

Csontszövet

Csontszövet:

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

Sejtek és alapállomány (szerves és szervetlen) építi fel.

Csontsejtek:

Mechanikai funkcióban közvetlenül nem vesznek részt. Szerepük a csont képzése: a nyúlványaikkal elfoglalt térségben a sejt közötti állományhoz szükséges anyagokat (kollagént, glikoproteint és ásványi anyagokat is) beépíthető formában termelik.

Alapállomány:

Szerves: mukopoliszacharidok, kollagén rostok

Szervetlen állomány: szerves alapállományba lerakódott sók, nagyrészt

apatit kristályok formájában: kalciumfoszfát

kisebb mértékben kalciumkarbonát

magnézium, fluor

A csontszövet mechanikai funkcióját közvetlenül az alapállomány biztosítja: a rostok főleg a nyújtásnak képesek ellenállni, illetve minden olyan behatásnak (hajlítás, nyíró erők, csavarás stb.), amelynél az anyagon belül húzási erővonalak lépnek fel. Az alapállományba lerakódott ásványi anyagok az összenyomásnak képesek ellenállni.

Csontszövet sejtjei:

- osteoprogenitor sejt:
a csont külső és belső felszínein található, osztódásra, proliferációra képes sejtek
- osteoblast sejt: csontképző sejt
a csont alapmátrixát termeli
- osteocyta: csontsejt
lacunákban helyezkedik el, szilvamacskák alakú, nyúlványai a csontcsatornácskákon/canaliculi
ossei keresztül kapcsolódnak a szomszédos sejtek nyúlványaival (tight junction, gap
junction)
- osteoclast: csontfaló sejt
többmagvú óriássejt a Howship-féle lacunákban, előregedett csontállomány bontása

Csontképző sejtek (*osteoblastok*).

A csont növekedésének vagy átépítésének helyén fordulnak elő.

Köb alakú, 15–20 μm átmérőjű, egymástól résekkel elválasztott kromatinban gazdag magvú, bazofil plazmájú sejtek.

A továbbépítendő csontfelszíneket egy rétegben borítják.

Osteoblast sejtek elektronmikroszkóppal látható nyúlványai gap junctionokat alakítanak ki a környező osteoblast sejtekkel.

A sejtek szerepe a rostok és az alapállomány termelése, az alapállomány elmeszesedési folyamatának beindítása. A gyarapodó alapállomány végül teljesen körülveszi az osteoblastokat, finom üregeket (*lacuna*) és csatornácskákat (*canaliculus*) képezve az osteoblastok sejtestjei 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. A sejttestből minden irányban finom elágazó nyúlványok lépnek ki, a szomszédos csontsejtek nyúlványai egymással közeli érintkezésbe kerülnek; ez a kapcsolat a csontsejtek anyagforgalmának egyik eszköze. Feladatuk a csontszöveti matrixállomány fenntartása.

Csontfaló sejtek (*osteoclastok*).

Nagy, többmagvú (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 phagocytá rendszerhez tartoznak.

Csontszövet.

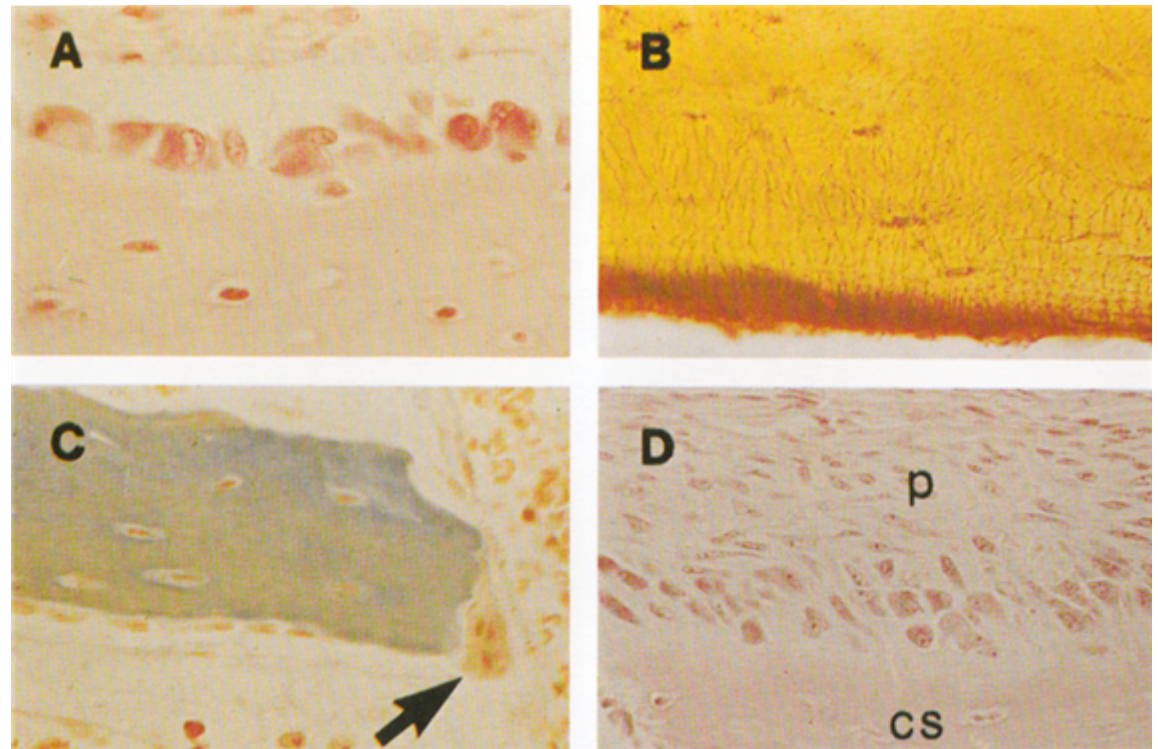
A: osteoblastok a fejlődő koponyacsont külső felszínén;

B: osteocyták hosszmetsetben (pikrinsavfestés);

C: osteoclast (nyíl) a fejlődő koponyacsont felszínén (Azan festés);

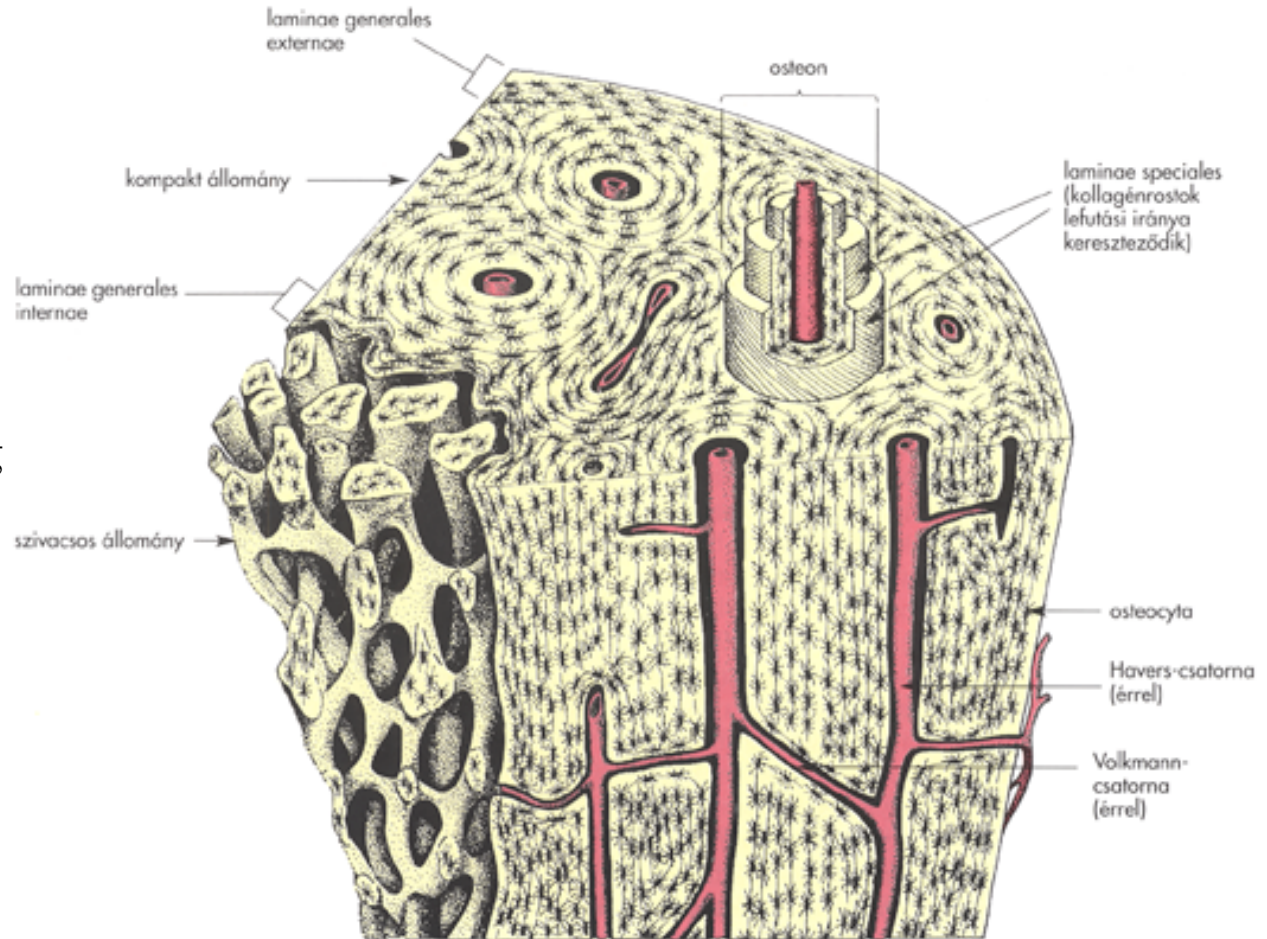
D: Periostealis csontosodás; a periosteum (p) belső sejtjei

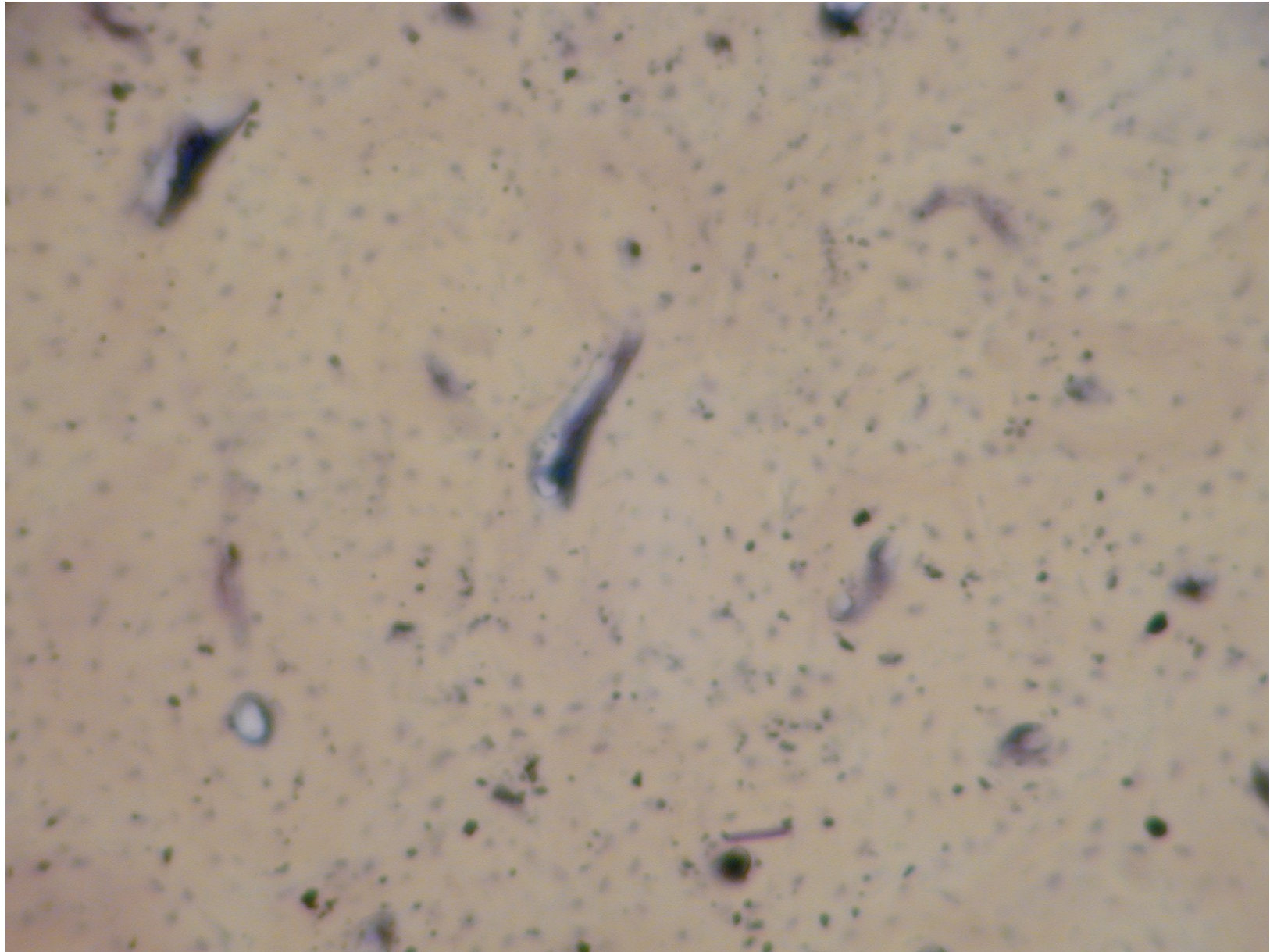
osteoblastokká differenciálódnak és részt vesznek a csontképzésben (cs: csontállomány)

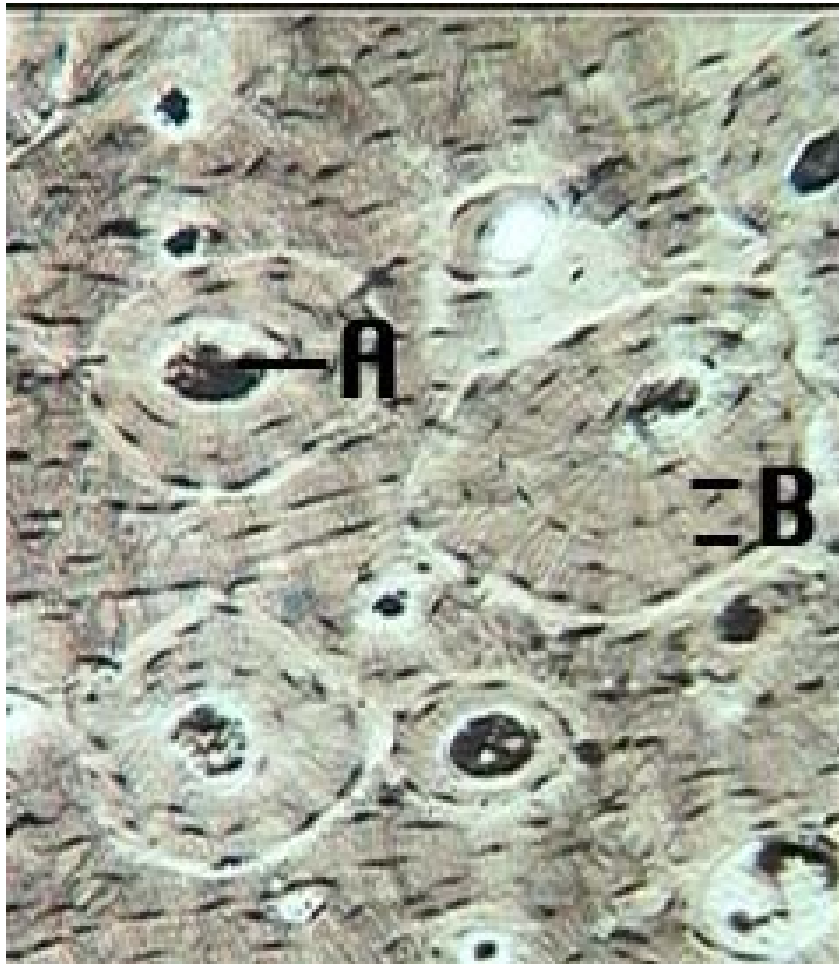


Csőes csontok szerkezete:

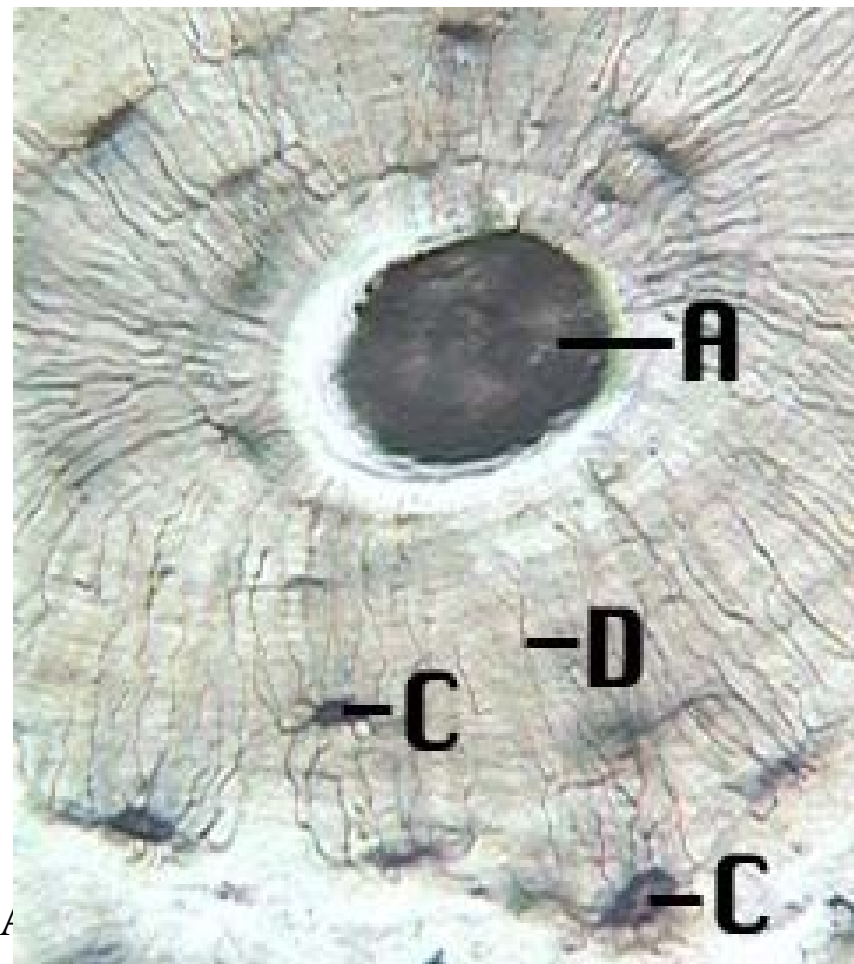
A csőes csontok tömör közepdarabjainak fő tömegét a kerek vagy kissé ovális átmetszetű csontegységek (osteon) alkotják. Centrumukban a vérerekkel kitöltött Havers - csatorna halad, melyet koncentrikusan a Havers - lemezek vesznek körül. A kollagén rostokat tartalmazó lemezek közötti csontüregeskékben szilvamag alakú ovális magvú csontsejtek (osteocyták) találhatóak. Helyenként a Havers - csatornára merőlegesen futó járatok, a Volkmann - 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.





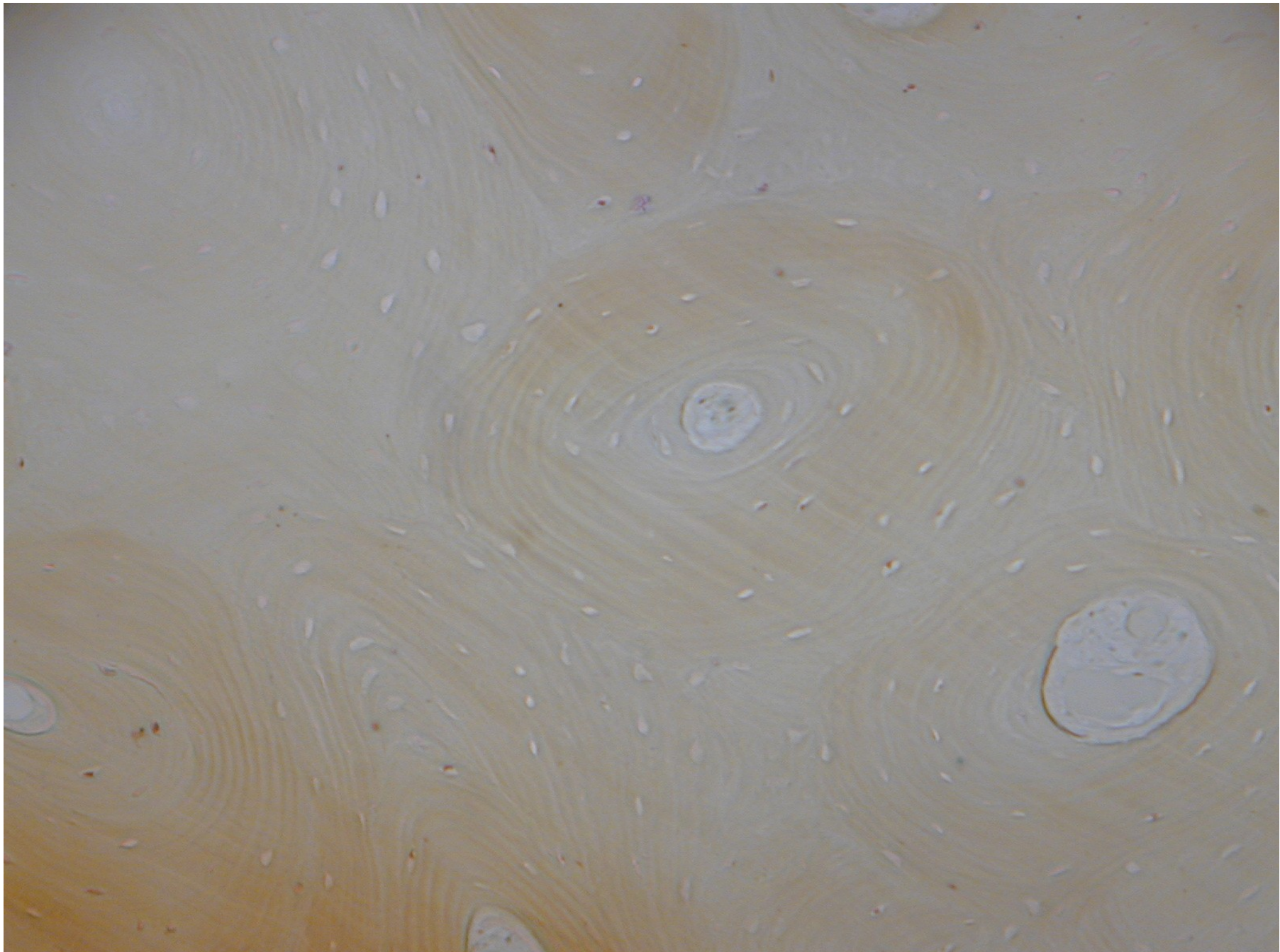


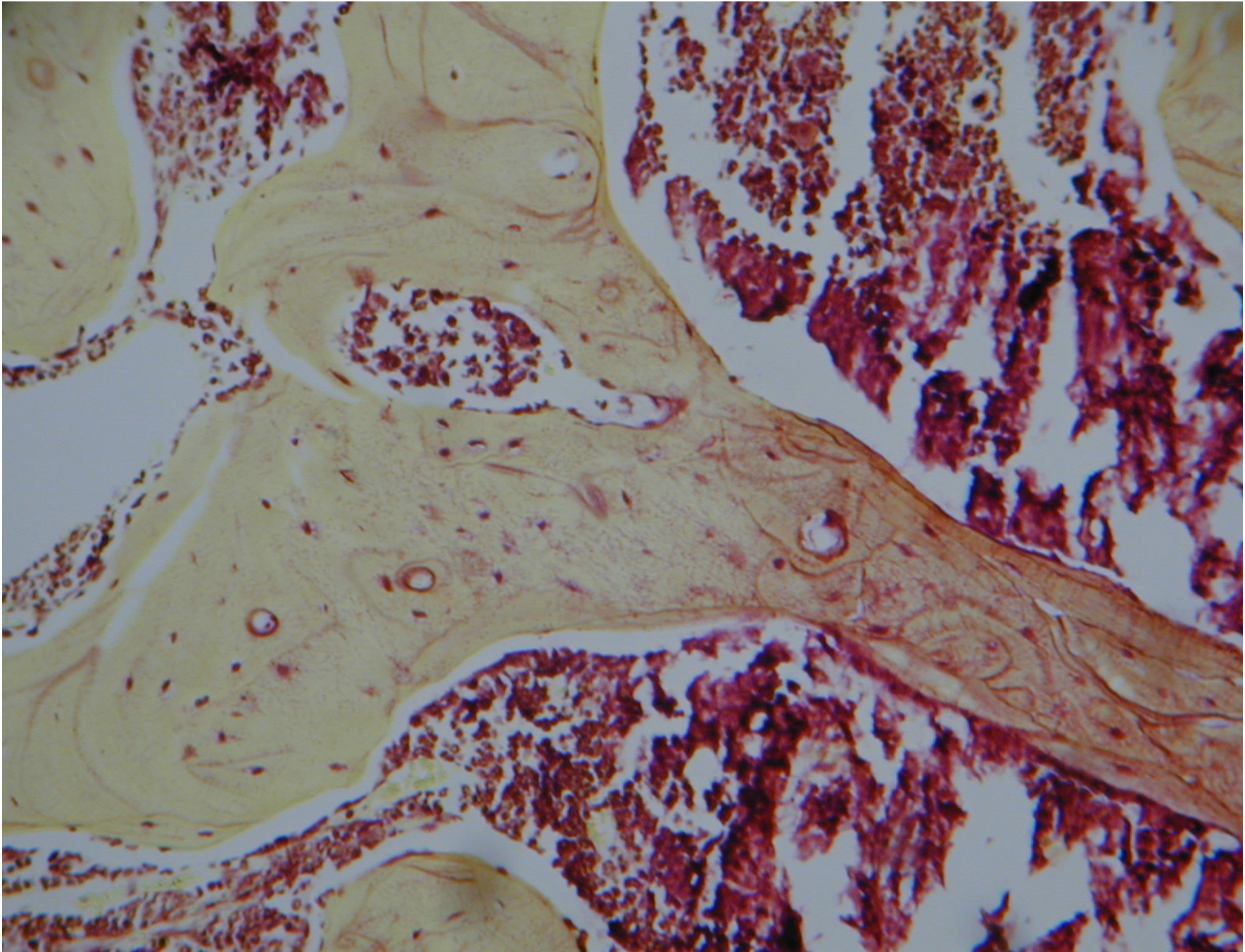
B Havers lemezek

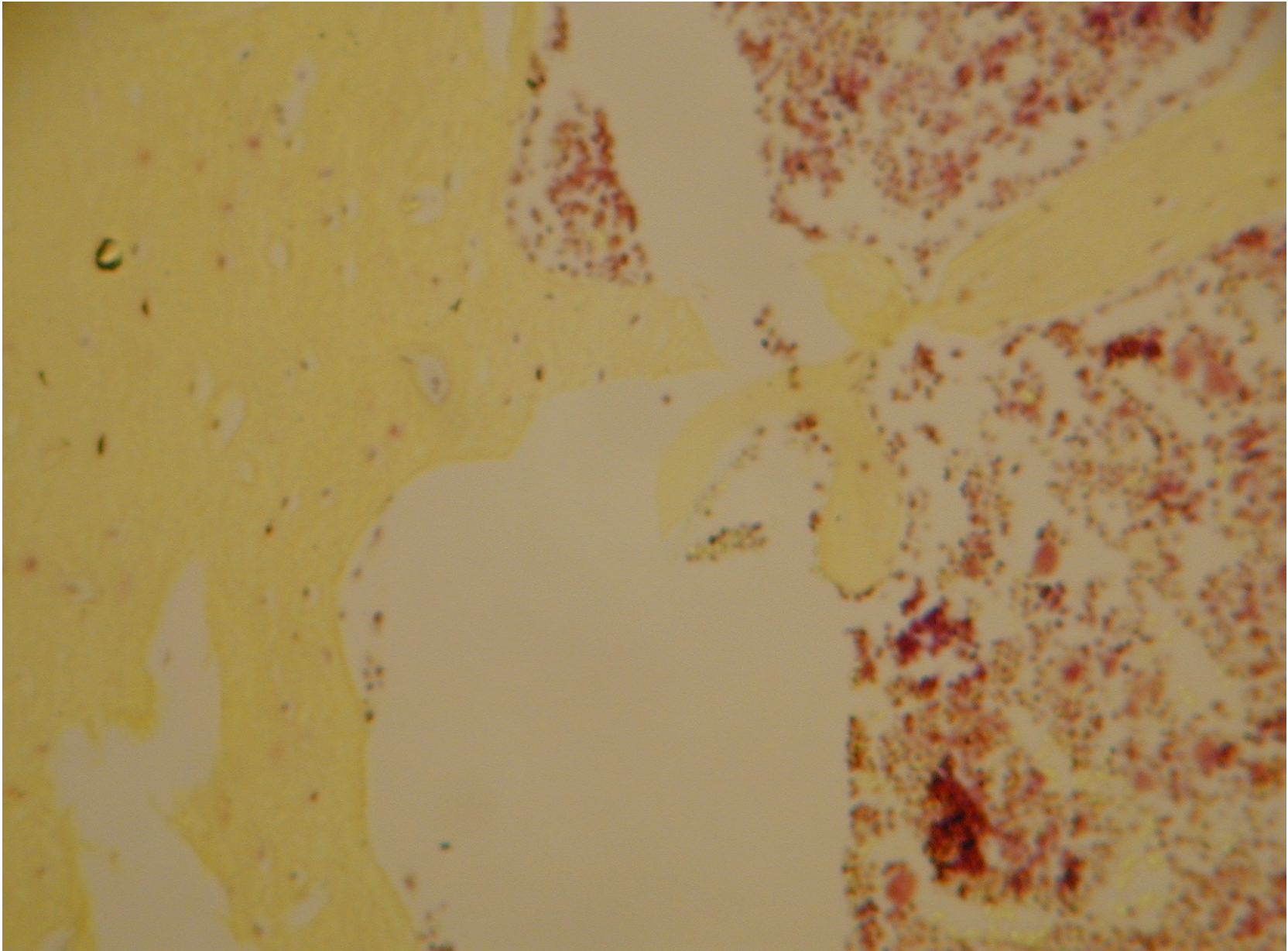


C Osteocyta

D Canaliculi ossei





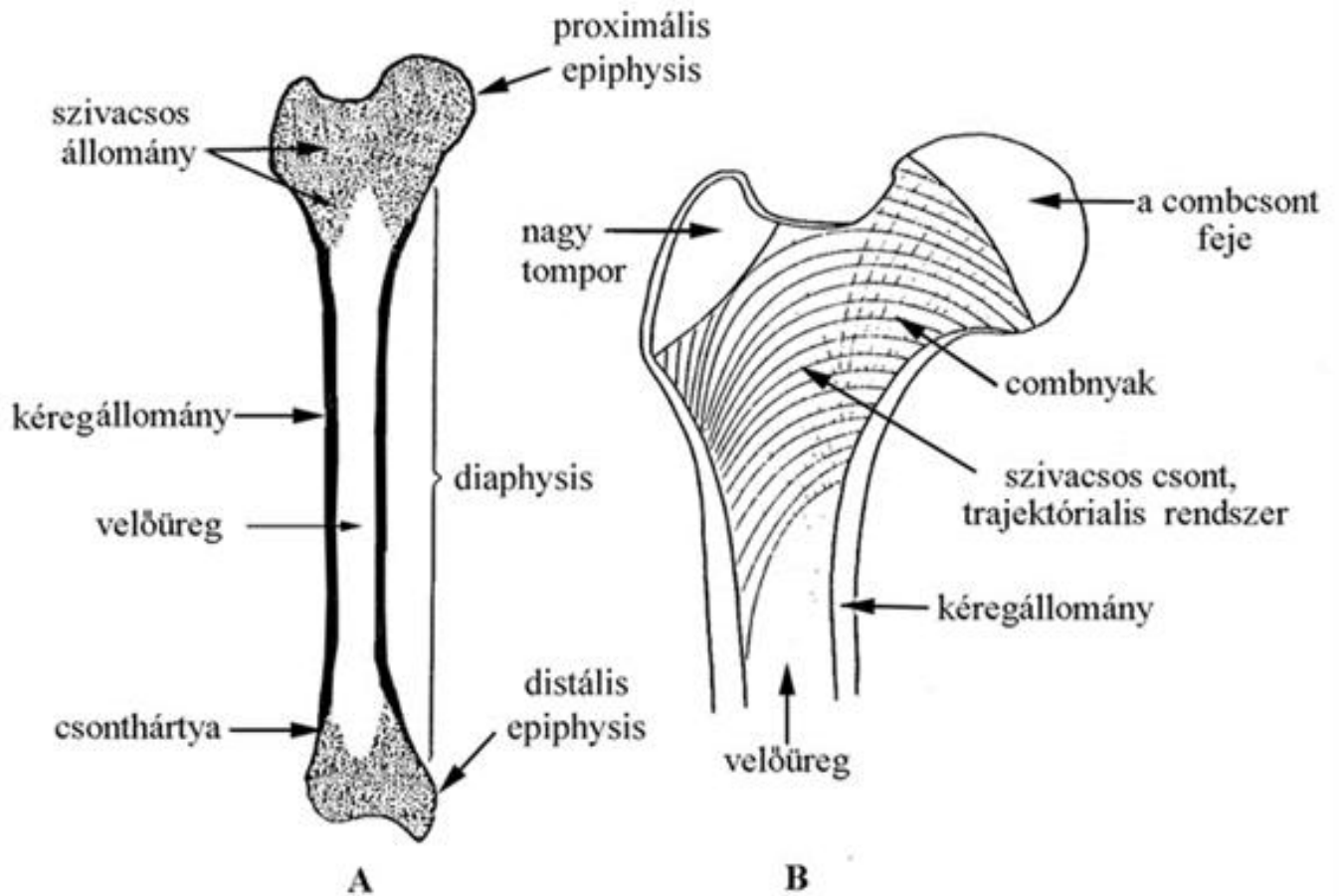


Csőves csontok szerkezete:

Epiphysisek *ízfelszínét* hyalin vagy üvegporc borítja, alatta csontszövet;

kéregállomány - vékony rétegben tömött csont-szövet;

szivacsos állomány - csontgerendák trajektóriális rendszere. Lefutási irányuk a külső hatóerőknek megfelelően alakul, a lehető legkevesebb csontállomány igénybevételével nagy teherbírásra képesek. A csont a ráható húzó és nyomóerőknek jobban ellenáll, mintha tömör volna. Ha az erőhatások megváltoznak a trajektoriumok átépülnek. A hosszú csőves csontok diaphysisén a csontvelőüreget tömör csontszövet veszi körül. A csontszövetet *csonthártya (periosteum)* burkolja.



Csontképződés:

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

Elsődleges csontosodás:

Mezenchyma sejtek átalakulása közvetlenül csontsejteké, csontállomány termelése közben.

A primer csontosodás létrejöttének feltételei: ép csonthártya, végek között szűk rés, csontvégek térben rögzítettek legyenek. A csonthártya kapillárisai mentén differenciálatlan mesenchyma sejtek haladnak a törésvégek felületére, ott letelepedve csont alapállományt termelnek. Ez a csontréteg újabb sejtek rátelepedésével vastagszik, míg a törésvégek össze nem csontosodnak.

Koponyacsontvarratoknál, mesterségesen eltört csontoknál alakul ki. Ugyanez a mechanizmus játszódik le kicsiben a csont fejlődése és főleg átépítése során.

Másodlagos csontosodás:

Kötőszövetes telepen történő (desmogen) csontosodás

A kötőszövetes telep (rendszerint lemez) csonttá épül át. Legtípusosabb esete a koponyatető csontjainak fejlődése, de így alakulnak az arckoponya külső csontjai is.

Kezdetben a nyúlványos mesenchymalis sejtek tömörülnek. E tömörülések központjában a kötőszöveti rostok körül nagyobb mennyiségű sejt közötti állomány rakódik le, mely a sejteket széttolja, majd a nyúlványaik révén kapcsolódó sejteket szorosán körülzárja. A sejtek osteoblastokká differenciálódtak, 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 kompakt csontállomány kifejlődésével alakul ki.

Porcos telepen történő (*chondrogen*) csontosodás.

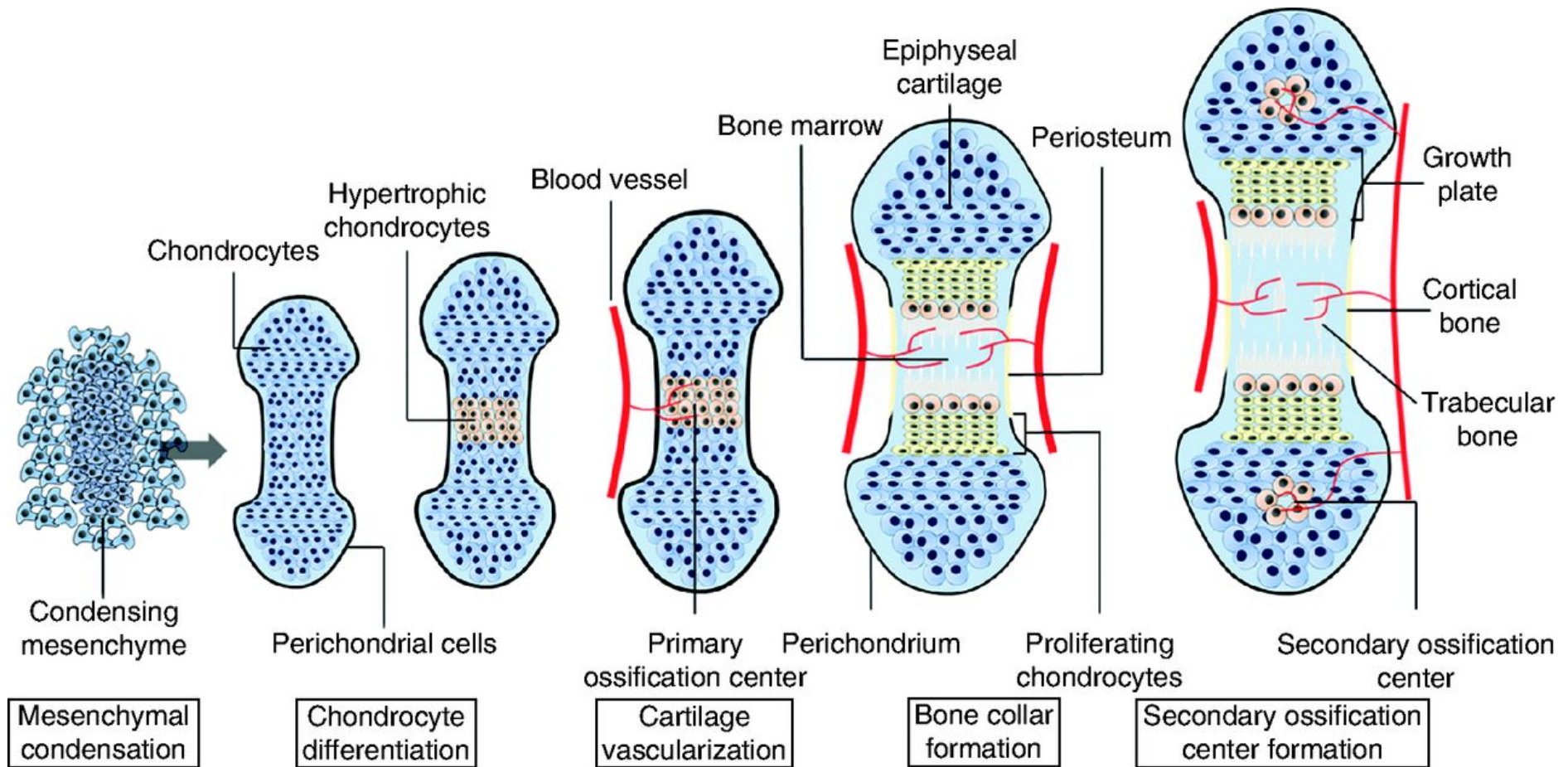
A csontok túlnyomó többsége előbb porcos telepként fejlődik ki, és ez épül át csonttá.

Ez a folyamat csak a növekedés lezárultával fejeződik be, ez a csontok (hossz-)növekedésének fő mechanizmusa is.

A chondrogen csontosodás legjellemzőbben a csöves csontok kialakulásában ismerhető fel.

A csontok porcos előtelepe hyalinporcból áll, ami nagyjából felveszi a csont későbbi alakját.

Az üvegporc a csontosodás folyamán fokozatosan elpusztul, és helyét csontszövet foglalja el. A porc pusztulás és a csont képződése, egymás mellett játszódik le. A csontosodás egyrészt a felszínen, másrészt a porc belsejében játszódik le. Időben előbb a porc felszíne felőli az ún. *perichondrális csontosodás* kezdődik, majd később indul meg a porc belsejében az *enchondrális csontosodás*.



Chondrogén csontosodás: mezenchymából először hyalonporc alakul ki (Mesenchymal condensation) A chondrocyták ezt követően megduzzadnak, állomány körülöttük elmeszesedik, végül apoptózissal elpusztulnak, és egy mineralizált bordázatot hagynak meg (Chondrocyte differentiation) Vérérek inváziójával a osteoprogenitor és chondroclast sejtek érkeznek (Cartilage vascularization), lecserélik a mineralizált gerendákat csontszövetre (Bone collar formation) (Karsenty & Wagner 2002, Long & Ornitz 2013).

A csontosodás mindig a diaphysist körülvevő porchártya felől indul meg a csontot középtűt mandzsettaszerűen körülvevő övben. 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 képződésekor 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 ráakódó mesenchymalis sejtek osteoblastokká alakulnak és termelni kezdik a csont alapállományát.

Chondrogén csontosodás fő mechanizmusa:

porcszövet-szaporulat;

porcsejt-degeneráció,

a mesenchymalis elemek elfajult és elpusztult porcsejtek helyére való behatolása

megmaradó porcalapállományra történő csontképzés

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:

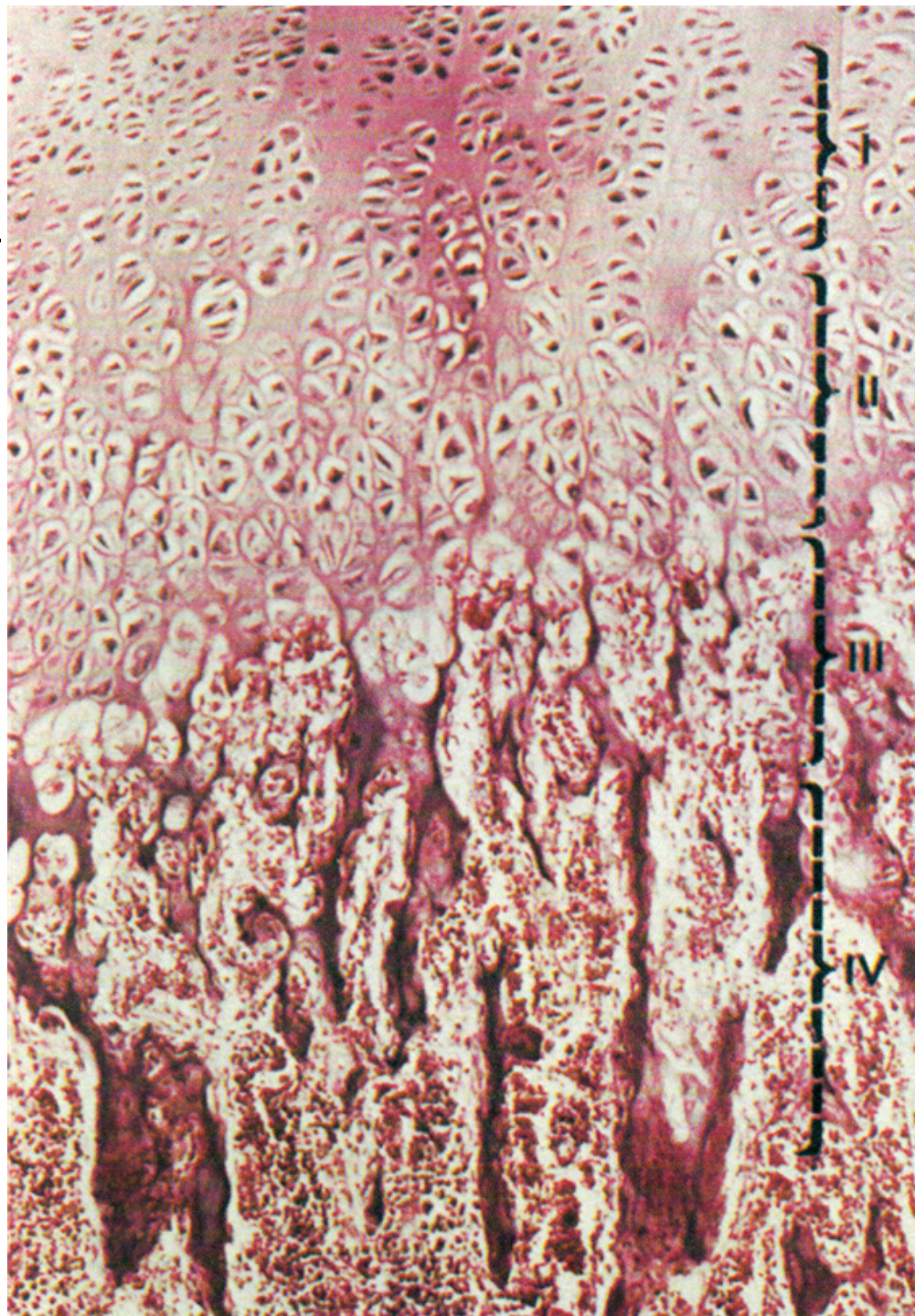
(540-szeres nagyítás, hematoxilin-kromotrop-festés, Krompecher I. anyagából).

I: porc proliferációs rónája;

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 a *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-lemezrendszerhez hasonló képződmény keletkezik.

IZOMSZÖVET

Állati szervezetekben háromféle specifikus kontraktilis szövet fordul elő:

simaizomszövet,

harántcsíkos (váz-) izomszövet

szívizomszövet

Alárendeltebb jelentőségű átmeneti szövetféleség a myoepithelium, amely tulajdonképpen hámszövet, de kontrakciós képessége miatt tárgyaljuk itt.

Myoepithelium

Alacsonyabb rendű állattörzsekben gyakori;

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 idegrendszer alakítja ki: a *myoepithel* sejtek felszíni hám jellegű része veszi fel a felületet érő ingereket, és a hozzátartozó izomnyúlvány a megfelelő ingerre összehúzódik.

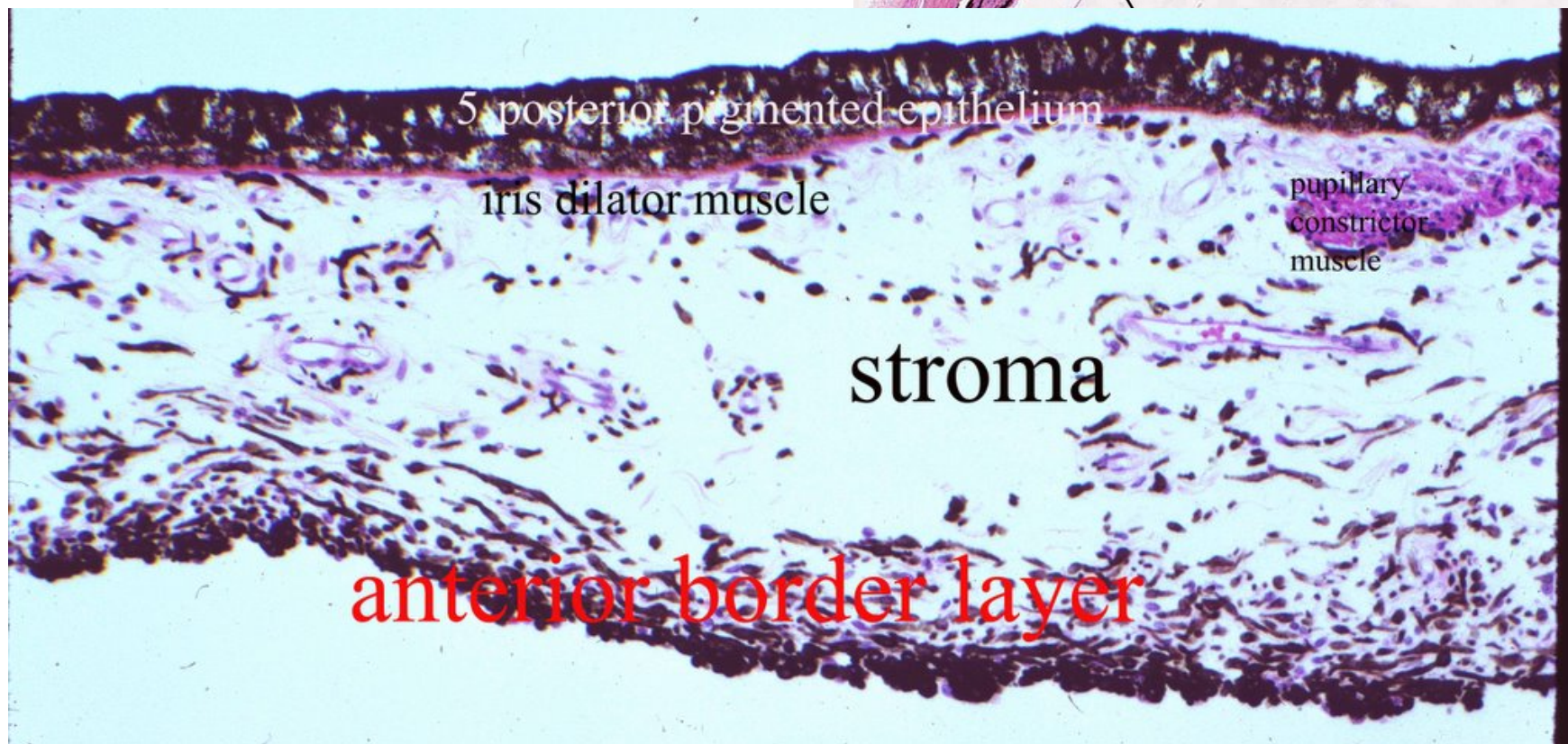
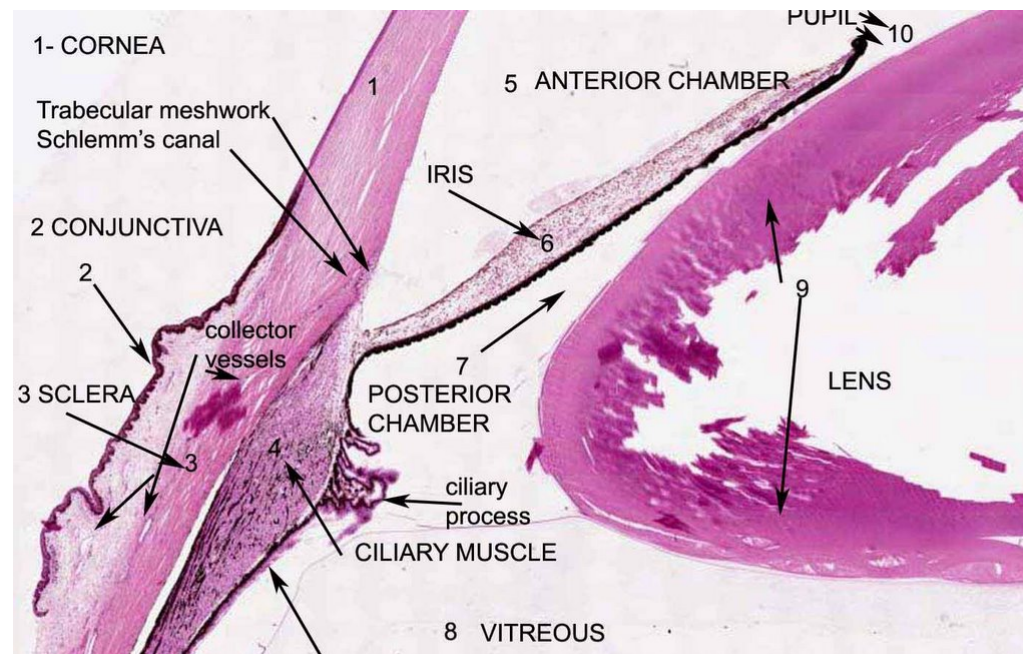
Magasabb rendű szervezetekben: egyes mirigyekben (női mell), szem szivárványhártyájában fordul elő.

A szivárványhártya hátsó felszínét képező retinalis pigmenthám elülső sejtrétege valódi myoepithel: a hámsejtek előretékintő alapján kinyúló contractilis nyúlványok a szivárványhártyában sugarasan terjednek szét, összehúzódásuk tehát a pupillát tágítja.

Iris:

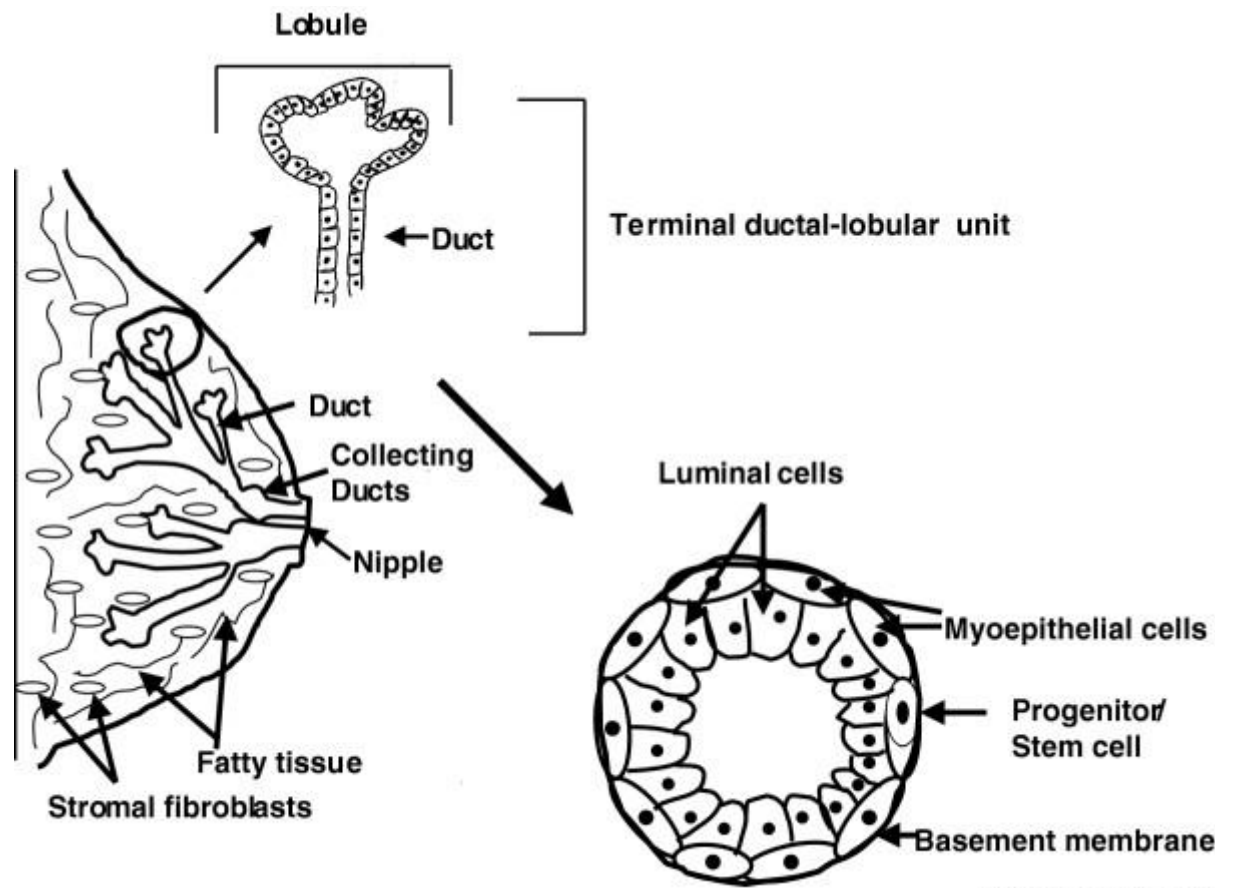
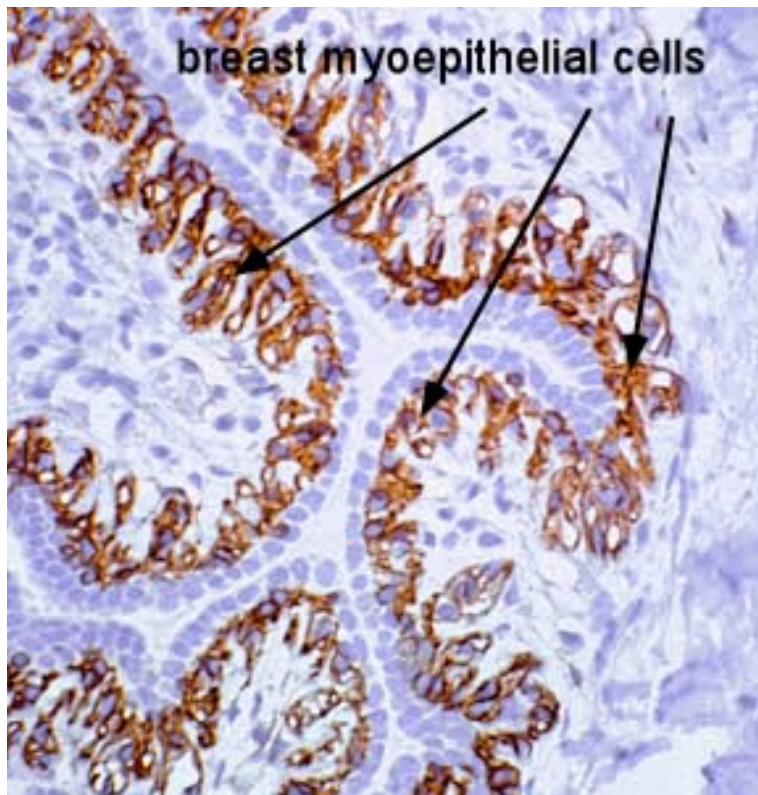
iris dilatator izmot a posterior pigmenthám myoepithel sejtjei alkotják.

A konstriktor izmot pedig a stroma simaizomsejtjei.



A mell elágazó mirigyjárt
rendszere 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:

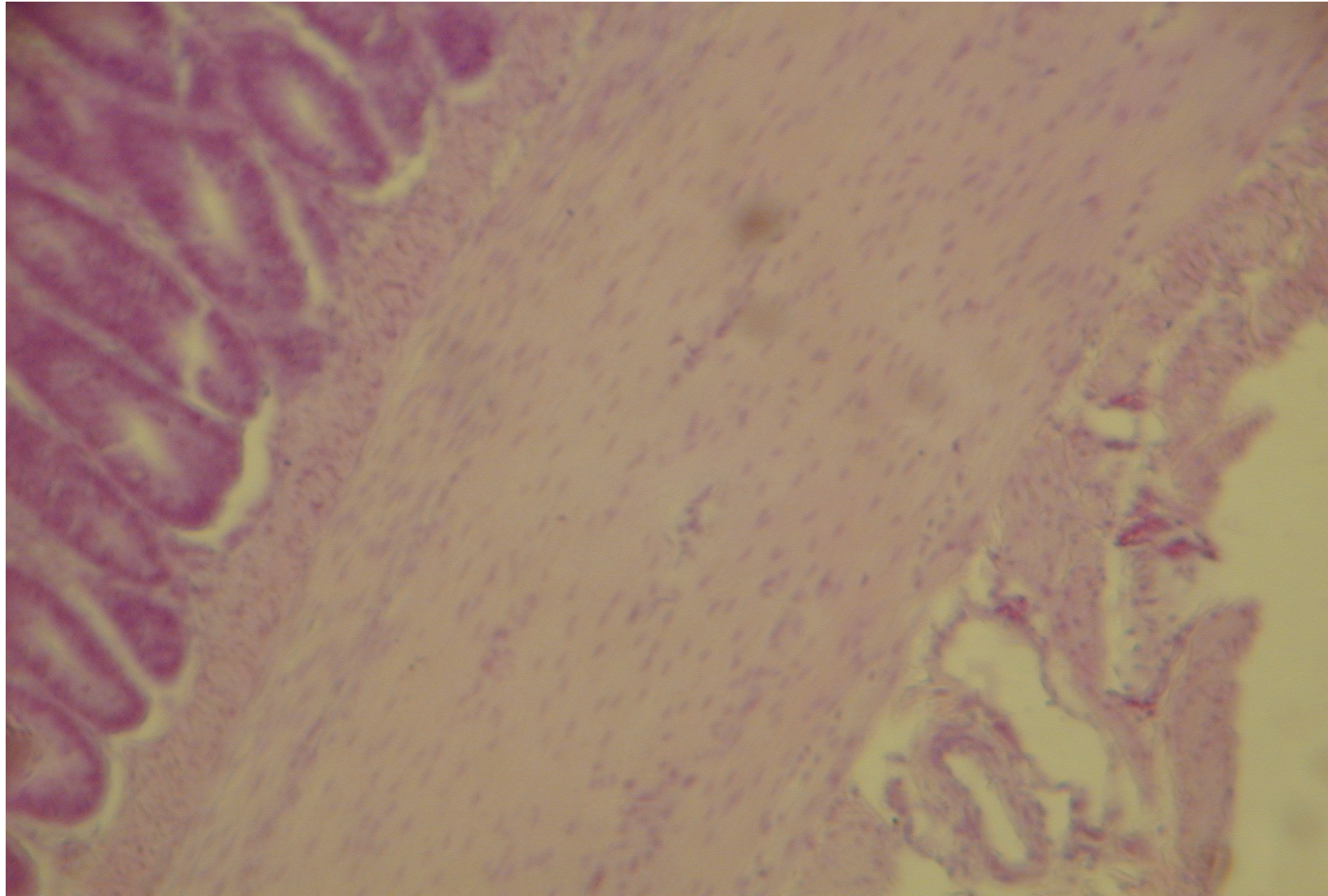
A sima izomsejtek kötegeket, rétegeket vagy lemezeket alkotnak.

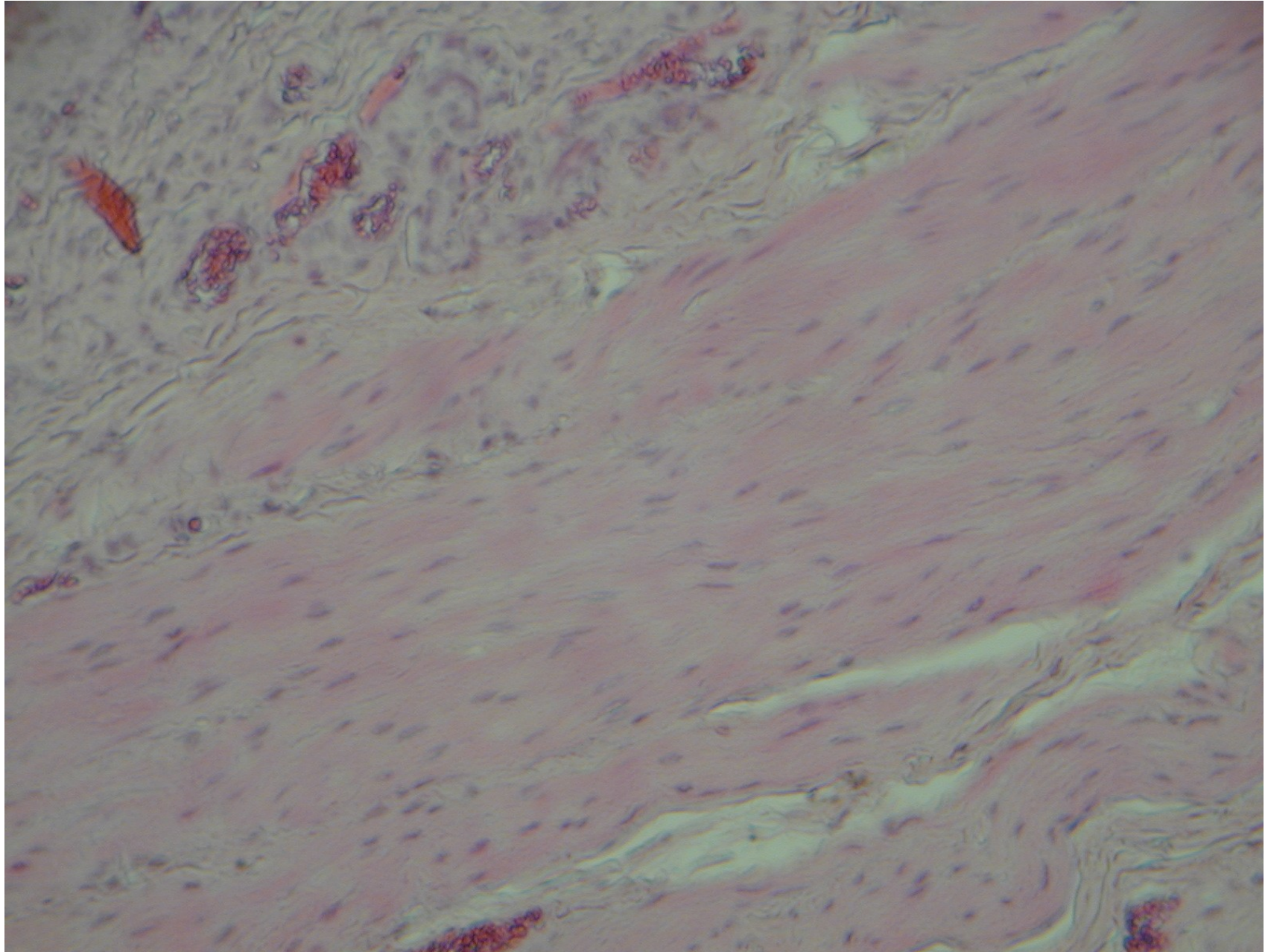
A sejt hossz tengelyével párhuzamosan futnak a miofibrillumok, de fénymikroszkópiusan nem különülnek el, rajzolódnak ki.

A sejtek plasmája egyenletesen pirosra festődik, a sejtmag megnyúlt pálcika alakú, a sejt középpontjában helyezkedik el.

Elektronmikroszkópos képen látszik, hogy a sejtorganellek 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 részekapcsolat, nexus van.

A simaizomszövet szoros kapcsolatban áll kötőszöveti elemekkel (rugalmas, kollagén rostok), hajszálerekkel vagy idegrostokkal.





Harántcsíkt izomszövet:

Sokmagvú izomrostokból állnak, melyek *hosszirányban* párhuzamos lefutásúak.

Az izomrostok többmagvú szincíciumok, 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 harántcsíkt izomrost funkcionális egységei. A szarkomeren belül a kontraktilis filamentumok nagyfokú rendezettsége miatt sötét és világos csíkok váltják egymást.

A sötét anizotróp csík vas-haemetoxylinnal 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.

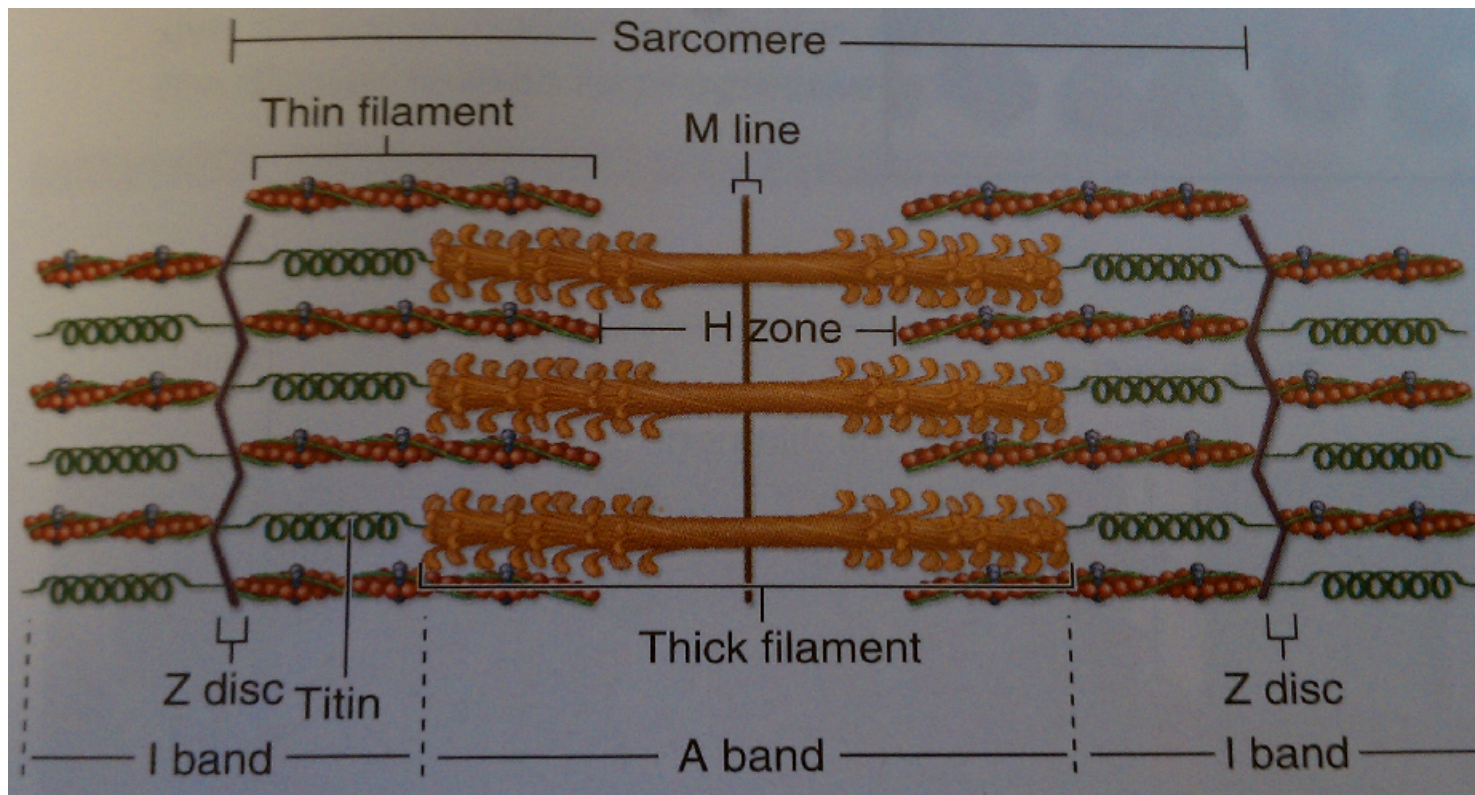
I csíkban csak aktin filamentumok vannak.

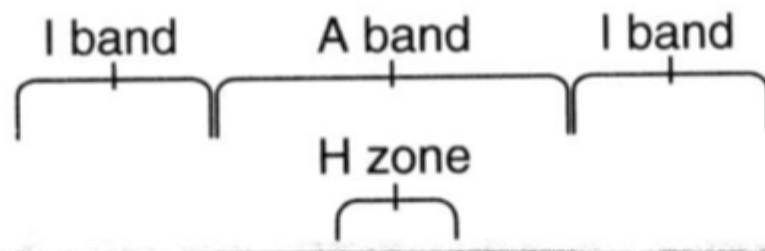
Z lemez: alfa-aktinint és más aktinkötő fehérjéket tartalmaz, a két szomszédos szarkomer világos, I csíkját választja ketté.

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

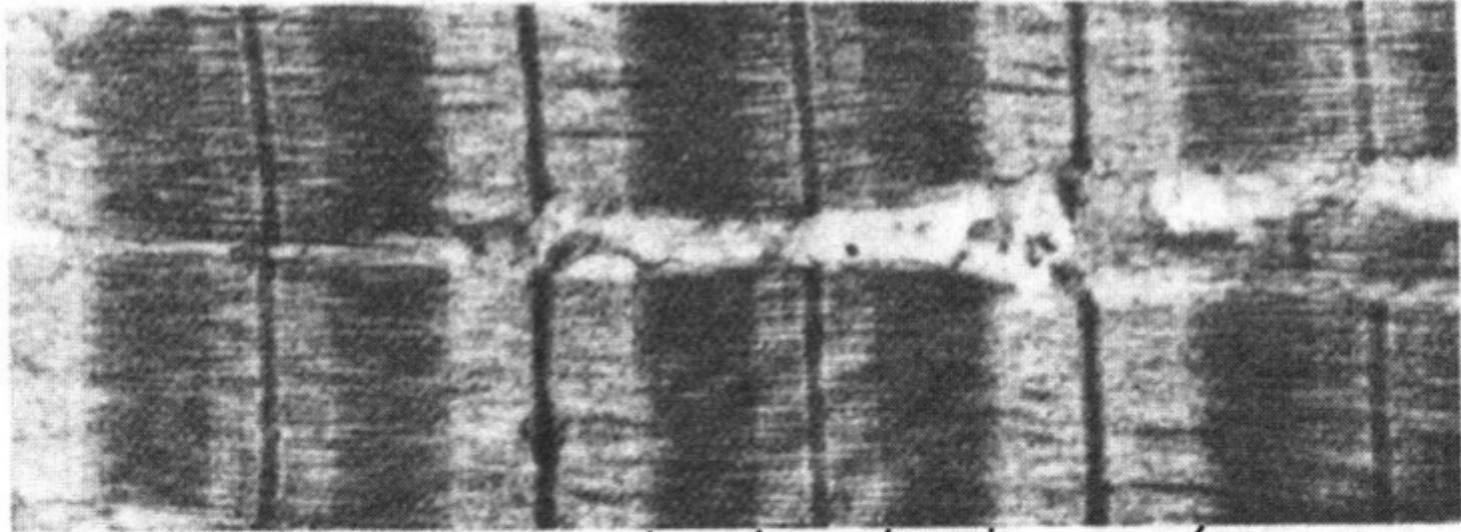
H csík: A csík közepén világos rész ahol csak a miozin filamentumok látszanak

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

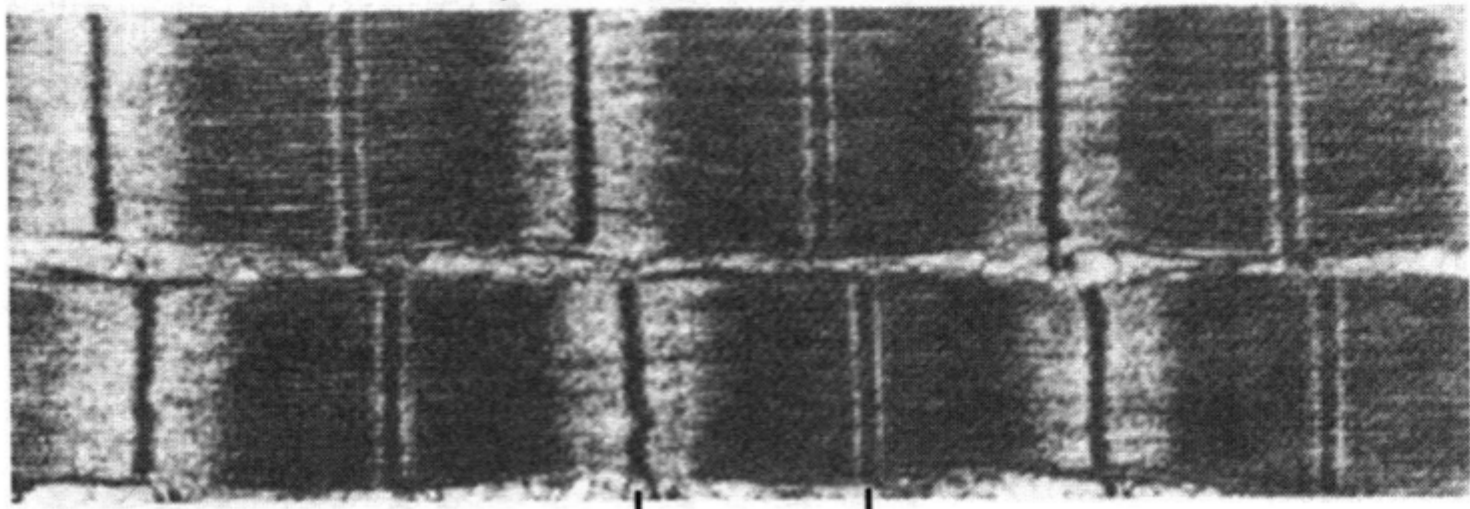




A



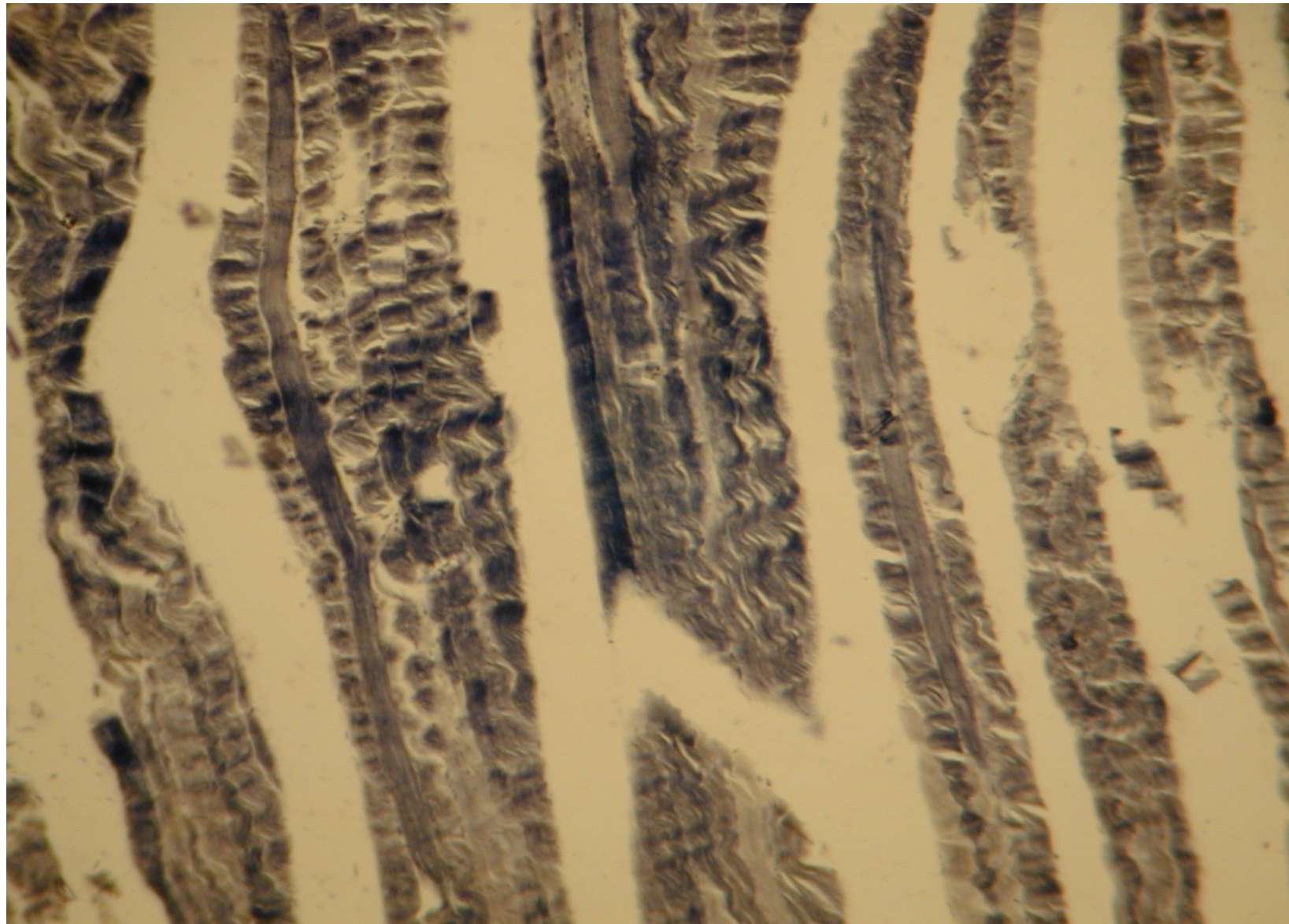
B



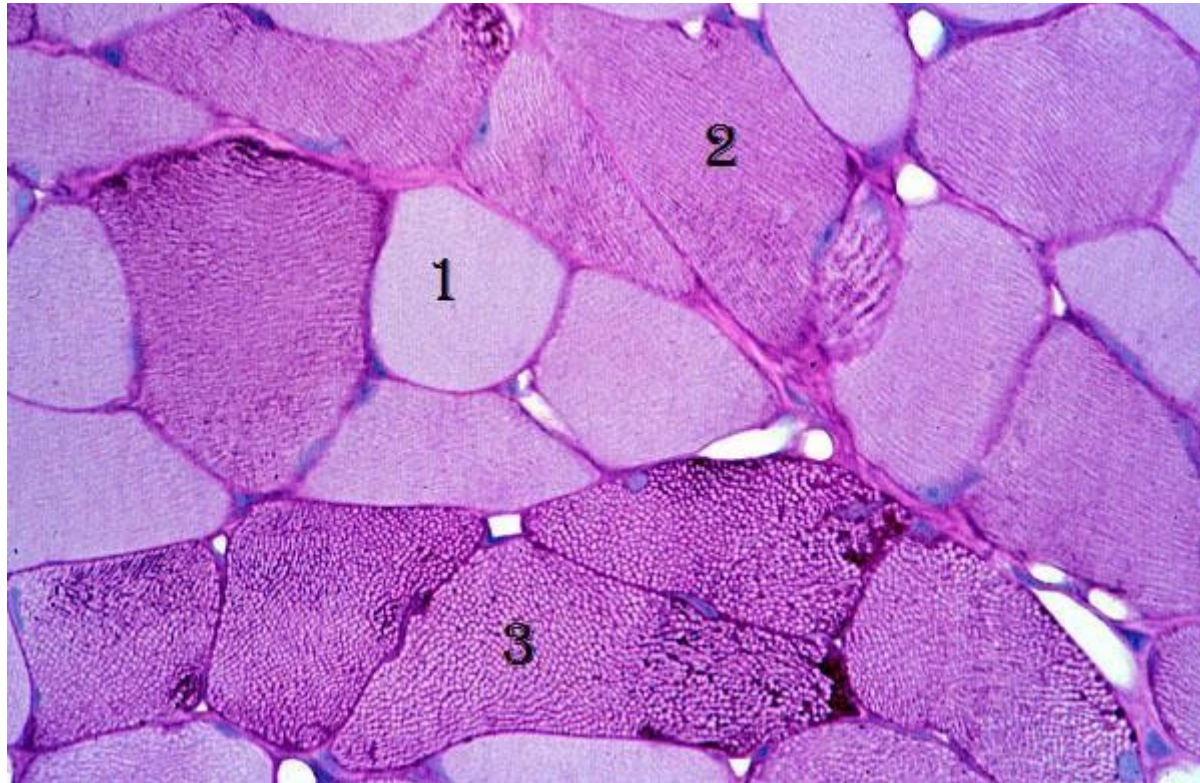
Z line

M line

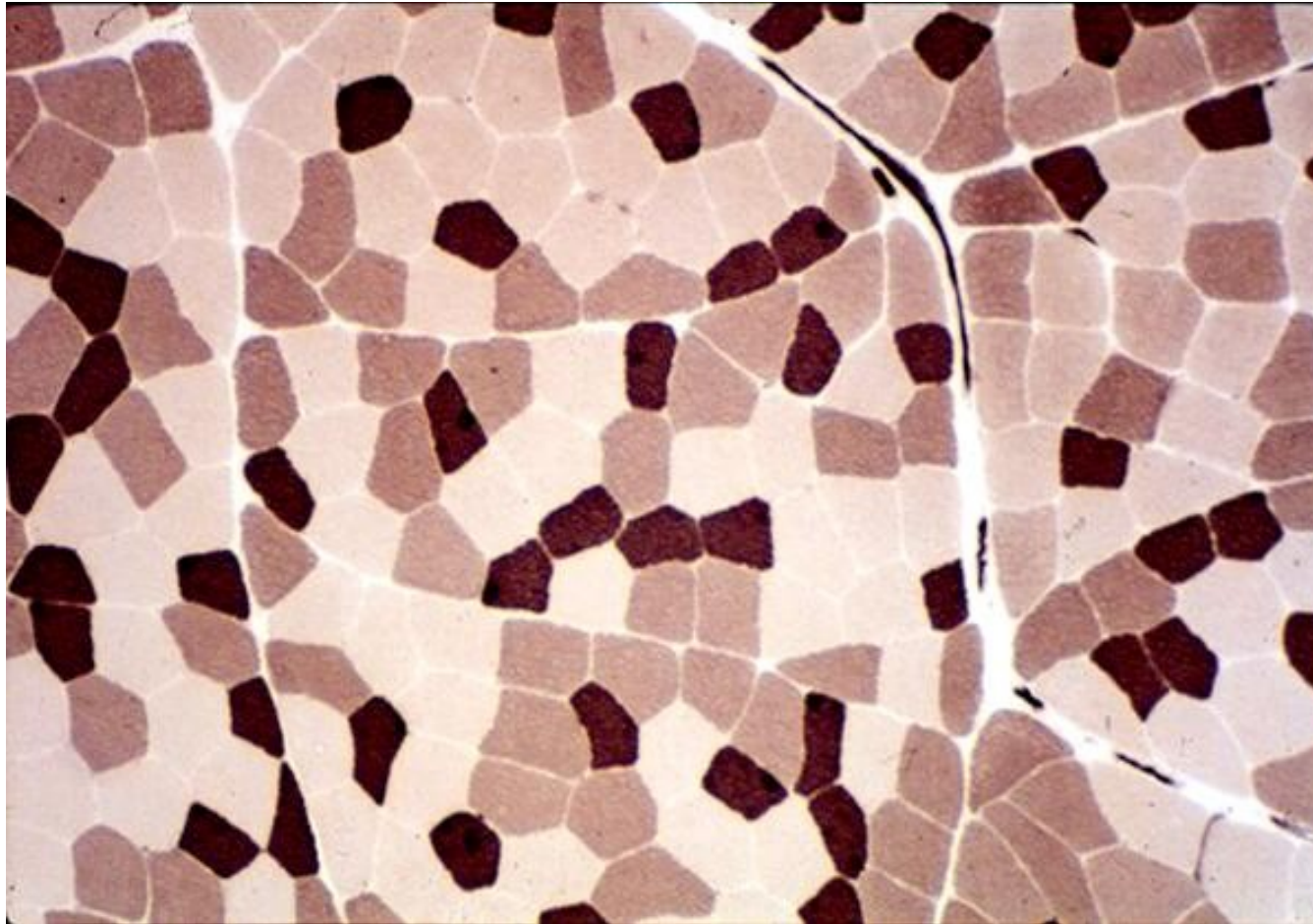
vas-haematoxylin festés



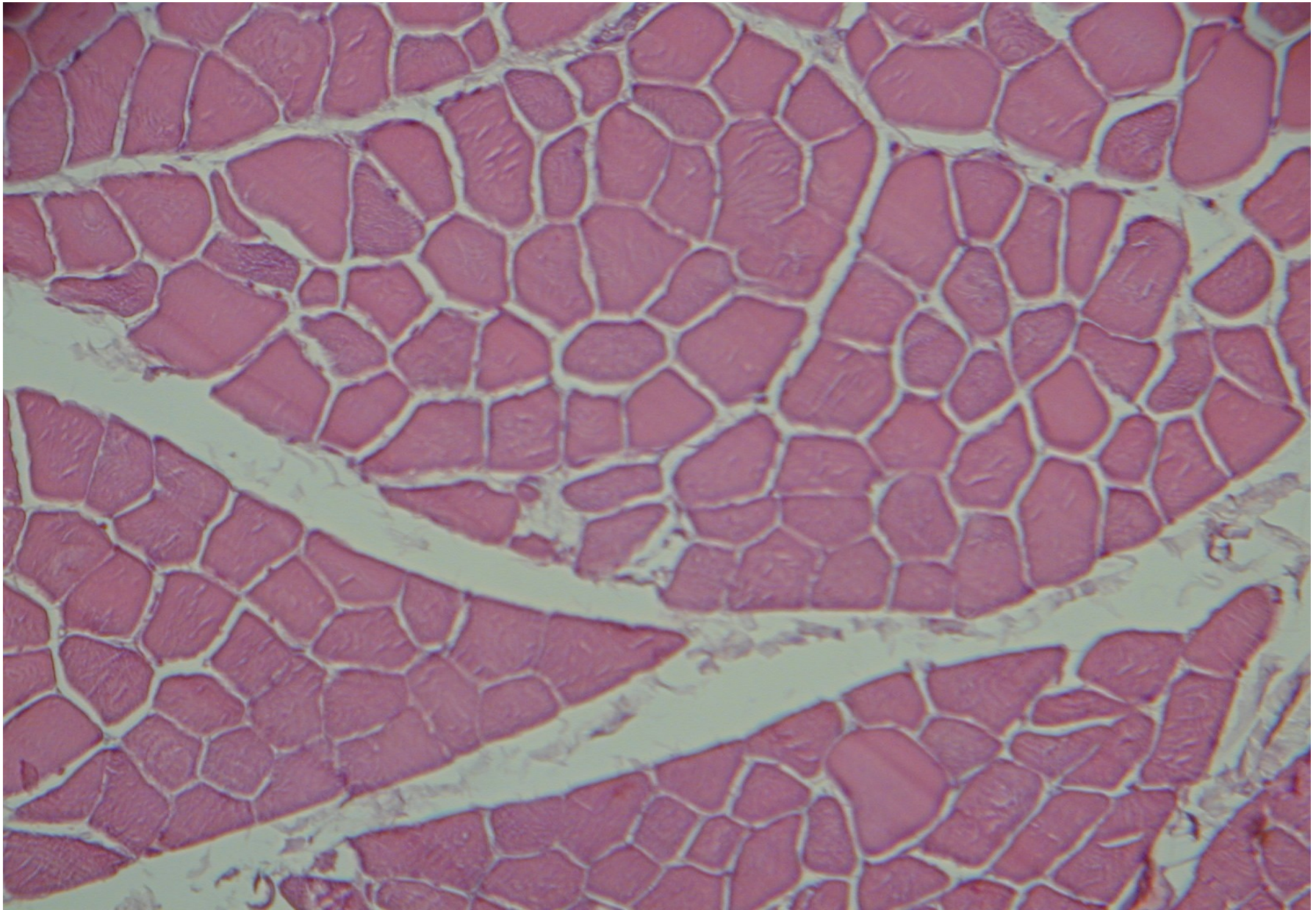
A vázizomszövet rostjainak átmérője, színe különbözik egymástól. Leglátványosabb különbség a vörös és fehér izom rostok között figyelhető meg. A vörös rostok vagy lassú rostok vérellátása jó, viszonylag sok pigmentfehérjét, myoglobint tartalmaznak, szemben a fehér vagy gyors rostokkal, amelyeknek a myoglobin 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 rendezettnek tűnik, mert a felépítő szívizomsejtek különböző irányban lefutó elágazó kötegekbe rendeződnek (villás elágazás). A szívizomsejtek között jelentős mennyiségű kötőszövet húzódik.

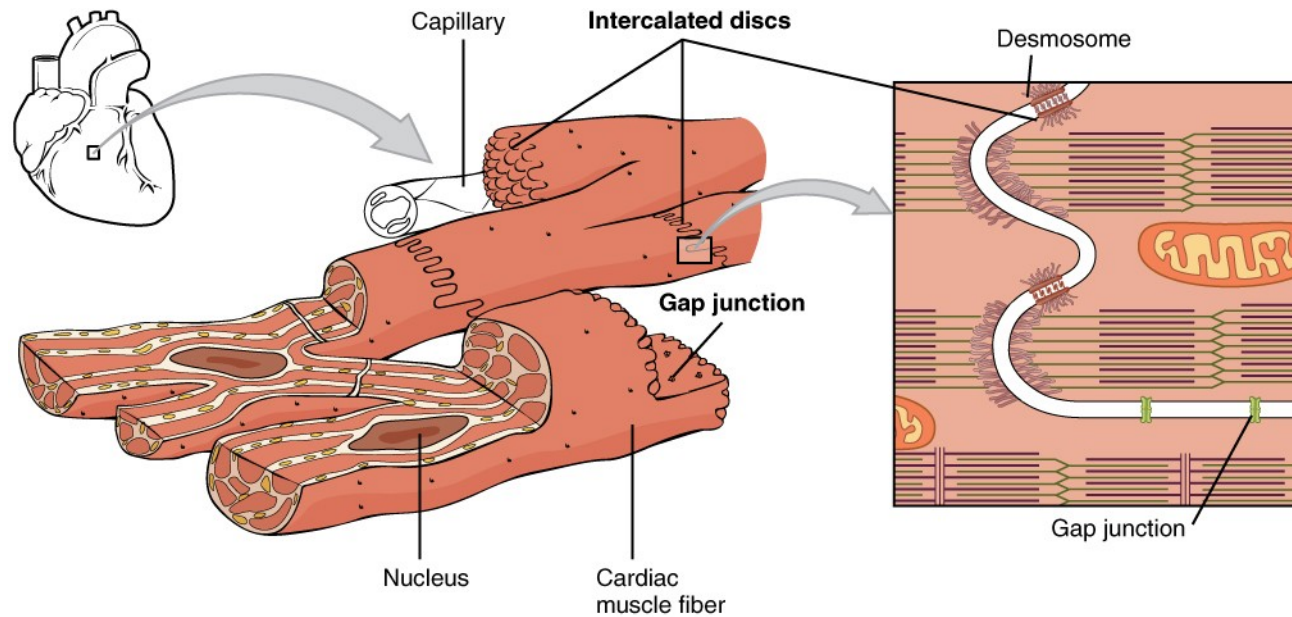
A szívizomsejtek citoplazmája acidophilen festődik.

A centrális elhelyezkedésű mag alakja a metszési síktól függően változó. A magokat szarkoplazmában dús udvarok vehetik körül.

A kontraktilis filamentumok rendezettsége megegyezik a vázizomnál leírtakkal, bár az Ebert - vonalak ritkán láthatóak. Keresztmetszetben jól láthatók a Cohnheim - mezők.

A szarcomereknek a vázizomnál megismert csíkolata mellett a szövettani preparátumokon sötétre festődő, lépcsőzetesen elhelyezkedő csíkok is látszanak, ezek a discus intercalarisok vagy Eberth-féle vonalak. Ezek a párhuzamosan egymás mellett futó szívizomsejteket kapcsolják össze.

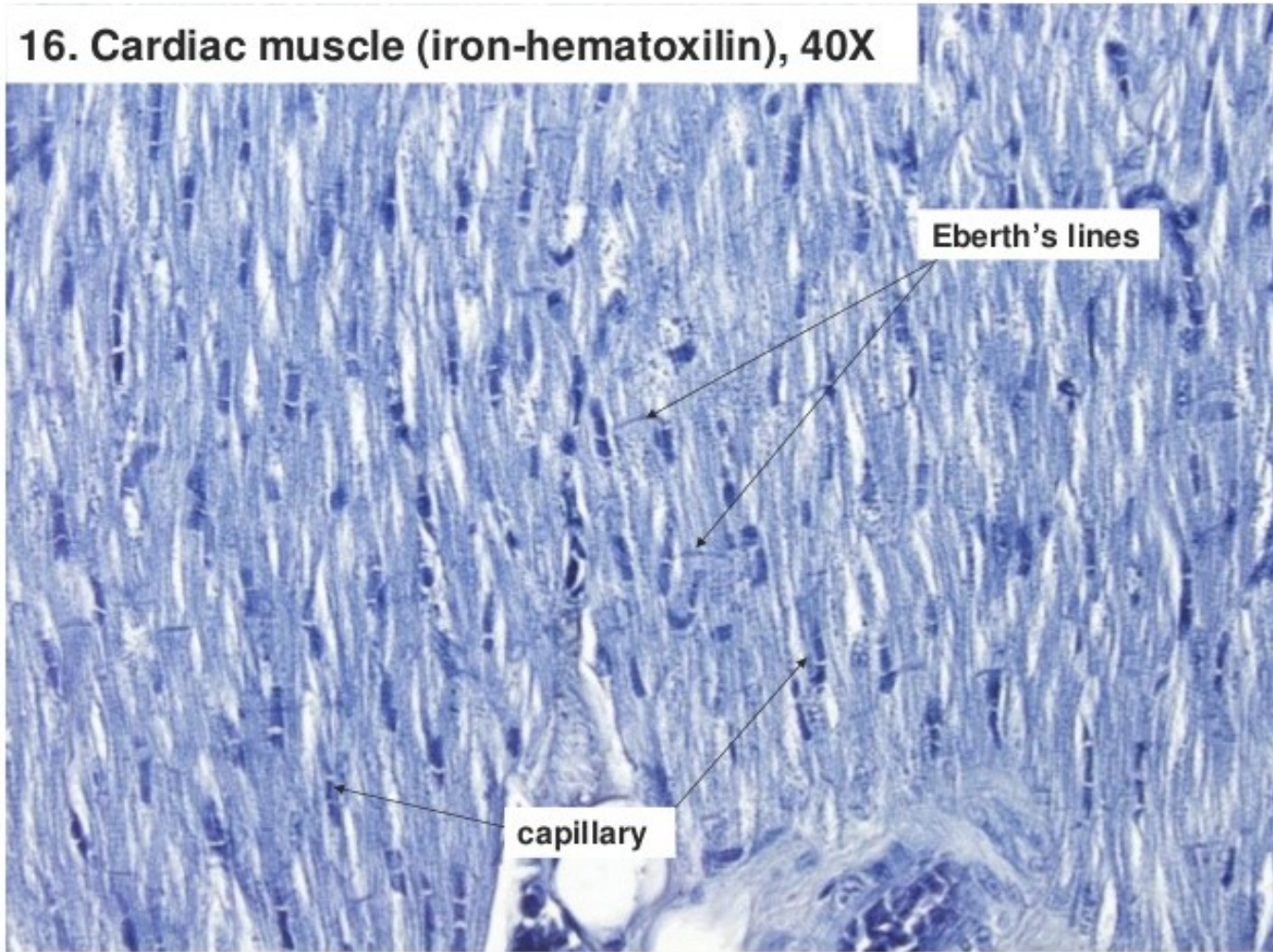
Elektronmikroszkópos képeken jól látszik, hogy a discus intercalaris egy összetett sejtkapcsoló struktúra, amelyben a különböző adherens kapcsolatok a szívizomszövet mechanikai integritását biztosítják, míg a benne lévő réskapcsolatok, mint elektromos szinapszisok működnek, s lehetővé teszik, hogy a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

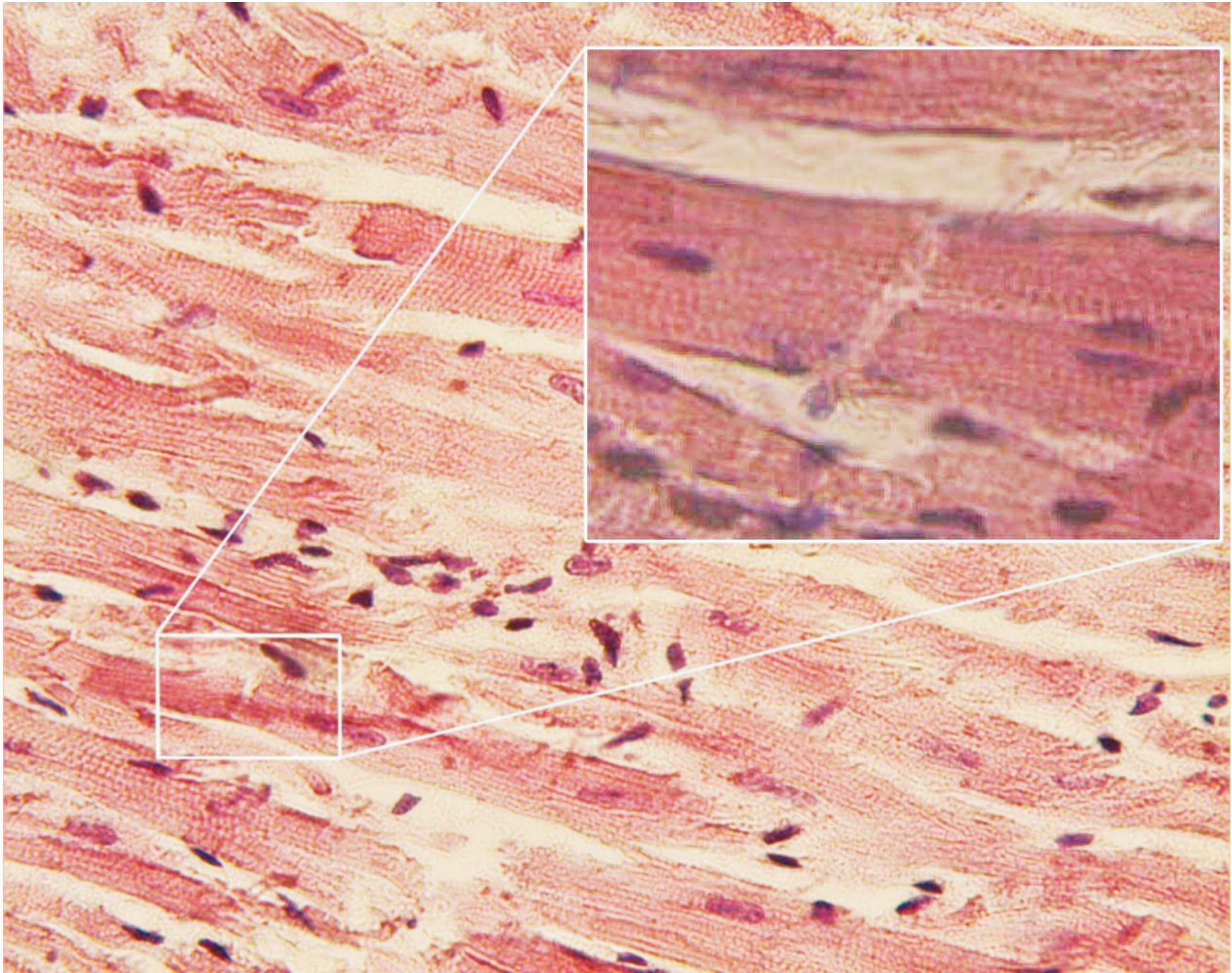


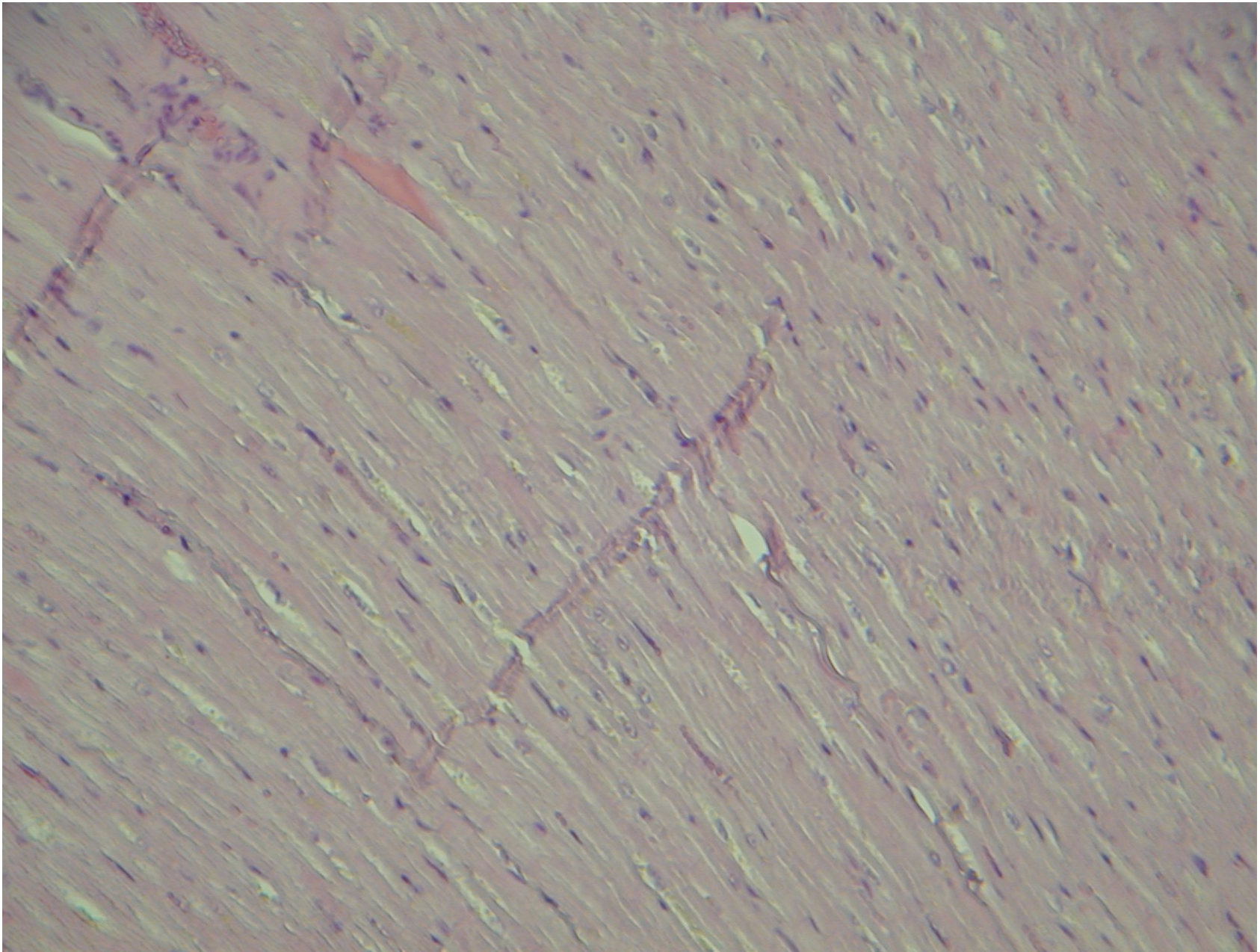


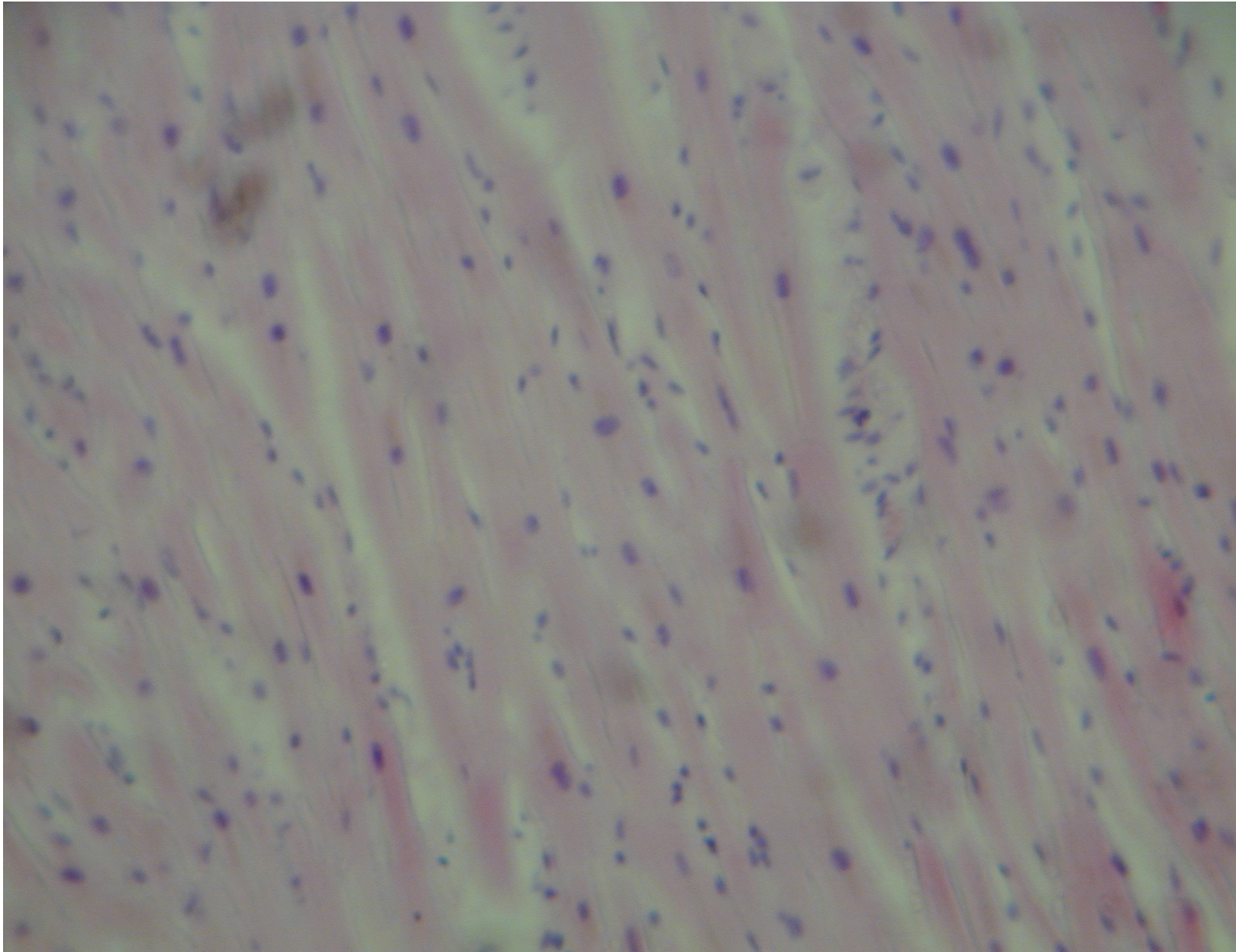
Szívizom EM felvétel: M mitokondrium, GJ gap junction, D desmosoma FA: Eberth-féle vonalak

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









Izomszövet-regeneratio

Szívizom: regeneratív képességgel – a fiatal gyermekkort leszámítva – nem rendelkezik. A szívizomelhalást kötőszövetes hegképződés követi, mely károsan befolyásolja a szív működését.

Simaizomszövet: újonképződése jó. Szövetkárosodást követően simaizomsejtek és pericyták osztódva állítják helyre az eredeti anatómiai állapotot.

Harántcsíktolt 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 fúziója révén alakítanak ki izomrostokat.

Feladatok:

Csontszövet: csontosodás lerajzolása

Izomszövet:

1. simaizom: csiga
2. harántcsíkolt 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