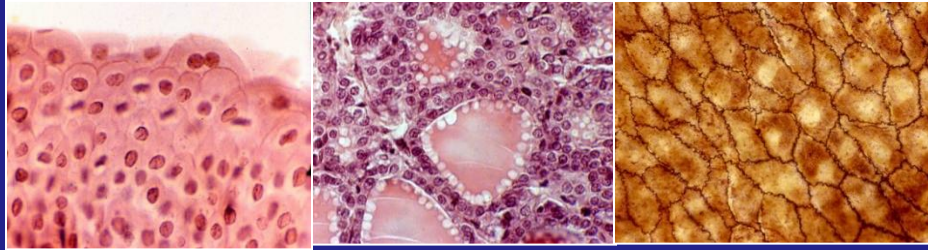




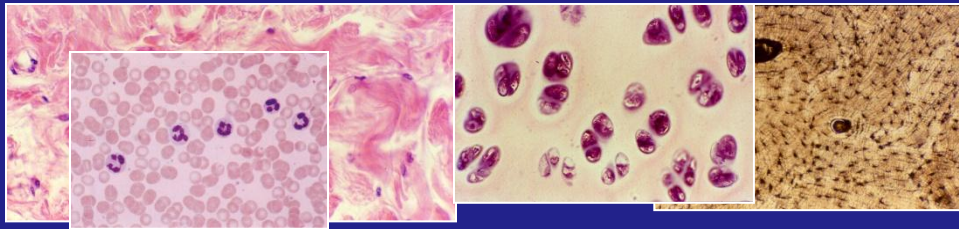
Corso di Laurea in Biotecnologie AA 2025-2025

Citologia e Istologia
Prof.ssa Mauro Annunziata

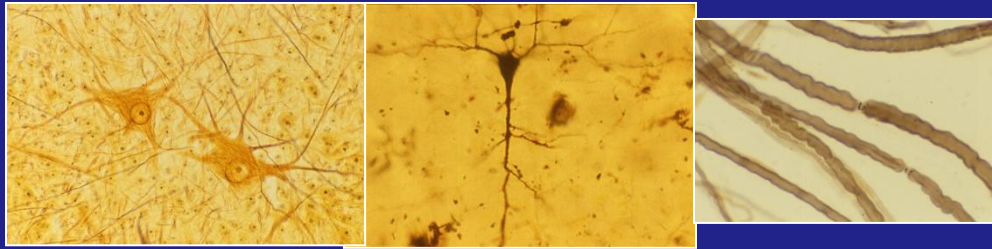
I TESSUTI



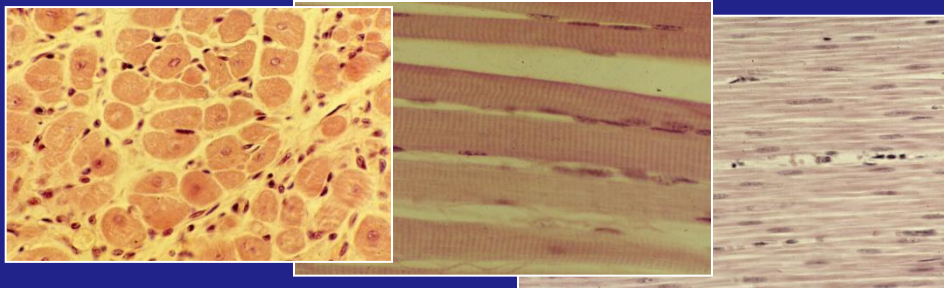
TESSUTO EPITELIALE



TESSUTO CONNETTIVO



TESSUTO NERVOSO



TESSUTO MUSCOLARE

TESSUTO CONNETTIVO

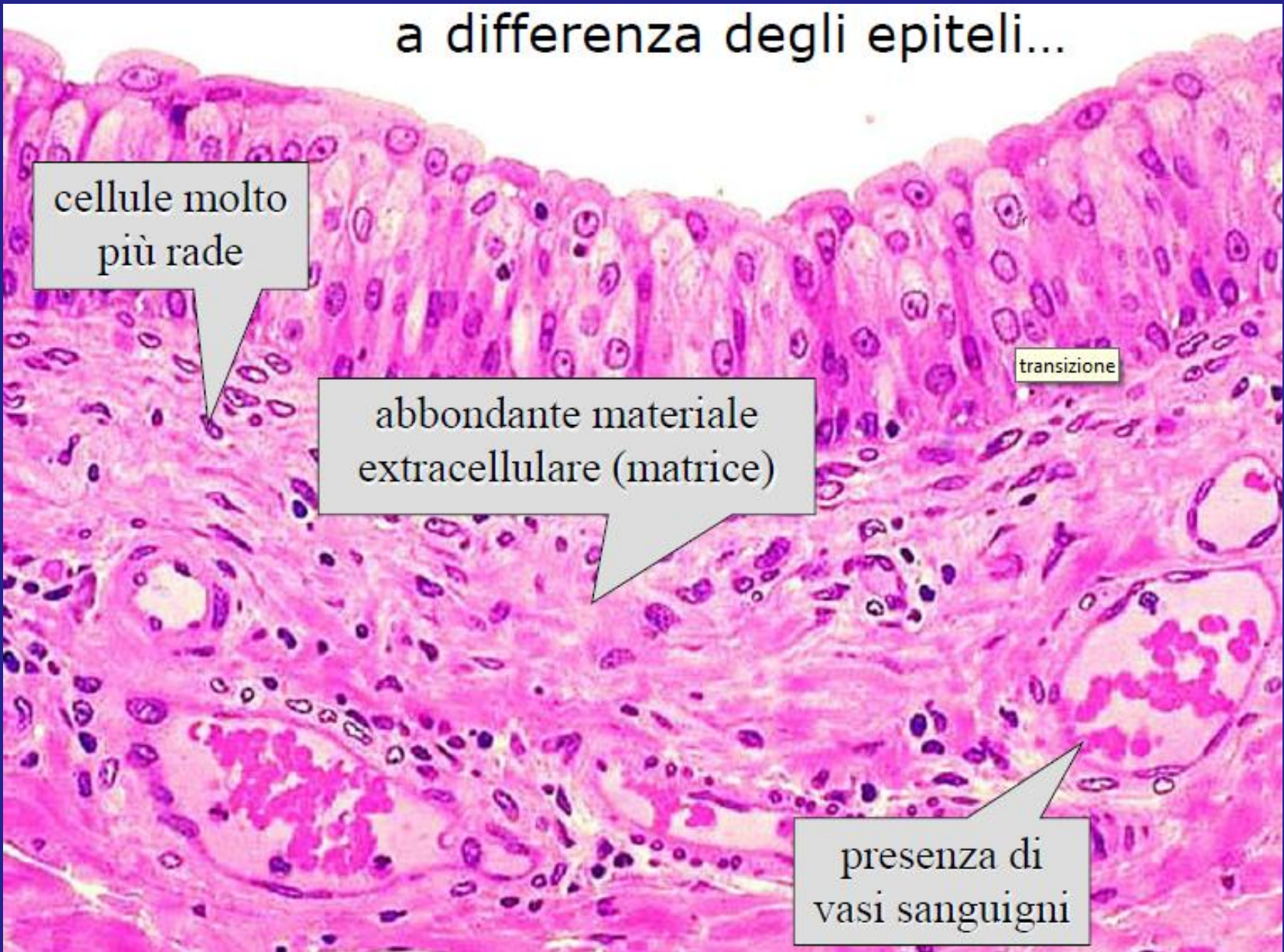
a differenza degli epiteli...

cellule molto
più rade

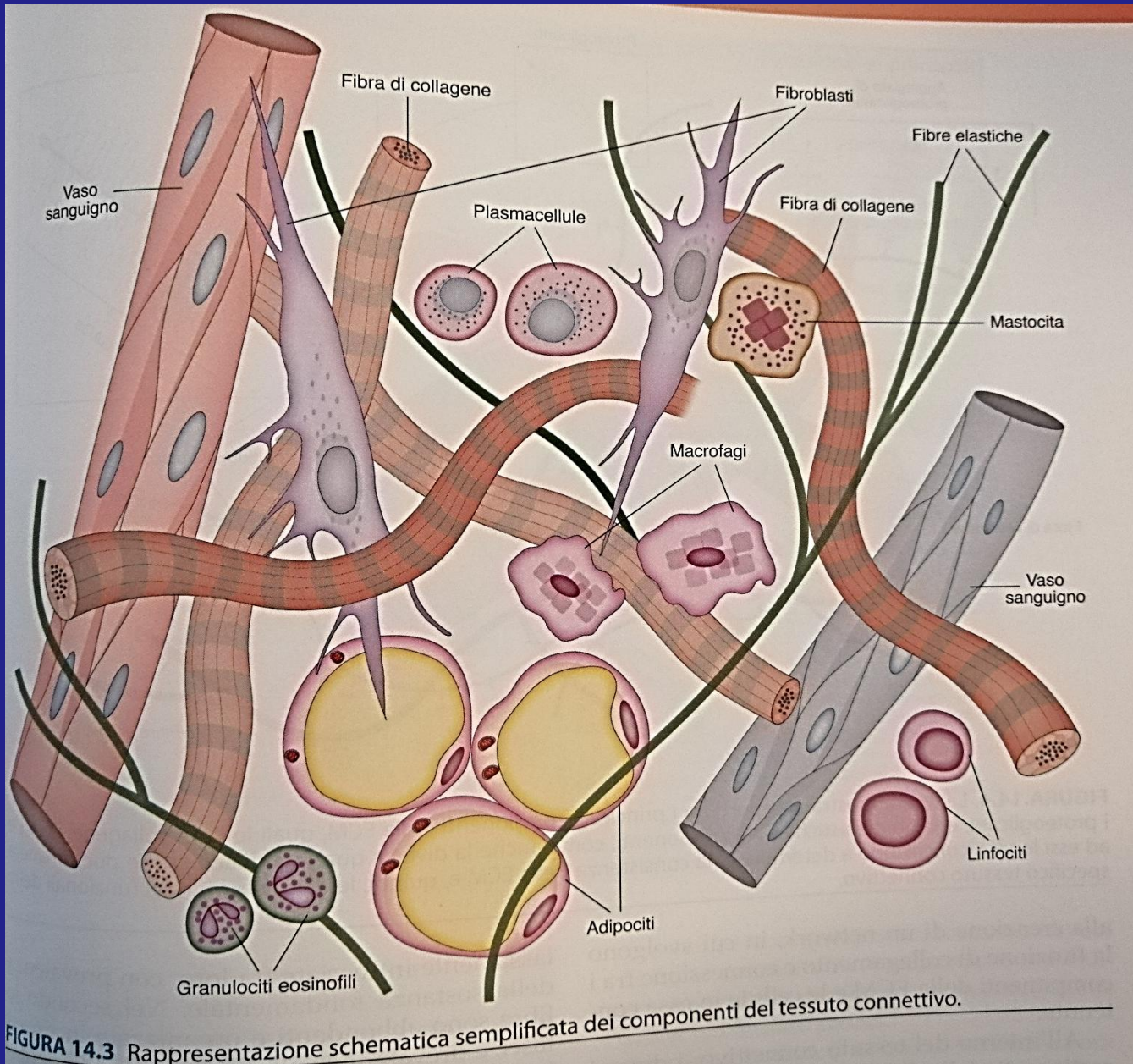
abbondante materiale
extracellulare (matrice)

transizione

presenza di
vasi sanguigni



TESSUTO CONNETTIVO



TESSUTO CONNETTIVO

Funzioni

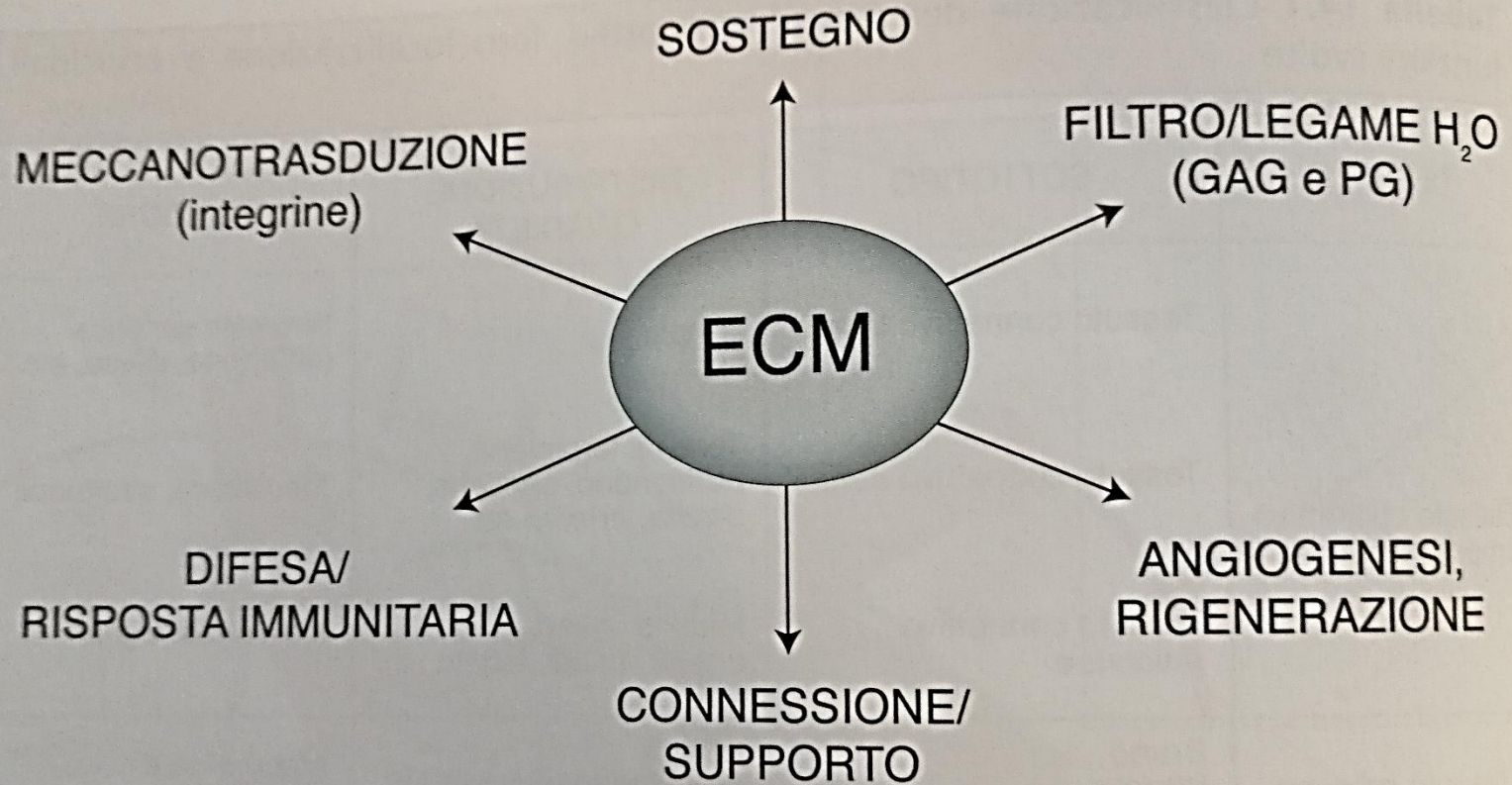


FIGURA 14.5 Rappresentazione schematica delle principali funzioni biologiche dei tessuti connettivi. Tutte le funzioni sono strettamente correlate alla specifica composizione e alla topografia della **matrice extracellulare** (ECM). GAG, glicosaminoglicani; PG, proteoglicani.

Componenti del tessuto connettivo

1. cellule

2. matrice extracellulare

1. sostanza fondamentale amorfa

2. fibre di natura proteica

1. fibre collagene

2. fibre elastiche

Cellule del connettivo propr. detto

- Fisse

- Fibroblasti
- Macrofagi fissi
- Adipociti
- Melanociti

- Migranti

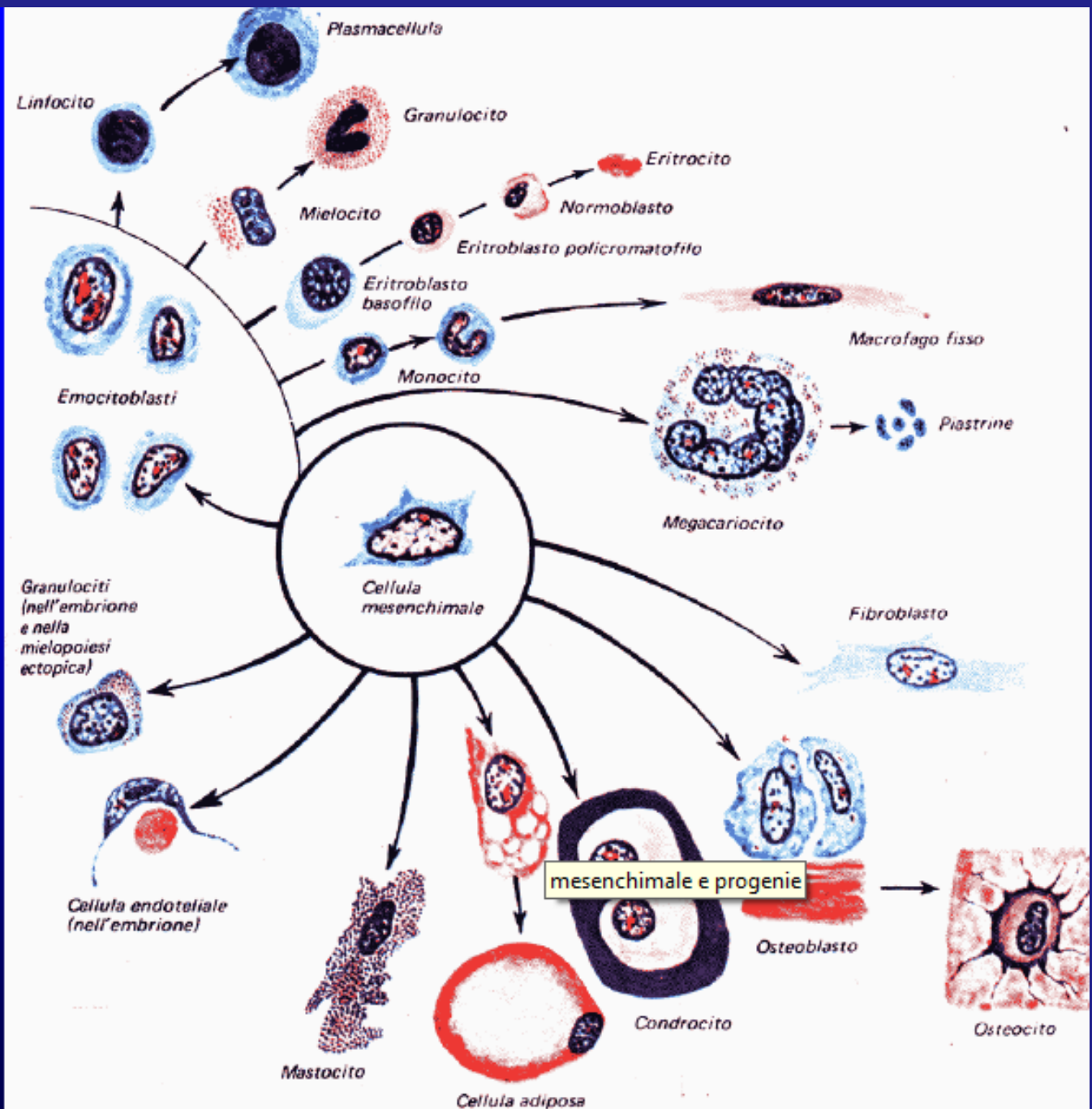
- Macrofagi liberi
- Mastociti
- Linfociti
- Microfagi
- Plasmacellule

- Cellule mesenchimali

Origine delle cellule connettivali

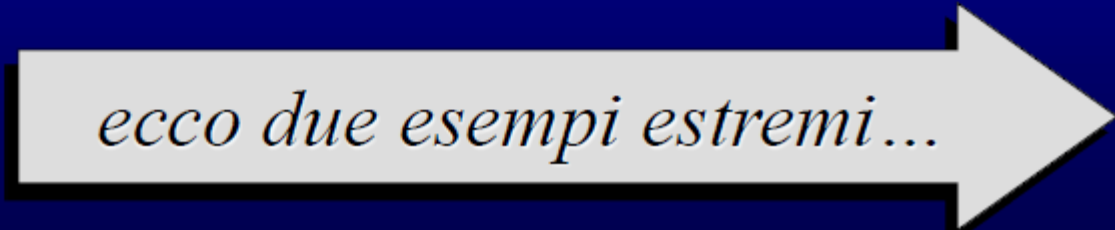
Derivano tutte, direttamente o indirettamente durante lo sviluppo embrionale, dalla cellula mesenchimale pluripotente.

Si ritiene che un piccolo numero di tali cellule persista nell'adulto



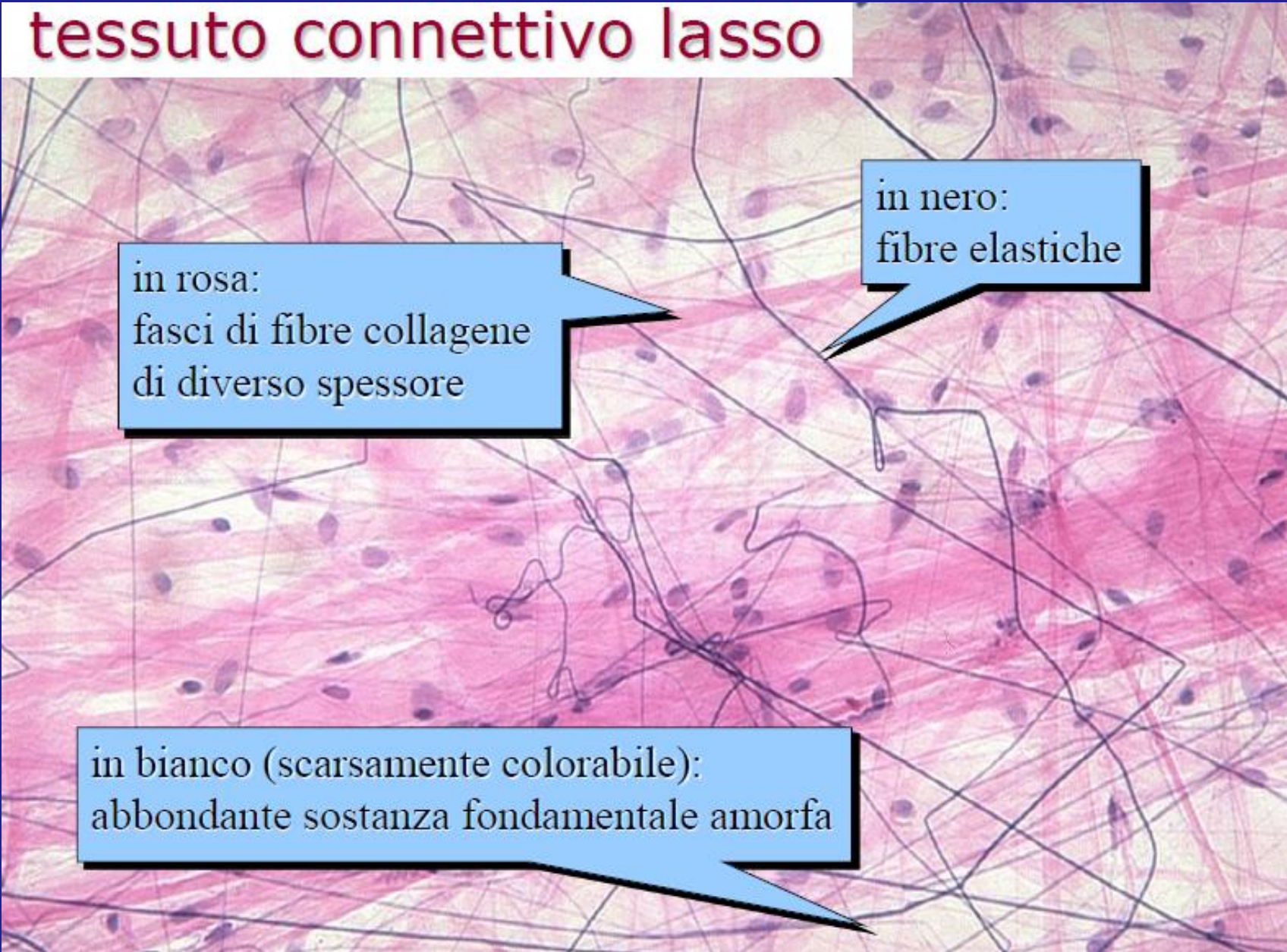
varietà di tessuto connettivo

- si distinguono diversi tipi in base alla abbondanza relativa e alla disposizione delle fibre extracellulari
- alle differenze istologiche corrispondono specifiche proprietà funzionali e quindi ruoli fisiologici



ecco due esempi estremi...

tessuto connettivo lasso



in rosa:
fasci di fibre collagene
di diverso spessore

in nero:
fibre elastiche

in bianco (scarsamente colorabile):
abbondante sostanza fondamentale amorfa

tessuto connettivo denso

fasci compatti e ordinati
di fibre collagene in sede
extracellulare

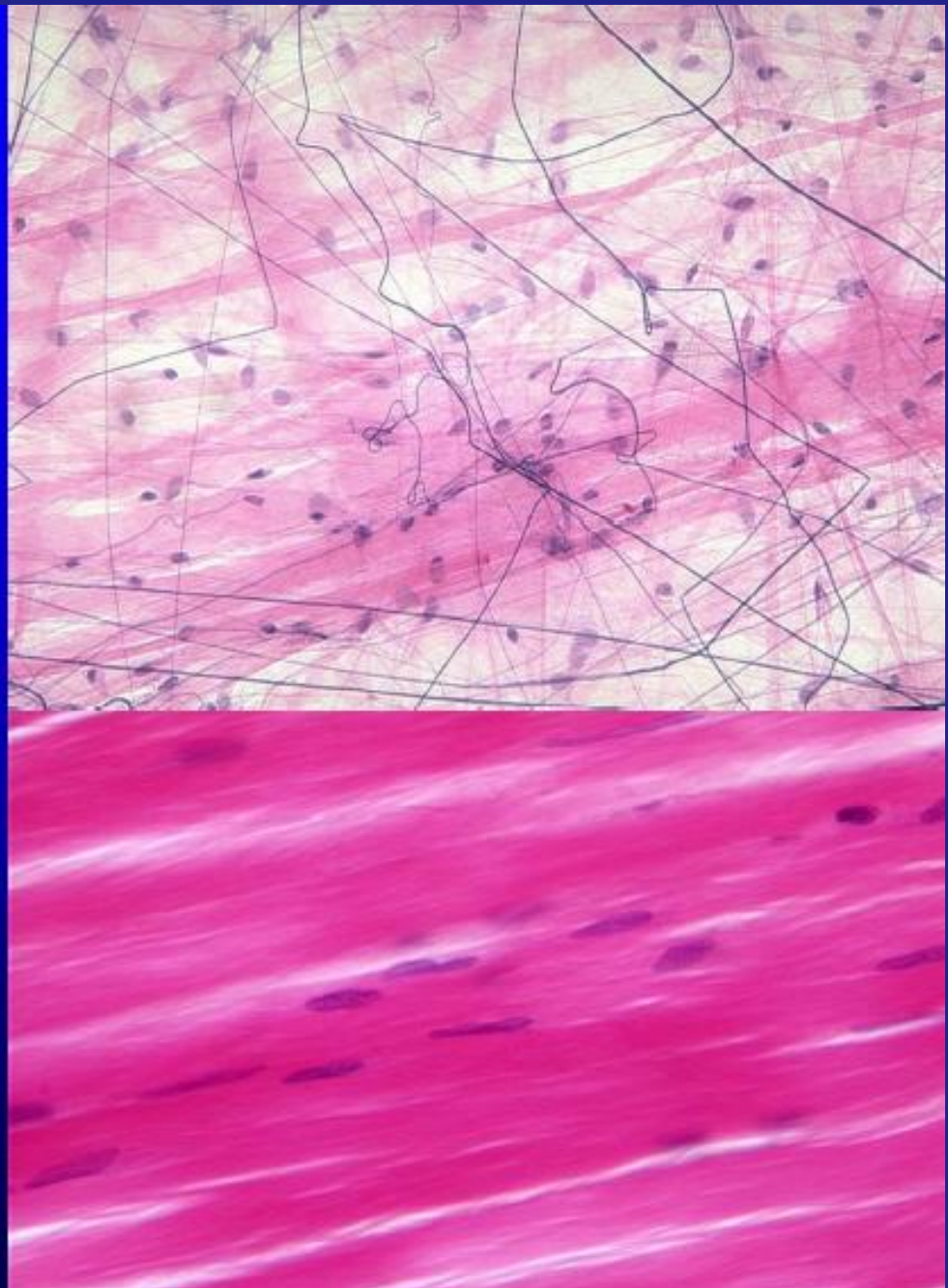
tendine 40x

scarse quantità di sostanza
fondamentale amorfa



specificità funzionale

- lasso:
 - permeabile
 - facilita gli scambi metabolici
 - sede privilegiata dei meccanismi di difesa
- denso
 - robusto
 - notevole resistenza alle sollecitazioni meccaniche



in che senso i tessuti connettivi “connettono”?

- connessione meccanica
 - ancorare tessuti fra loro
 - sostenere e proteggere organi
- connessione funzionale
 - consentire e facilitare il transito di:
 - sostanze (nutrizione, metabolismo)
 - cellule (difesa immunitaria)

connessione
"meccanica"

più fibre proteiche, che
conferiscono stabilità e
robustezza

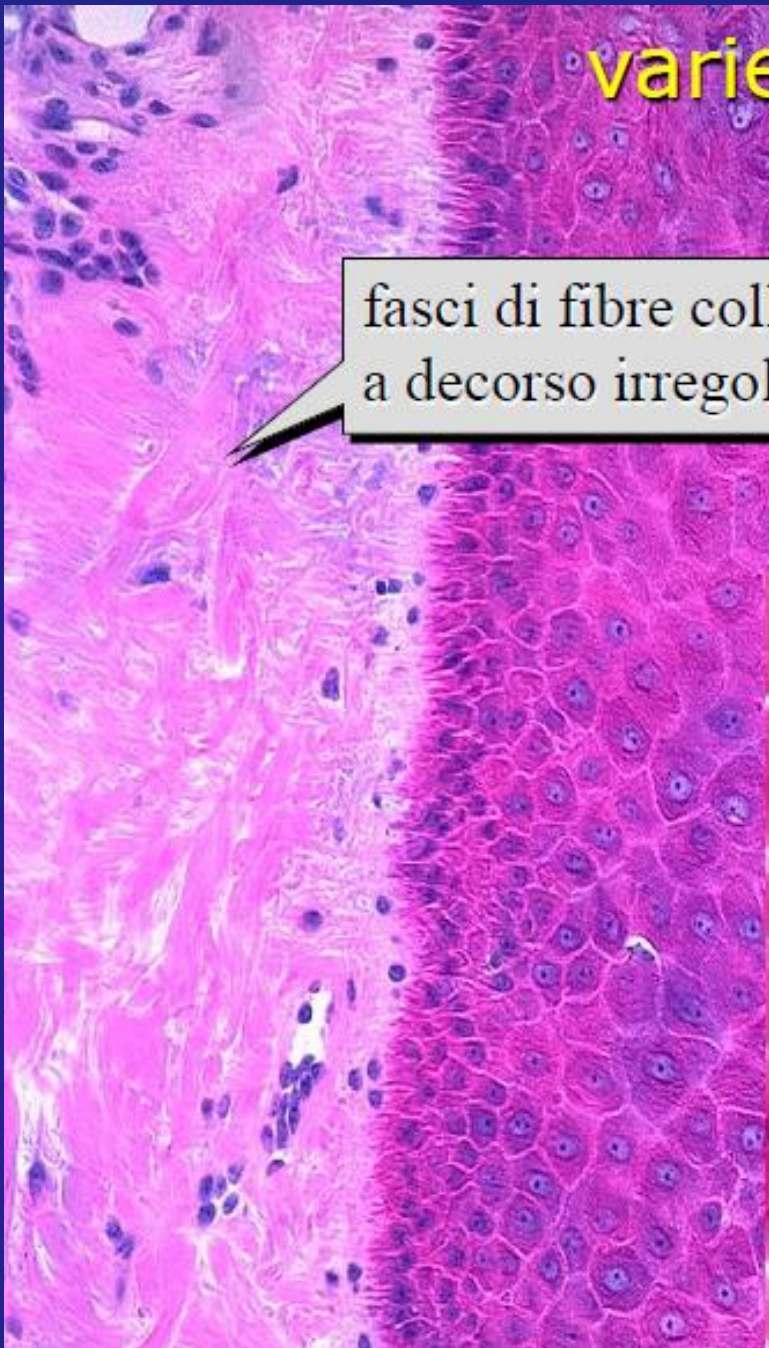
connessione
"funzionale"

più sostanza fondamentale
idratata, che consente la
diffusione di sostanze e la
migrazione di cellule

classificazione dei tessuti connettivi propriamente detti

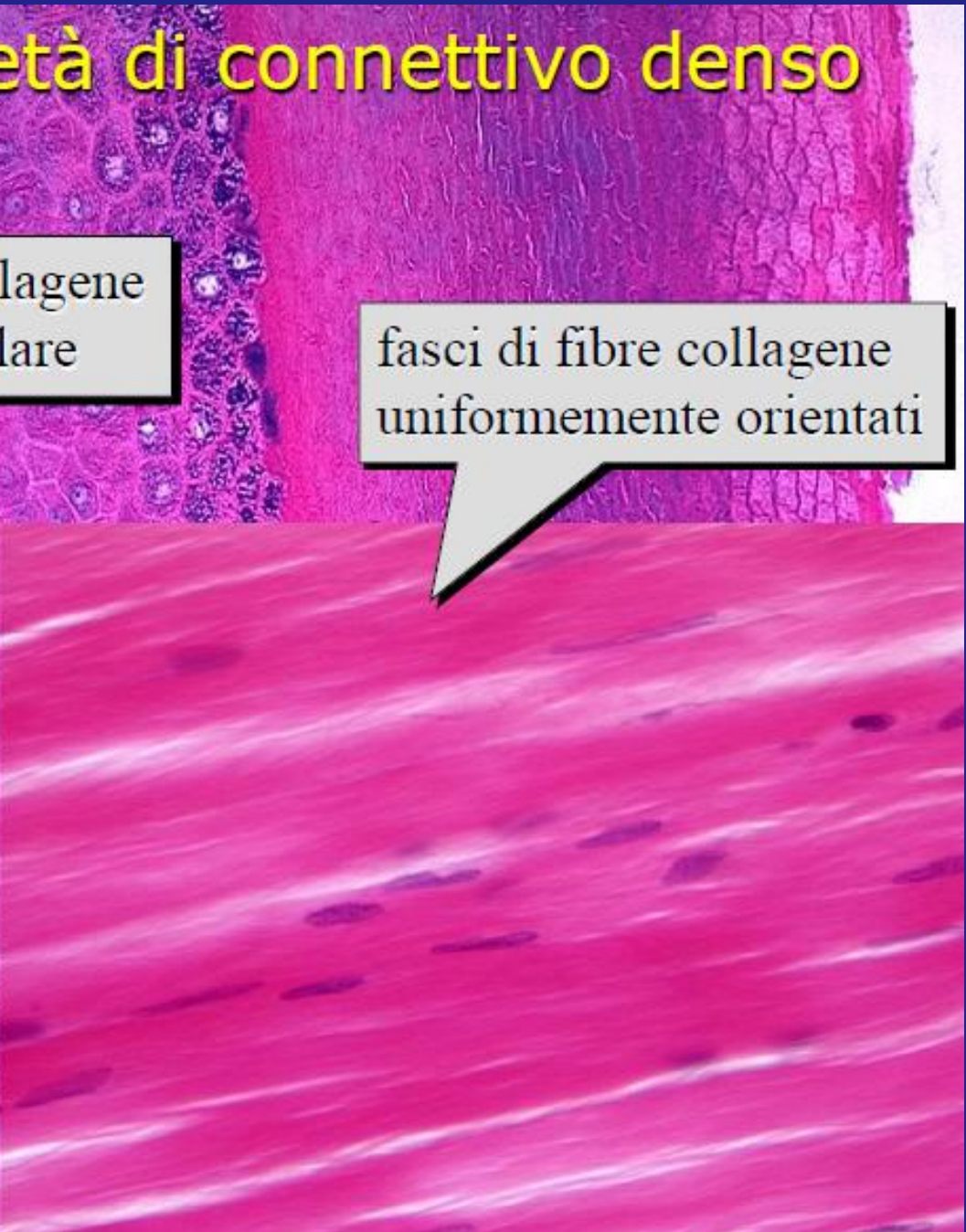
- lasso
- denso
 - regolare
 - irregolare
- altri, fra cui...
 - adiposo

varietà di connettivo denso



fasce di fibre collagene
a decorso irregolare


This histological section shows dense connective tissue with collagen fibers arranged in an irregular, disorganized pattern. The fibers are stained pink and vary in thickness. Numerous small, dark-stained nuclei of fibroblasts are scattered throughout the tissue.



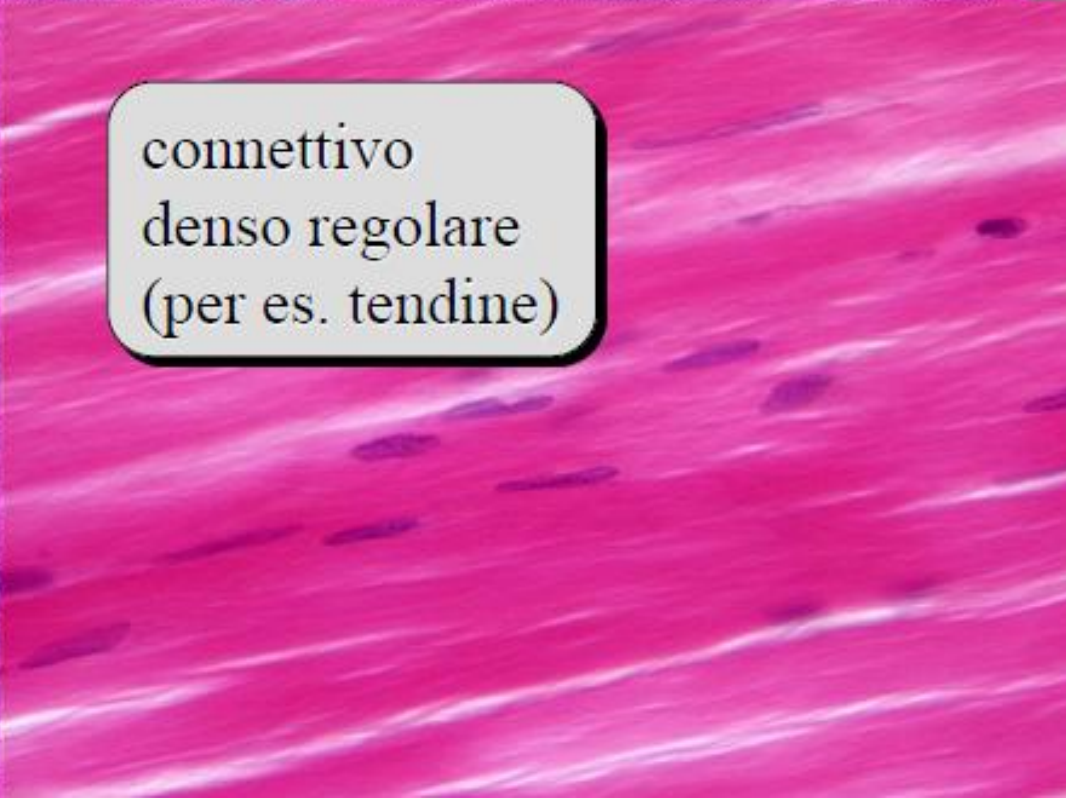
fasce di fibre collagene
uniformemente orientati

This histological section shows dense connective tissue with collagen fibers arranged in uniform, parallel bundles. The fibers are stained pink and appear as distinct, parallel bands. The nuclei of fibroblasts are also visible, appearing as small, dark spots.

varietà di connettivo denso



connettivo
denso irregolare
(per es. derma)



connettivo
denso regolare
(per es. tendine)

Connettivo denso regolare

- Le fibre sono strettamente impacchettate e allineate lungo le linee di trazione
- La sua grande resistenza lo rende adatto a formare
 - Tendini
 - Aponeurosi
 - Fasce
 - Legamenti
 - Cornea

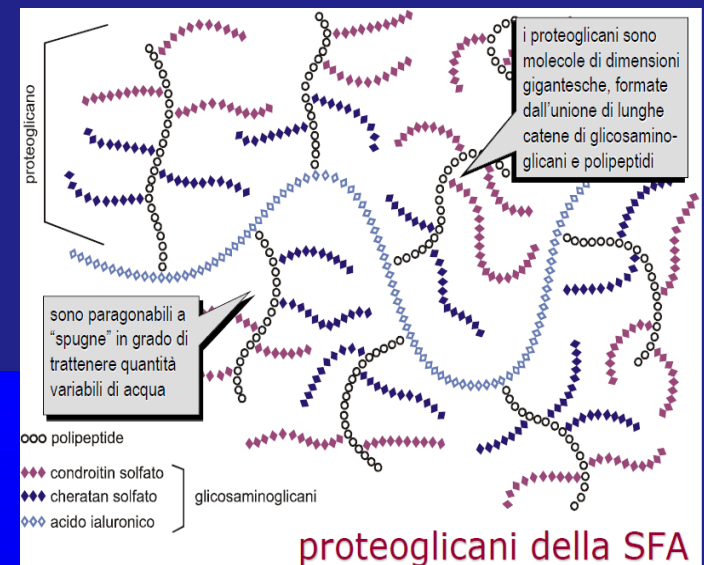
Connettivo denso irregolare

- Le fibre sono intrecciate fra loro senza un disegno preciso
- Si riscontra in
 - Derma
 - Capsula fibrosa che avvolge gli organi
 - Guaine di tendini e nervi
 - Periostio

- la composizione delle componenti della matrice extracellulare del connettivo

Sostanza fondamentale amorfa

- soluzione molto viscosa caratterizzata dalla presenza di macromolecole a base di proteine e polisaccaridi
- molto permeabile alla diffusione di metaboliti, consente anche la migrazione delle cellule immunitarie
- la sua permeabilità dipende dal grado di idratazione, che può aumentare notevolmente in caso di
 - edema
 - infiammazione



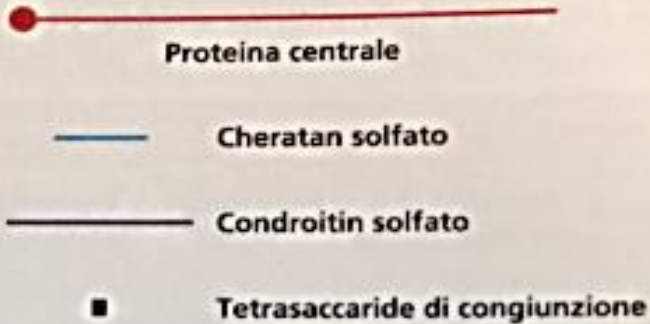
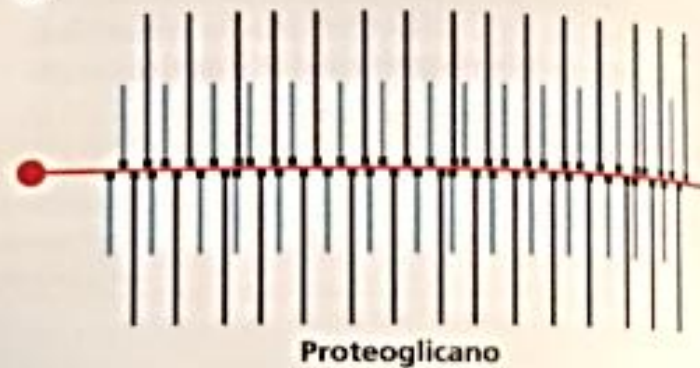
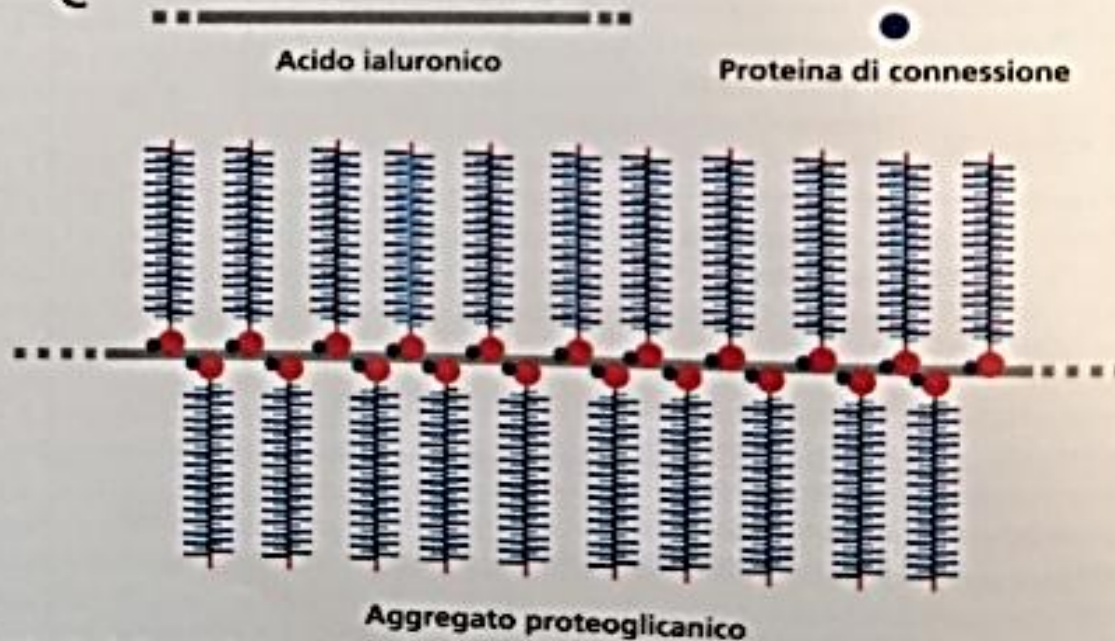
A**B****C**

FIGURA 15.19 Schema illustrante i costituenti (A) e l'organizzazione (B) di un proteoglicano, e di un aggregato proteoglicanico (C).

Tabella 15.3 Principali differenze tra proteoglicani e glicoproteine

	Proteoglicani	Glicoproteine
Carboidrati (quantità relativa)	Elevata	Scarsa
Polipeptidi (quantità relativa)	Scarsa	Elevata
Struttura delle catene glicaniche	Catene lunghe e lineari	Catene corte e ramificate
Composizione delle catene glicaniche	Disaccaridi caratteristici ripetuti	Assortimento specifico di diversi monosaccaridi
Monosaccaridi più frequenti	Glucosamina, N-acetil-glucosamina, Galattosamina, N-acetil-galattosamina, D-glicuronato, L-iduronato	Acido Sialico, Mannosio, Fucosio
Esteri solforici	Presenti	Assenti

Più in dettaglio...

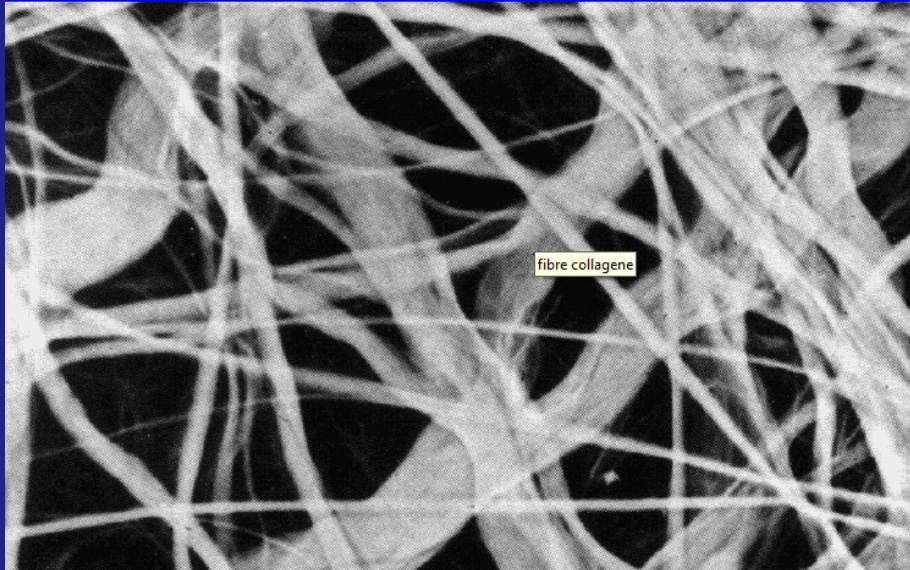
- la composizione delle componenti della matrice extracellulare del connettivo

Fibre dei tessuti connettivi

- Fibre collagene
- Fibre reticolari
- Fibre elastiche

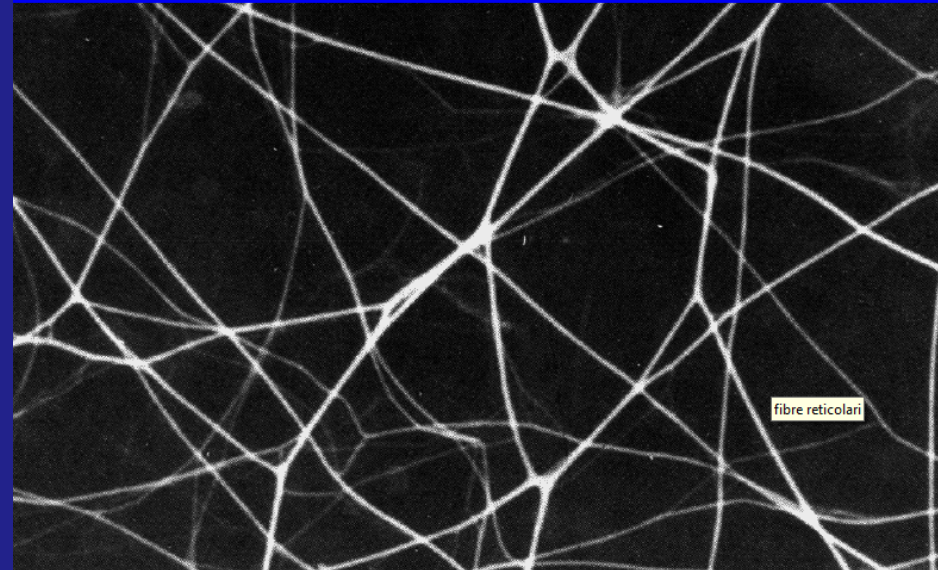
Fibre collagene

- Lunghe, resistenti ma flessibili, non ramificate
- Non si estendono molto se tirate



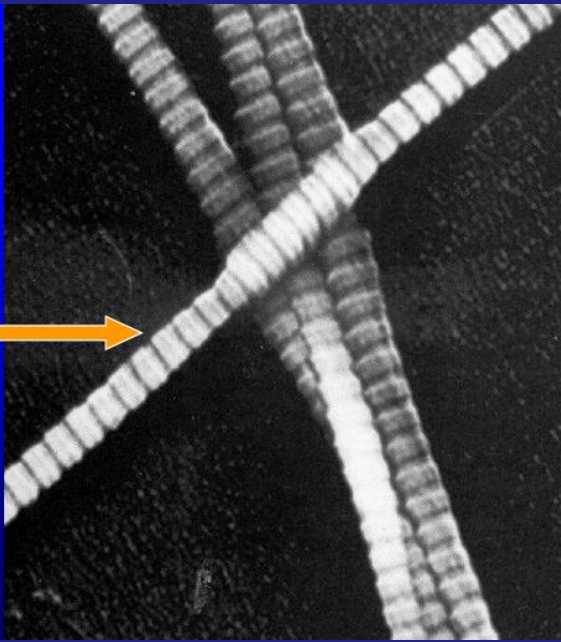
Fibre reticolari

- più sottili, rete intrecciata e ramificata
- meno resistenti, ma più flessibili rispetto alle collagene



Fibrille collagene

- fibre collagene e reticolari sono in realtà formate dalla stessa struttura proteica di base
- da cosa deriva la bandeggiatura evidenziata da certe tecniche di microscopia elettronica?

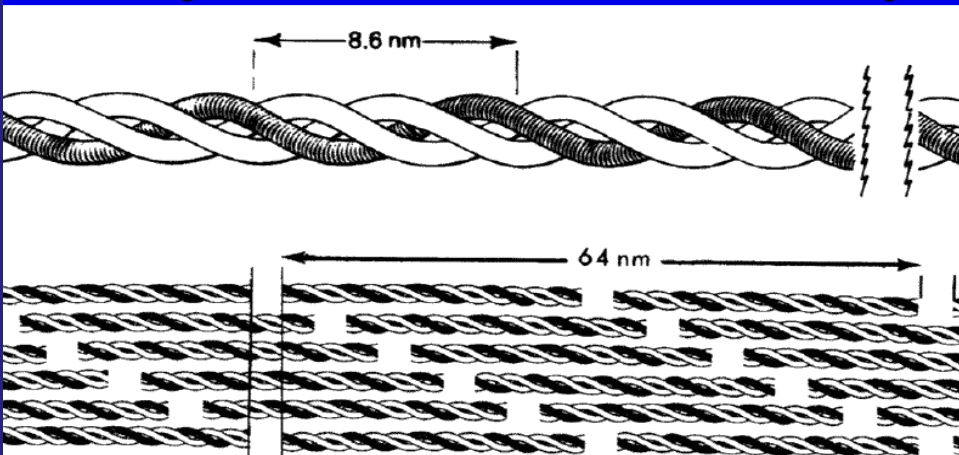


Fibre reticolari

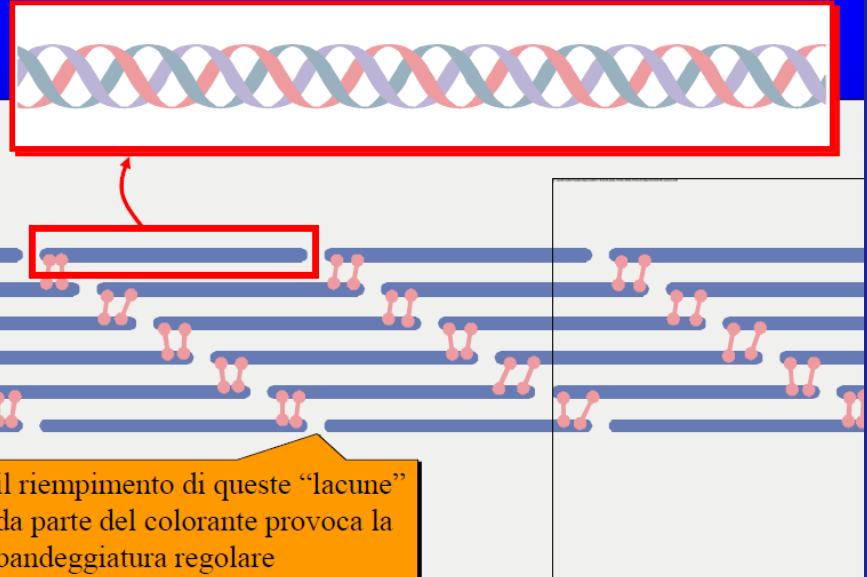
- Stessa proteina costitutiva del collagene, ma minore grado di aggregazione
- Comuni nel periodo in cui il mesenchima si differenzia in connettivo
- Nell'adulto:
 - Membrana basale degli epiteli
 - Tessuto periendoeliale
 - Stroma degli organi ghiandolari
 - Stroma di sostegno degli organi linfoidei e del midollo osseo

il collagene è formato dall'associazione di subunità di tropocollagene

- Le triple catene peptidiche del tropocollagene si allineano longitudinalmente e si associano parallelamente in modo regolarmente "sfasato" a formare microfibrille di collagene



tropocollagene e collagene



il riempimento di queste "lacune" da parte del colorante provoca la bandeggiatura regolare

fibre elastiche

fibrillina

elastina

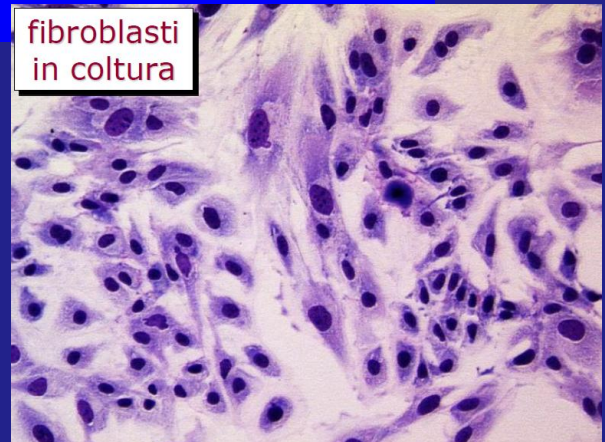
- collagene
- elastina
- proteoglicani
- ...

- le fibre elastiche, a differenza del collagene, si allungano se sottoposte a trazione
- al cessare della trazione, le fibre riacquistano la loro forma originale.

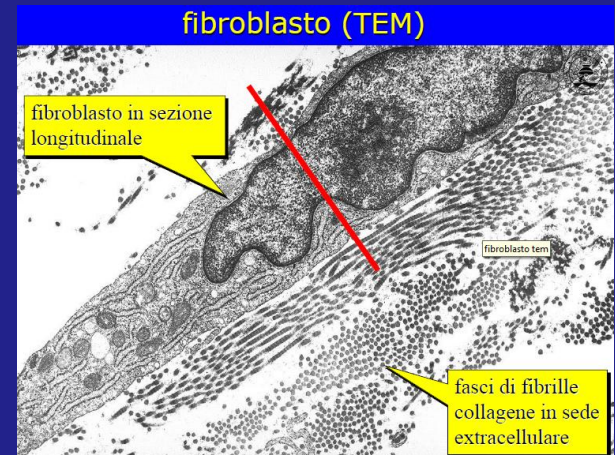
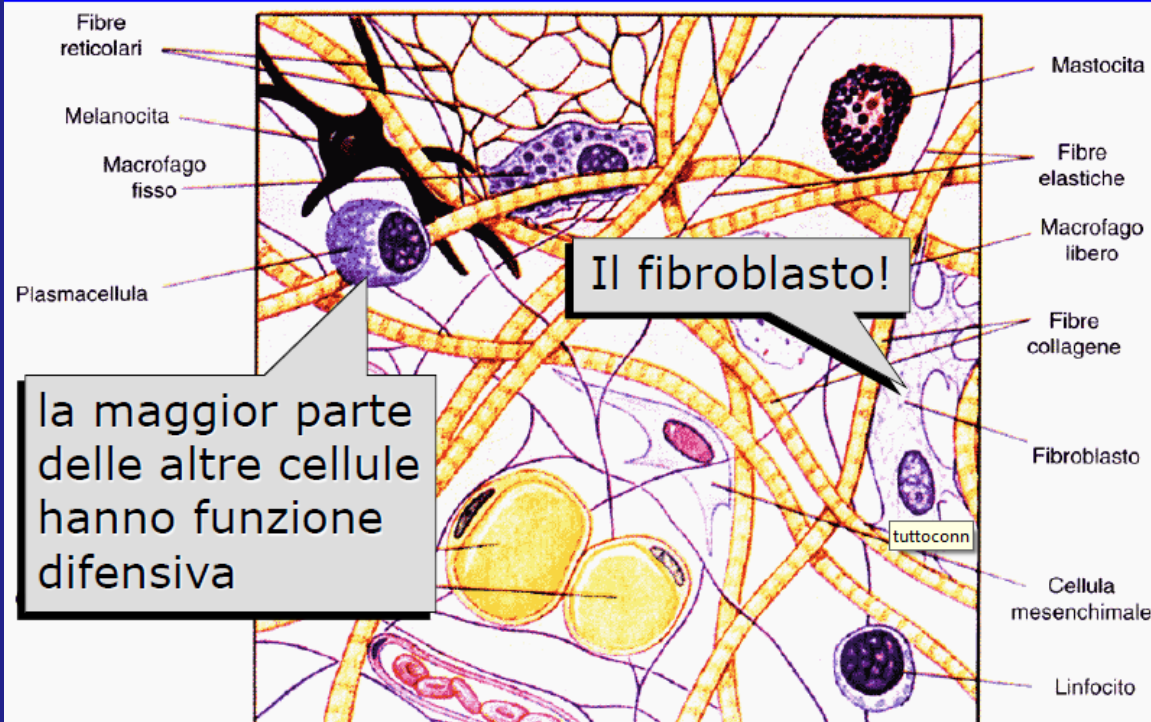
chi produce tutte queste componenti?

le cellule del connettivo

- il connettivo è caratterizzato da una popolazione cellulare eterogenea
- ma solo *una* cellula è responsabile della sintesi di *tutte* le componenti extracellulari...

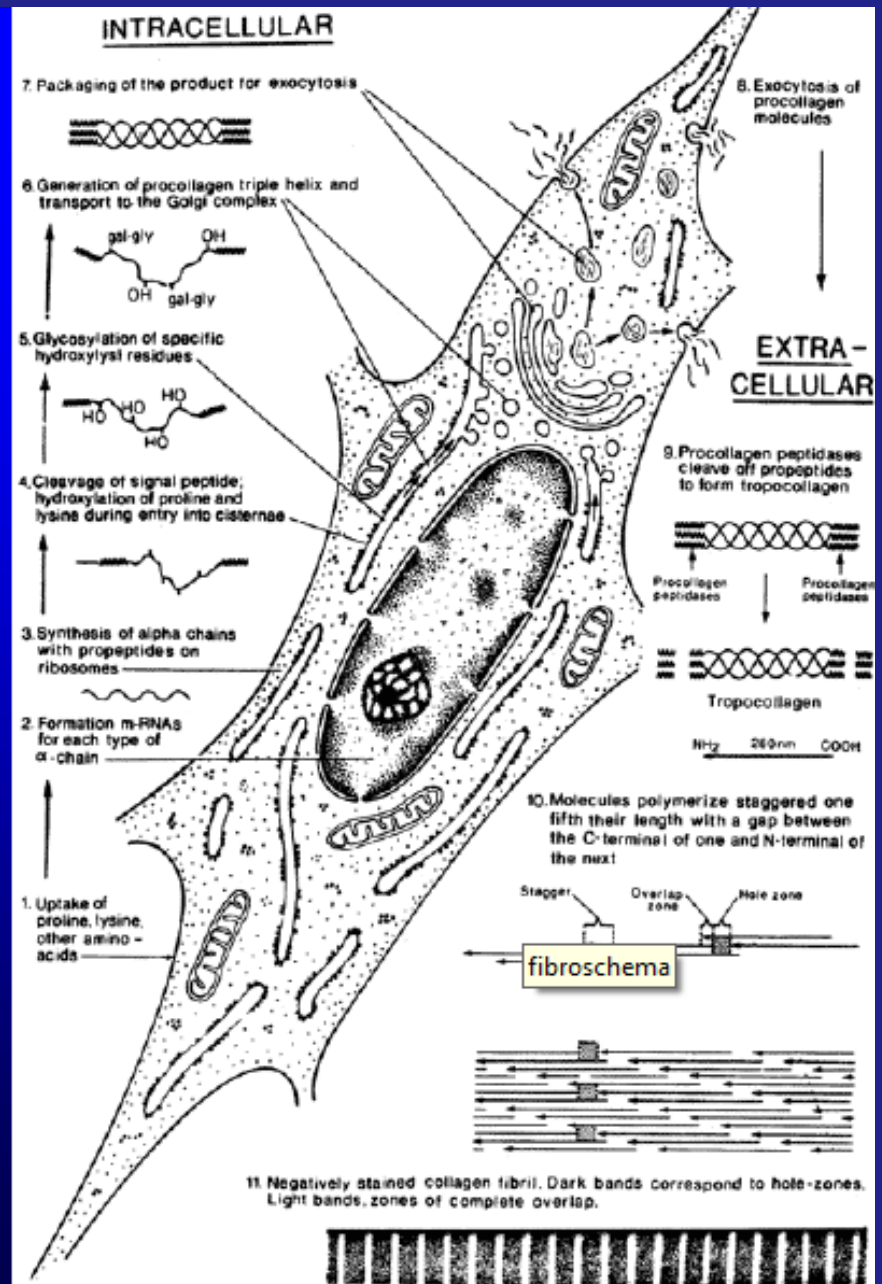


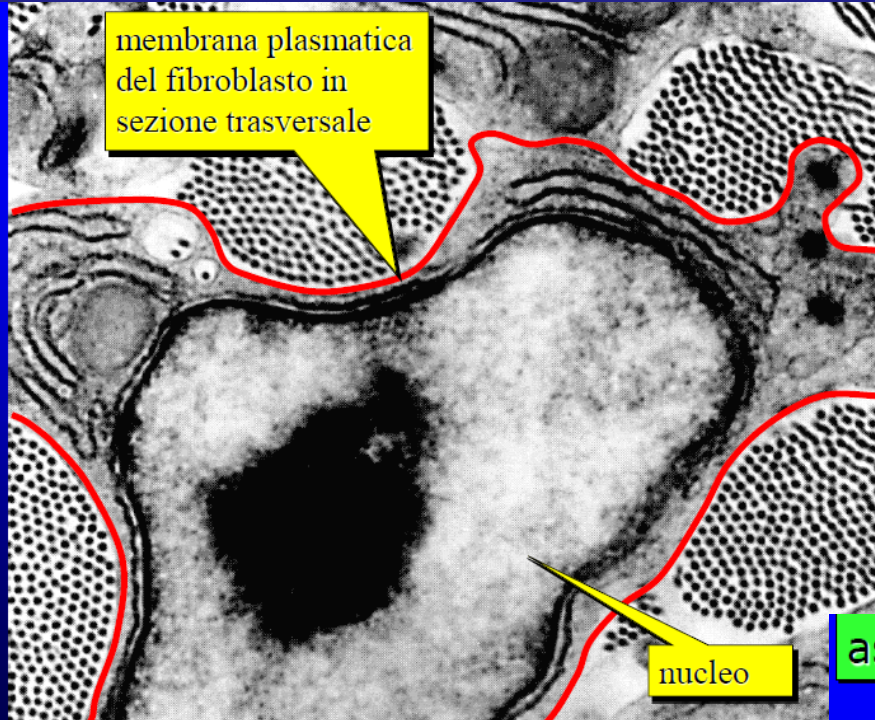
connettivo lasso: alcune componenti



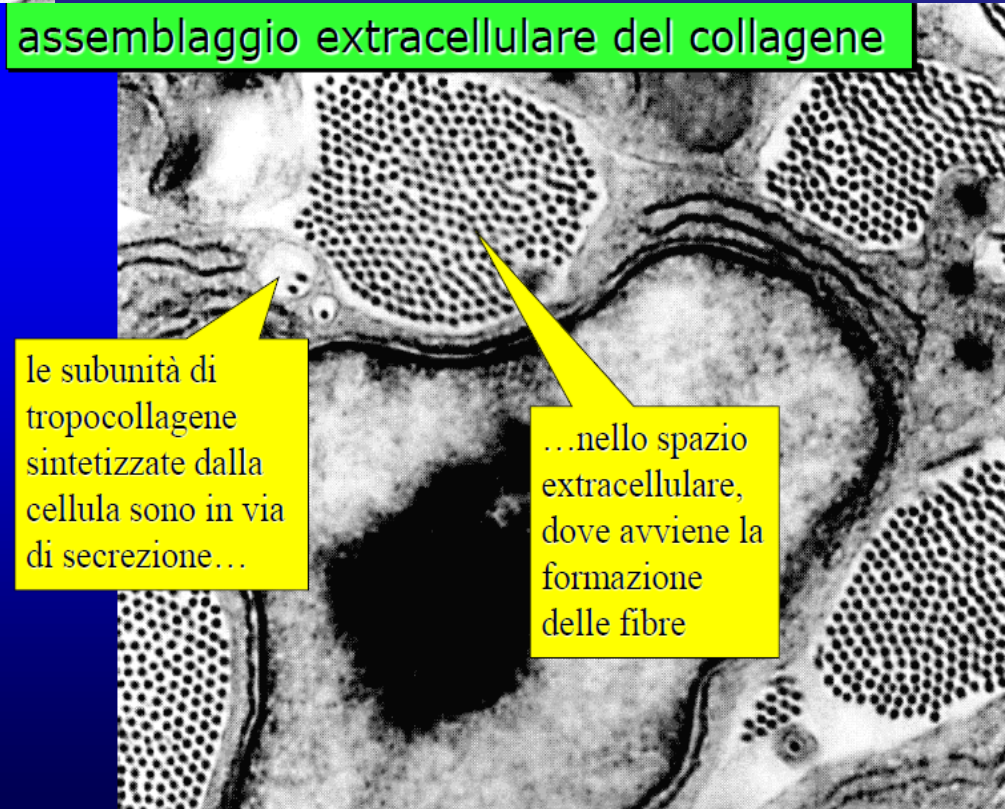
Fibroblasto

- La cellula più abbondante nel connettivo propriamente detto
- Costruisce e secerne le subunità proteiche delle fibre
- Secerne acido ialuronico

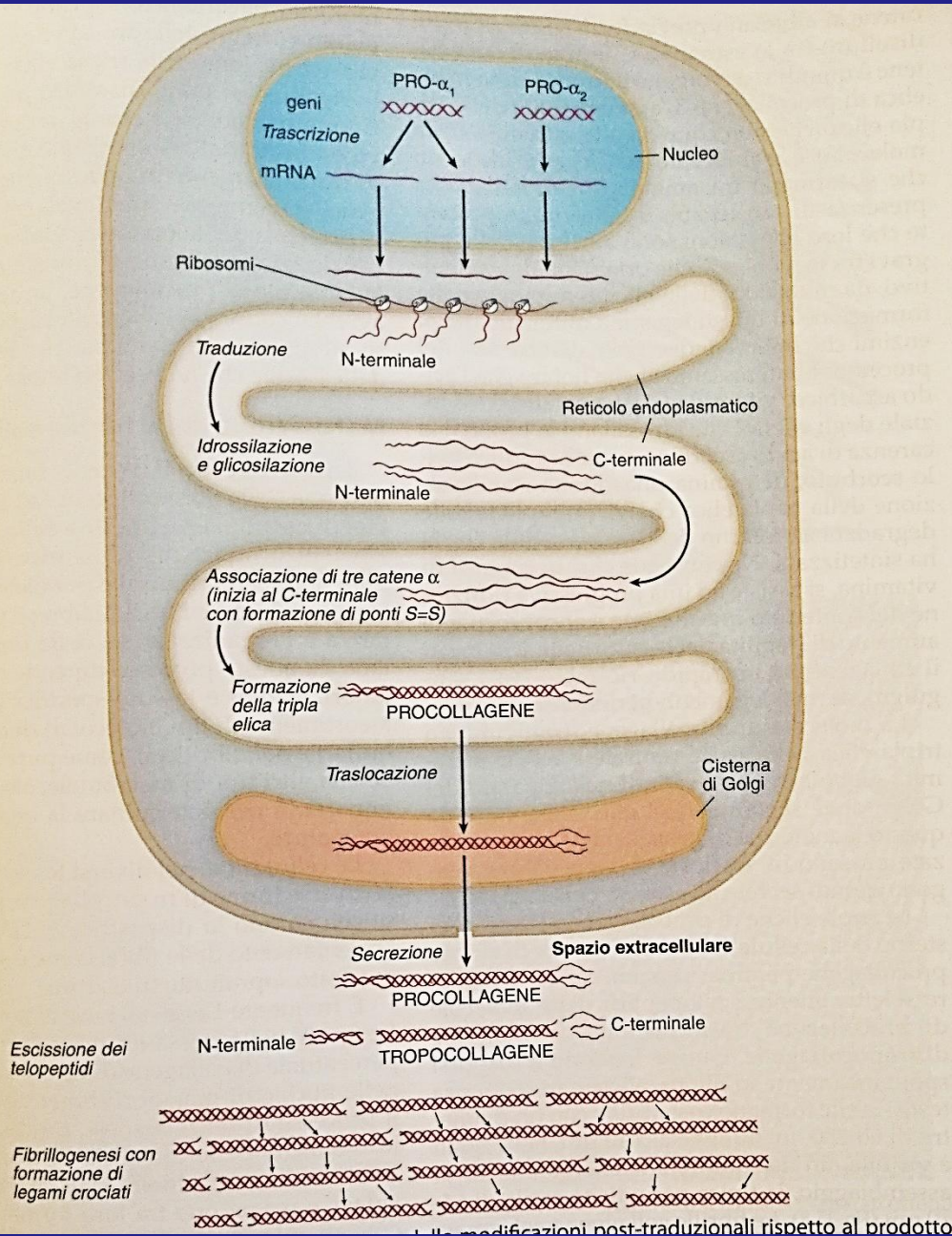




assemblaggio extracellulare del collagene

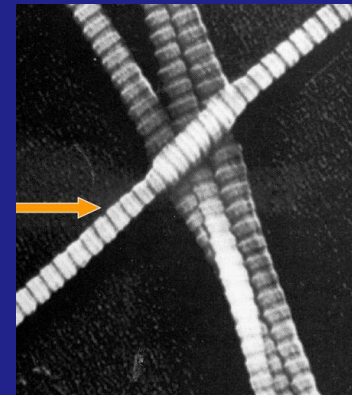


sintesi del collagene



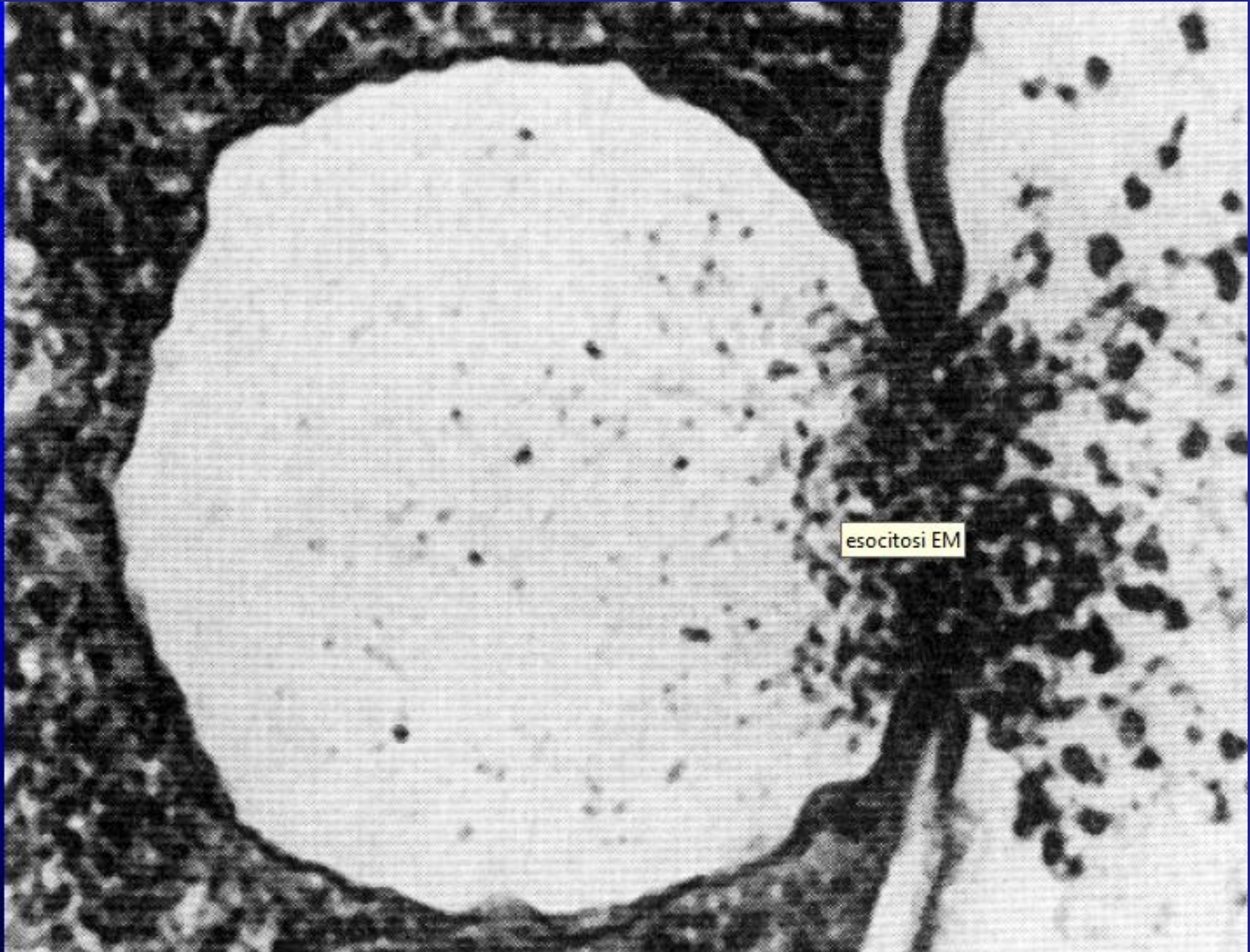
I fibroblasti, i condroblasti e gli osteoblasti sintetizzano la molecola di tropocollagene

La maturazione del collagene prevede numerose e complesse modificazioni post-traduzionali del tropocollagene, sia a livello endocellulare che extracellulare

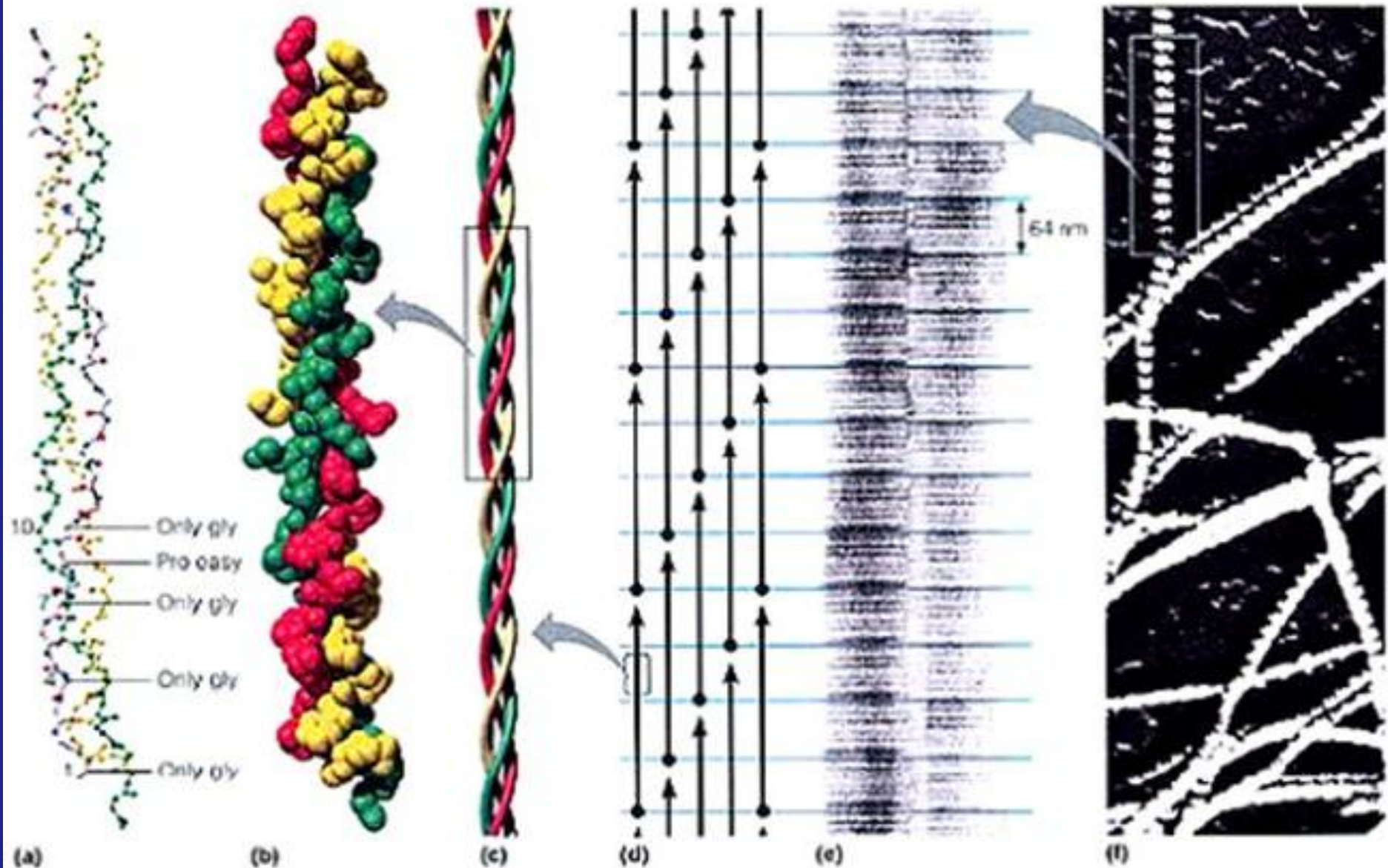


sintesi del collagene

esocitosi



synthesi del collagene



Cellule del connettivo propr. detto

- Fisse

- Fibroblasti
- Macrofagi fissi
- Adipociti
- Melanociti

- Migranti

- Macrofagi liberi
- Mastociti
- Linfociti
- Microfagi
- Plasmacellule

- Cellule mesenchimali

Macrofago fisso

- Anche detto istiocita, nasce per differenziazione del monocita circolante
- Fagocitano cellule danneggiate e particelle estranee, inclusi batteri patogeni
- I materiali ingeriti vengono distrutti da enzimi lisosomiali
- Reagiscono a stimoli rilasciando sostanze attivanti del sistema immunitario



Macrofagi liberi

- Stessa funzione dei macrofagi fissi, ma sono molto mobili
- Migrano nell'organismo attratti da un focolaio d'infezione

Tabella 15.4 Il sistema dei macrofagi^k

SISTEMA DEI MACROFAGI
(SISTEMA RETICOLO-ENDOTELIALE O SISTEMA RETICOLO-ISTIOCITARIO)

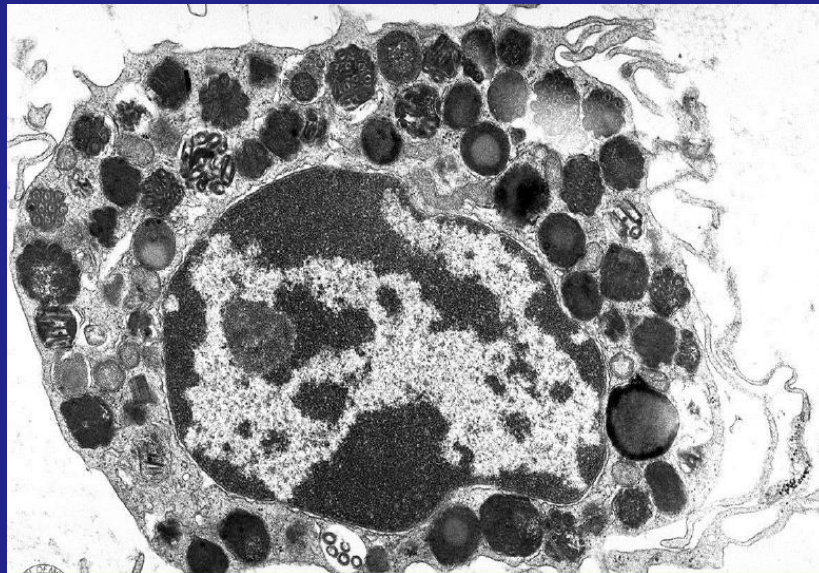
Proprietà comuni alla maggior parte delle cellule del sistema reticolo endoteliale

- Derivazione monocitaria
- Elevata attività fagocitaria
- Recettori per il Fc delle IgG
- Recettori per il complemento
- Recettori per citochine
- Recettori per interferoni
- Capacità di presentare l'antigene

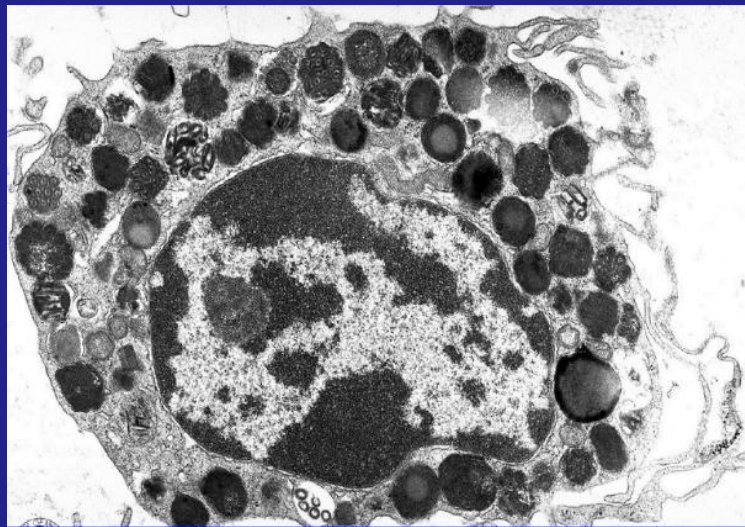
Denominazione classica	Sede (caratteristiche)
Istiocito o macrofago	Tessuto connettivo p.d.
Cellula di Kupffer	Fegato
Macrofago alveolare	Polmone
Cellula di Langerhans	Epidermide
Macrofagi peritoneali e pleurici	Sierose
Microglia	Tessuto nervoso
Monocito	Sangue, midollo osseo
Cellule epitelioidi	Granulomi tubercolari, lepromatosi, infezione luetica, etc.
Cellula gigante da corpo estraneo	Dove sia necessario fagocitare materiale estraneo voluminoso e in granulomi tubercolari, etc. (sincizio polinucleato)
Osteoclasto	Tessuto osseo (sincizio polinucleato)

Mastociti

- Cellule piccole e mobili situate spesso vicine ai vasi sanguigni
- Producono **istamina**
(dilata i vasi favorendo l'afflusso di sangue)
- ed **eparina**
(previene la coagulazione del sangue)

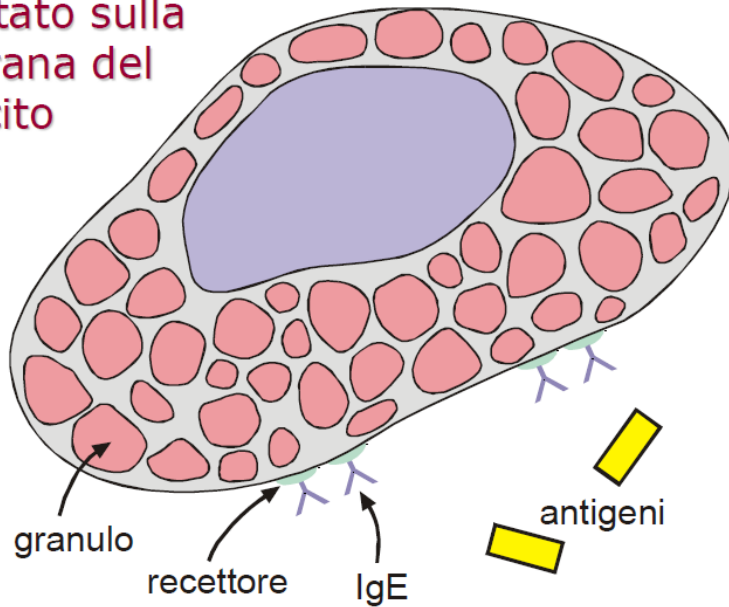


mastocito

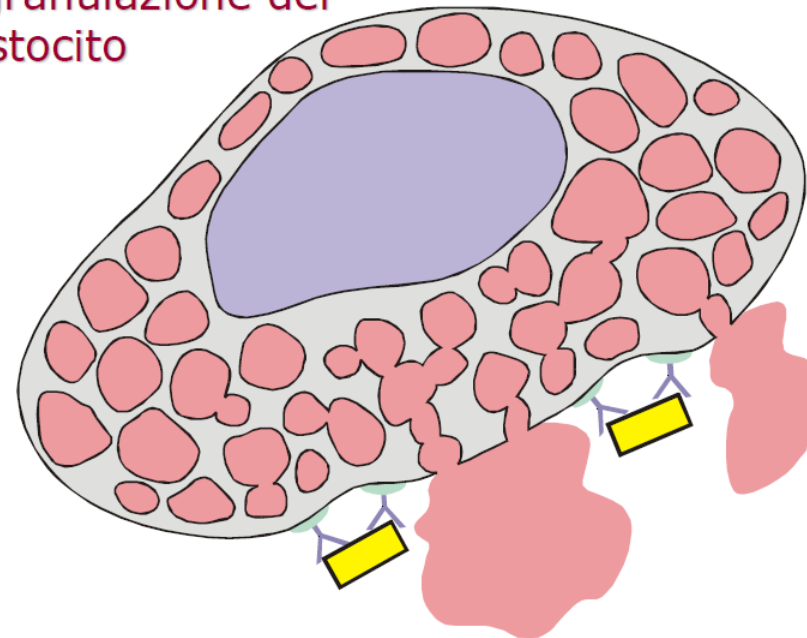


mastocito

Interazione fra antigene e IgE
presentato sulla
membrana del
mastocito



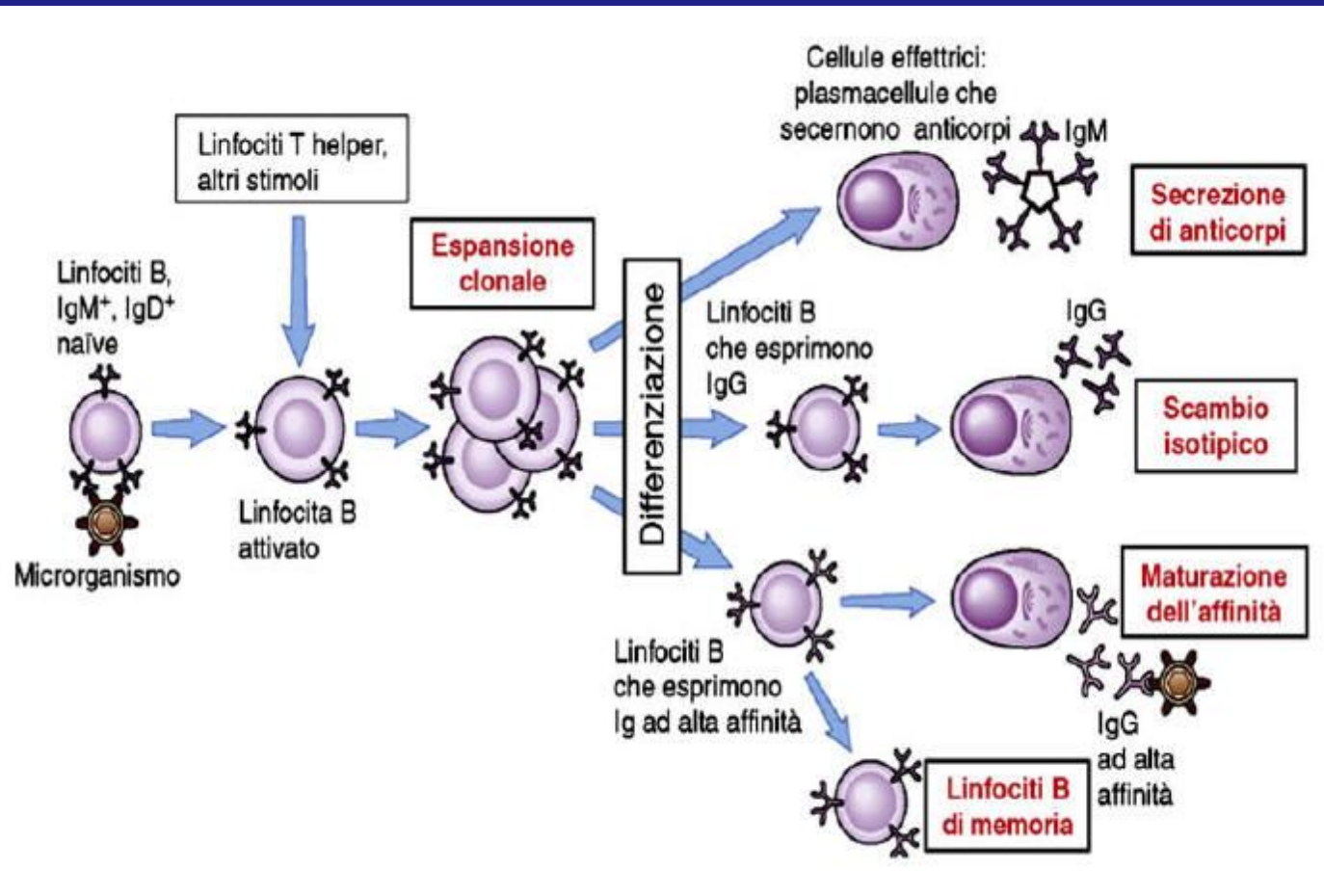
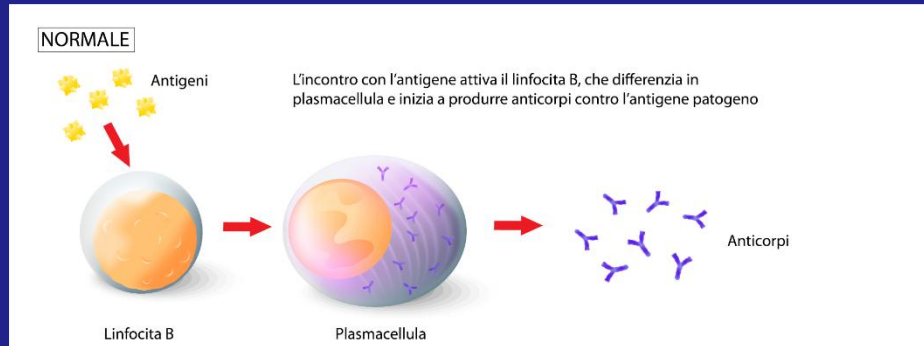
Degranulazione del
mastocito



Altre cellule migranti

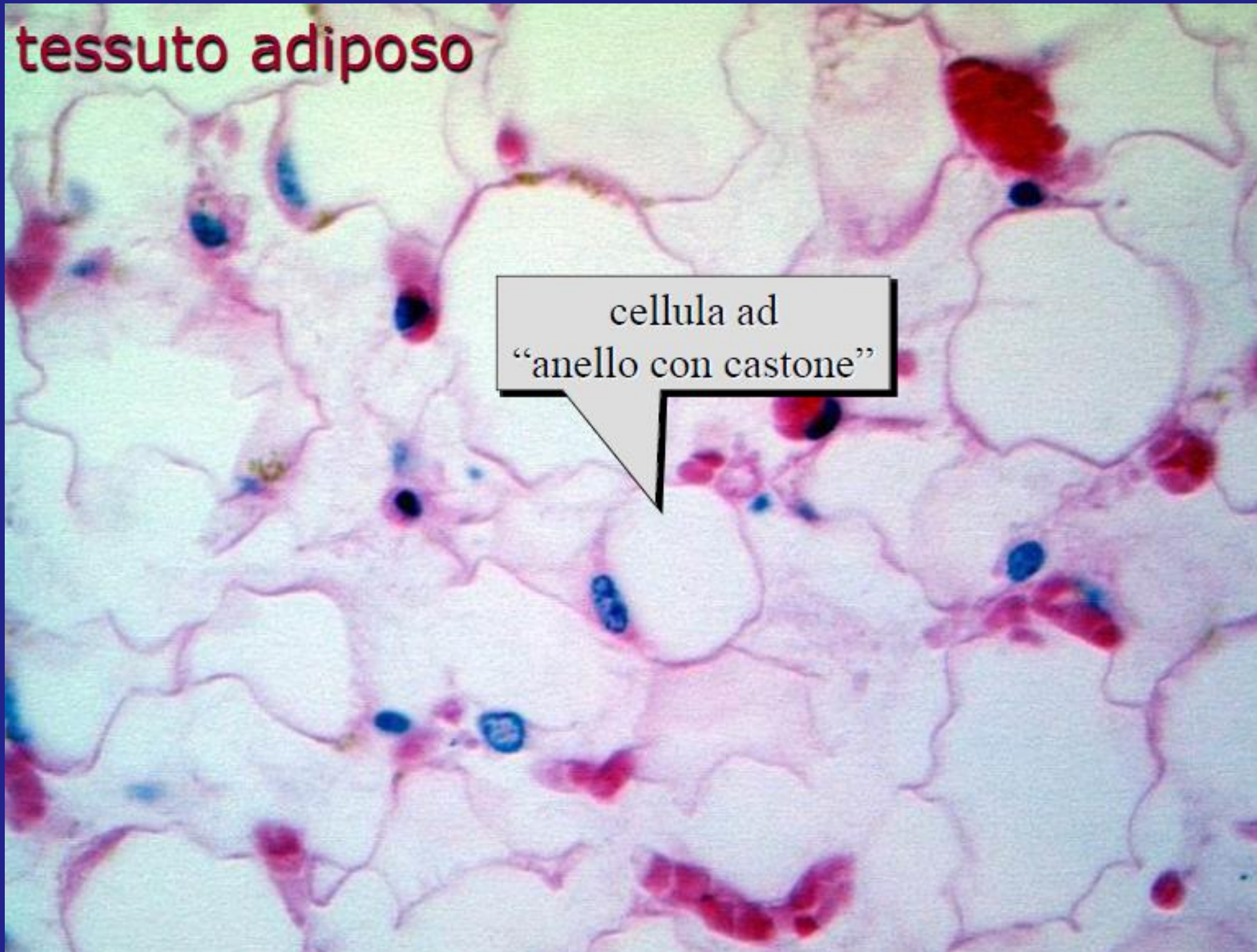
- Linfociti e plasmacellule
- granulociti neutrofili ed eosinofili]

Linfociti e Plasmacellule



tessuto adiposo

cellula ad
“anello con castone”



Connettivi a caratteri "speciali": Adipocita

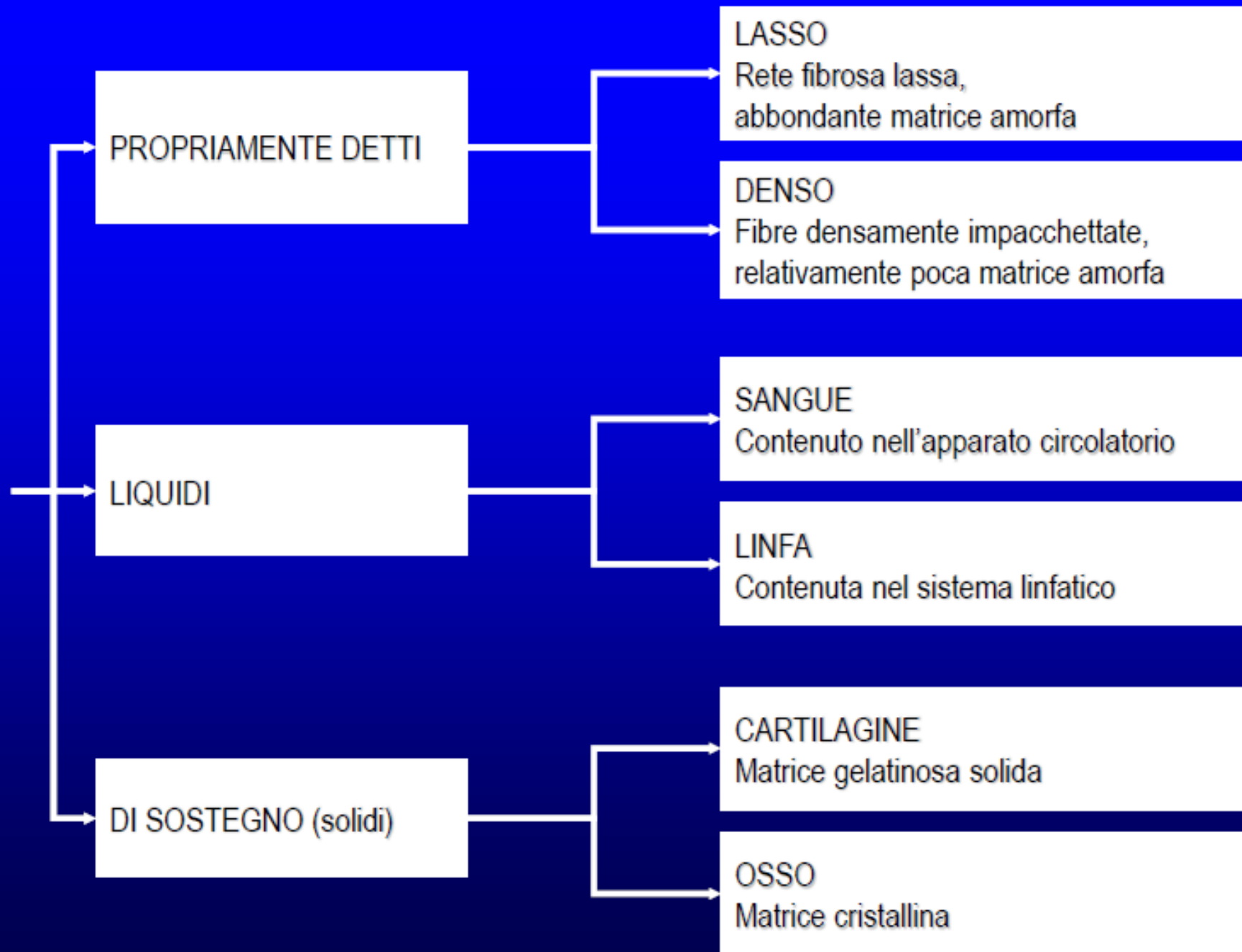
- Singola enorme gocciola di grasso
- Nucleo e organelli sono schiacciati verso la periferia (*forma ad anello con castone*)
- Numero variabile a livello di
 - Tessuto
 - Regione dell'organismo
 - Individuo



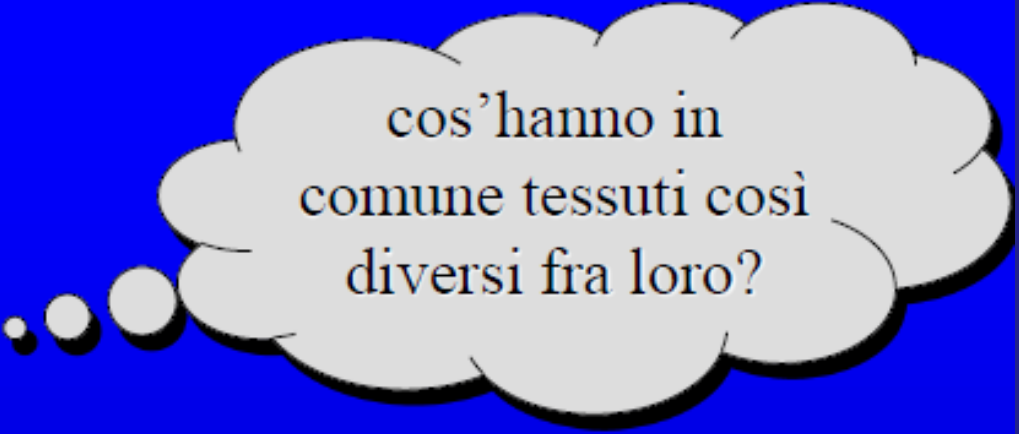
tessuti di origine mesenchimale

- il tessuto connettivo
(propriamente detto)
è strettamente imparentato
con altri tessuti di origine
mesenchimale
(connettivi in senso lato)

Tessuti connettivi in senso lato



i tessuti di origine mesenchimale:



cos'hanno in comune tessuti così diversi fra loro?

- derivano tutti dal medesimo tessuto embrionale (mesenchima)
- pur nelle notevoli differenze individuali, condividono una serie di importanti caratteristiche istologiche:
 - cellule relativamente rade
 - abbondante matrice extracellulare la cui composizione caratterizza il tipo di tessuto

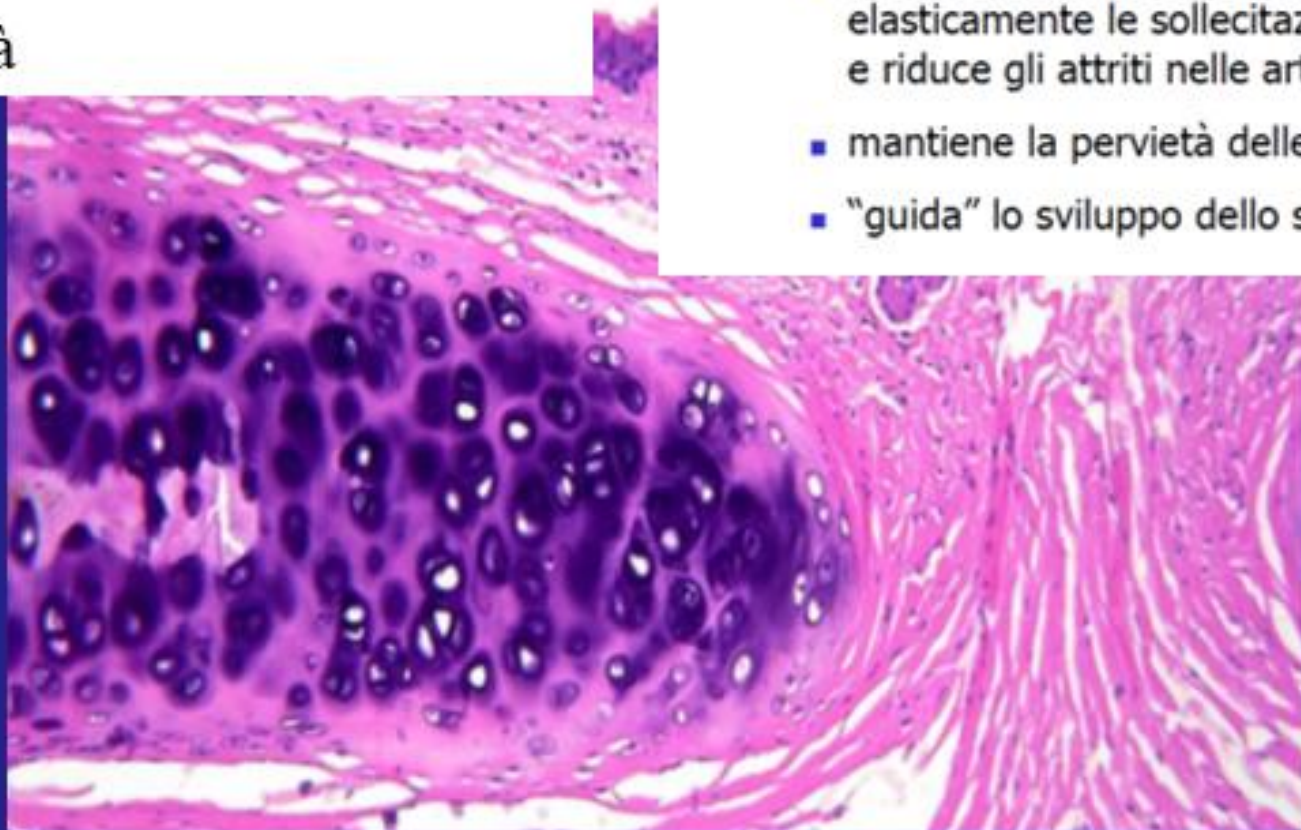
TESSUTI CONNETTIVI SPECIALIZZATI

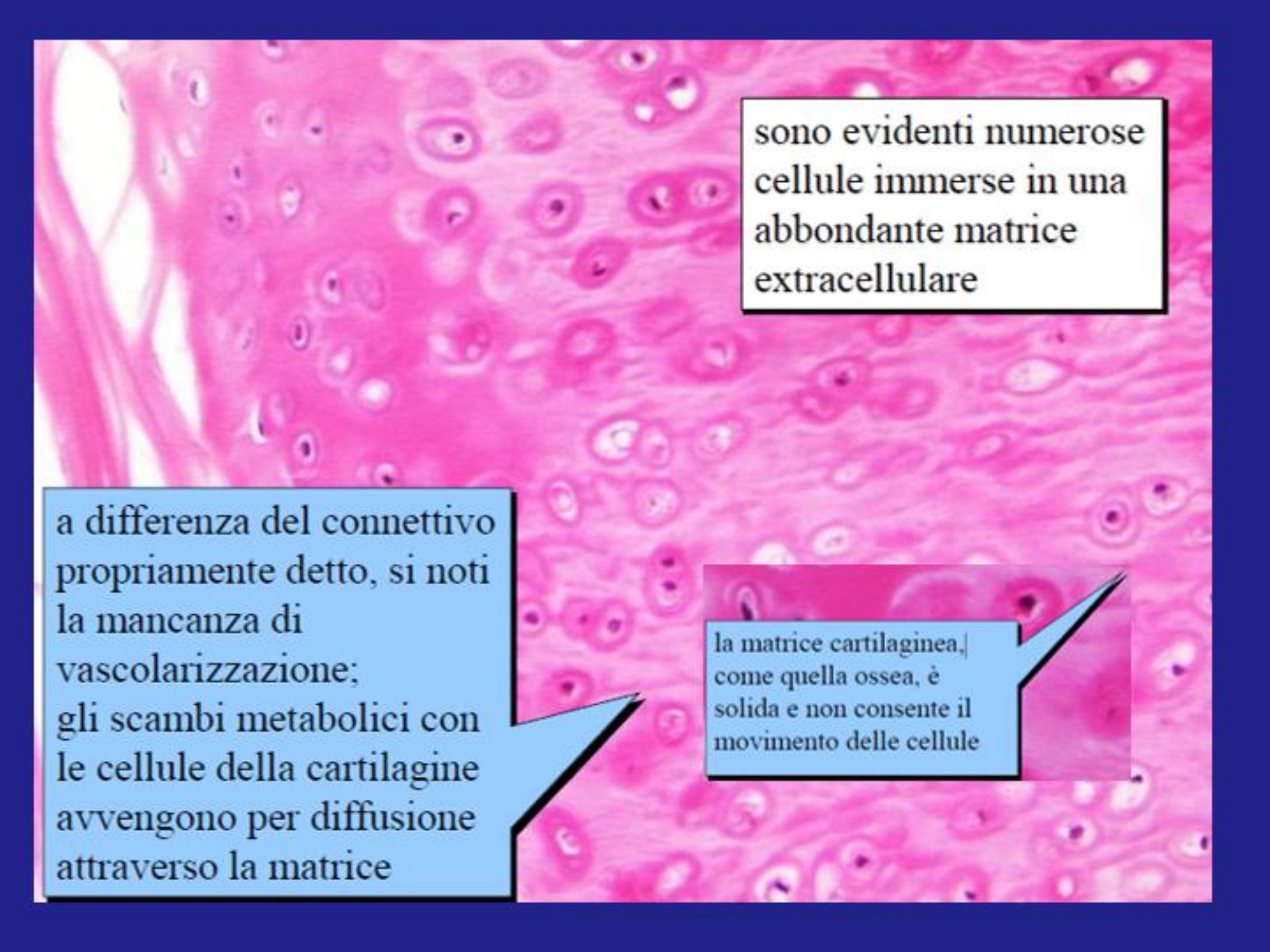
TESSUTO CONNETTIVO-CARTILAGINE

la cartilagine è un tessuto solido notevolmente resistente alla compressione; allo stesso tempo, è dotata di un certo grado di flessibilità ed elasticità

proprietà della cartilagine

- tessuto solido, più flessibile ma meno duro e resistente dell'osso
- resiste alla compressione, assorbe elasticamente le sollecitazioni meccaniche e riduce gli attriti nelle articolazioni
- mantiene la pervietà delle vie aeree
- "guida" lo sviluppo dello scheletro osseo





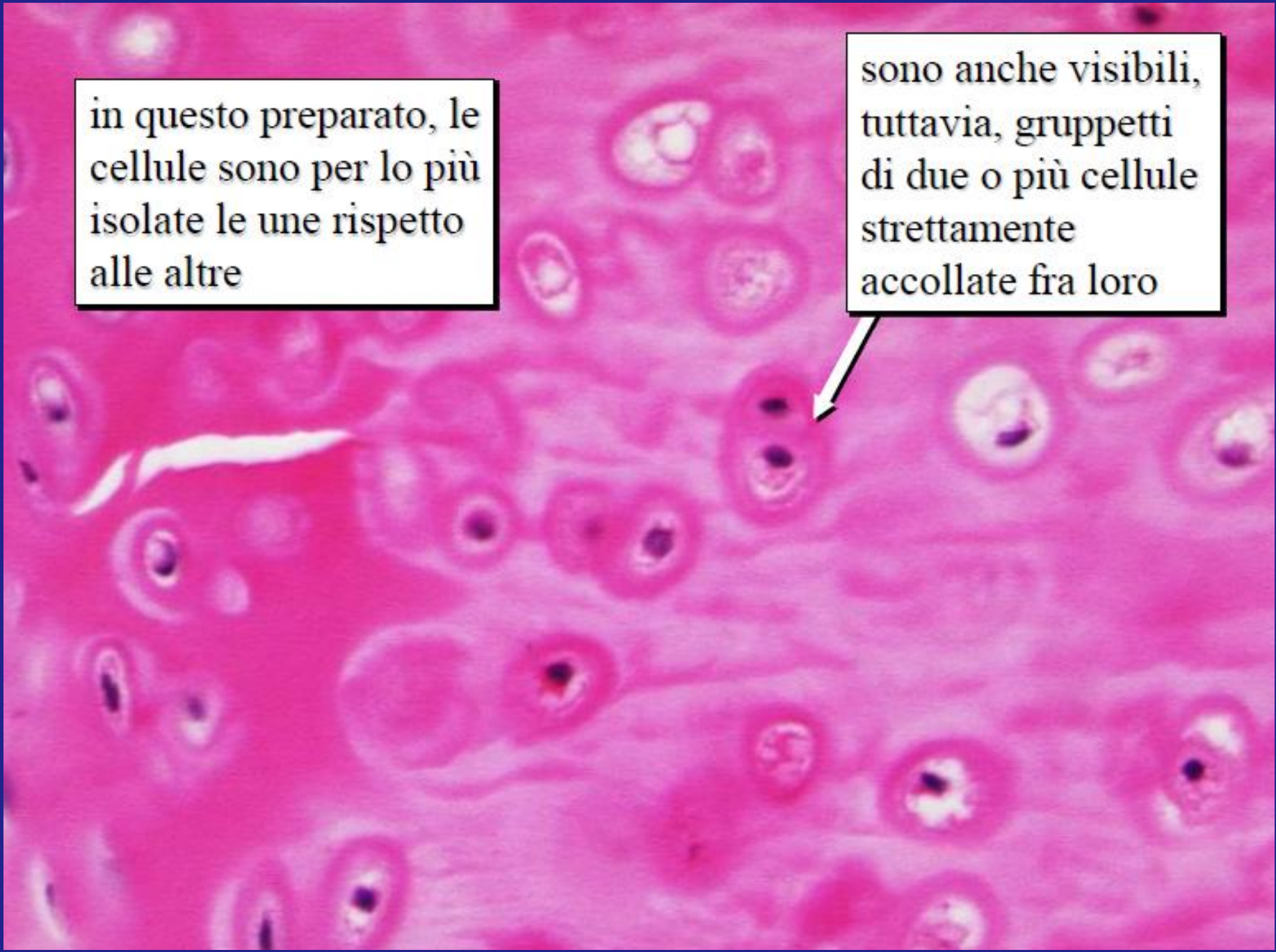
sono evidenti numerose
cellule immerse in una
abbondante matrice
extracellulare

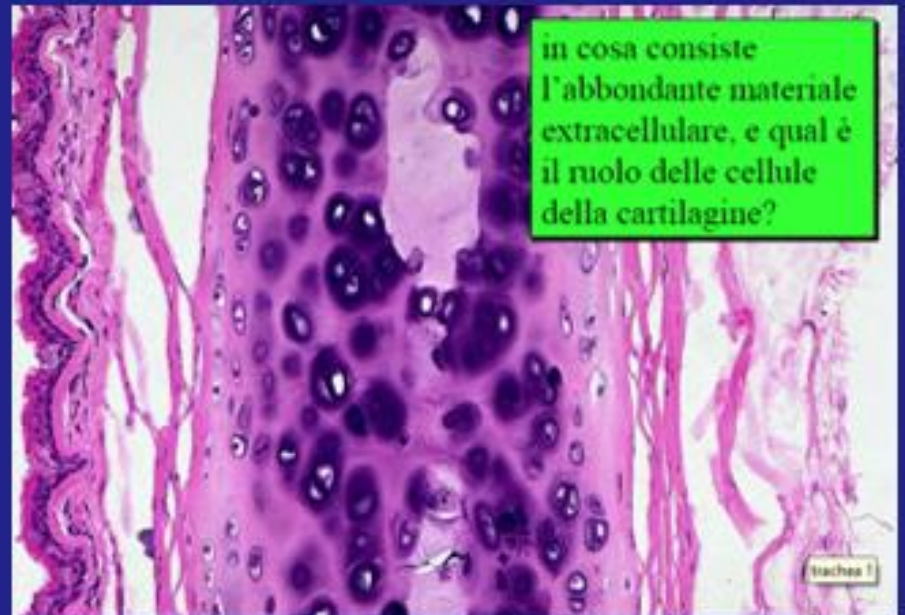
a differenza del connettivo
propriamente detto, si noti
la mancanza di
vascolarizzazione;
gli scambi metabolici con
le cellule della cartilagine
avvengono per diffusione
attraverso la matrice

la matrice cartilaginea,
come quella ossea, è
solida e non consente il
movimento delle cellule

in questo preparato, le cellule sono per lo più isolate le une rispetto alle altre

sono anche visibili, tuttavia, gruppetti di due o più cellule strettamente accollate fra loro





Componenti del tessuto connettivo

1. cellule

2. matrice extracellulare

1. sostanza fondamentale amorfa

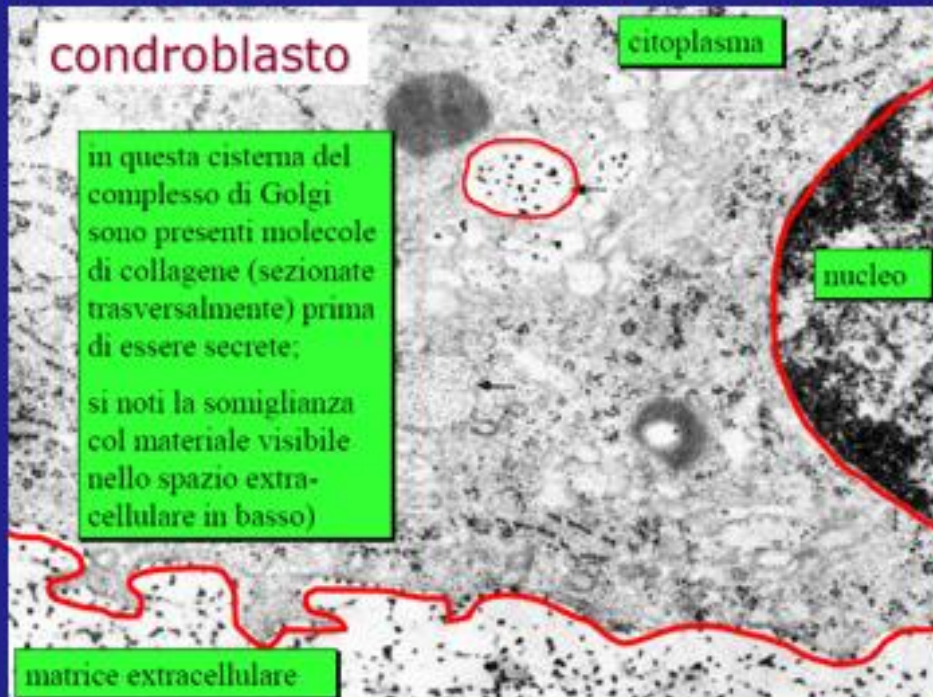
2. fibre di natura proteica

1. fibre collagene

2. fibre elastiche

Condrociti o condroblasti

- Cellule sferiche od ovoidali "sequestrate" all'interno di lacune nella matrice solida
- Ogni lacuna contiene una o più cellule
- Estensione del Golgi e del reticolo in funzione degli stati di accrescimento, rigenerazione, quiescenza

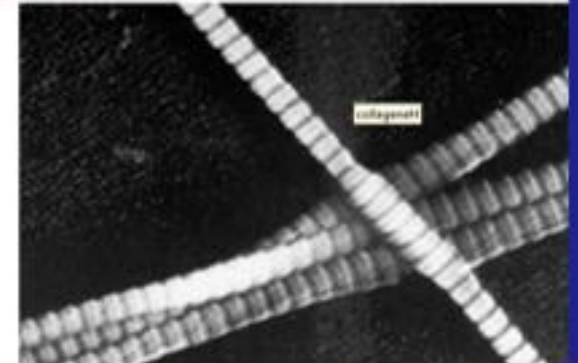


Componente fibrillare



fibre collagene
e fibre elastiche

I condroblasti producono fibre collagene ed elastiche in quantità variabile a seconda del tipo di cartilagine



Componente amorfa



come i fibroblasti del connettivo, i condrociti producono anche le componenti organiche della sostanza fondamentale amorfa.

la particolare composizione di tale sostanza conferisce alla cartilagine il caratteristico stato di "gel solido"

proteoglicani

Componenti del tessuto connettivo

1. cellule

2. matrice extracellulare

1. sostanza fondamentale amorfa

2. fibre di natura proteica

1. fibre collagene

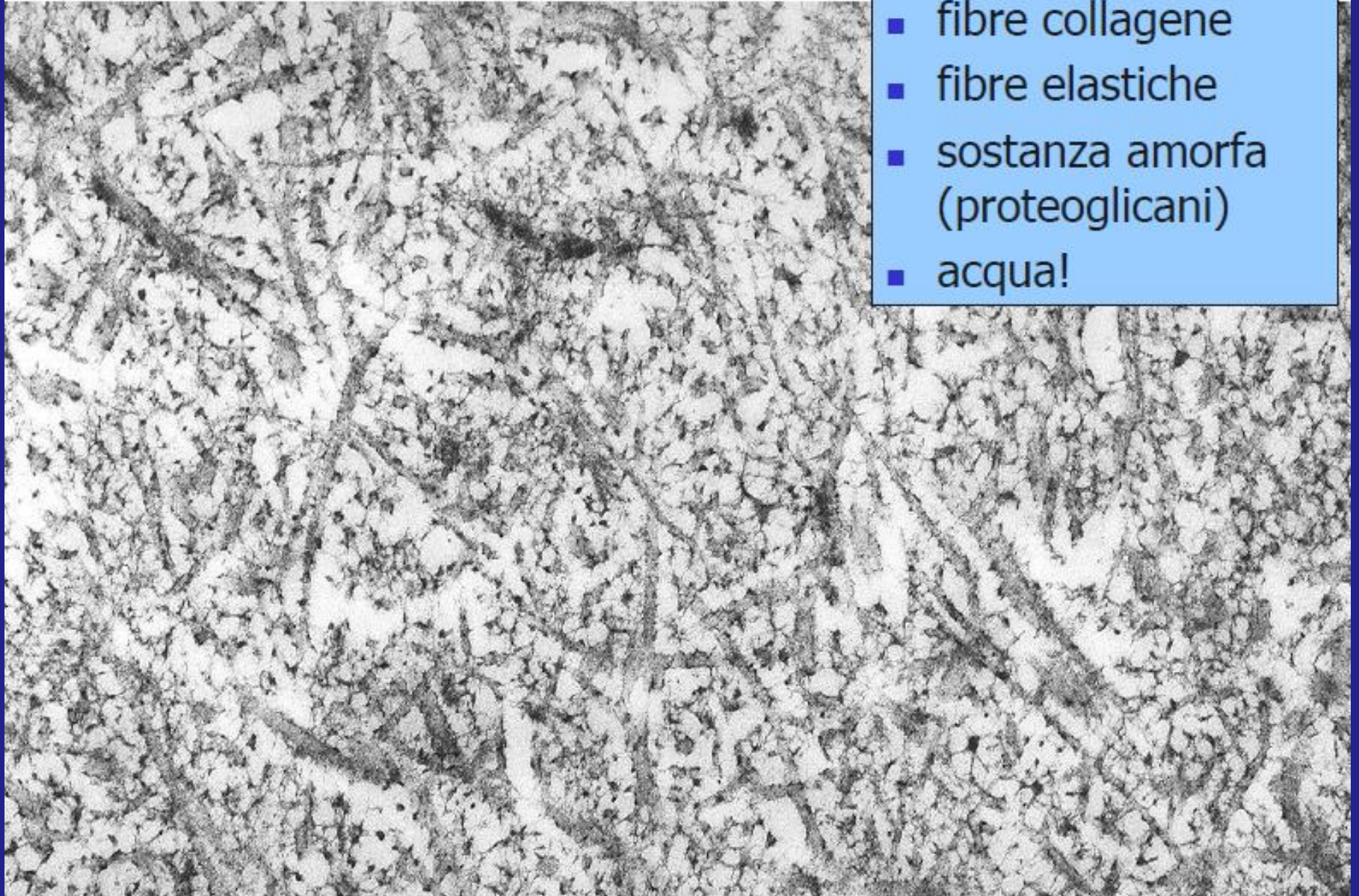
2. fibre elastiche



Sostanza intercellulare o matrice

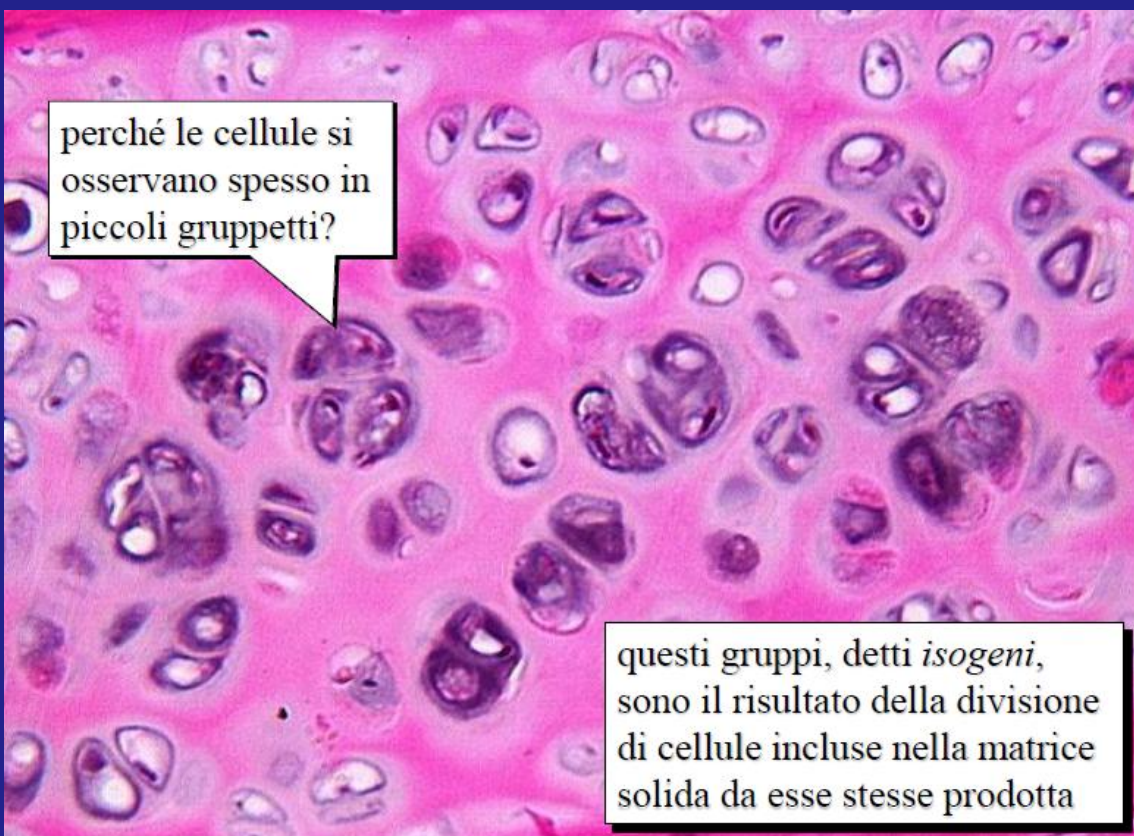
- Gel compatto
- Al ME si distinguono
 - fibre collagene
 - Diverse da quelle prodotte dai fibroblasti
 - Non raccolte in fasci ma a formare un delicato reticolo
 - matrice amorfa
 - Solida (a differenza di quella dei tessuti connettivi propriamente detti)
 - Contiene proteoglicani e glicoproteine

matrice cartilaginea al TEM



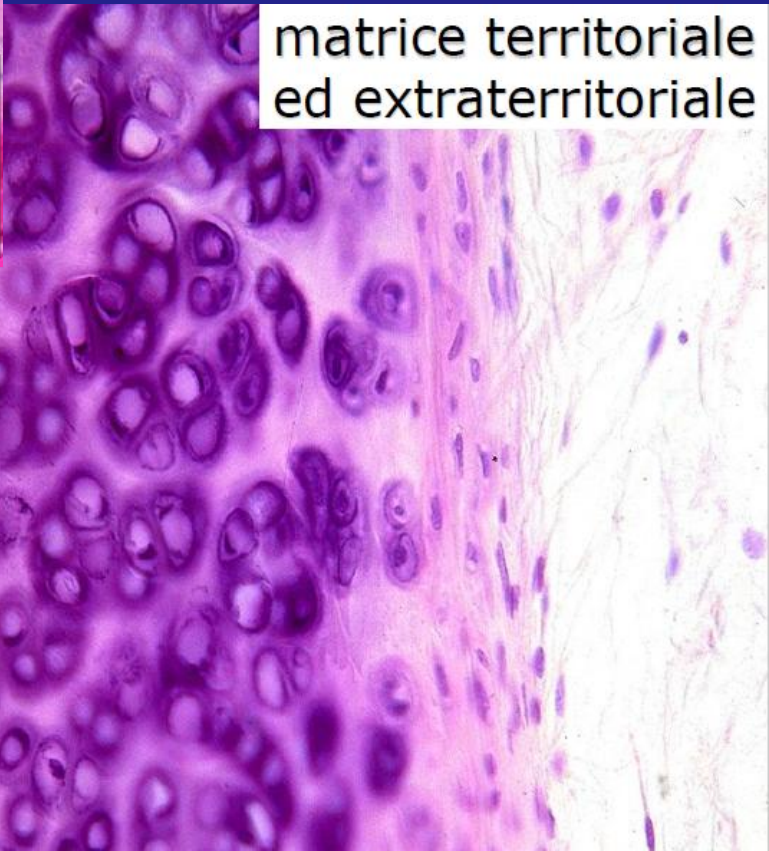
riepilogo:

- fibre collagene
- fibre elastiche
- sostanza amorfa (proteoglicani)
- acqua!



perché le cellule si osservano spesso in piccoli gruppetti?

questi gruppi, detti *isogeni*, sono il risultato della divisione di cellule incluse nella matrice solida da esse stesse prodotta



matrice territoriale ed extraterritoriale

tipi di cartilagine

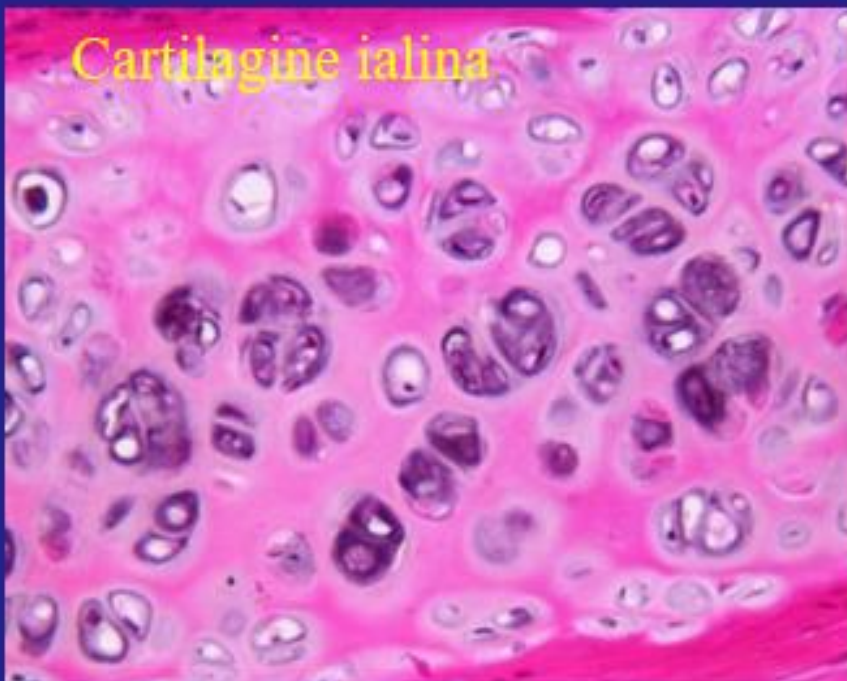
- così come si distinguono diversi tipi di connettivo propriamente detto in base alla particolare composizione della matrice extracellulare...
- esistono diversi tipi di cartilagine caratterizzati principalmente da diversità della matrice

Tipi di cartilagine

- Ialina (la più diffusa)
 - "vetrosa", traslucida, bianco-bluastro, relativamente elastica
- Elastica
 - giallastra, opaca, flessibile ed elastica
- Fibrosa
 - forma di transizione fra connettivo denso e cartilagine

raffigurata
in tutte le
immagini
precedenti

Cartilagine ialina



fibrocartilagine

sono evidenti i densi e abbondanti fasci di fibre collagene, e al contempo la scarsità di cellule e di sostanza fondamentale amorfa

Cartilagine fibrosa

- Si trova in
 - Dischi intervertebrali
 - Vari menischi e labbri articolari
 - Sinfisi pubica
 - Legamento rotondo del femore
 - Zona di inserzione all'osso di alcuni tendini
- Caratteristiche
 - Forma di transizione fra tessuto connettivo denso e cartilagine
 - Grossi fasci fibrosi immersi in una scarsa matrice

Cartilagine elastica

in nero:
abbondanti
fibre elastiche

Cartilagine elastica

- Si trova in
 - Padiglione auricolare
 - Meato uditivo esterno
 - Tuba uditiva
 - Epiglottide
 - Laringe

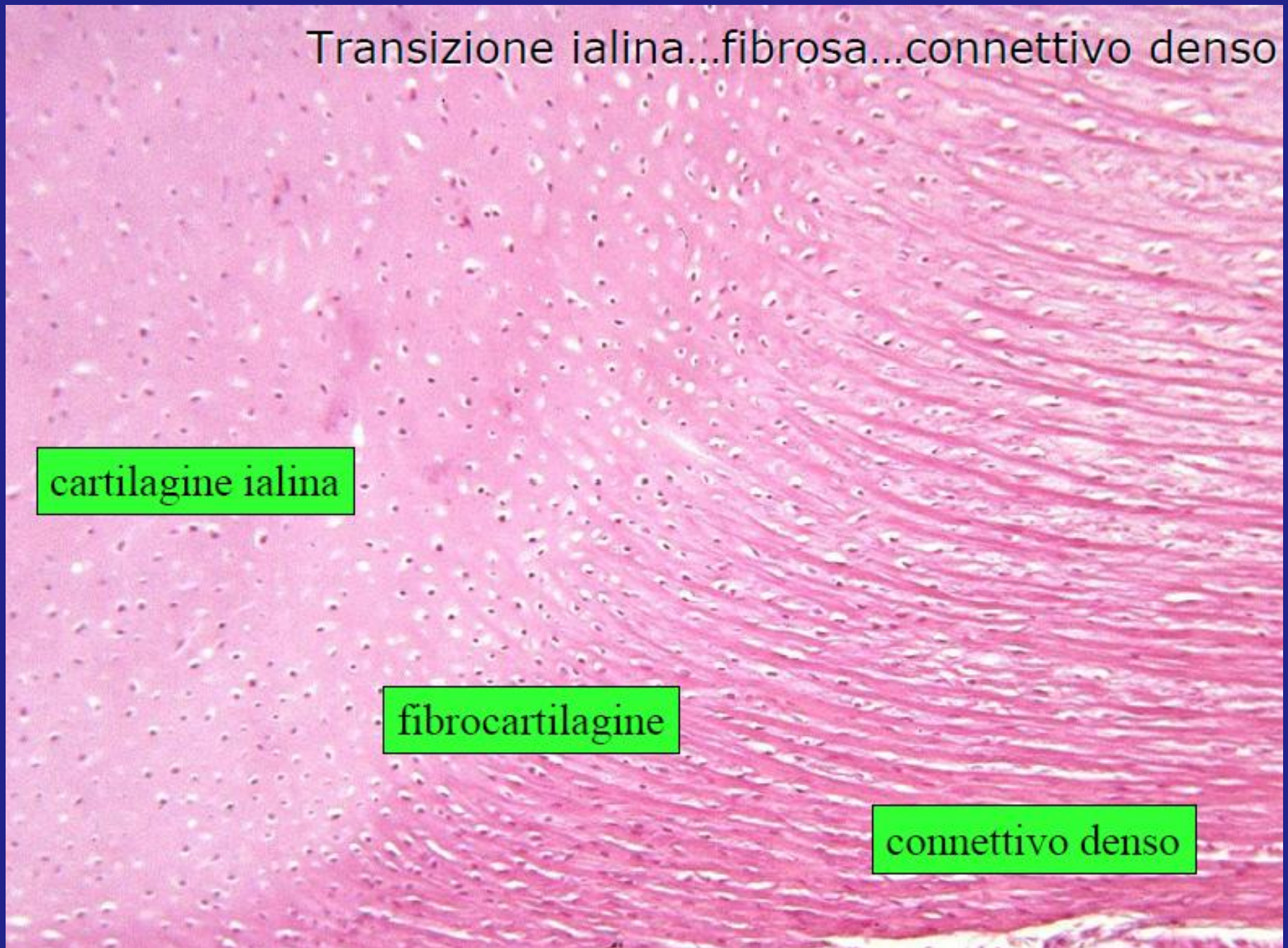
rispetto alla cartilagine ialina:
cellule più ravvicinate →
minore quantità di sostanza
fondamentale

Transizione ialina...fibrosa...connettivo denso

cartilagine ialina

fibrocartilagine

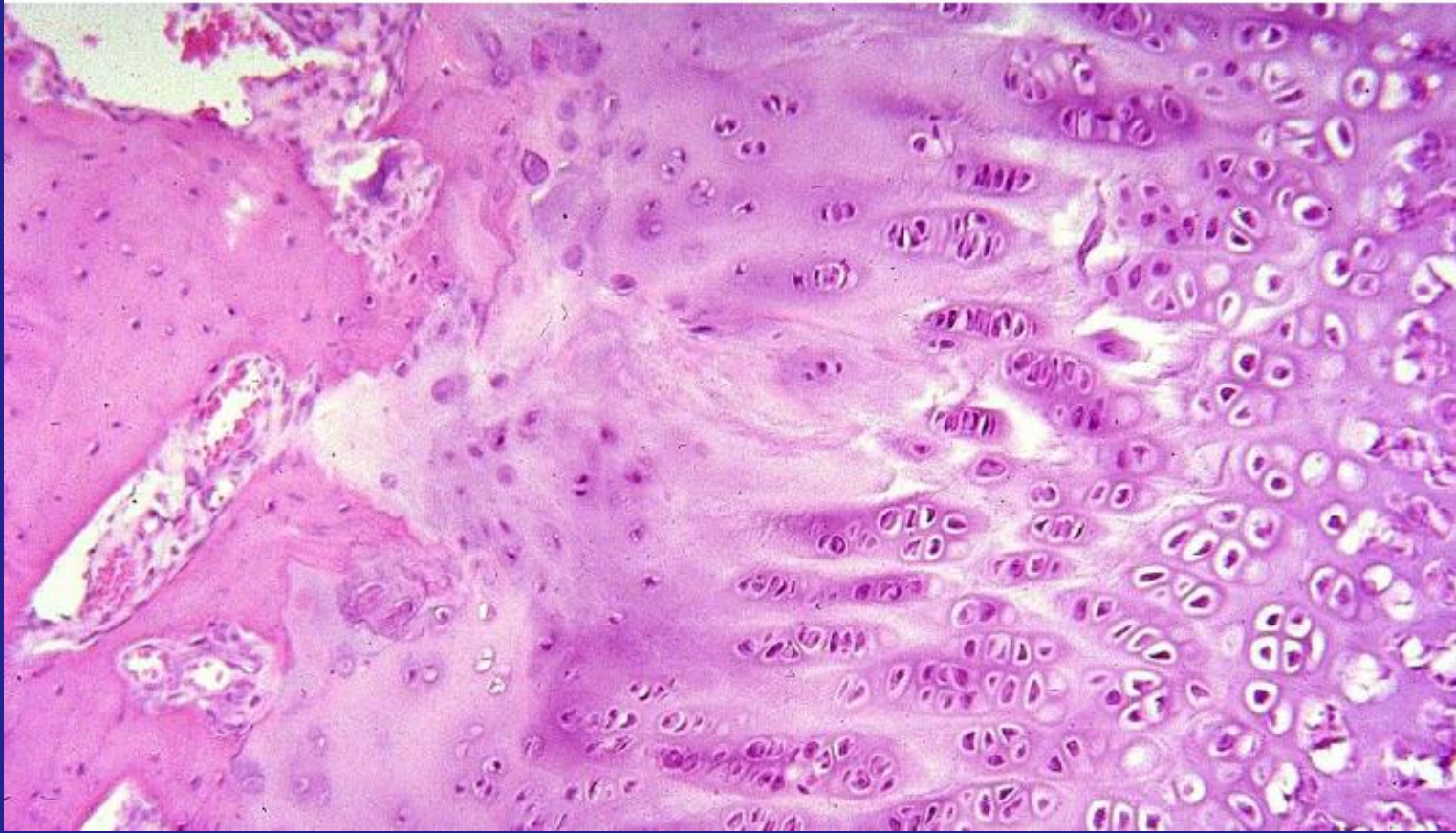
connettivo denso



Istogenesi

- scomparsa dei prolungamenti cellulari di *cellule mesenchimali*
- aggregazione in *centri di condificazione*
- i *condroblasti* cominciano a produrre fibre collagene e altre componenti della matrice
- così facendo, rimangono isolati all'interno di *lacune cartilaginee*

la cartilagine guida l'accrescimento dell'osso



Transizione ialina...fibrosa...connettivo denso

cartilagine ialina

fibrocartilagine

connettivo denso

accrescimento...

■ interstiziale

- la cartilagine si espande dall'interno attraverso la divisione dei condrociti e la produzione di nuova matrice

■ per apposizione

- aggiunta di cartilagine sulla superficie esterna tramite la differenziazione di nuovi elementi mesenchimali in condroblasti
- ruolo del pericondrio

la cartilagine guida l'accrescimento dell'osso

