

Csontszövet:

Mind összenyomási, mind szakítási és hajlítási szilárdsága jelentős, így a vázat érő megterhelésnek jól ellenáll. Alkotói:

- **Csontsejtek:**

- Nyúlványos sejtek, a sejt közötti állományhoz szükséges anyagokat (kollagént, glikoproteint és ásványi anyagokat is) beépíthető formában termelik.

- **Alapállomány:**

- ***Szerves: mukopoliszacharidok, kollagén rostok***

- funkciója a nyújtásnak, nyíró erőknek, hajlításnak ellenállás

- ***Szervetlen állomány:*** szerves alapállományba lerakódott sók, nagyrészt **apatit kristályok** formájában: kalciumfoszfát, kisebb mértékben kalciumkarbonát, magnézium, fluor

- szerepe az összenyomó erőknek való ellenállás

A csontszövet sejtjei:

- **osteoprogenitor sejt:**

- a csont külső és belső felszínein található, osztódásra, proliferációra képes sejtek

- **osteoblast sejt:**

- csontképző sejt, a csont szerves és szervesetlen alapmátrixát termeli

- **osteocyta:** csontsejt

- lacunákban helyezkedik el, szilvamag alakú
- nyúlványai a csontcsatornácskákon (canaliculi ossei) keresztül kapcsolódnak a szomszédos sejtek nyúlványaival
- köztük tight junction, gap junction

- **osteoclast:** csontfaló sejt

- többmagvú óriássejt a Howship-féle lacunákban
- előregedett csontállomány bontása, a csont átépüléséhez szükséges bontást végzi

Csontképző sejtek (*osteoblastok*).

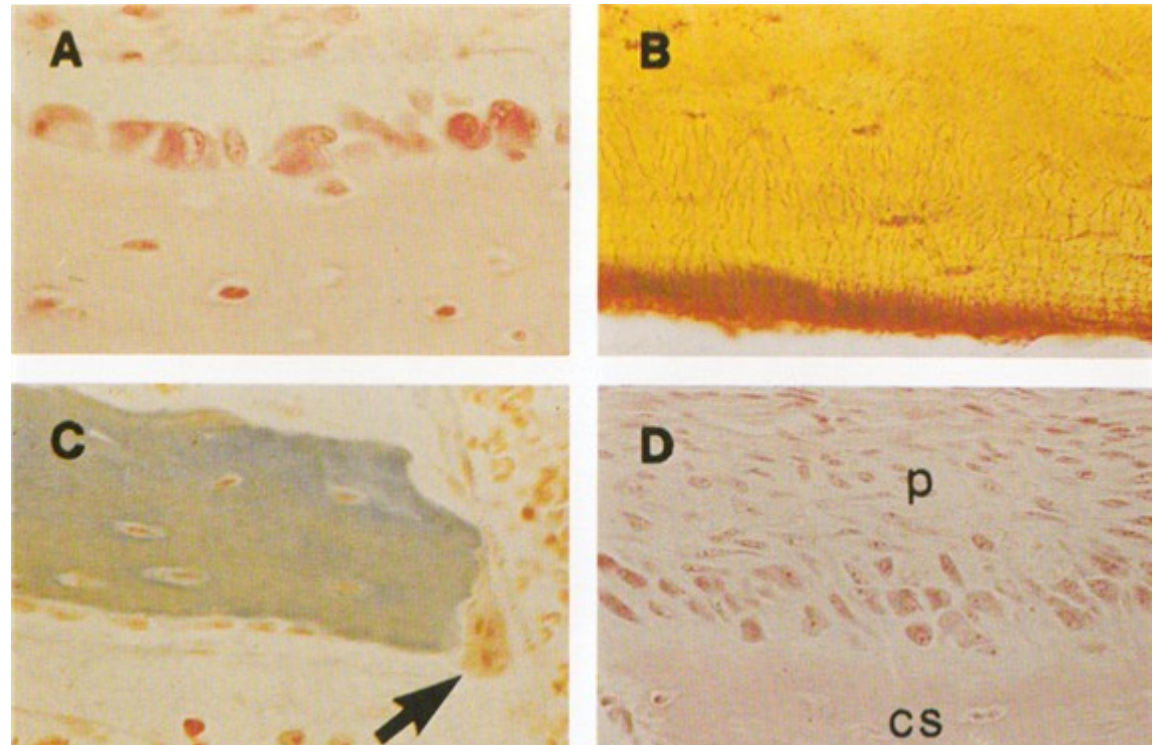
- A csont növekedésének vagy átépítésének helyén fordulnak elő, egy rétegben, a tovább építendő felszínen
- Köb alakú, 15–20 μm átmérőjű, egymástól résekkel elválasztott kromatinban gazdag magvú, basophil plasmájú sejtek.
- A gyarapodó alapállomány végül teljesen körülveszi az osteoblastokat, finom üregeket (*lacuna*) és csatornácskákat (*canaliculus*) képezve az osteoblastok sejttestjei és sejtnyúlványai számára.

Csontsejtek (*osteocyták*).

- Szilvamag alakú, eléggé nagy sejtek (három irányú átmérőik 30:10:5 mm), amelyek a csontalapállomány hasonló alakú üregeibe (*lacunae ossium*) vannak bezárva.
- **A csontképzésből visszavonult osteoblastokból származnak.**
- Plasmájuk részletszegény, csak igen gyengén basophil, és glikogén- vagy zsírszemcséket tartalmazhat. A mag aránylag sötét festődésű, kissé zsugorodottnak tűnik. Nyúlványokon keresztül **anyagáramlás** áll fent a sejtek közt.
- Feladatuk a csontszöveti matrixállomány **fenntartása**.

Csontfaló sejtek (*osteoclastok*).

- Nagy, **többszámú** (5–10) sejtek, amelyek mindenütt ott fordulnak elő, ahol **csontfelszívódás** folyik (pl. átépítődés helyén).
- Laza, likacsos plasmájuk eosinophil, magvaik chromatinszegények.
- Az osteoclastsejtek összeolvadó monocytákból alakulnak ki, és a **mononuclearis phagocytarendszer**hez tartoznak.

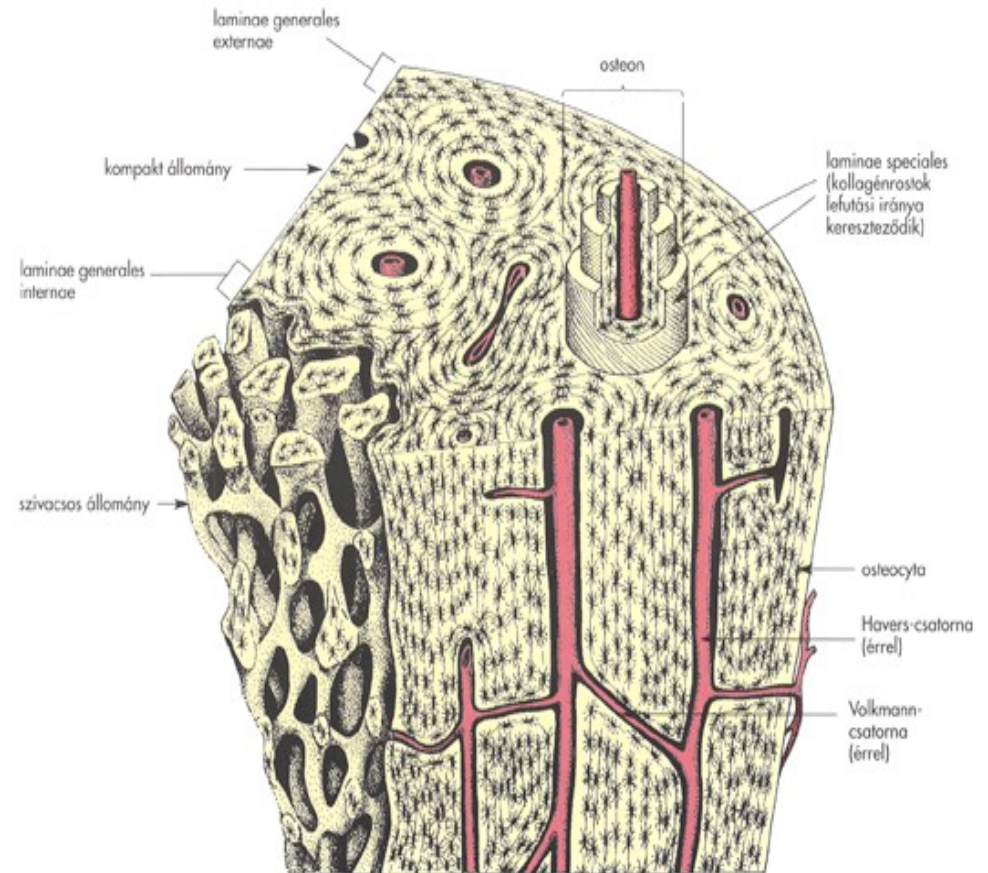


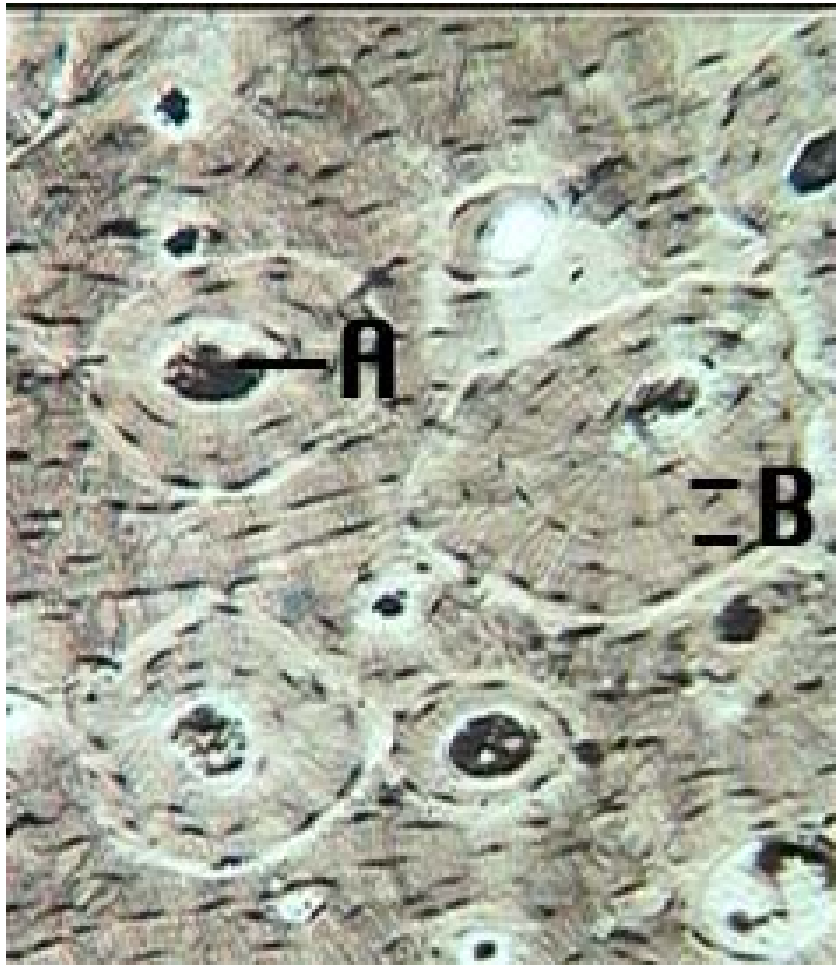
Csontszövet.

A: osteoblastok a fejlődő koponyacsont külső felületén; B: osteocyták hosszmetsetben (pikrinsavfestés); C: osteoclast (nyíl) a fejlődő koponyacsont felületén (Azan festés); D: Periostealis csontosodás; a periosteum (p) belső sejtjei osteoblastokká differenciálódnak és részt vesznek a csontképzésben (cs: csontállomány)

Csöves csontok szerkezete:

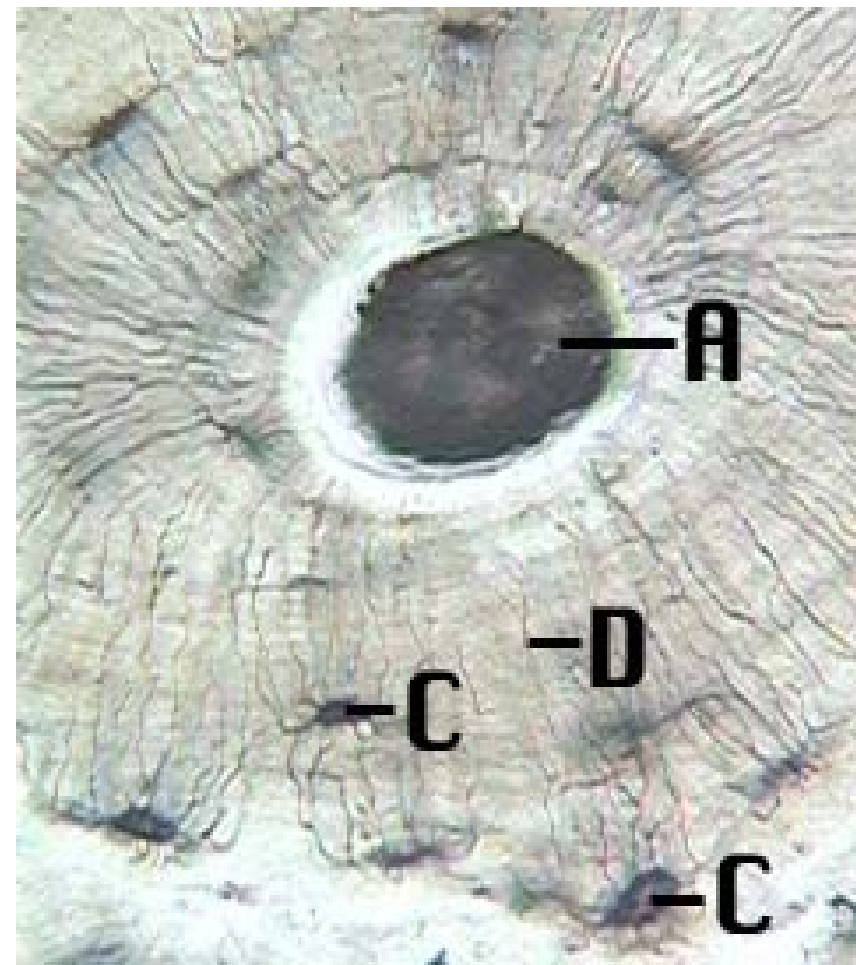
- A csöves csontok tömör középdarabjainak fő tömegét a kerek vagy kissé ovális átmetszetű csontegységek (**osteon**) alkotják.
- Centrumukban a vérerekkel kitöltött **Havers - csatorna** halad, melyet koncentrikusan a **Havers - lemezek** vesznek körül.
- A kollagén rostokat tartalmazó lemezek közötti csontüregeskékben **osteocyták** találhatóak.
- Helyenként a Havers - csatornára merőlegesen futó járatok, a **Volkman - csatornák** tűnnek elő.
- Az oszteonok közötti teret a Havers - lemezekhez hasonló szerkezetű összekötő lemezek töltik ki, ahol a kollagén rostok egymásra merőlegesen futnak. A lemezrendszerek hematoxilinnel erősen festődnek.





A Havers csatorna

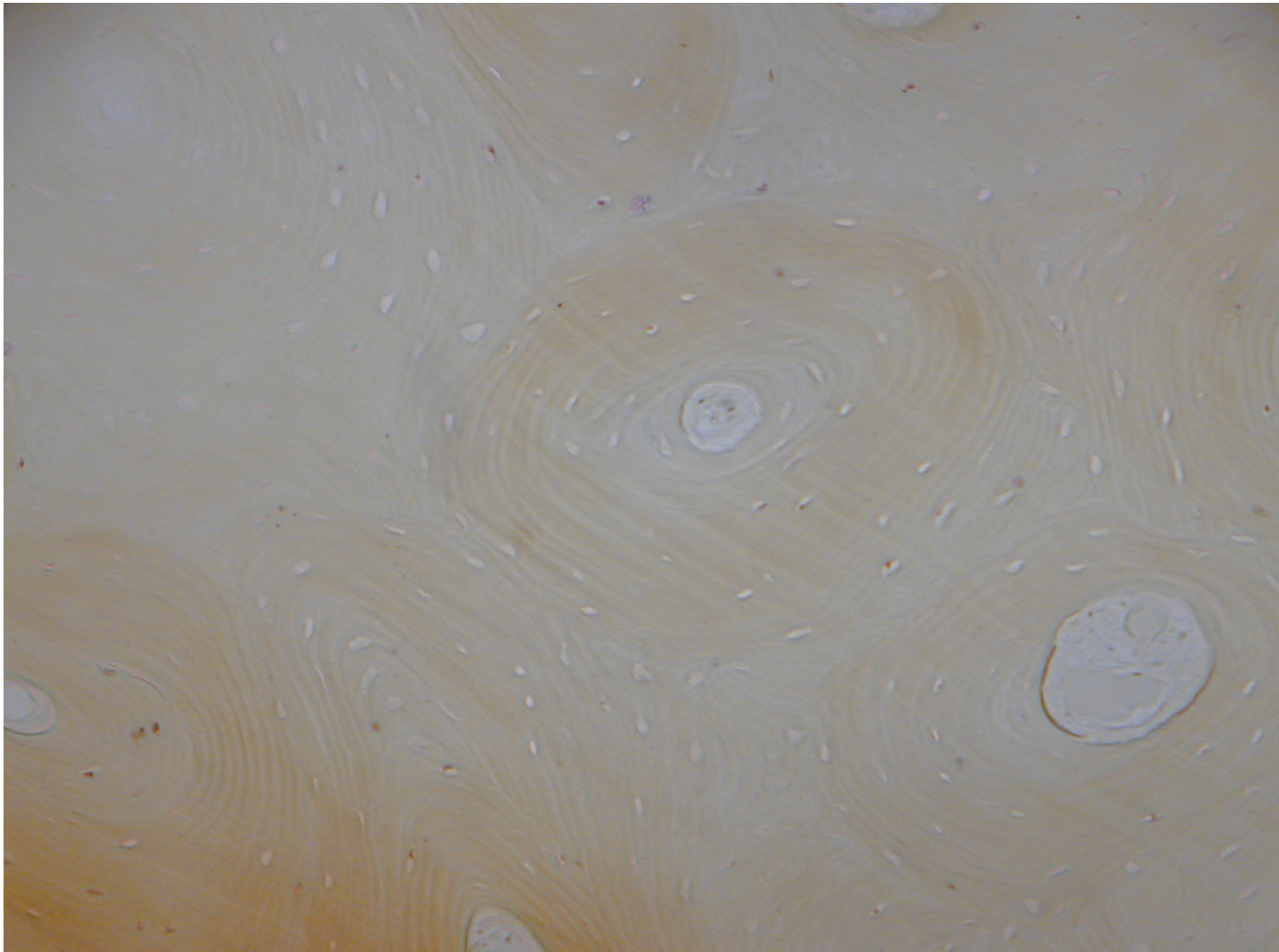
B Havers lemezek

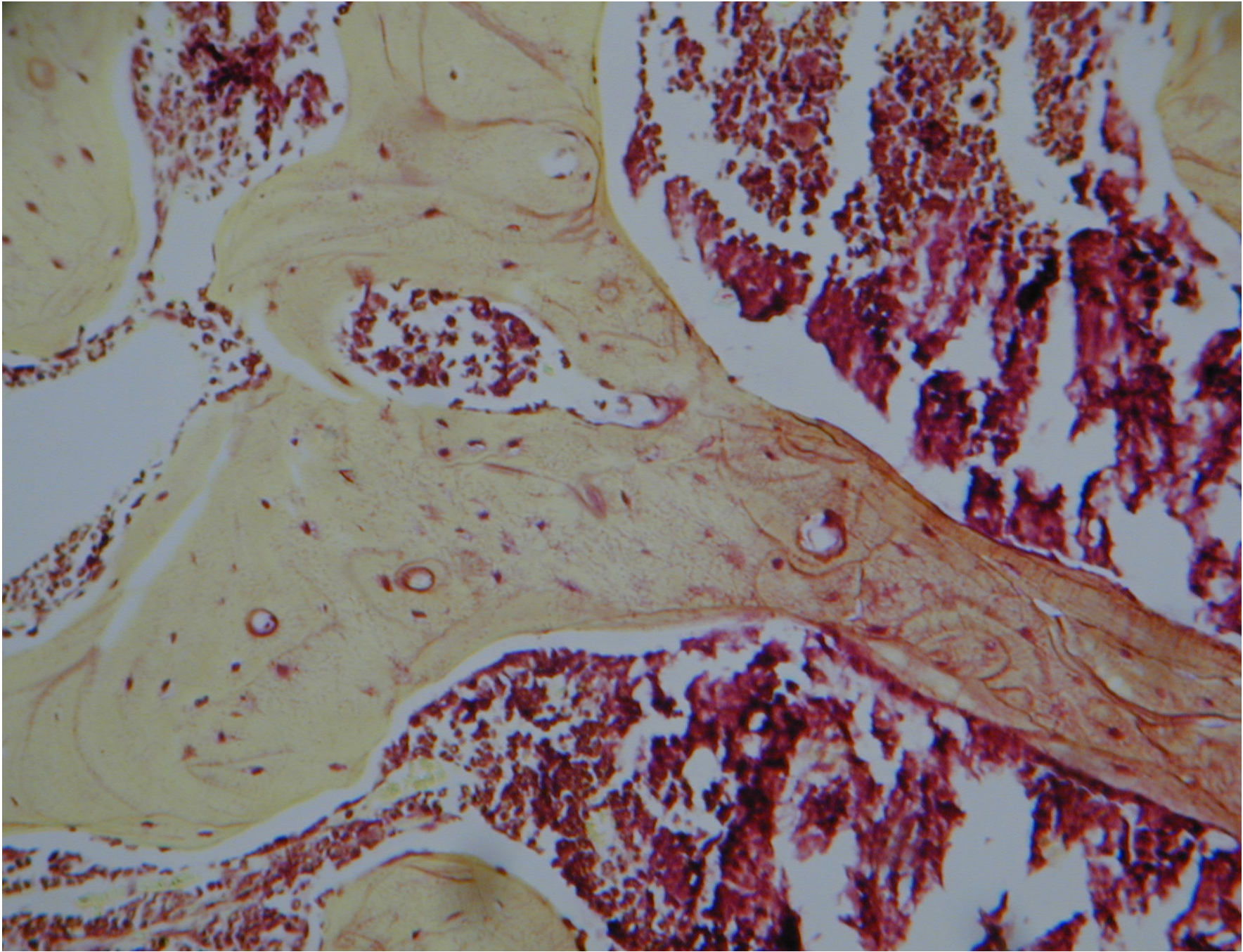


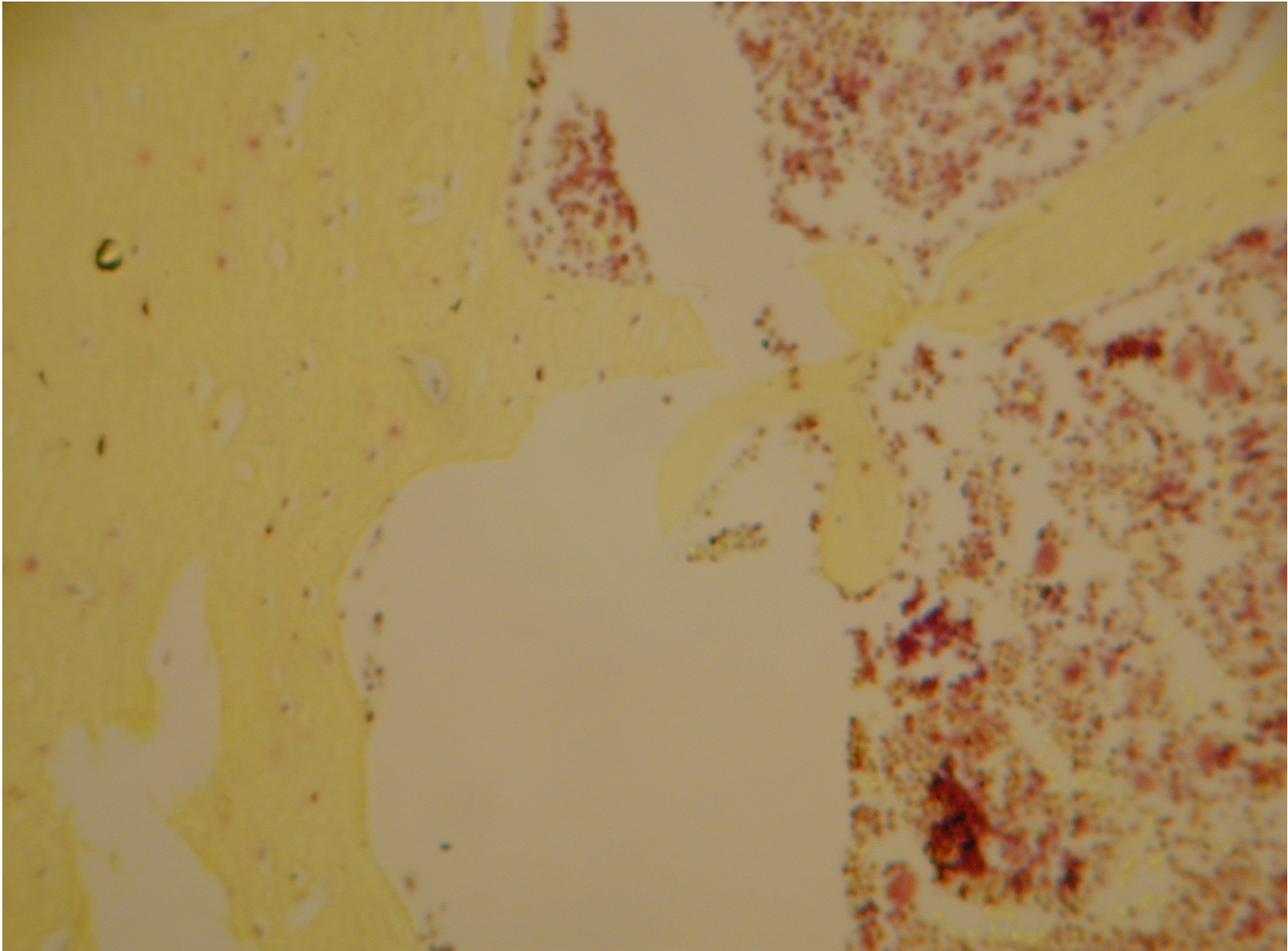
A Havers csatorna

C Osteocyta

D Canaliculi ossei







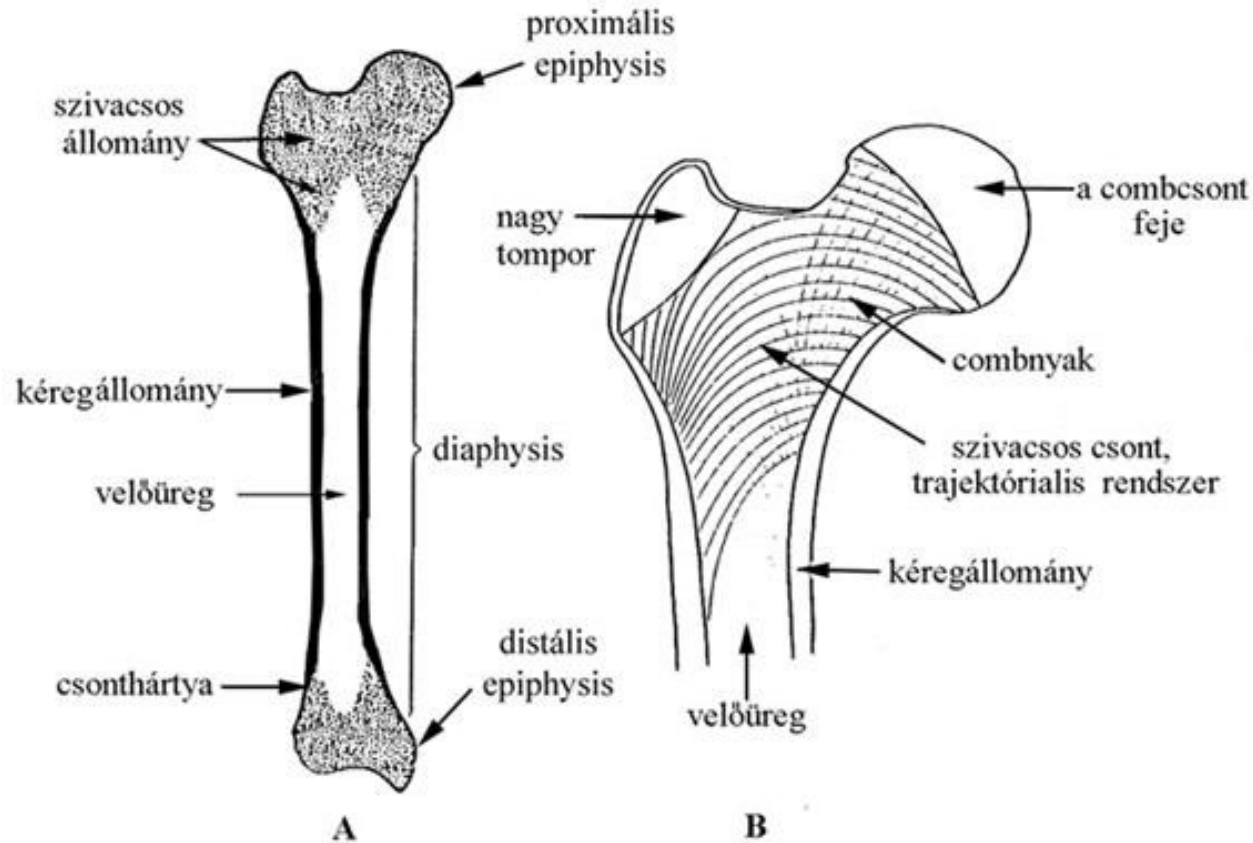
Csőes csontok szerkezete:

- **epiphysis**

- ízfelszínen hyalinporc
- alatta **szivacsos állomány**
 - csontgerenda rendszer, a külső terhelések alakítják irányukat
 - a lehető legkevesebb csontszövettel nagy teherbírás érhető el, a terhelés függvényében a gerendák iránya tud változni

- **diaphysis**

- csonthártya borítja (**periosteum**), alatta egy tömör kéregállomány, belül a csontvelő van
 - **vörös csontvelő** (vérképző szerv)
 - **sárga csontvelő** (elzsírosodott, funkciót veszített csontvelő, felnőtt korban)



Csontképződés:

- Csontszövet képződhet elsődlegesen (ritka), vagy másodlagosan, előzetesen már meglevő más támasztószövet átépítése révén (gyakori).

Elsődleges csontosodás:

- Koponyacsontvarratoknál, mesterségesen eltört csontoknál alakul ki. Ugyanez a mechanizmus játszódik le kicsiben a csont fejlődése és főleg átépítése során.
- **Mezenchyma sejtek átalakulása közvetlenül csontsejteké, csontállomány termelése közben. Létrejöttének feltételei: ép csonthártya, végek között szűk rés, csontvégek térben rögzítettek legyenek.**
- A csonthártya kapillárisai mentén differenciálatlan mesenchyma sejtek haladnak a törvégek felszínére, ott letelepedve csont alapállományt termelnek. Ez a csontréteg újabb sejtek rátelepedésével vastagszik, míg a törésvégek össze nem csontosodnak.

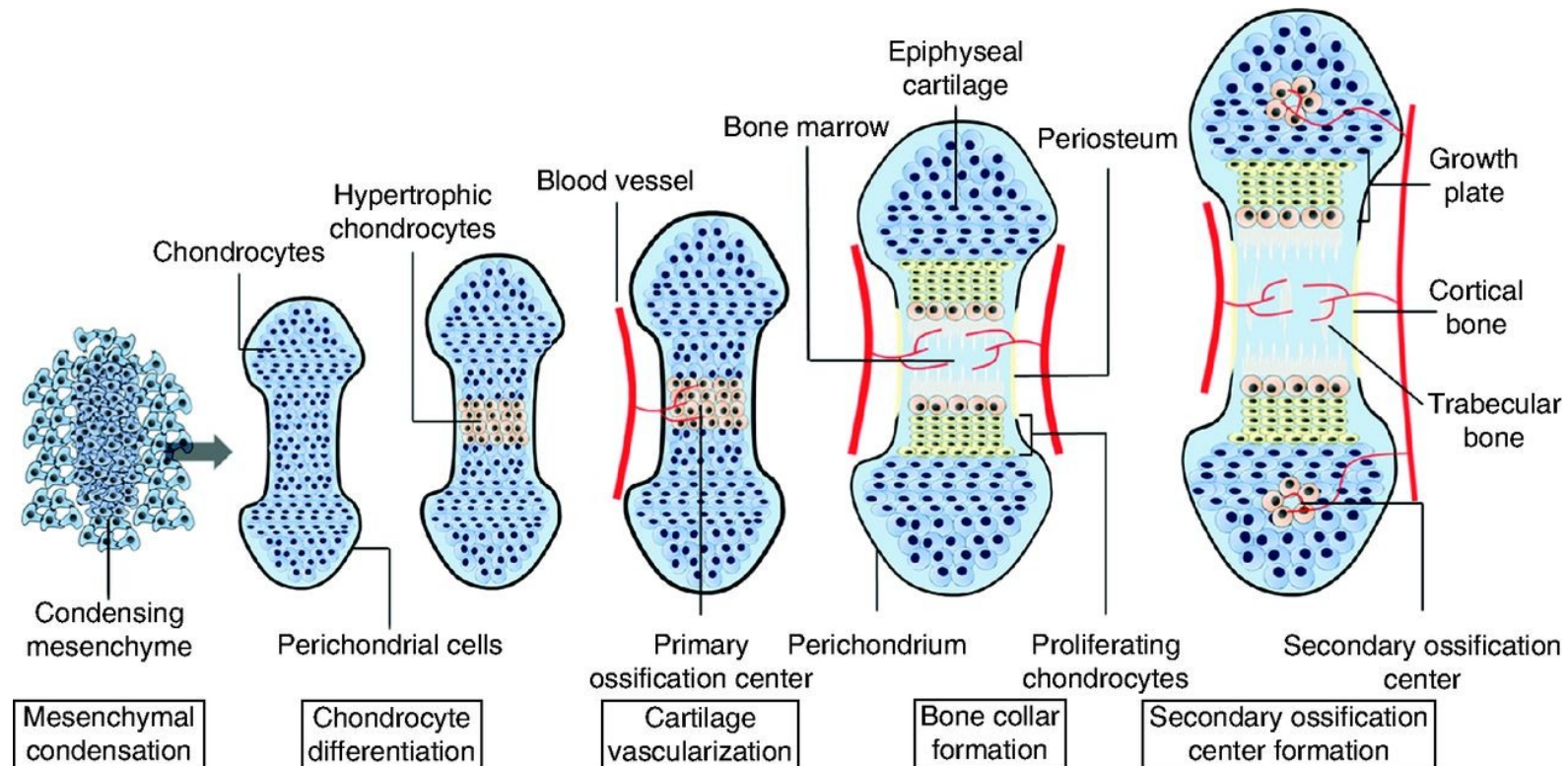
Másodlagos csontosodás:

Desmogen: *kötőszövetes telepen (általában lemezen) történő csontosodás*

- a koponyatető csontjainak (és az arckoponya külső csontjainak) fejlődése
 - **Nyúlványos mesenchymalis sejtek tömörülnek**, közepén nagyobb mennyiségű sejt közötti állomány rakódik le, mely a sejteket széttolja, majd a nyúlványaik révén kapcsolódó sejteket szorosan körülzárja.
 - A sejtek **osteoblastokká differenciálódnak**, és a sejt közötti állományban megindul a mészsók lerakódása, szabálytalan hálózatos csontgerendák keletkeznek. **A csontgerendák felszínét osteoblastoknak szinte hámszerű rétege borítja**, melyből a növekvő csontgerendára rakódó újabb csontállományrétegekbe mindig újabb osteoblastok zárulnak be. A hálózatos csontgerendák tömörülése folytán a hézagok elemi velőüregekké, ill. ereket tartalmazó csontcsatornácskákká szűkülnek.
 - A végleges szerkezet a csont belsejében vörös csontvelőt tartalmazó szivacsos csontállomány, felületein pedig a compact csontállomány kifejlődésével alakul ki.

Chondrogén csontosodás: hyalinporcból indul ki

- A csontok többsége így fejlődik, ez a csontok **(hossz-)növekedésének** fő mechanizmusa is (hosszú csöves csontoknál jelentős).
- A chondrocyták fokozatosan **megduzzadnak**, körülöttük mész rakódik le, **apoptosis**sal elhalnak, a mineralizált gerendák megmaradnak. Majd vérerek inváziójával **osteoprogenitor** és **chondroclast** sejtek érkeznek, lecserélik a mineralizált gerendákat csontszövetre.



- Először a diaphysist körülvevő porchártya felől indul meg a csontosodás, mandzsettaszerűen. Ez a desmogen csontosodáshoz hasonló *perichondralis*, ill. *periostalis csontképződés*.
- A **porchártya** belső rétegében levő differenciálatlan sejtek **osteoblastokká differenciálódnak**, és csontállományt termelnek. Így a porc külső felszínén egy vékony csontréteg keletkezik, majd erre kívülről a fa évgyűrűihez hasonlóan újabb csontrétegek épülnek rá.
- Az első csontréteg képződésével egy időben vagy képződését követően **az alatta fekvő területen a porcsejtek megduzzadnak, a köztük levő porcos alapállomány elvékonyodik, és benne mész rakódik le.**
- A **periostalis eredetű csontmandzsettát** egy vagy több helyen bőséges kötőszöveti sejtes elemmel körülvett érhurok töri át, ezek betörnek a diaphysis

degenerált porcsejteket tartalmazó részébe. **A benyomuló kötőszöveti elemek elpusztítják a duzzadt porcsejteket, és benépesítik a felszabaduló elemi velőüreget.** A porcállományból megmaradt elmeszesedett vékony gerendákra rárakódó differenciálatlan mesenchymalis sejtek osteoblastokká alakulnak és termelni kezdik a csont alapállományát. **A porcszövet-szaporulat; porcsejt-degeneráció, a mesenchymalis elemeknek az elfajult és elpusztult porcsejtek helyére való behatolása és a megmaradó porcalapállományra történő csontképzés adja a chondrogen csontosodás fő mechanizmusát.**

- A diaphysis közepe felé a csontgerendák száma csökken, a meglévők vastagodnak, s lefutási irányukat tekintve látszólagos össze-visszaságot mutatnak. **A mechanikai szempontból felesleges helyen képződött csontgerendák felszívódnak, azok, amelyekre szükség van, megerősödnek.**

Enchondralis csontosodás

áttekintő képe:

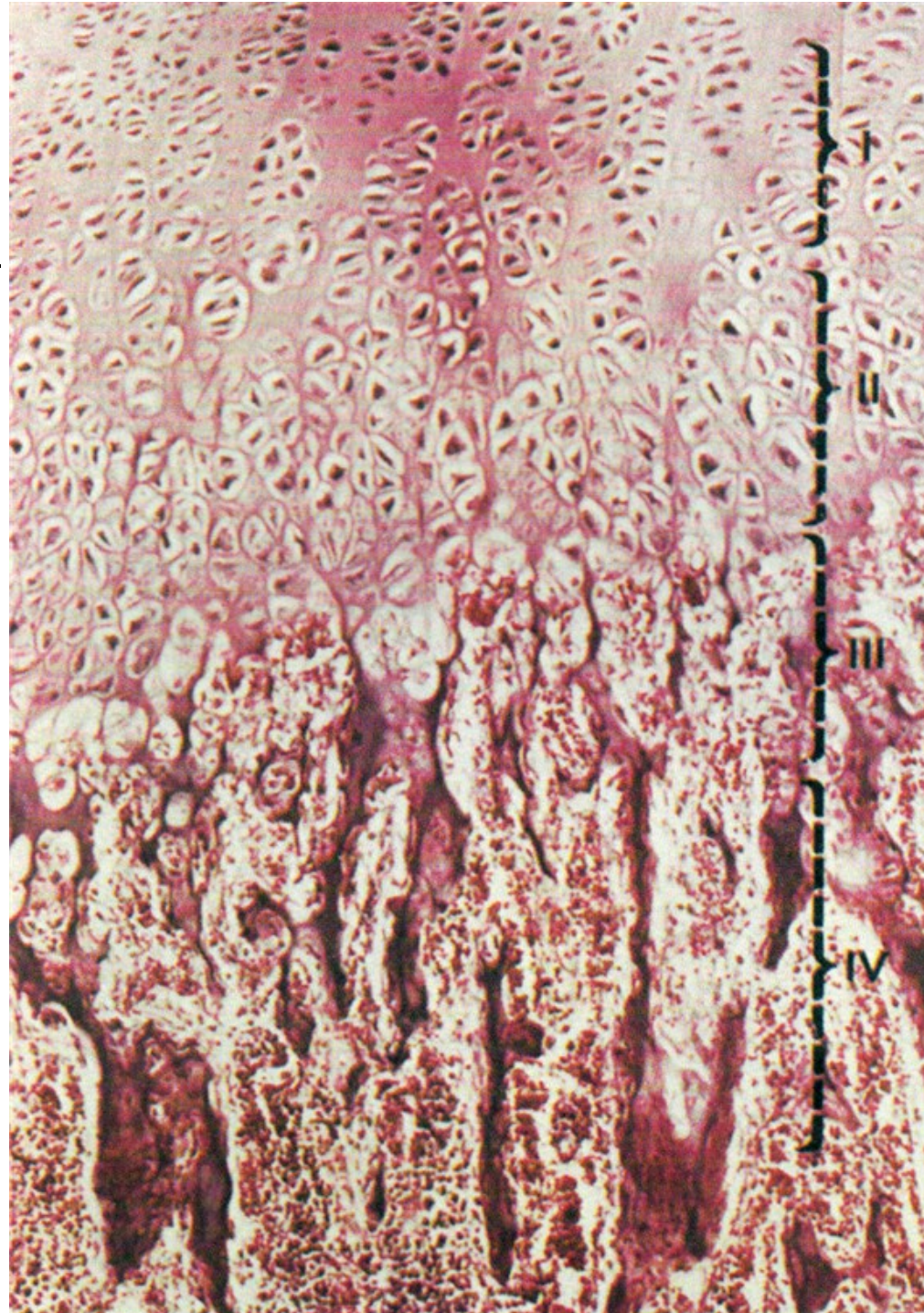
(540-szeres nagyítás, hematoxilin-kromotrop-festés, Krompecher I. anyagából).

I: porc **proliferációs** zónája;

II: **degenerációs** zóna;

III: **mesenchymalis invazios** zónája;

IV: **csontképzési** zóna



Porcproliferatio zóna:

- **porcsejtek gyors szaporodása:** a sejtoszlások iránya mindig a csont hossz tengelyével párhuzamos irányú, ezért az újonnan képződő porcsejtek hamarosan kukoricaszemekhez hasonlóan hosszanti sorokba rendeződnek.
- Közöttük, hosszmetsetben, a porcalapállomány egységes, hosszanti gerendának tűnik. Egyes sorokon belül a sejtek szorosan egymásnak lapulnak, közöttük a porcos alapállománynak csupán minimális haránt összekötő hídjai maradnak meg.

Elfajulási zóna:

- porcsejtek felpuffadnak, majd zsugorodnak. A hosszanti alapállomány-gerendákban mészsók rakódnak le.

Mesenchymalis invázió zóna:

- a diaphysis felől **kapillaris-hurkok** és **mesenchymalis sejtek** hatolnak be az elfajult porcsejtek köré, a megmaradt gerendák közé.
- A mesenchymalis sejtekből kialakuló *chondroclastok* elpusztítják az elfajult porcsejteket.
- Az elpusztult porcsejtoszlopok helyén lesz az *elemi velőüreg*. Az ezt kitöltő mesenchymalis elemekből a megmaradt irányító gerendákra, az elpusztult porcsejtek helyére rakódnak sejtek.
- Ezek **osteoblastokká differenciálódnak**, és maguk körül csontalapállományt képeznek, mely őket fokozatosan körülzárja, és ekkor csontsejteké (**osteocyták**) válnak. Erre az első rétegre hamarosan új réteg osteoblast rakódik le, a hozzá tartozó csontállománnyal. A sorozatosan egymásba épülő koncentrikus

csontállományhenger végül annyira beszűkíti az elemi velőüreget, hogy közepén csak egy-két capillaris számára marad hely, és ezzel Havers-lemez-rendszerhez hasonló képződmény keletkezik.

IZOMSZÖVET

Állati szervezetekben háromféle specifikus kontraktilis szövet fordul elő:

- **simaizomszövet,**
- **harántcsíkos (váz-) izomszövet**
- **szívizomszövet**
- **myoepithelium:** valójában speciális hámszövet, de kontrakciós képessége miatt tárgyaljuk itt.

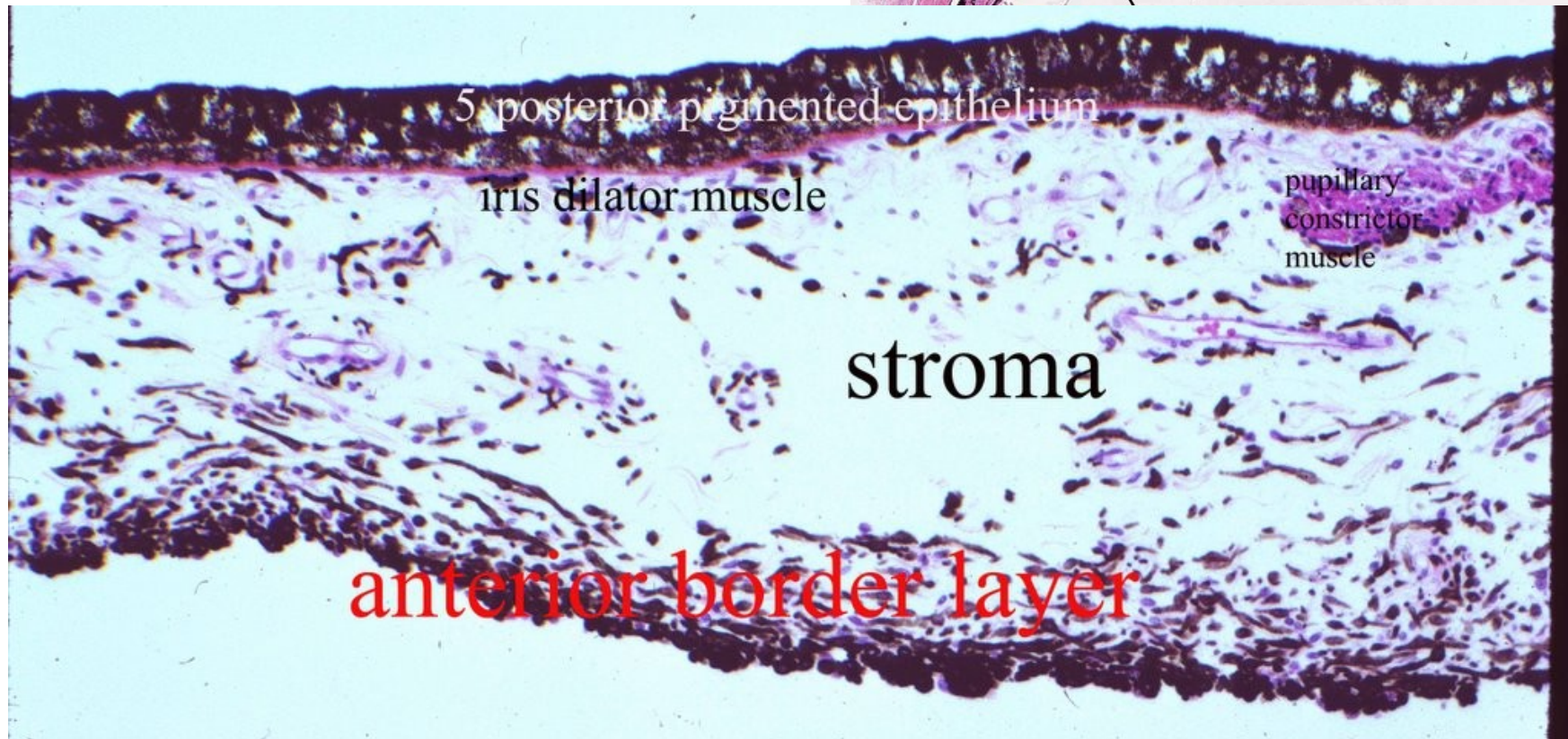
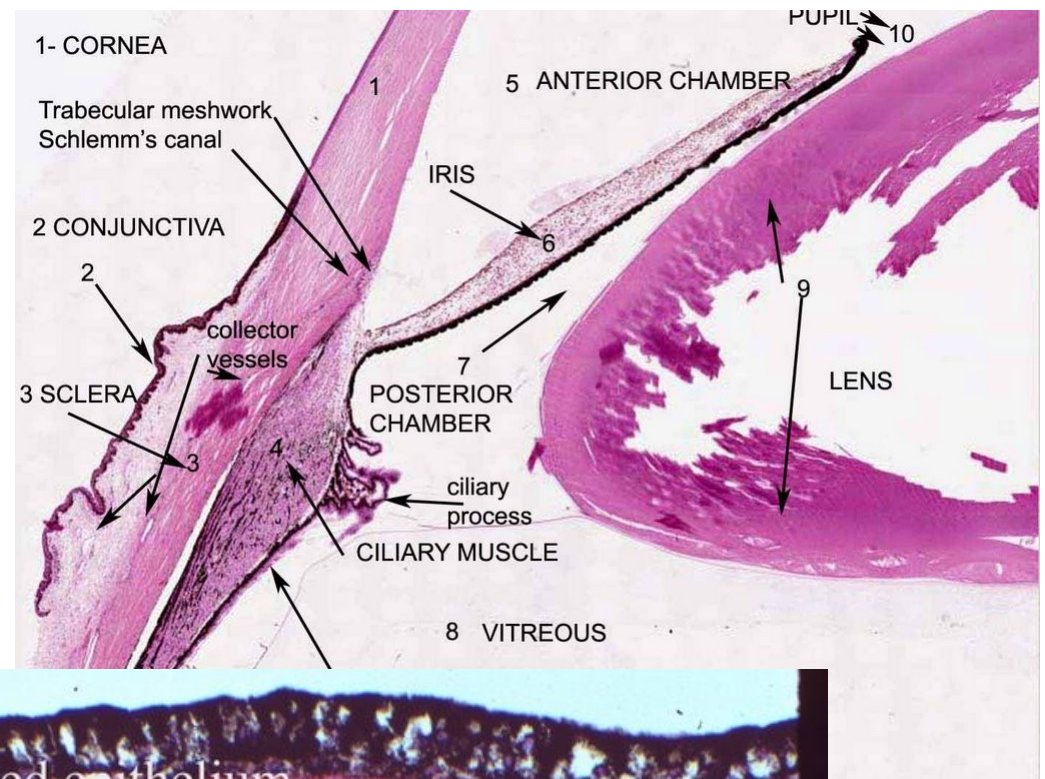
Myoepithelium

- Alacsonyabb rendű állattörzsekben gyakori; Emberben egyes mirigyek ürülését segíti (**tejmirigy**), a **szivárványhártya** hátsó felszínét képező retinalis pigmenthám elülső sejtrétege is ilyen: összehúzódása tágítja a pupillát
- Hámsejtek alapi része T-alakban elágazódva megnyúlik, nyúlványokban kezdetleges miofibrillumok alakulnak ki, és ez a hám alapjával párhuzamos nyúlvány kontraktilis tulajdonságokat vesz fel.
- A legkezdetlegesebb szintű idegrendszert alakítja ki: a *myoepithel* sejtek felszíni hám jellegű része veszi fel a felületet érő ingereket, és a hozzátartozó izomnyúlvány a megfelelő ingerre összehúzódik.

Iris:

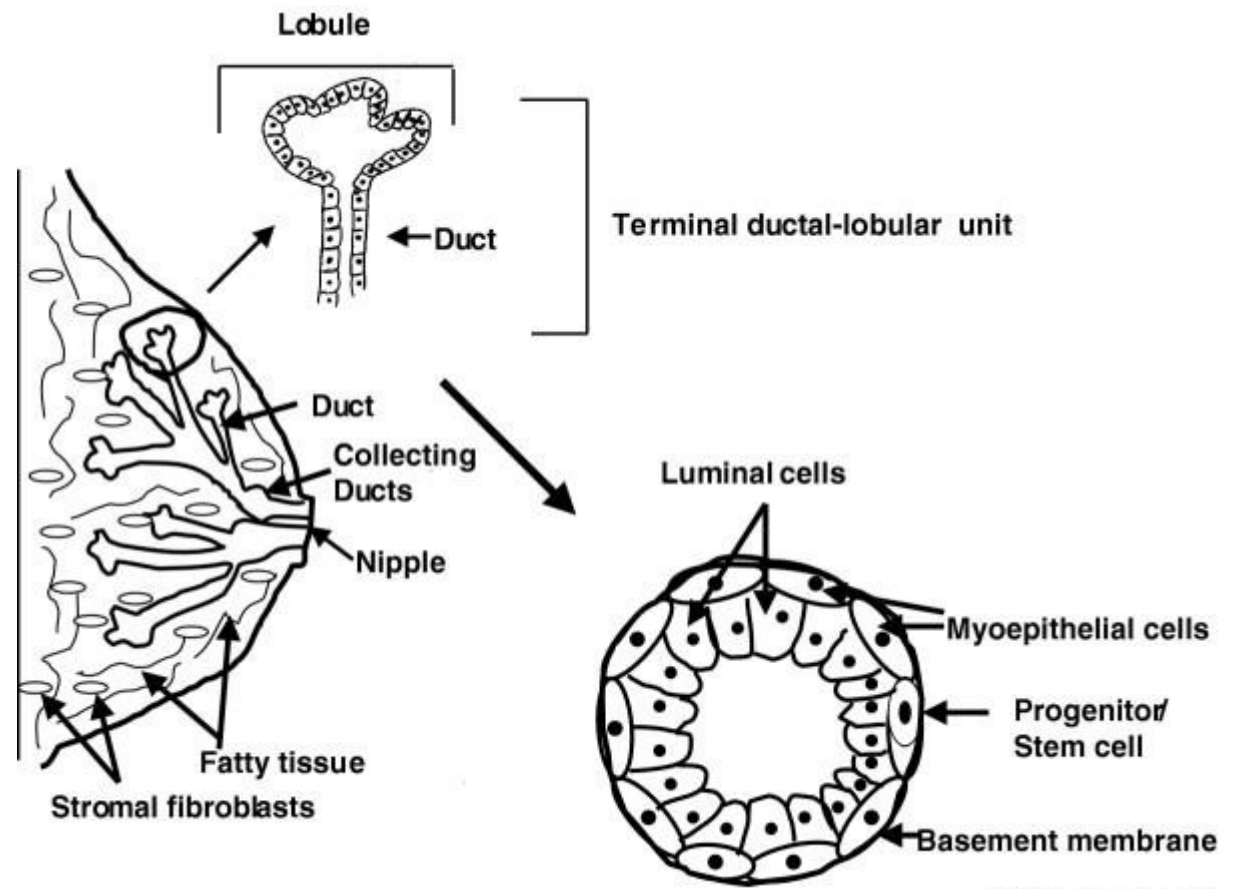
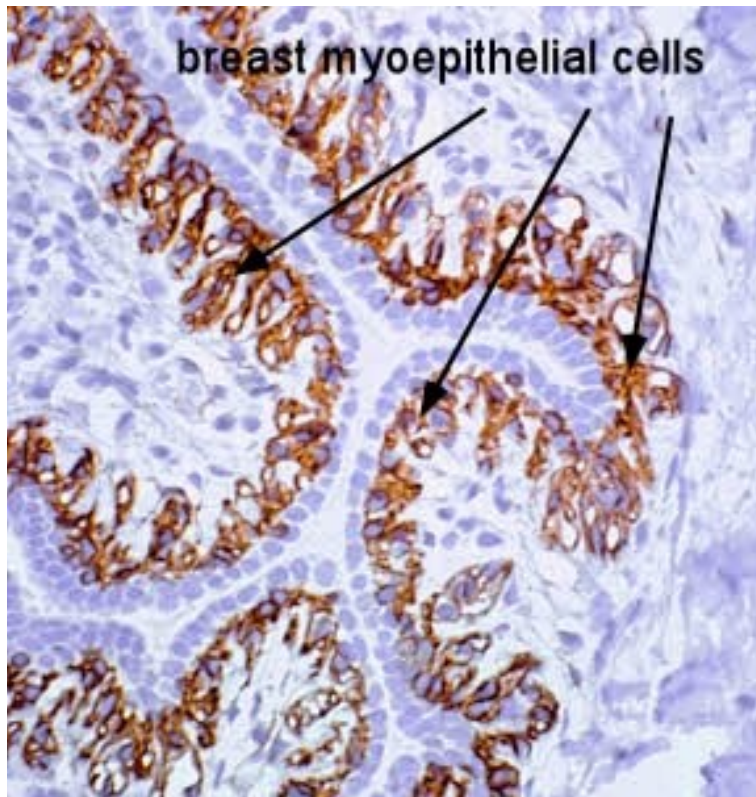
iris dilatator izmot a posterior pigmenthám myoepithel sejtjei alkotják.

A konstriktor izmot pedig a stroma simaizomsejtjei.



A mell elágazó mirigyjárt rendszerére két típusú epithel sejtből épül fel:

luminális epithel sejtek: belső réteg, polarizált sejtek, tejelválasztásért felelősek;



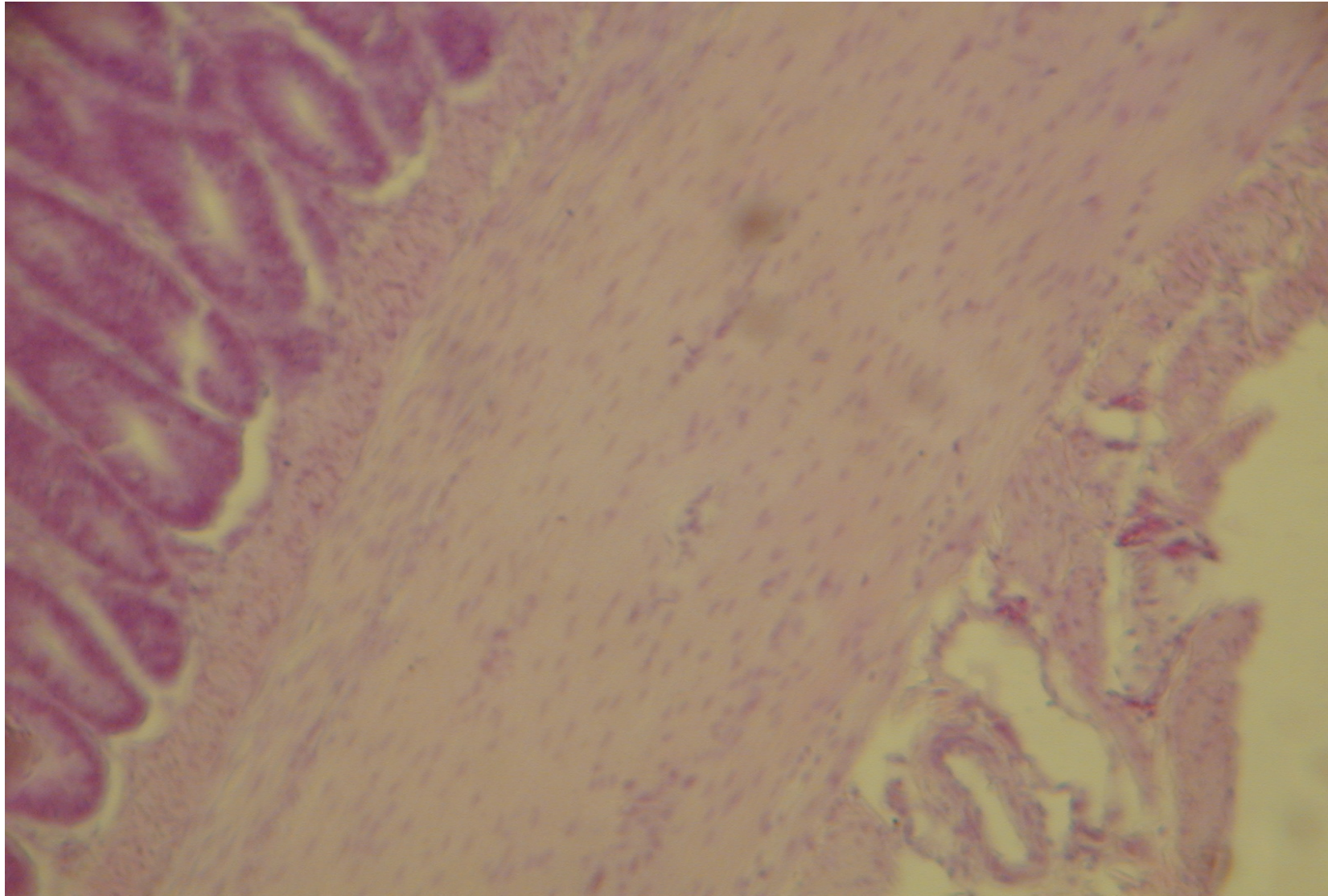
Breast Cancer Research

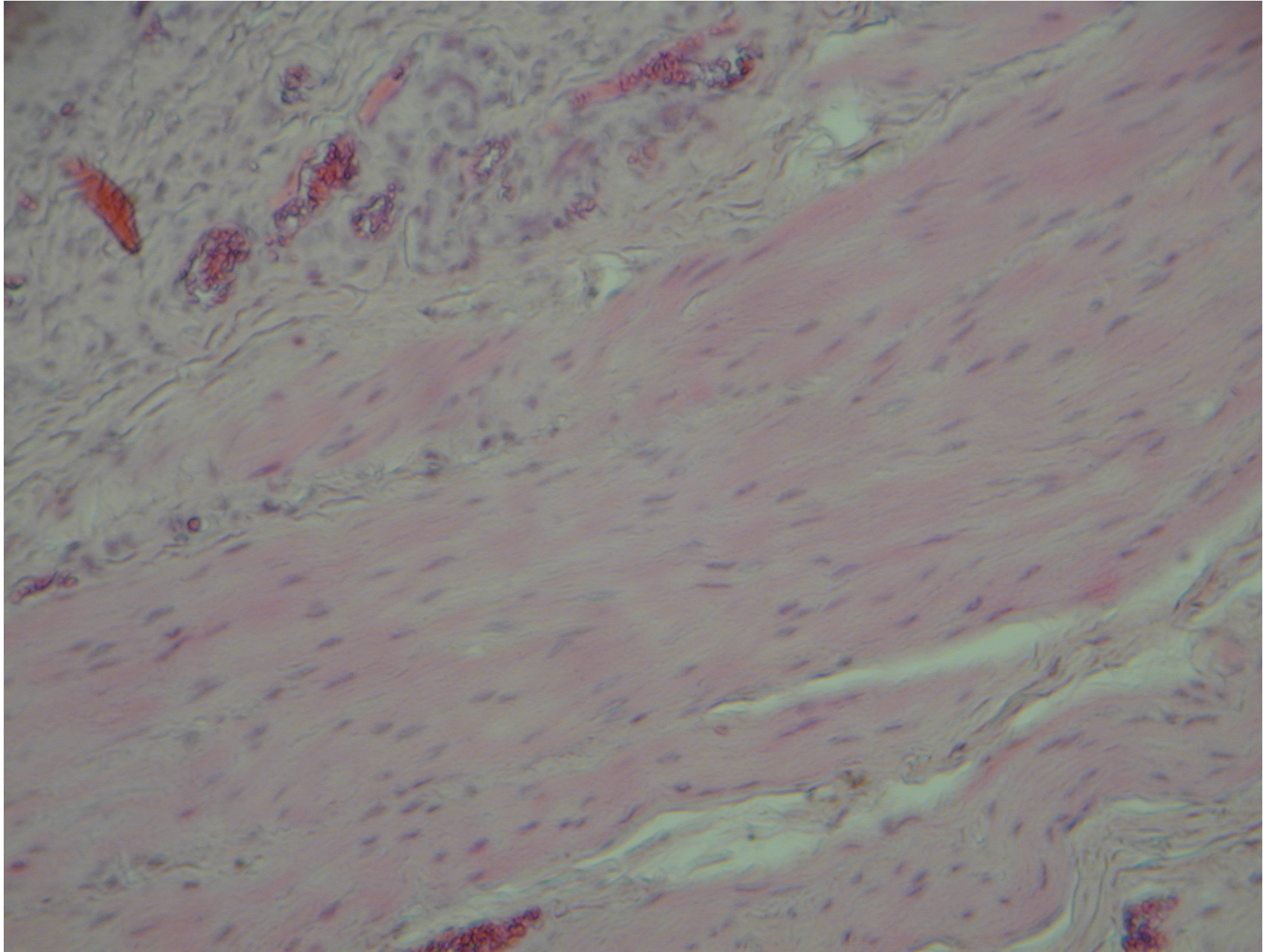
myoepithel sejtek: külső réteg, tejmirigyek elágazódásainak kialakításáért felelős, tumor szupresszoros tulajdonsággal rendelkeznek.

Gudjonsson et al. [J Mammary Gland Biol Neoplasia. 2005 10\(3\):261-72.](#)

Simaizom:

- A sima izomsejtek kötegeket, rétegeket vagy lemezeket alkotnak.
- A sejt hossz tengelyével párhuzamosan futnak a miofibrillumok, de fénymikroszkópián nem különülnek el, a sejtek plasmája egyenletesen pirosra festődik, a sejtmag megnyúlt pálcika alakú, a sejt középpontjában helyezkedik el.
- Elektronmikroszkópos képen látszik, hogy a sejtorganellumok a sejtmag pólusainál koncentrálnak. A citoplazma nagy részét **6-8 nm-es aktin** és **8-10 nm-es intermedier filamentumok** töltik ki. A **16 nm-es miozin filamentumok** kimutatásához speciális technikák kellenek. A simaizomsejtek plazmamembránján és a SER közelében is, nagyon sok pinocitotikus vezikulum látható, ezek a simaizomsejtek fő Ca^{2+} raktárai. Egyes simaizomsejtekben jelentős szekréciós tevékenység is folyik, a sejtek főleg kollagént és elasztint szekretálnak. A szomszédos simaizomsejtek között sok réskapcsolat, nexus van.
- A simaizomszövet szoros kapcsolatban áll kötőszöveti elemekkel (rugalmas, kollagén rostok), hajszálerekkel vagy idegrostokkal.





Harántcsíkolt izomszövet:

- Sokmagvú izomrostokból állnak, melyek *hosszirányban* párhuzamos lefutásúak.
- Az izomrostok többmagvú **syntitiumok**, amelyek az egyedfejlődés során kicsi, egymagvú sejtek, a mioblasztok fúziójával jönnek létre.
- Az izomrostokat **myofibrillumok**, a miofibrillumokat **kontraktilis filamentumok** építik fel. A myofibrillumok **szarkomerekből** épülnek fel, ezek a harántcsíkolt izomrost funkcionális egységei. A szarkomeren belül a kontraktilis filamentumok nagyfokú rendezettsége miatt sötét és világos **csíkok** váltják egymást.
- A sötét anizotróp csík vas-haematoxylinnal jól festődik, míg a világosabb, izotróp csík kevésbé. Az izomrost számos, pálcika vagy ovális alakú periférikus sejtmagot tartalmaz. Az izomrostok sejtmagjai közvetlenül a plazmamembrán, a **sarcolemma** alatt helyezkednek el.

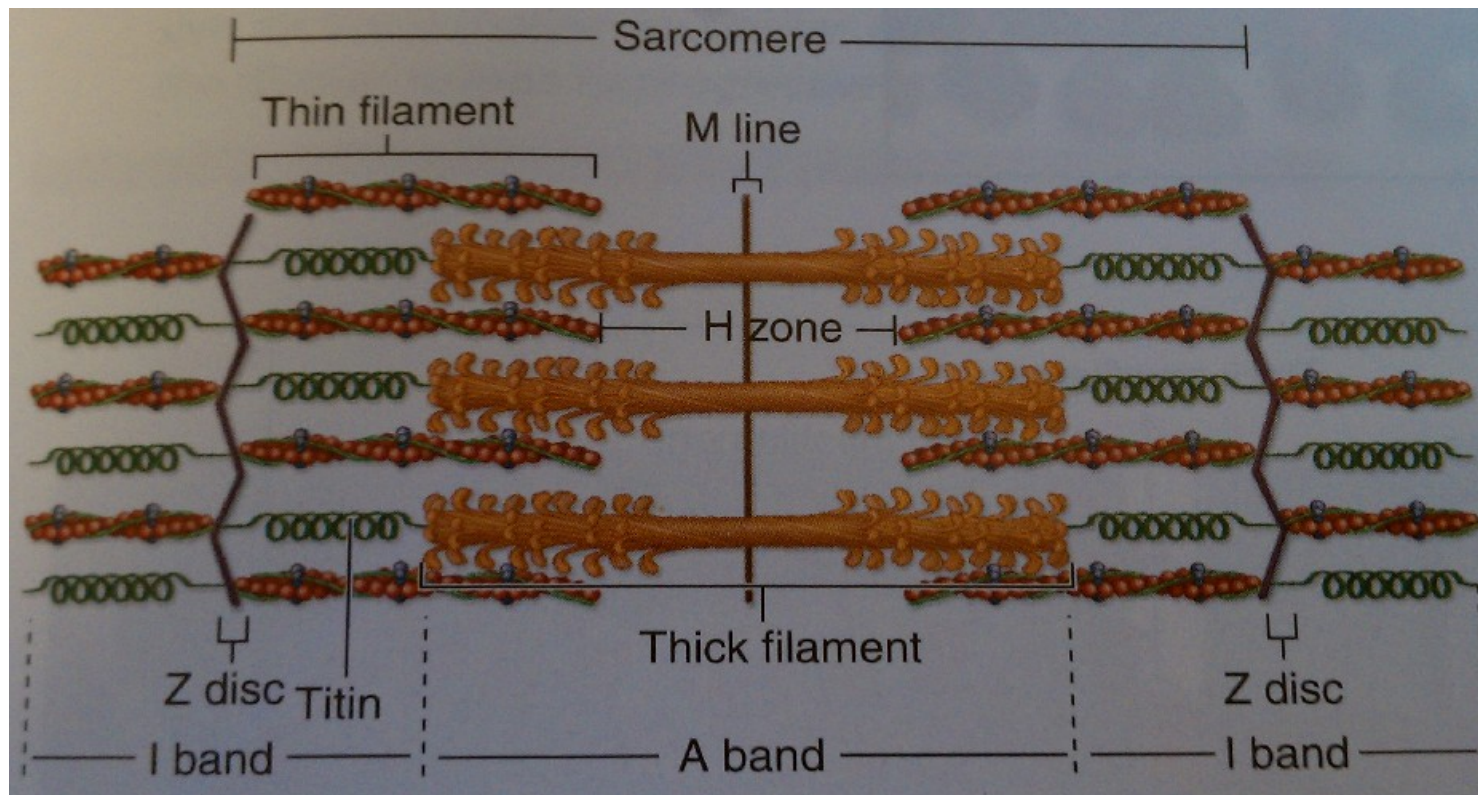
I csíkban csak aktin filamentumok vannak.

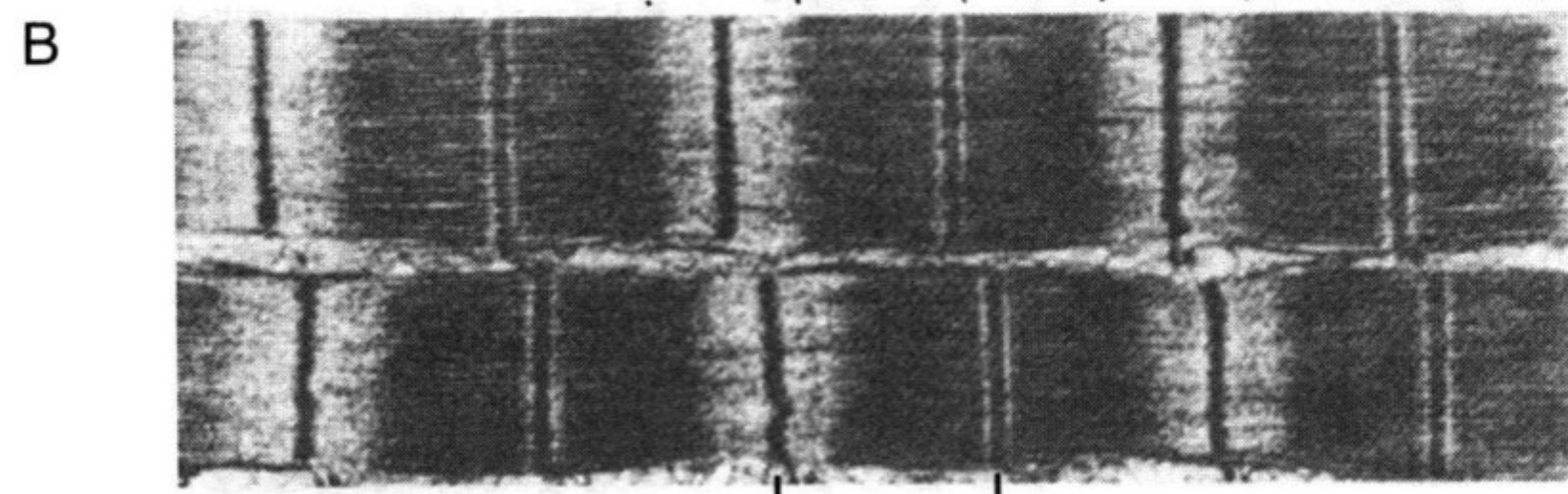
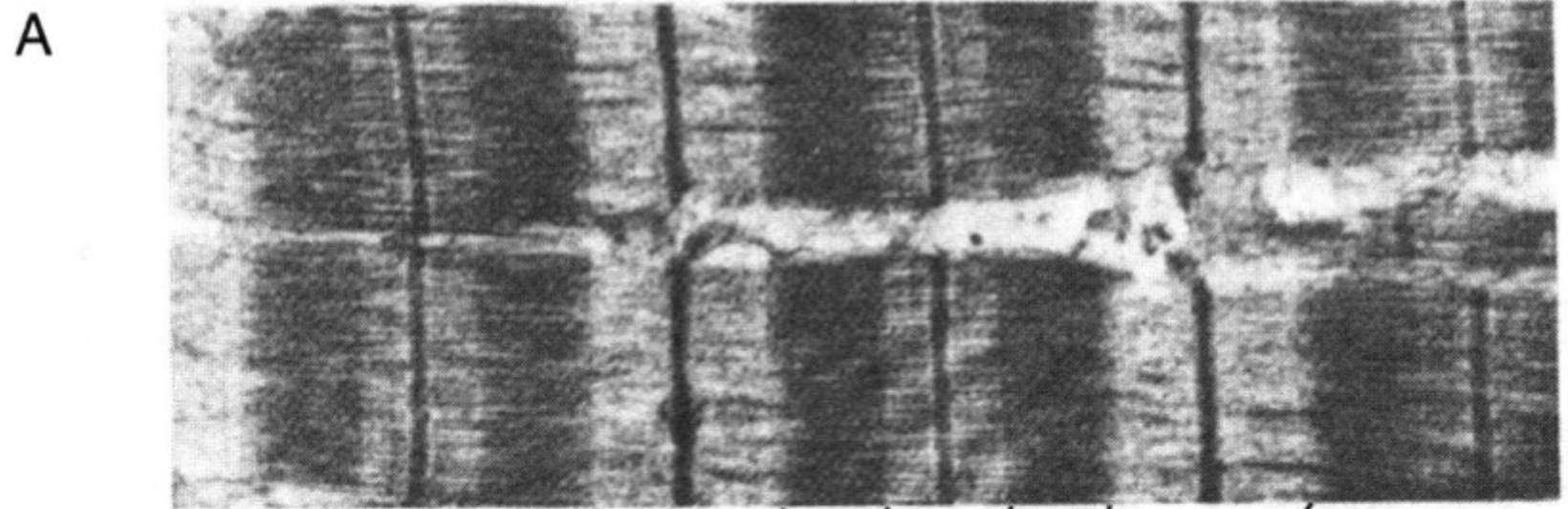
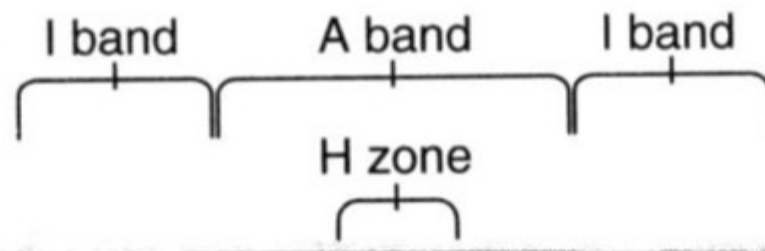
Z lemez: alfa-aktinint és más aktinkötő fehérjéket tartalmaz, a két szomszédos szarkomer világos, I csíkját választja ketté.

A csík: aktin filamentumok és a miozin filamentumok fedésbe kerülnek,

H csík: A csík közepén világos rész ahol csak a miozin filamentumok látszanak

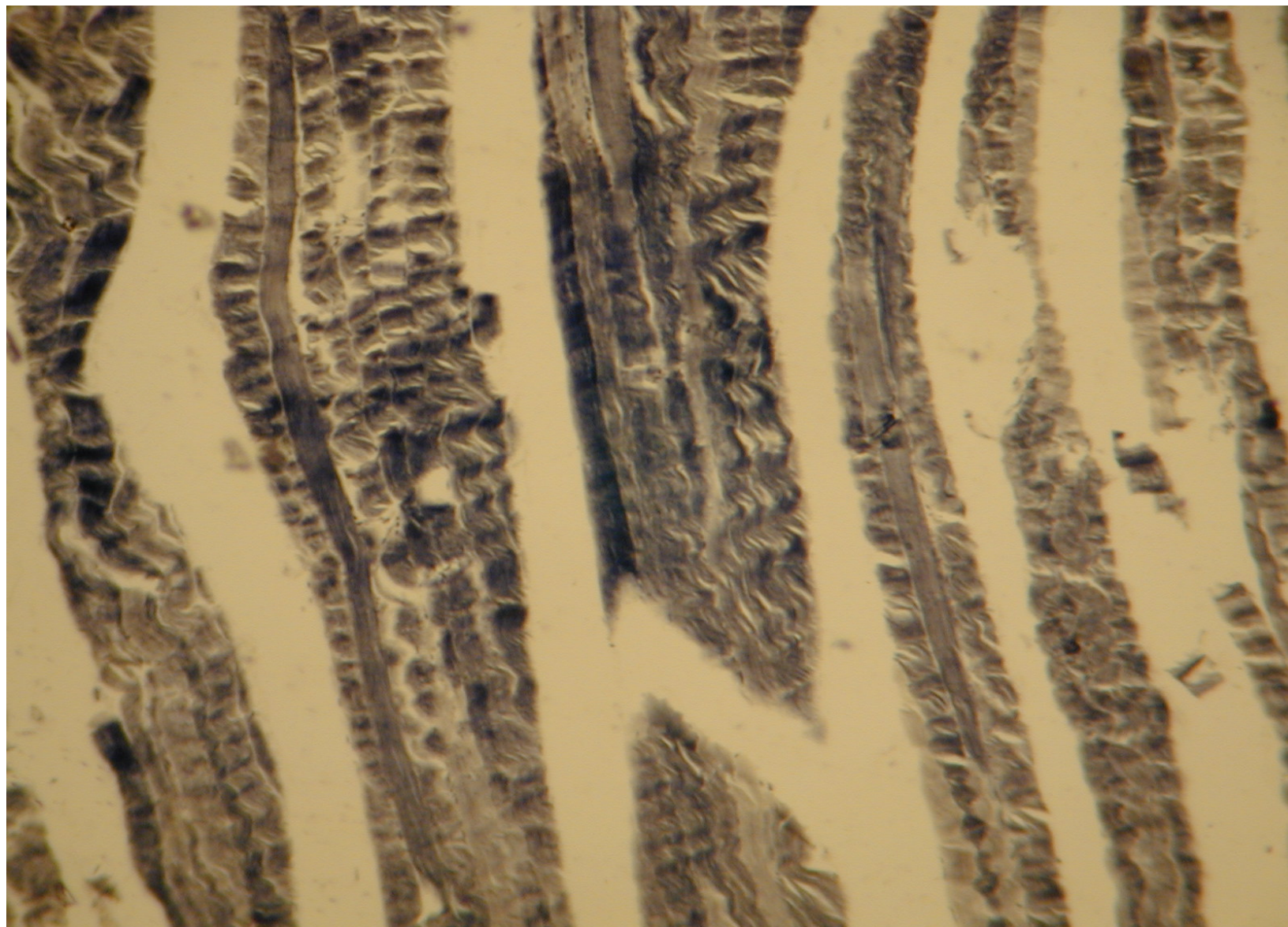
M csík H csík közepén EM-pal látszik csak, ahova a miozin filamentumok kapcsolódnak.





Z line M line

vas-haemetoxylin festés

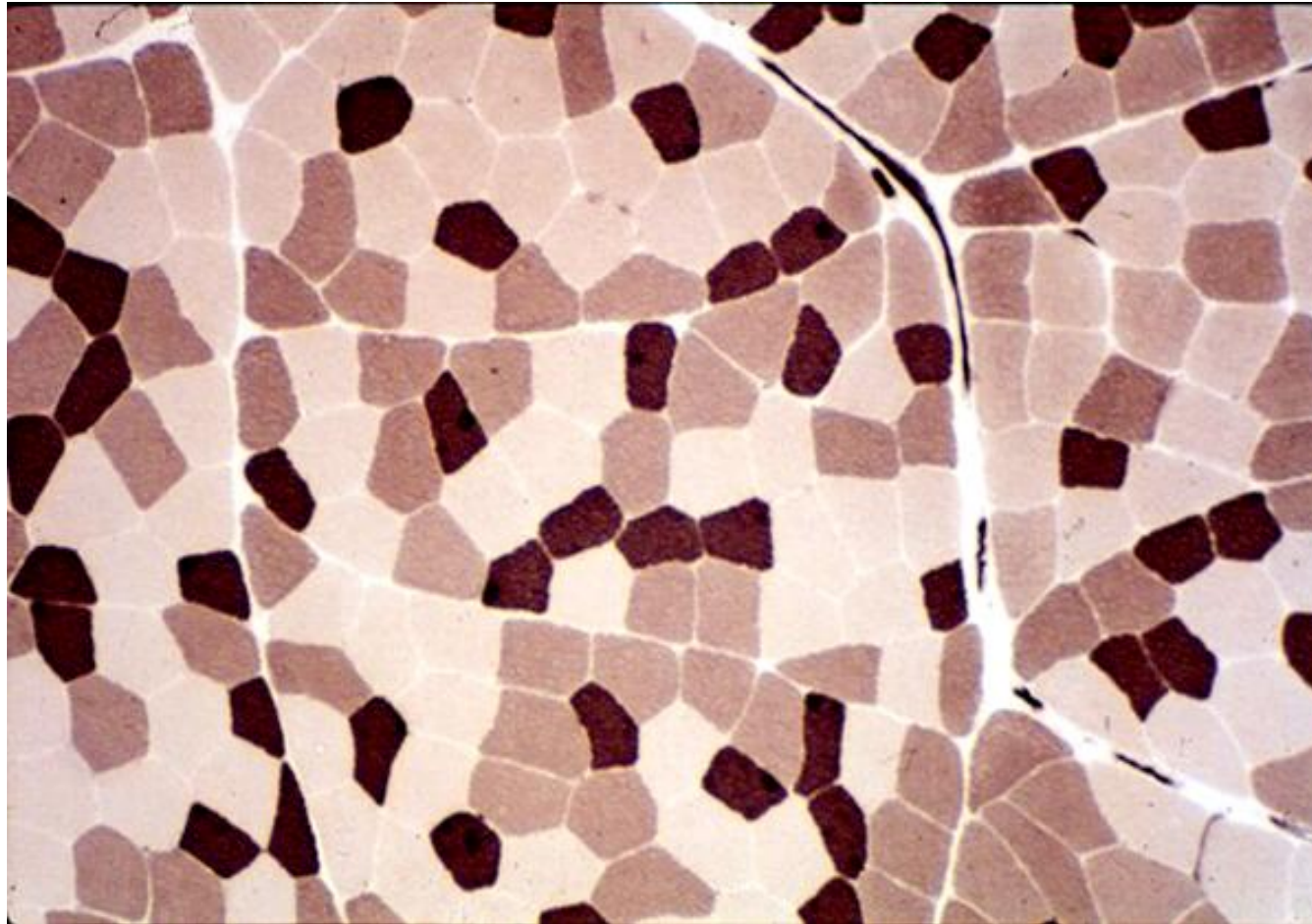


A vázizomszövet rostjainak átmérője, színe különbözik egymástól. Leglátványosabb különbség a vörös és fehér izom rostok között figyelhető meg.

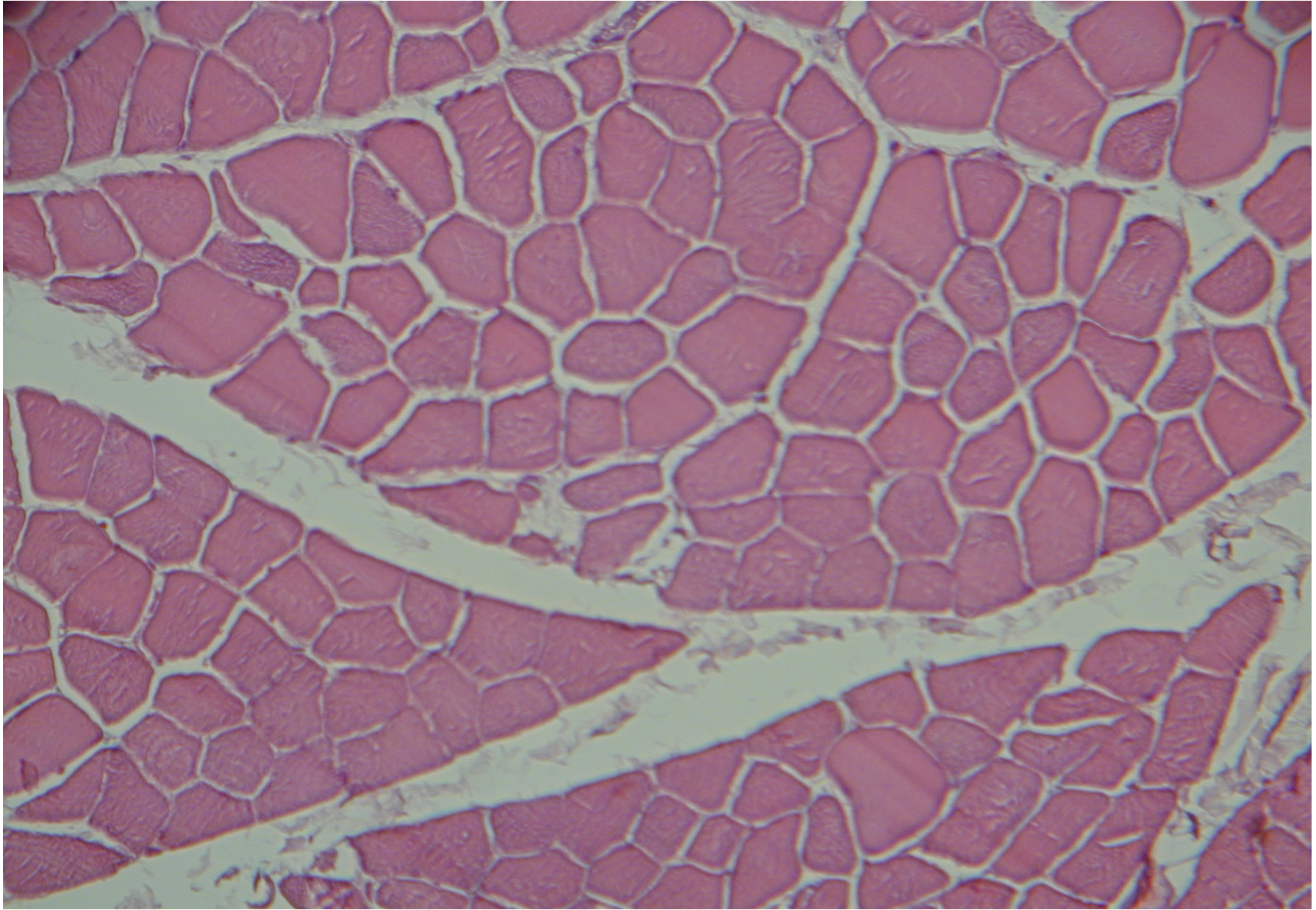
- vörös rostok (lassú rostok): vérellátása jó, viszonylag sok pigmentfehérjét, myoglobint tartalmaznak
- fehér (gyors) rostokkal, amelyeknek a myoglobin tartalma alacsony.



1. gyors izom, 2 kevert izom, 3 lassú izom



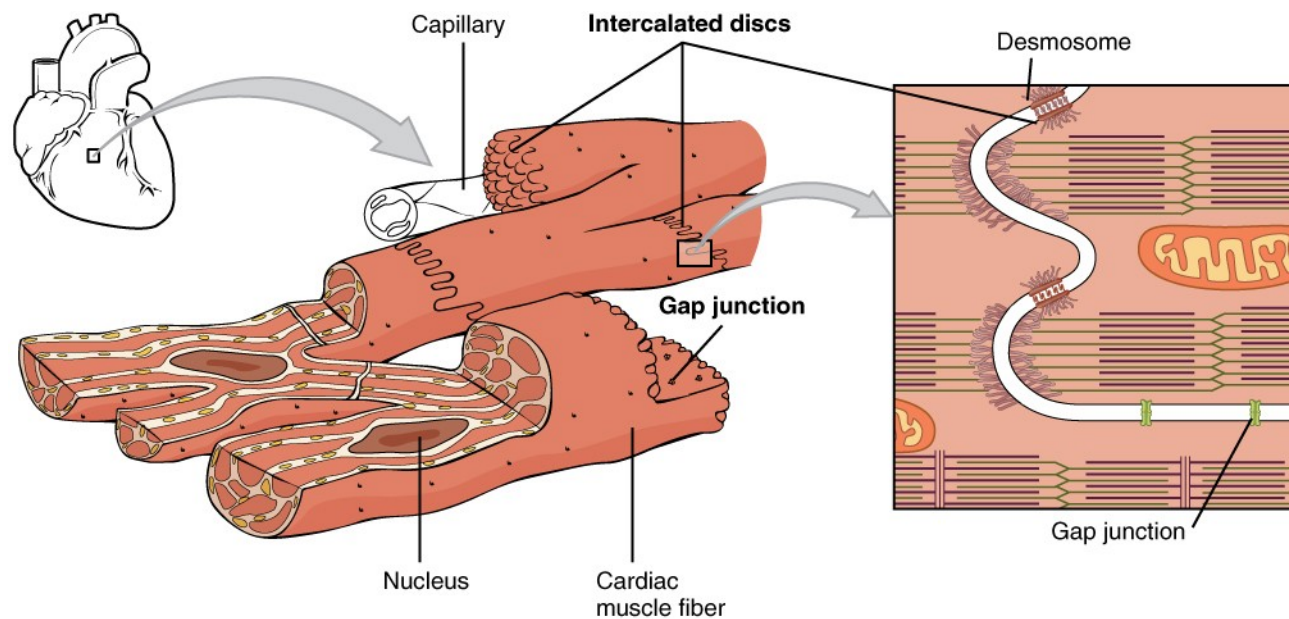
Mitokondriumok mennyiségét kimutató antitesttel készült festés: világos rostok az **anaerob anyagcserét** folytató gyors izmok, sötétek az **aerob anyagcserét** folytató lassú, kitartó izmok.



Szívizomszövet:

- A szívizomrostokat egyetlen jól körülhatárolható, Y-alakban elágazó egymagvú sejt alkotja. A szívizomszövet kevésbé rendezettnak tűnik, mert a felépítő szívizomsejtek különböző irányban lefutó elágazó kötegekbe rendeződnek (villás elágazás). Az egymás mellett futó sejtek kapcsolódását sötét csíkként láthatjuk, ezek a discus intercalarisok vagy **Eberth-féle vonalak**. A szívizomsejtek között jelentős mennyiségű kötőszövet húzódik.
- A szívizomsejtek citoplazmája acidophilen (eosinophil) festődik. A centrális elhelyezkedésű mag alakja a metszési síktól függően változó. A magokat sarcoplasmában dús udvarok vehetik körül.
- A kontraktilis filamentumok rendezettsége megegyezik a vázizomnál leírtakkal, bár az Ebert - vonalak ritkán láthatóak.

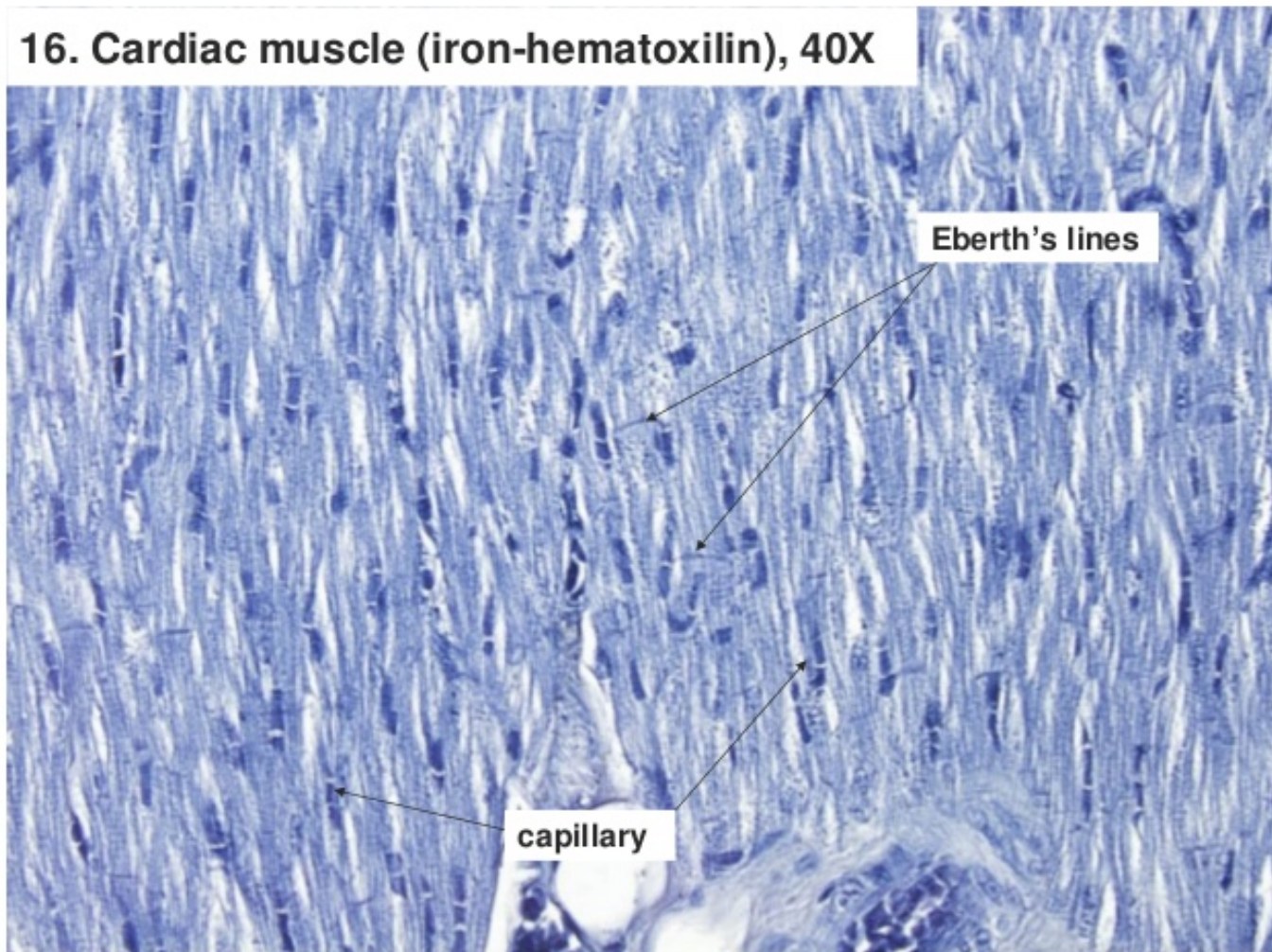
Elektronmikroszkópos képeken jól látszik, hogy a discus intercalaris egy összetett sejtkapcsoló struktúra, amelyben a különböző **adherens kapcsolatok (desmosomák)** a szívizomszövet mechanikai integritását biztosítják, míg a benne lévő **réskapcsolatok (gap junction)**, mint elektromos szinapszisok működnek, s lehetővé teszik, hogy a kontrakciós impulzusok átjussanak egyik sejtről a másikra.

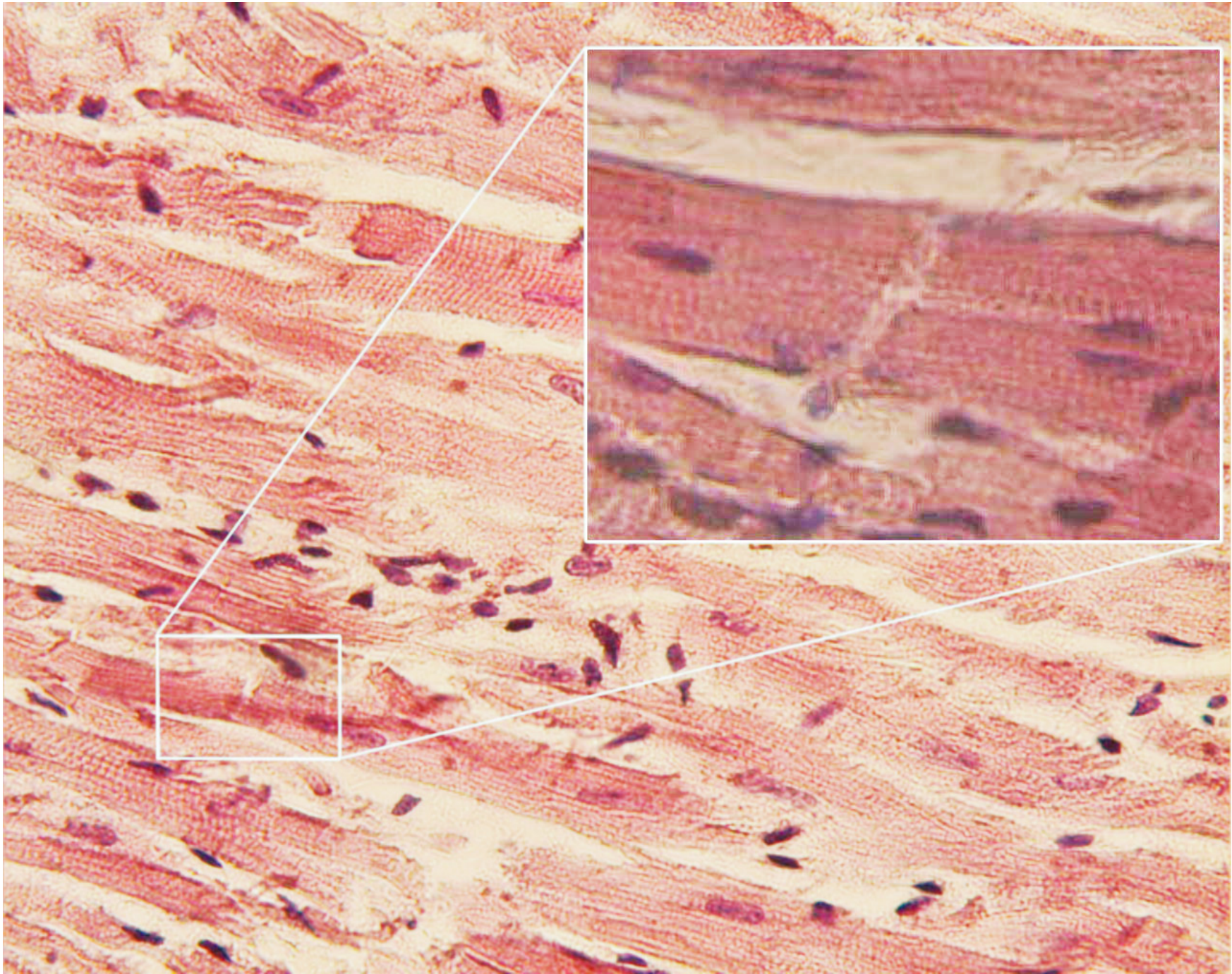


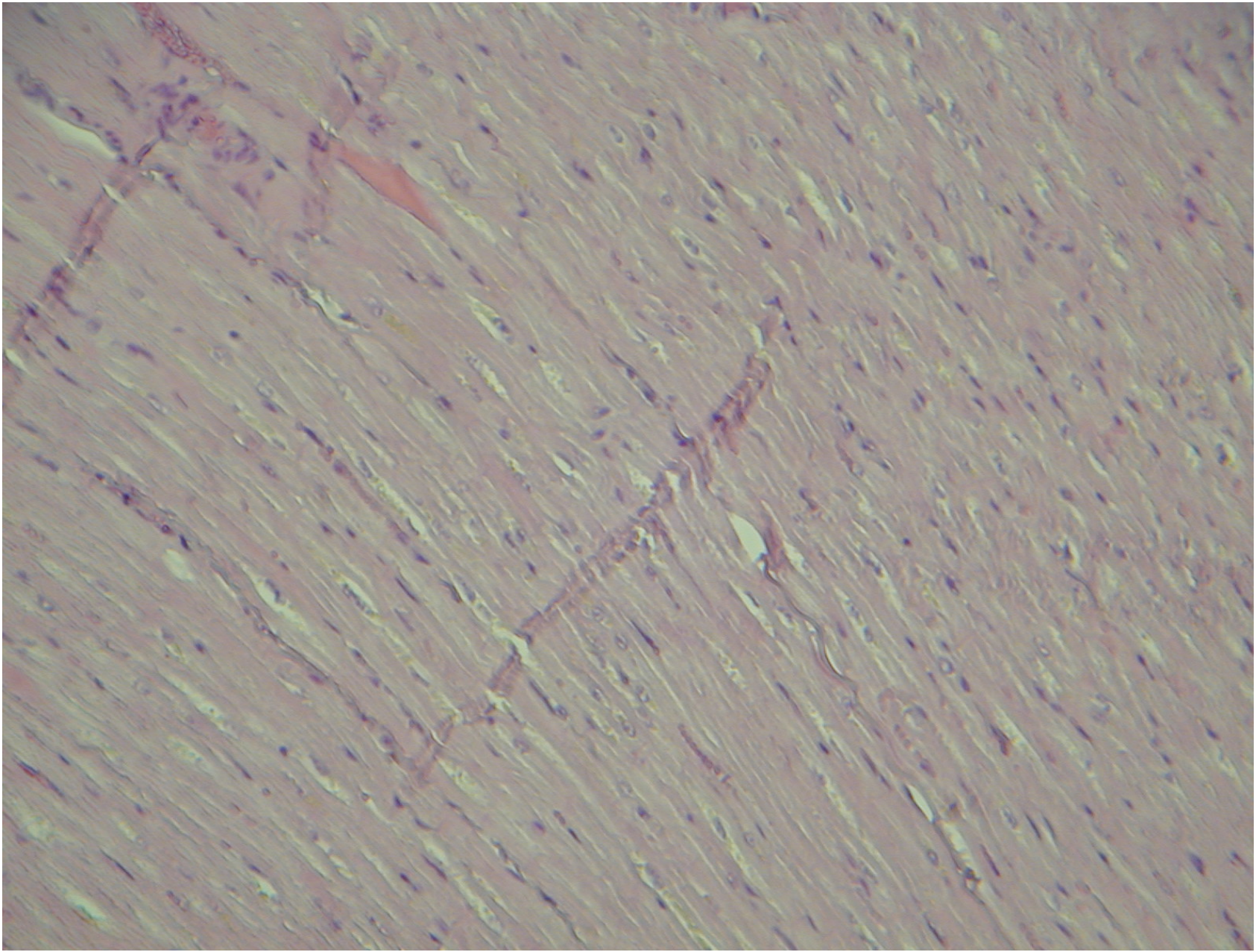


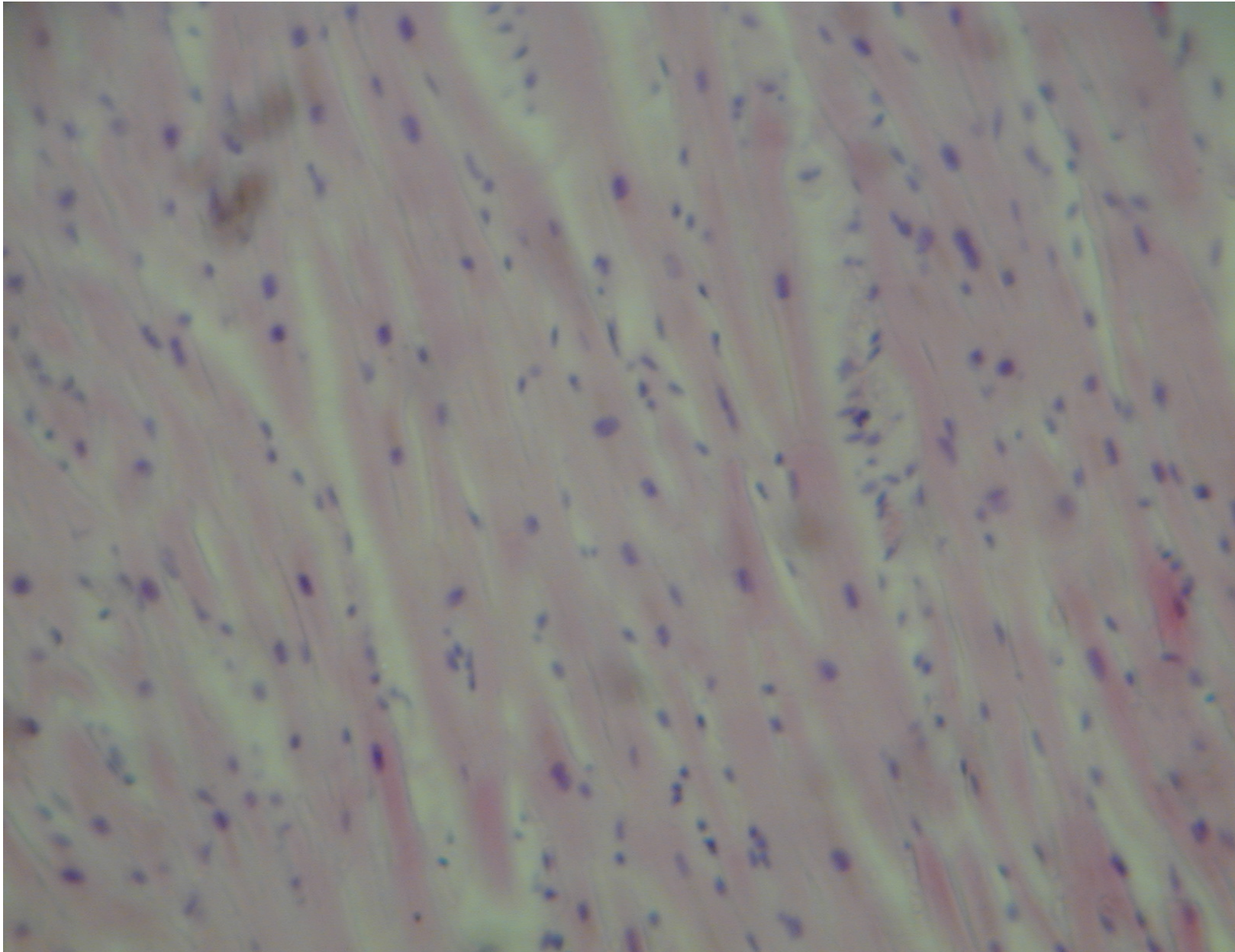
Szívizom EM felvétel: M mitokondrium, GJ gap junction, D desmosoma FA: Eberth-féle vonalak

16. Cardiac muscle (iron-hematoxilin), 40X









Izomszövet-regeneratio

- **Szívizom:** regeneratív képességgel – a fiatal gyermekkort leszámítva – nem rendelkezik. A szívizomelhalást kötőszövetes hegképződés követi, mely károsan befolyásolja a szív működését.
- **Simaizomszövet:** újdonszövetképződése jó. Szövetkárosodást követően simaizomsejtek és pericyták osztódva állítják helyre az eredeti anatómiai állapotot.
- **Harántcsíkolt izom:** regeneratív hajlama gyér, rostjai önmagukban mitózisra nem képesek. Regeneráció a rostok mentén, a lamina basalis alatt megbúvó primitív myoblastsejtekből, (**satellitasejt**) történik. Ezek osztódnak, majd a leánysejtek fuziója révén alakítanak ki izomrostokat.

Feladatok:

Izomszövet:

1. simaizom: csiga
2. harántcsíkt izom: béka és ember vázizom
3. szívizom: ember

Felhasznált /ajánlott irodalom

<http://anatomia.elte.hu/AnatGyak/B-gyakorlatok/IV-B/2011-12/KotoTamaszto%202011.pdf>

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Funkcionalis_anatomia_1/ch03s05.html

http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0025_Csoknya_Maria-Wilhelm_Marta-A_sportmozgasok_biologiai_alapjai_I/ch05.html