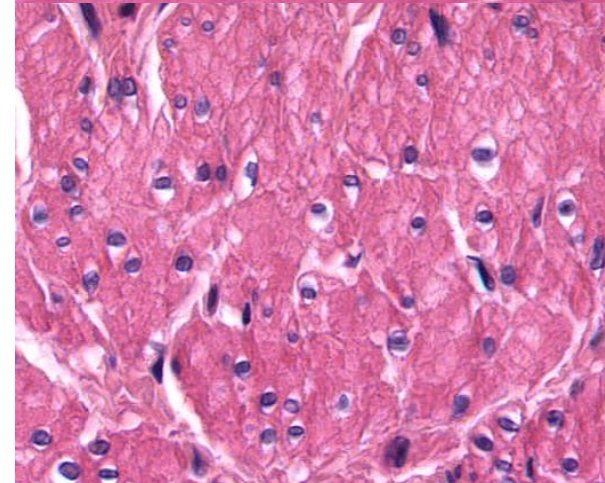
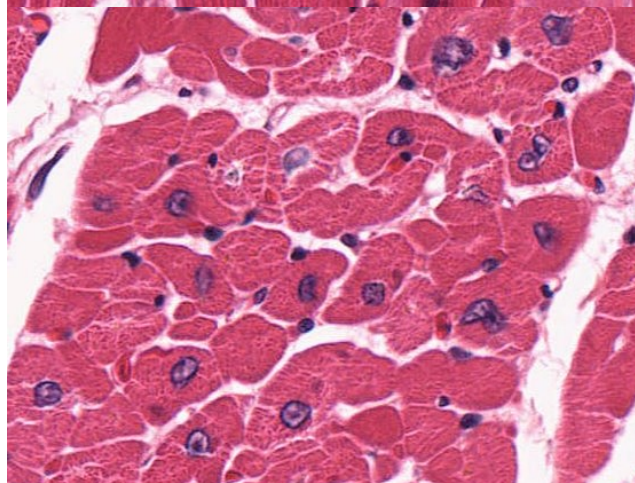
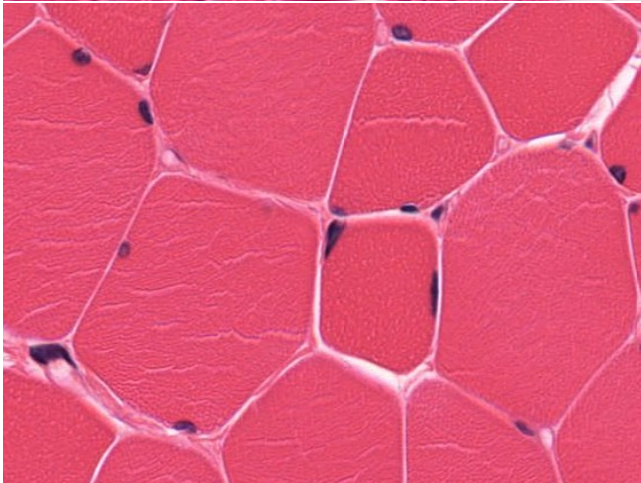
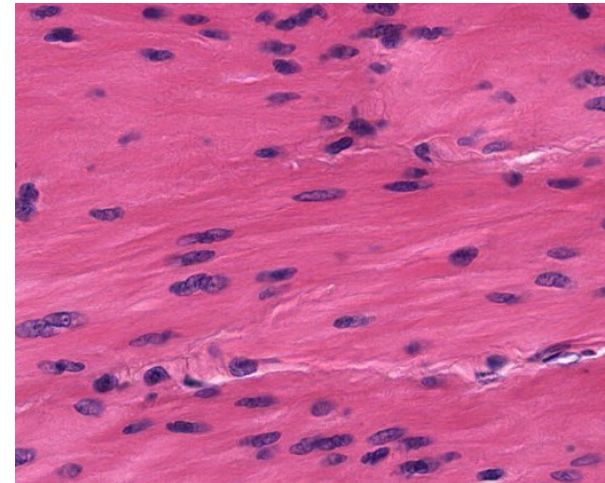
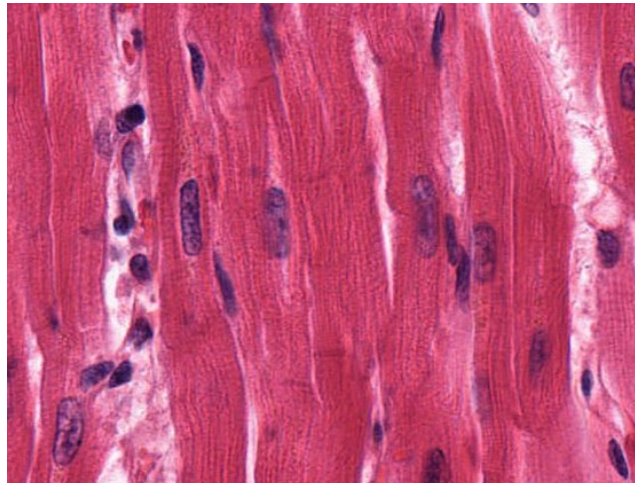
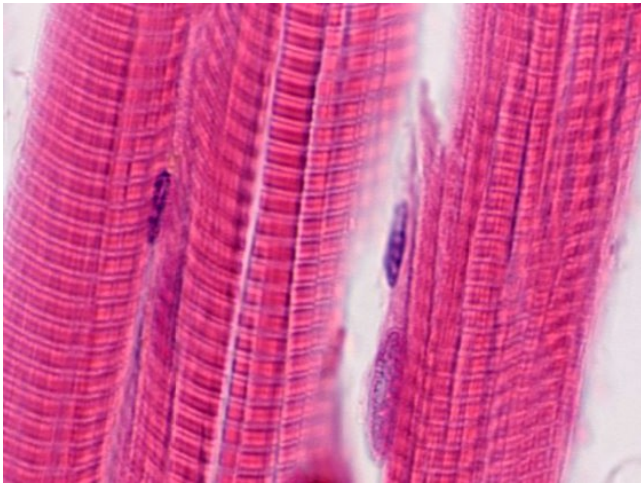


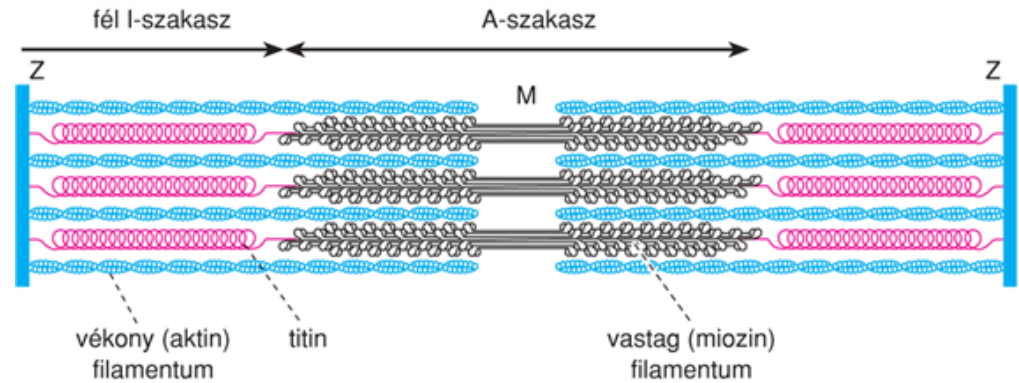
Izomszövet



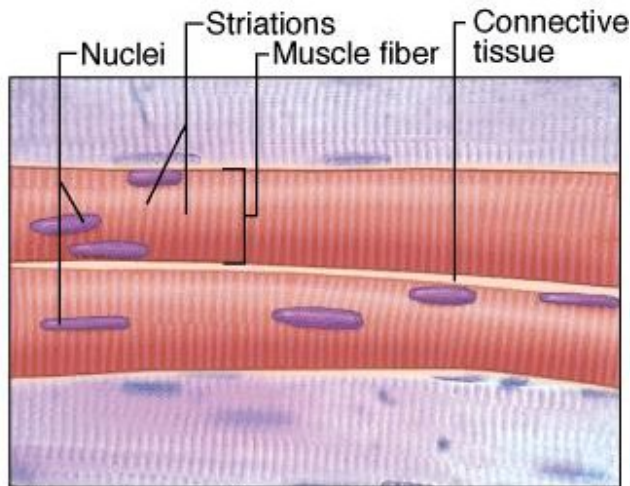
Pálfi Emese
Semmelweis Egyetem
Anatómiai, szövet- és fejlődéstani Intézet

Az izomszövet

- kémiai energia mechanikai munkává alakítása >> izomszövetben igen fejlett
- sejtvázkomponens: aktin
- összhúzóelem: miozin

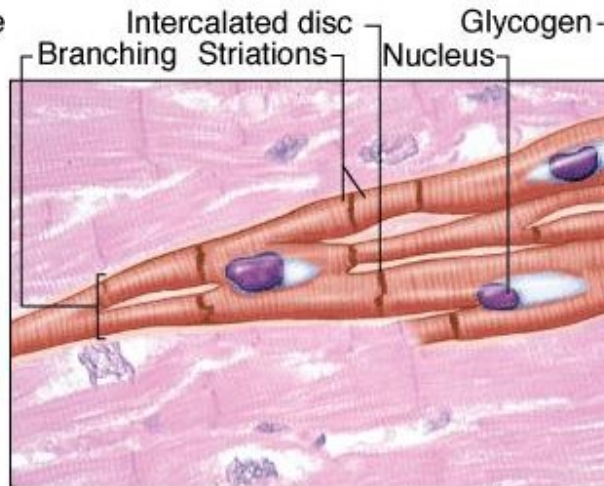


harántcsíkolt izom



a Skeletal muscle

szívizom



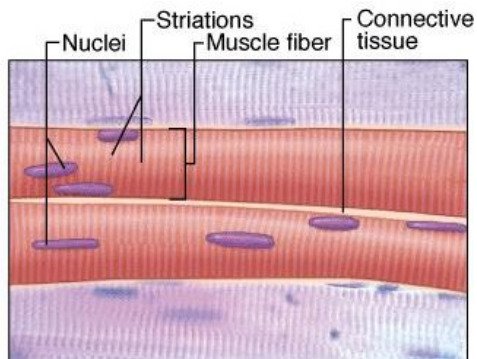
b Cardiac muscle

simaizom

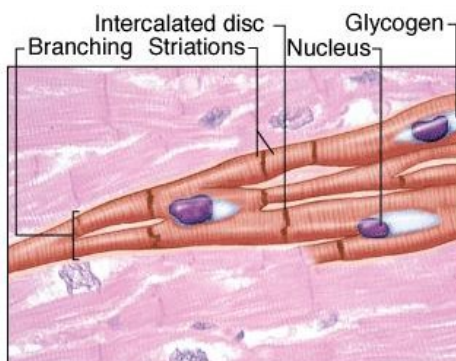


c Smooth muscle

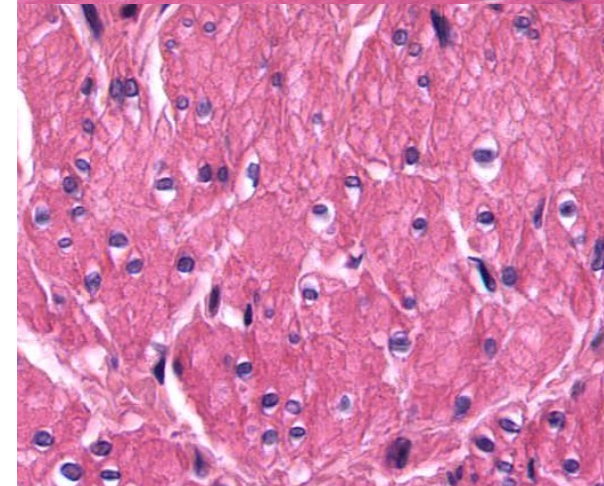
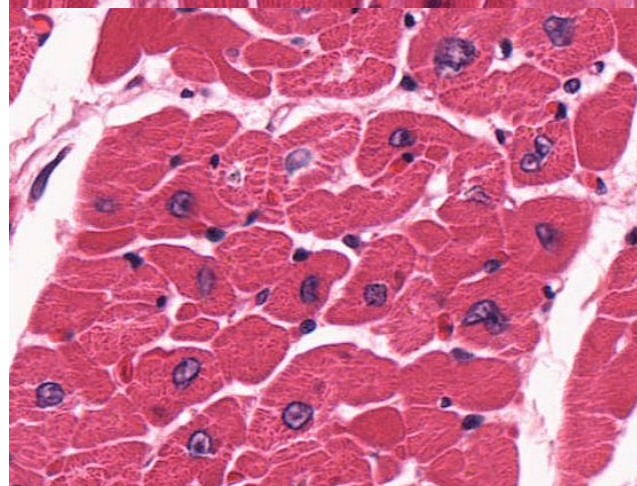
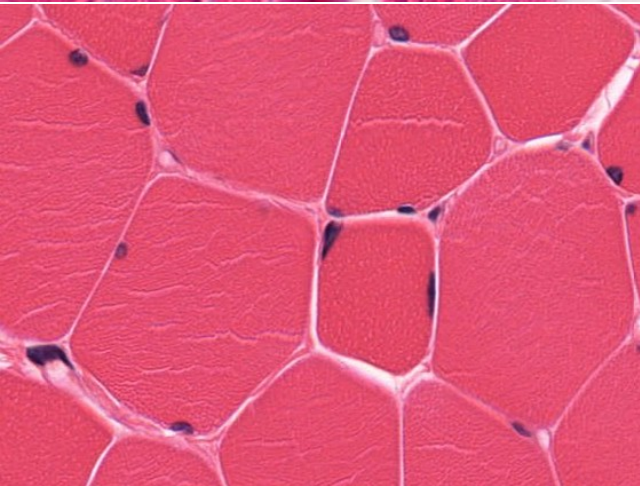
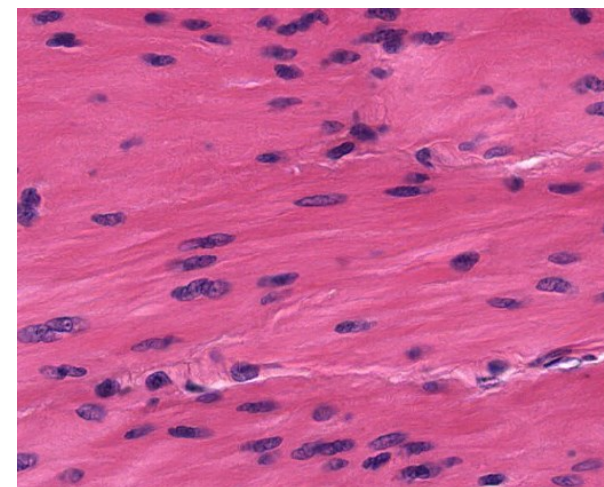
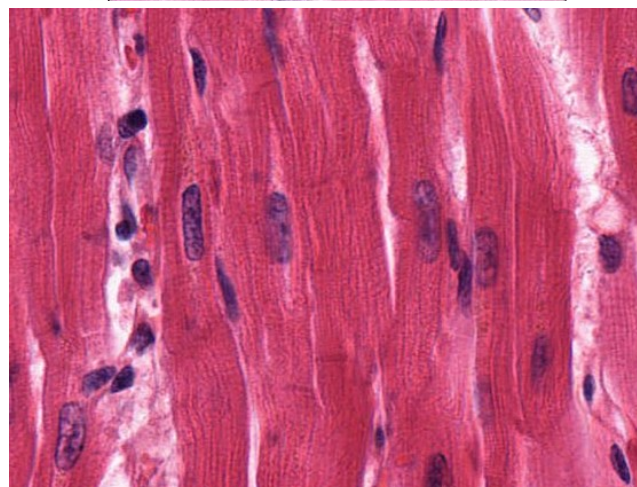
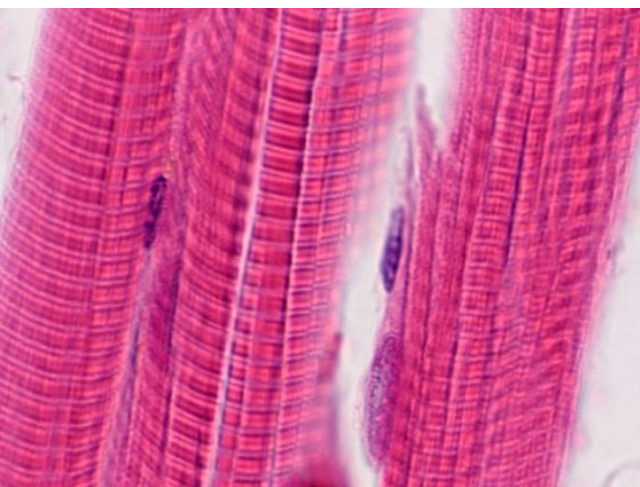
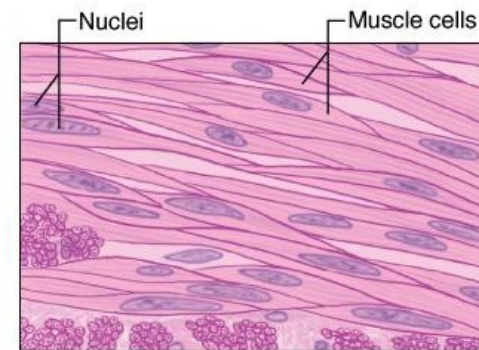
harántcsíkolt izom



szívizom

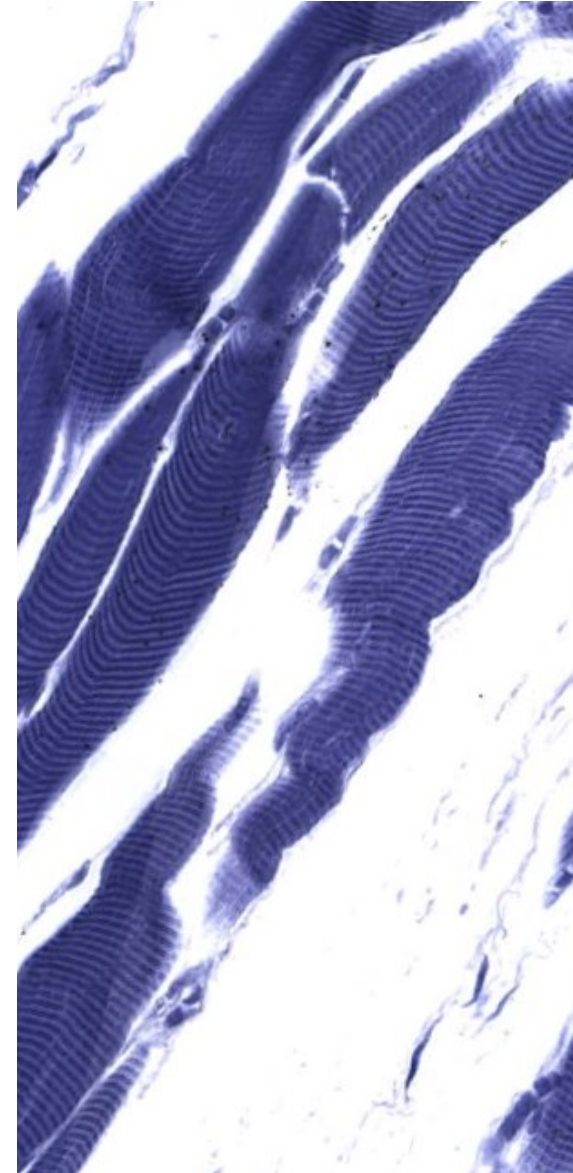


simaizom



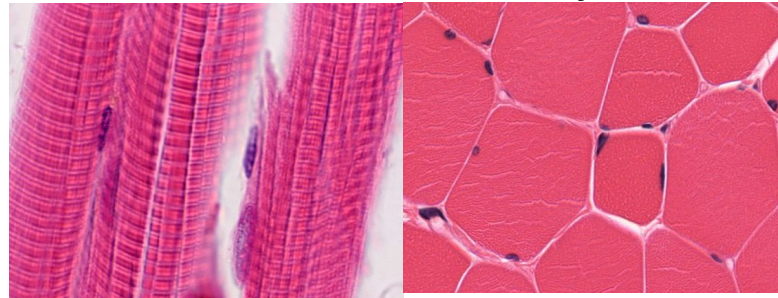
Harántcsíktolt izomszövet

- Többmagvú óriássejt (szincícium) – **Izomrost**
- Membrana basalis
- Plazmamembrán - **Szarkolemma**
- Tartaléksejt – **Szatelita sejt**
- Cytoplazma - **Szarkoplazma**
- Sima felszínű endoplazmás retikulum – **Szarkoplazmás Retikulum**
- Mitochondrium - **Szarkoszoma**
- Kontraktilis egység- **Szarkomer**



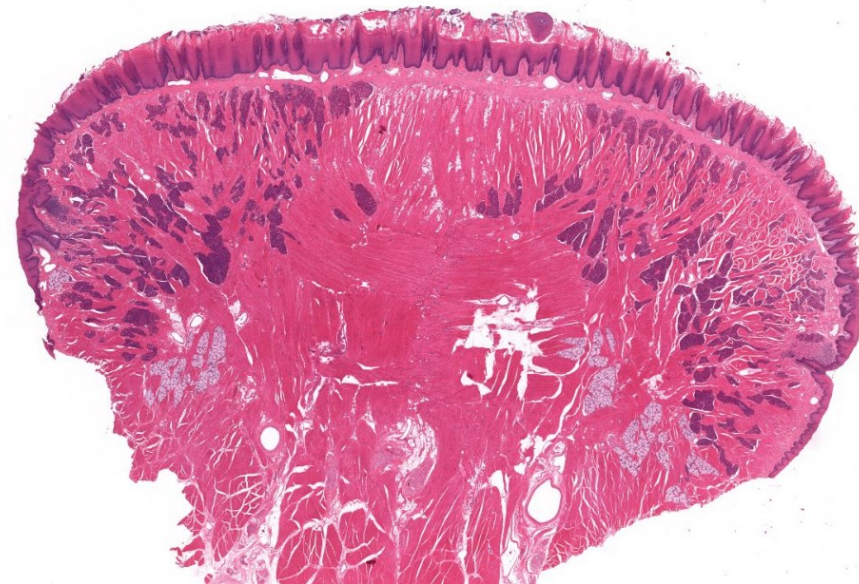
Vázizom (skeletalis)

- szövettani egysége: sok magvú izomrost
- csontos struktúrákon ered és tapad
- contractio idegi ingerület hatására jön létre



Zsigeri (viscerális)

- nyelv saját izmai, nyelőcső felső harmada
- szövettani egysége: sok magvú izomrost
 - vázelemektől független
 - contractio idegi ingerület hatására jön létre



Gyors összehúzódású, glikolítikus vagy fehér izomrost:

Kevés mitokondrium

Magas glikogéntartalom

Nagy átmérőjű

Kevés kapilláris - világosabb

Gyorsan, nagy erőt adó izmok: pl.: m. biceps brachii, m. rectus abdominis

Lassú összehúzódású, oxidatív vagy vörös izomrost:

Sok nagyméretű mitokondrium

Nagy lipidtartalom

Alacsony glikogéntartalom

Kis átmérőjű

Sötétebb a sok myoglobin és kapilláris miatt

Lassan fáradó izom: rekeszizom, testtartást biztosító izmok

Intermedier izomrost:

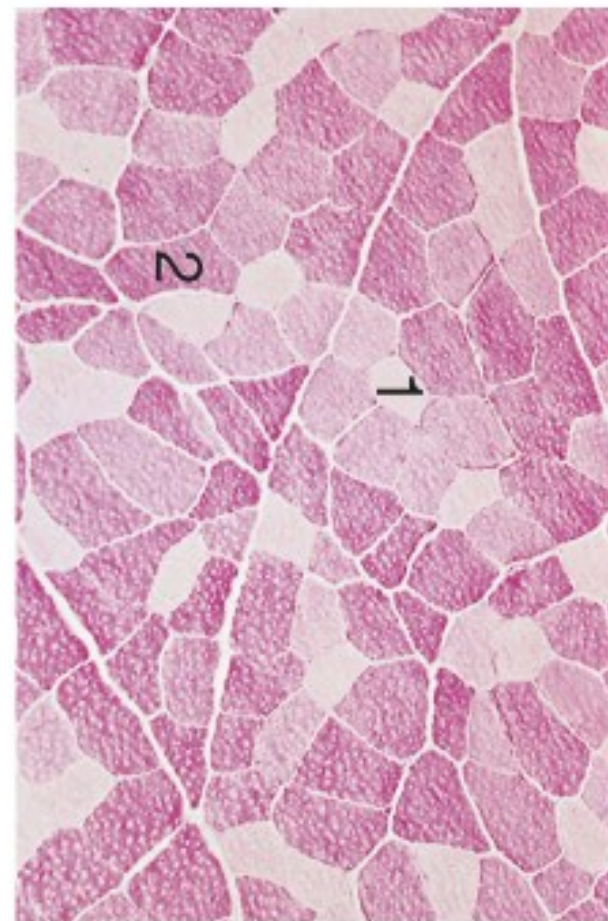
Sok myoglobin

Sok kapilláris

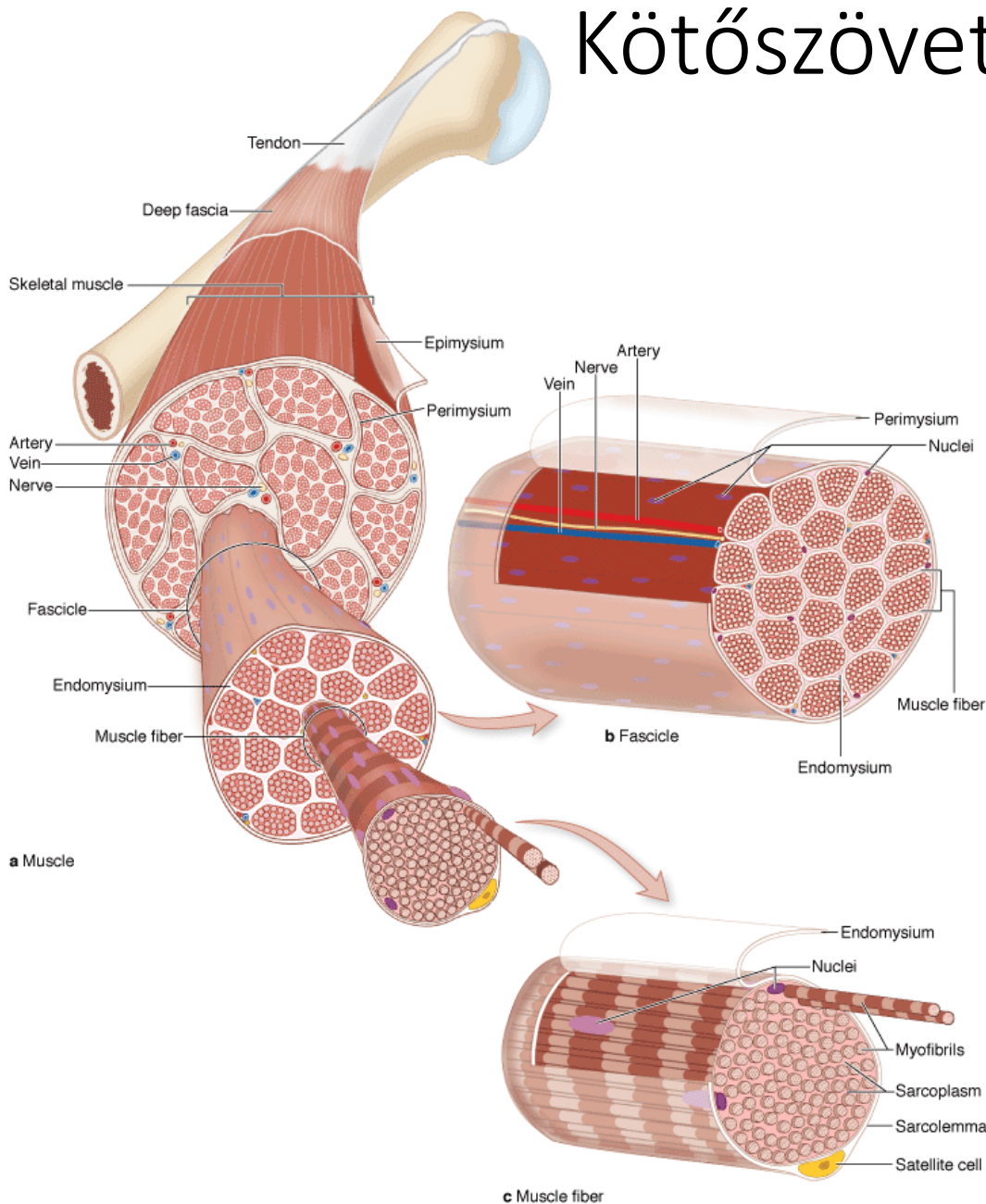
Közepes mennyiségű glikogéntartalom

Kis és közepes átmérőjű

Gyors összehúzódásra képesek, fáradékonyságuk köztes



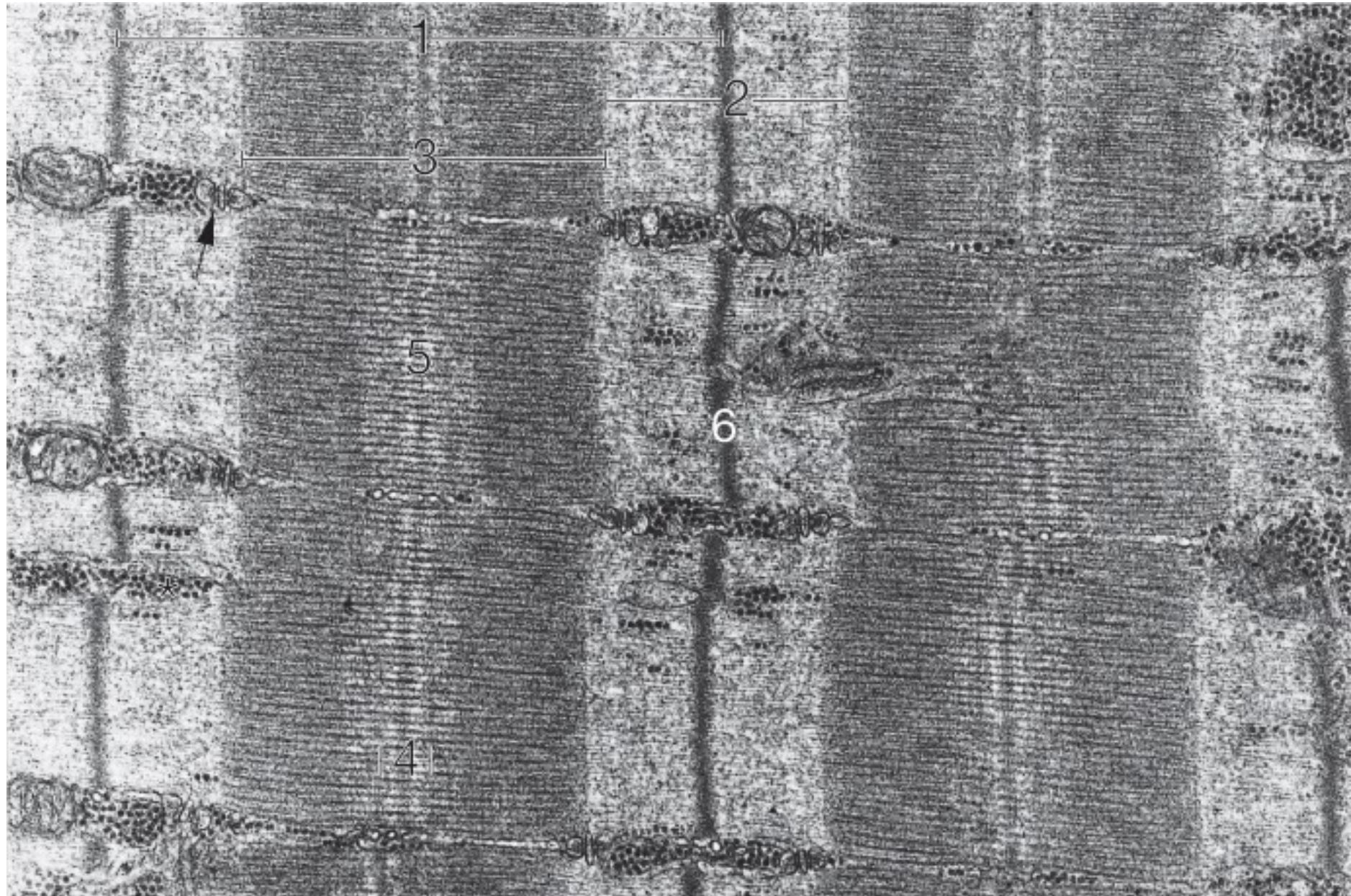
Kötőszöveti hüvelyek



epimysium - izom
perimysium - fasciculus
(izomrostköteg)
endomysium - izomrost

- fasciculus (izomnyaláb)
- izomrost (miofibrillum)
- miofilamentum (aktin, miozin)
- sarcomer (alapegység)

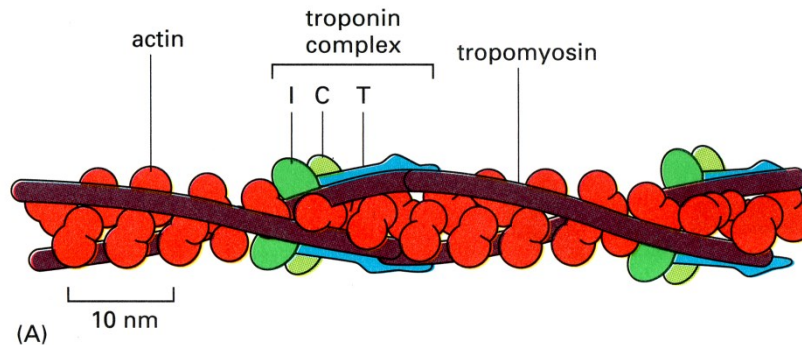
A sarcomer



Aktin

Vékony filamentum

1. Aktin
 - G-aktin – globuláris = aktin monomer
 - ATP kötőhely
 - nagy affinitású miozin fej kötőhely
 - F-aktin – filamentáris
 - aktinfonal átmérője: kb. 6-8 nm , hossz: kb. 1 μm
 - taposómalom állapot: gyors (+) vég annyi monomerrel épül, mint amennyi a lassú (-) végen leválik
 - aktinhoz asszociált fehérjék irányítják az aktinhálózat szerveződését (vö. a mikrotubuláris rendszerrel)
2. Tropomiosin – filamentozus protein
 - blokkolja a miosin kötőhelyet az aktin szálon
3. Troponin komplex - TnT - tropomiosin-kötő alegység
TnC - Ca^{2+} - kötő alegység
TnI - gátolja az aktin-miozin ATP-áz aktivitást



- hegyes vég – tropomodulin molekula képez rajta sapkát és gátolja a növekedést
- bajszos végek (barbed end) a Z-lemezbe ágyazódnak (kötődnek)

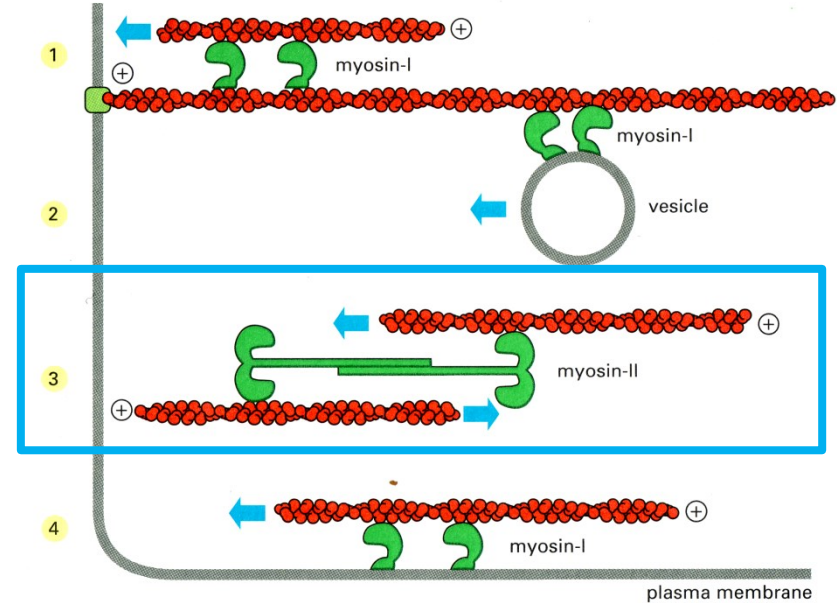
Miozin

Miozin: ATP hidrolízisre képes (+) aktin filament motor

Miozin I

Miozin II

1. Aktin fonalak egymáshoz képest való elcsúszása (miozin I)
2. Vezikula szállítás (miozin I)
3. Aktin fonalak egymáshoz képest való elcsúszása kontrakciót okozva (miozin II)
4. Aktin fonal a membránhoz képest való elmozdulása (miozin I)



Miozin II - Vastag filamentum

Átmérő: kb. 15 nm, hossz: kb. 1,5 μm

- fő alkotói a miozin filamentumok kötegei

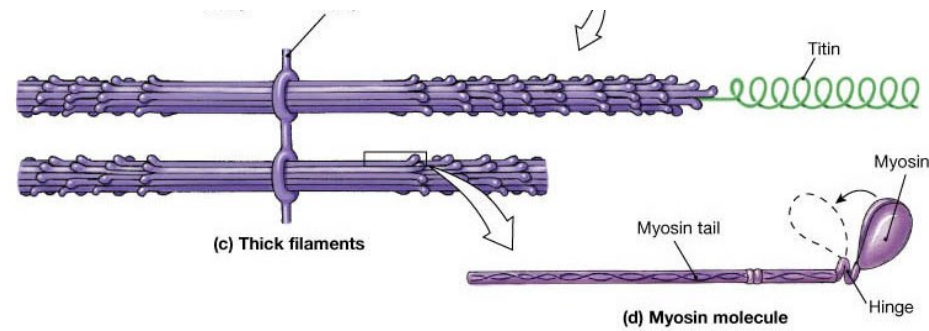
- ATP függő motor protein \rightarrow (+) vég felé mozognak az aktinon

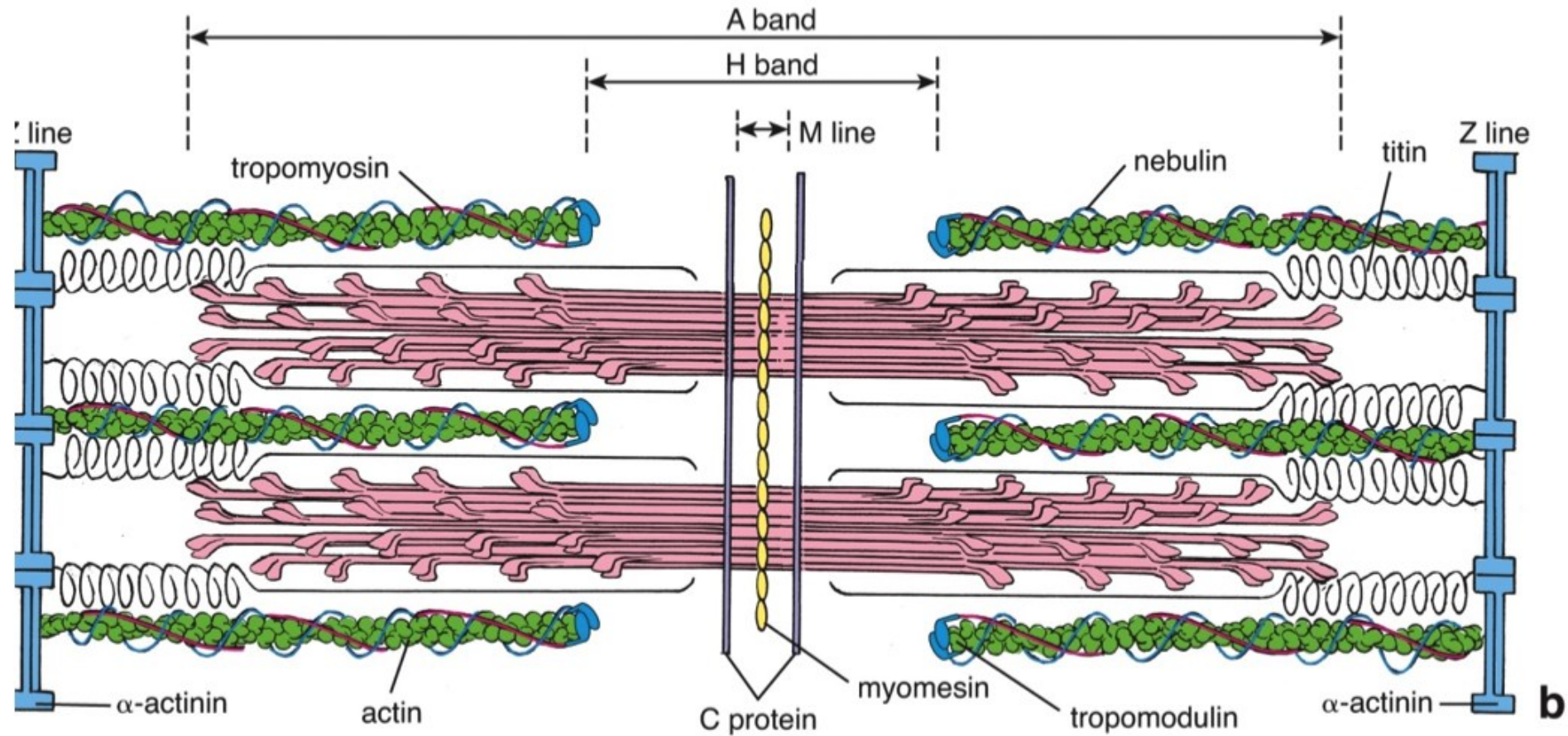
- a miozin molekula 4 láncból áll

- 2 nehéz lánc nagyjából egymás körül csavarodott farkat és egy-egy globuláris fejet alkot

- 2 könnyű lánc - nyak régió a fej és a fark között szöveget alkot

- nyaki régió mozgékony





Nebulin – aktin hossz meghatározása

Titin – izomrostok rugalmasságát és a nyújtással szembeni ellenállást biztosítja / átéri a fél sarcomert

Szarkomer: (2-3 μm) két szomszédos Z-vonal között

A-csík: anizotróp, kettősen fénytörő, vastagabb, sötét
(1,5 μm hosszú, 15 nm vastag)

túlnyomóan miozin + átfedő aktin filamentumok
hossza a kontrakció során változatlan marad

I-csík: izotróp, egyszeresen fénytörő, vékonyabb, világosabb
(1 μm hosszú, 7 nm vastag)

túlnyomóan aktin
a kontrakció során megrövidül

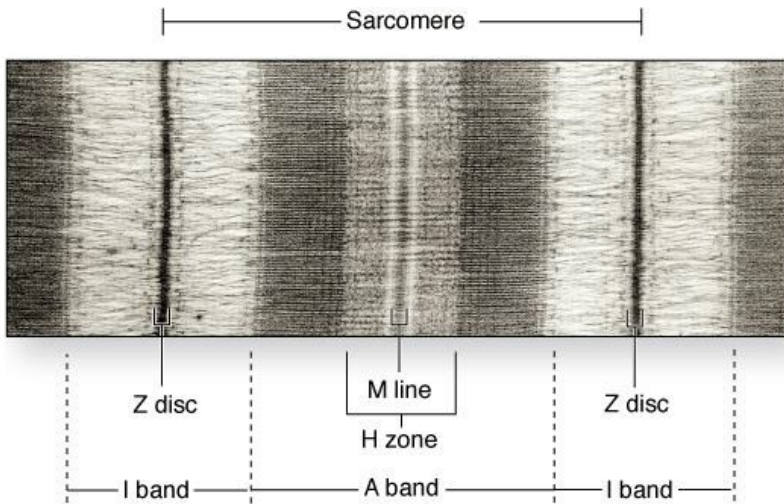
Z-vonal: (Zwischenstreifen) a szarkomer határa
 α -aktinin, dezmin molekulák

H-csík: (Hensen-Streifen)

világos rész az A-csík közepén
kizárólag miozin

M-vonal: (Mittenmembran) A-csík közepén
a miozinkötegek rögzülési helye

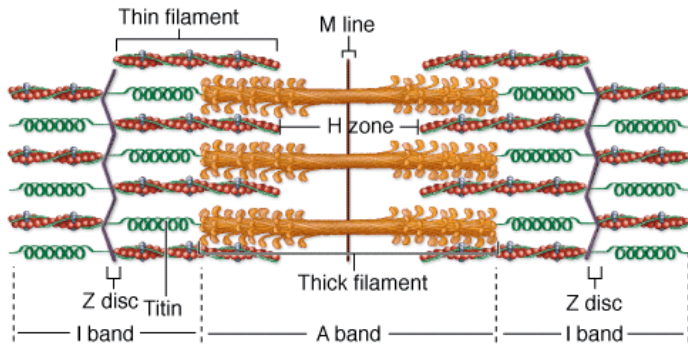




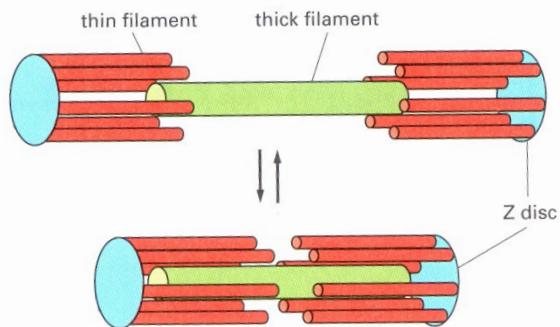
anizotróp (A): H-csík, M-csík
 izotróp (I): Z-vonal

Kontrakció: A csík változatlan, I csík rövidül >> *csúszó filamentum modell*

d

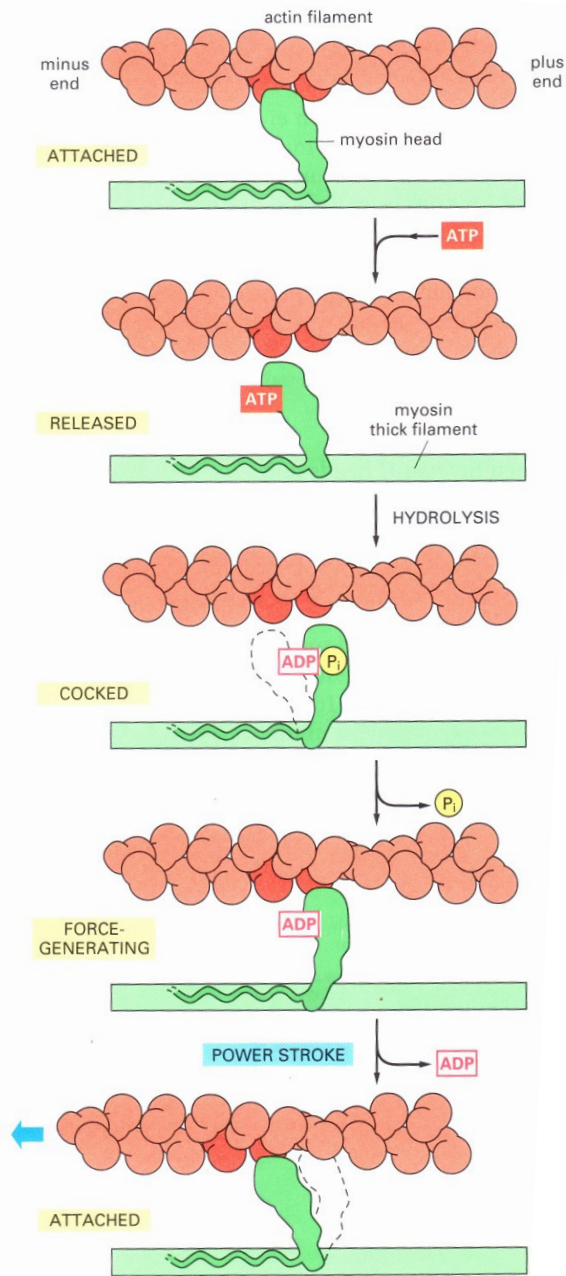


c



vékony filamentum (aktin) 6-9 nm
 vastag filamentum (miozin) 12-15 nm

sejtvázkomponens: aktin
 mozgató molekula: miozin



RIGOR állapot

miozin fej aktinhoz kötve
rigor mortis

NYUGALMI állapot

miozin fej + ATP → konformáció változás

AKTIVÁLT állapot – gyenge kölcsönhatás

miozin fej ~5 nm-t elmozdul

ATP hidrolízis, végtermékek miozinhoz kötve maradnak

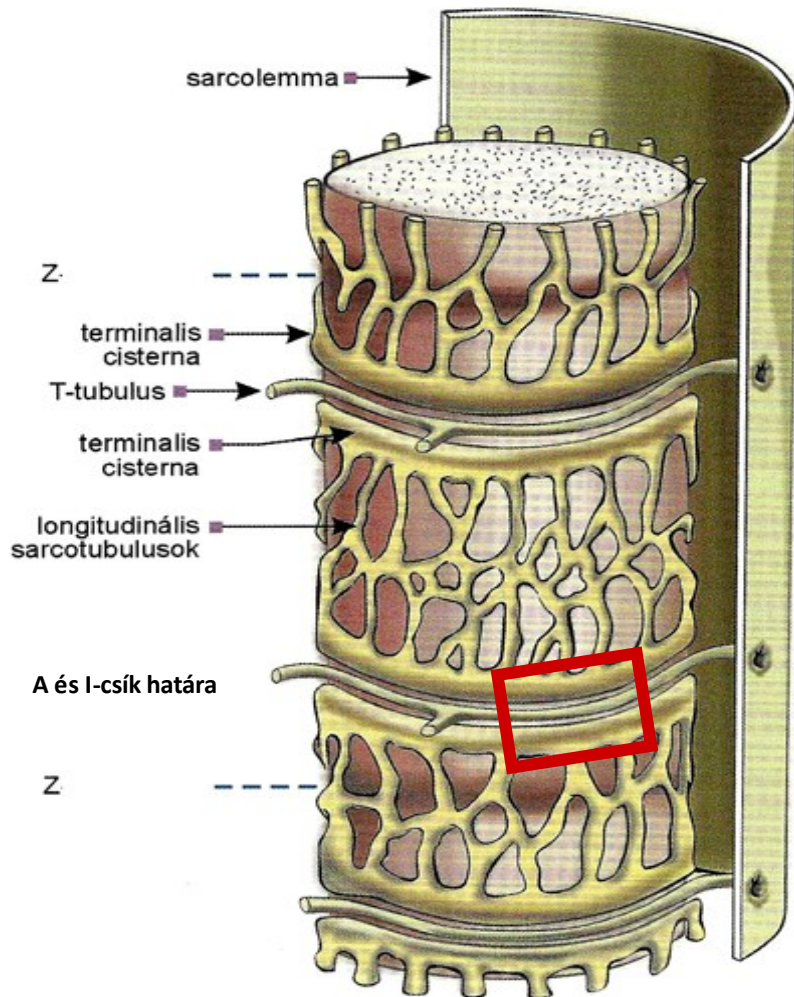
AKTIVÁLT állapot - erőgenerálás

miozin fej gyengén az aktinhoz köt

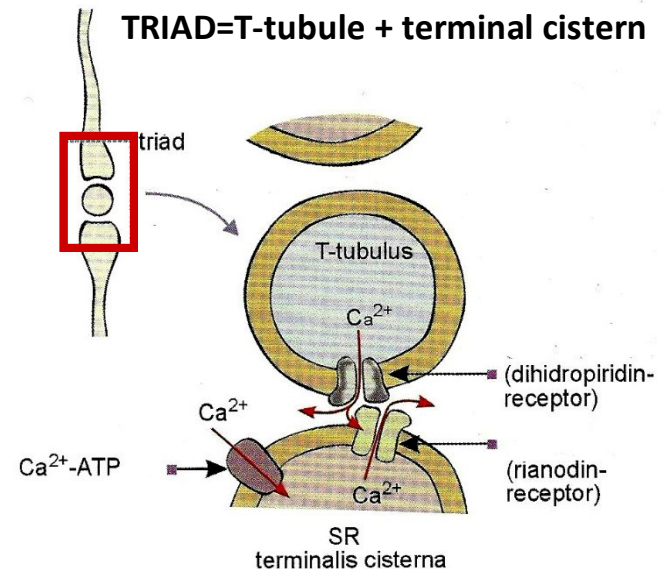
foszfát-csoport leválik → konformáció változás → erős aktin kötés

RIGOR állapot

Szarkoplazmás retikulum

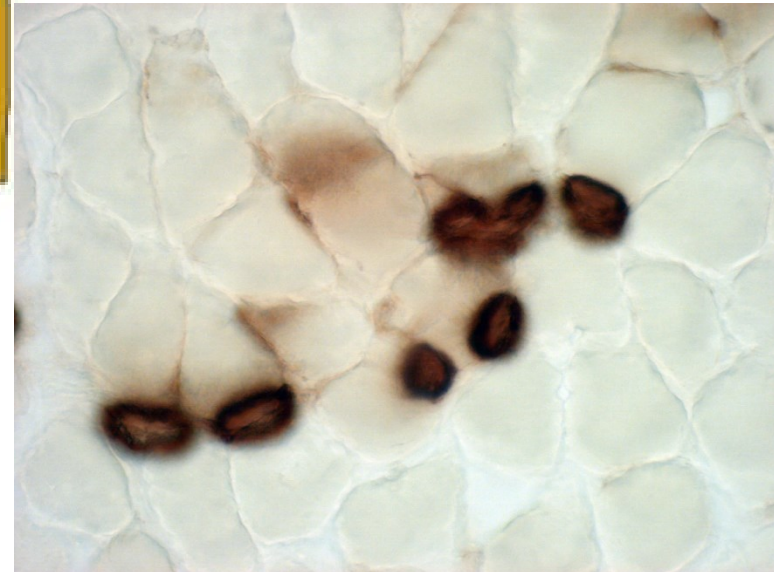
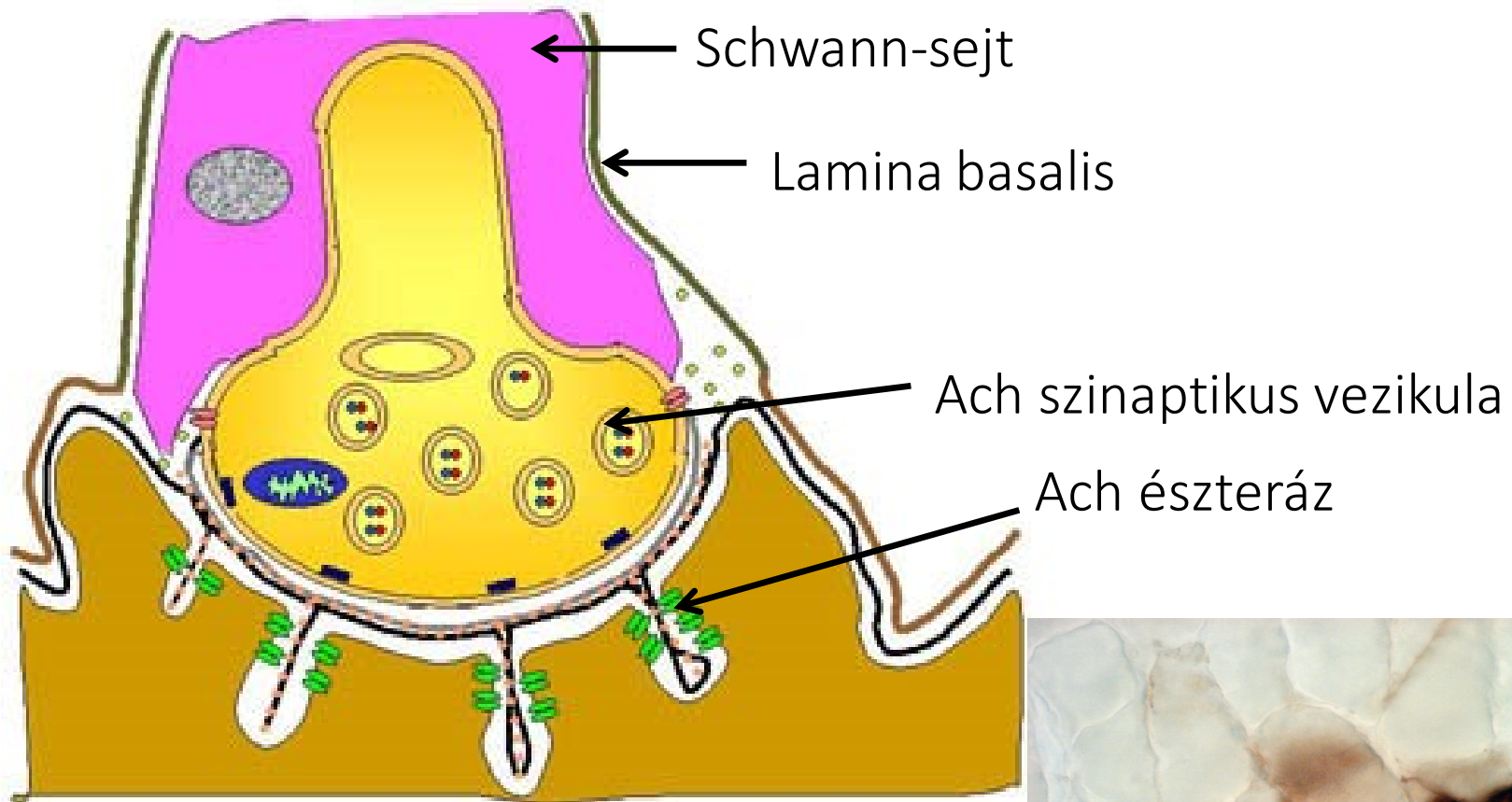


- sarcoplasmás reticulum
 - simafelszínű endoplazmás reticulum
 - Ca^{2+} ot tárol és calcium ionokat pumpál
 - terminális ciszterna
- t tubulus: sarcolemma betüremkedése

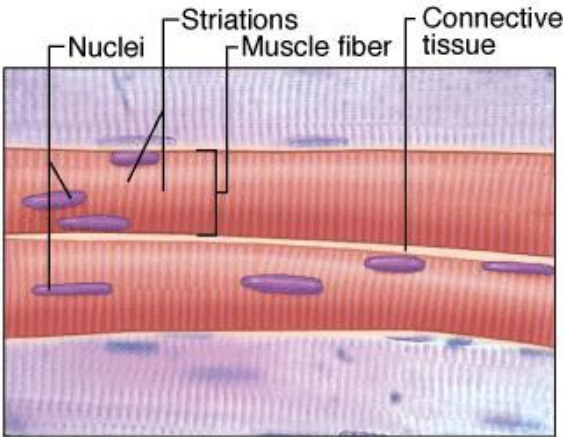
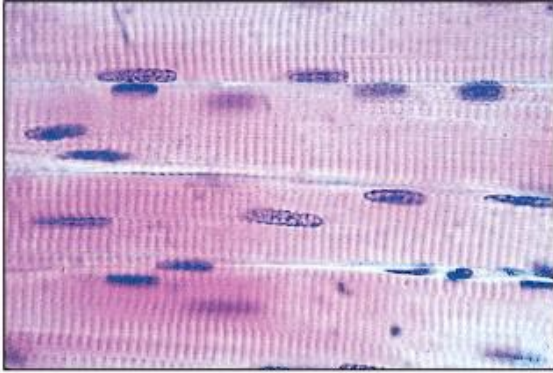


Ingerület (t-tubulus) \rightarrow Ca^{2+} kiáramlás az SR-ból \rightarrow Ca^{2+} TnC-hez köt \rightarrow tropomiozin elmozdul \rightarrow aktin + miozinej kötődése

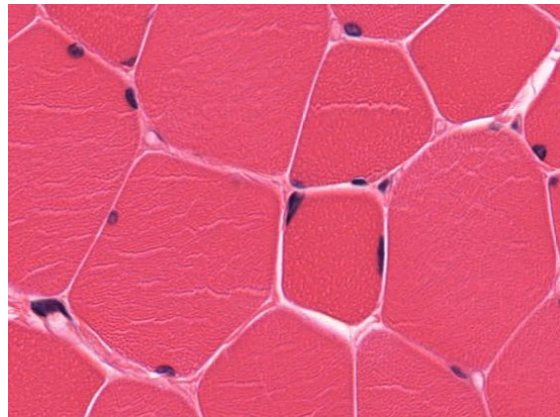
Motoros véglemez - Neuromuszkuláris junkció



Harántcsíktolt izom



a Skeletal muscle



Egysége: izomrost

$d=5-10\ \mu\text{m}$

$l=1-2\ \text{mm}-50\ \text{cm}$

myoblastok fúziója >> syncytium

lelapult, ovális sejtmagok (akár 100/izomrost)

szarkolemma alatt

Szarkolemma=sejtmembrán+lamina basalis

Szarkoplazma=izomrost cytoplasmája

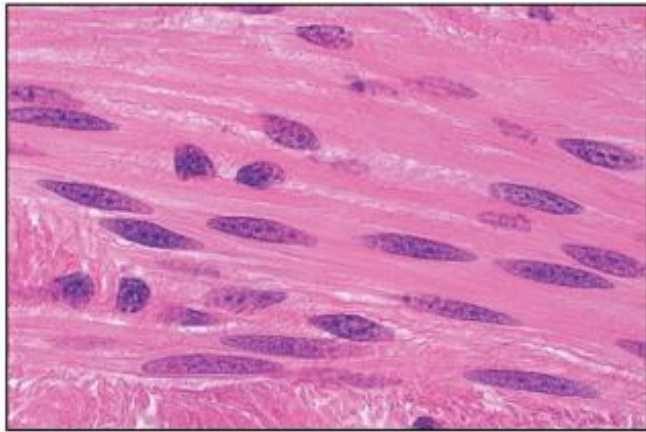
- myofibrillumok között:

- sok mitokondrium (ATP)

- tartalék energia: lipidcseppek,

glikogén szemcsék

Simaizom



Egysége: simaizom sejt (myocyta):

$d=3-8 \mu\text{m}$

$l=15-800 \mu\text{m}$

orsó alakú sejt

sejtmag pálcika alakú, sejt közepén, lekerekített vég

endocitotikus vezikulák

glikogénszemcsék

myofilamentum kötegek



- sejtek között retikuláris rostháló
- gap junction >> ingerületátvitel (spontán aktivitás!)
- lassú, elnyújtott kontrakció

Előfordulás:

Egyenként, csoportban, nyaláb, réteg, háló

Tunica muscularis, erek fala, praekapillárisok

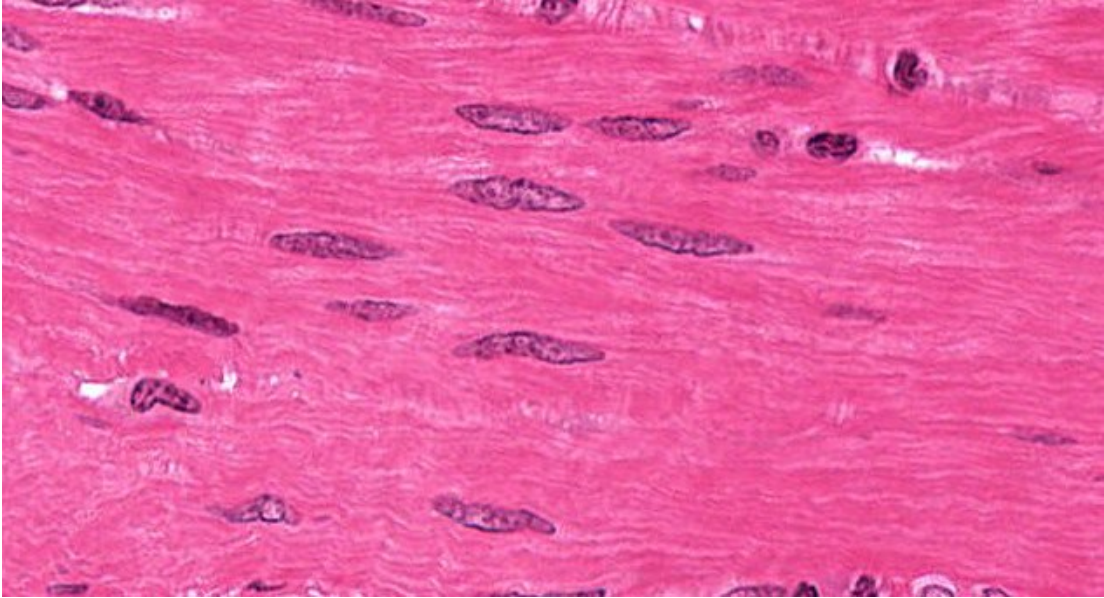
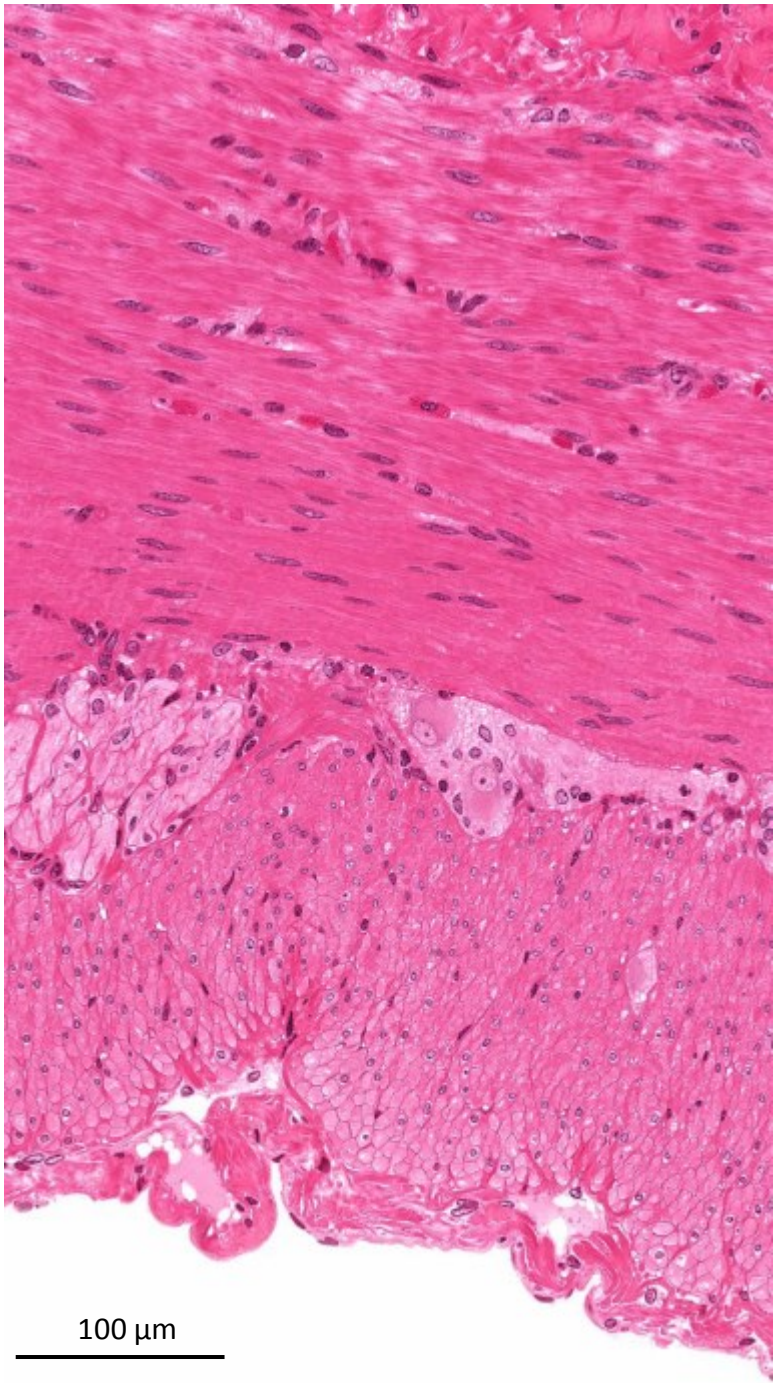
myofibrocyta

myoepithelsejt

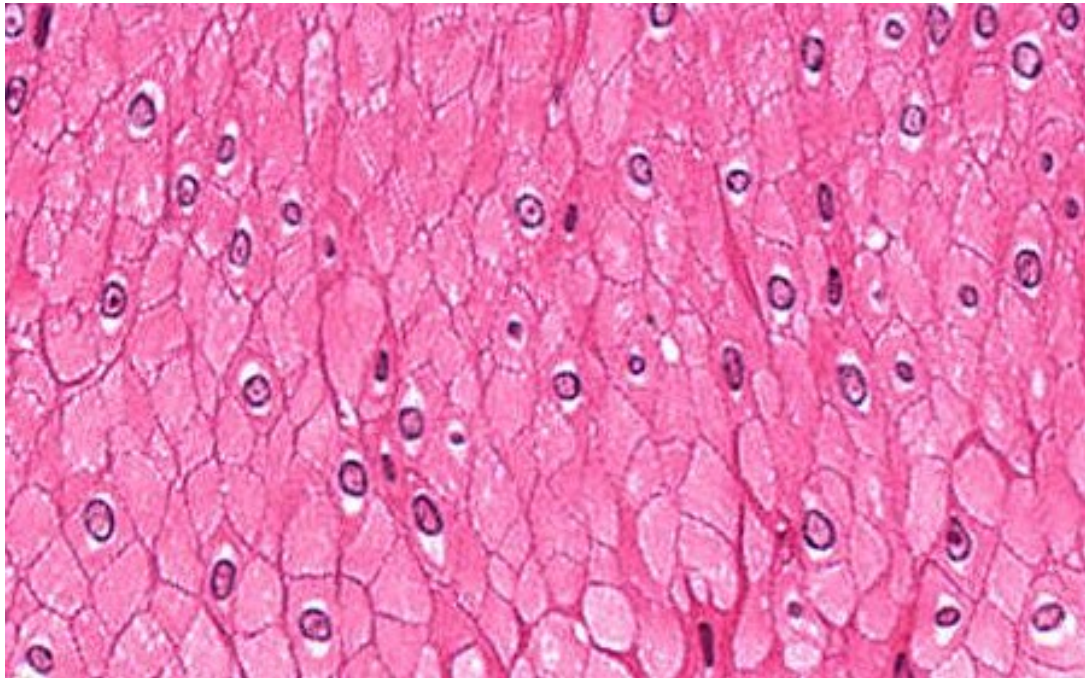
c Smooth muscle

Source: Mescher AL: *Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas, 12th Edition*: <http://www.accessmedicine.com>

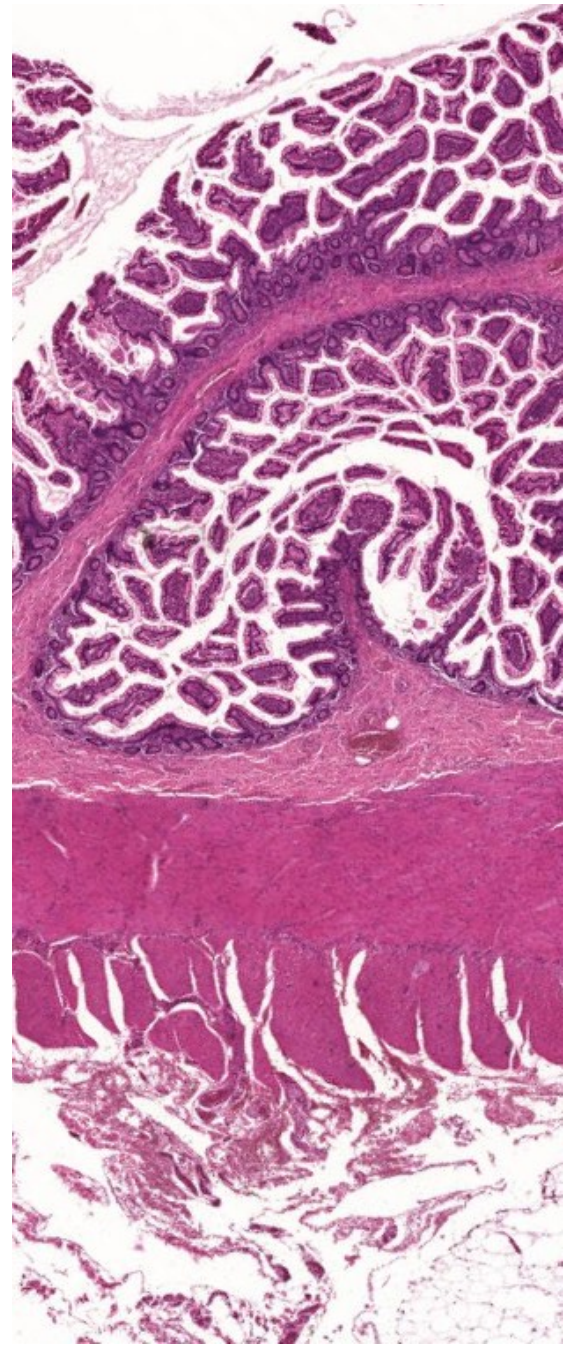
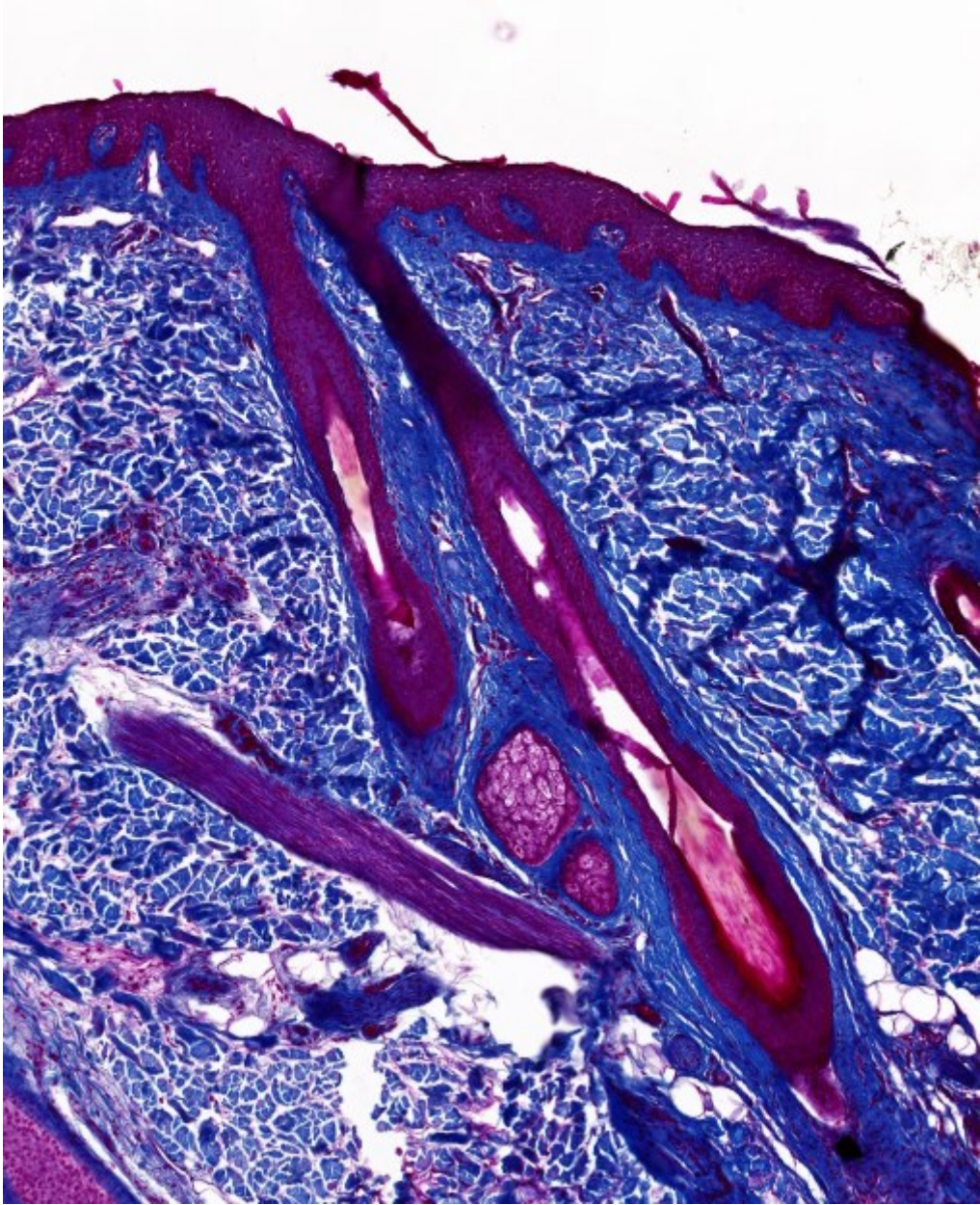
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.



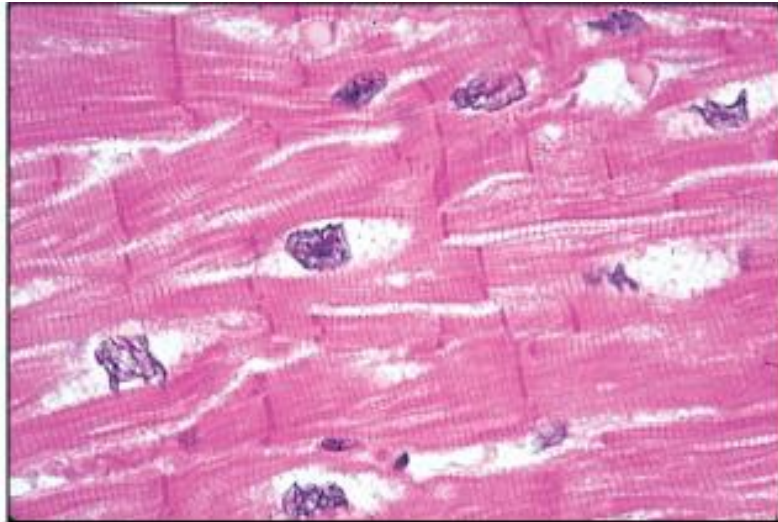
25 μm



25 μm



Szívizom

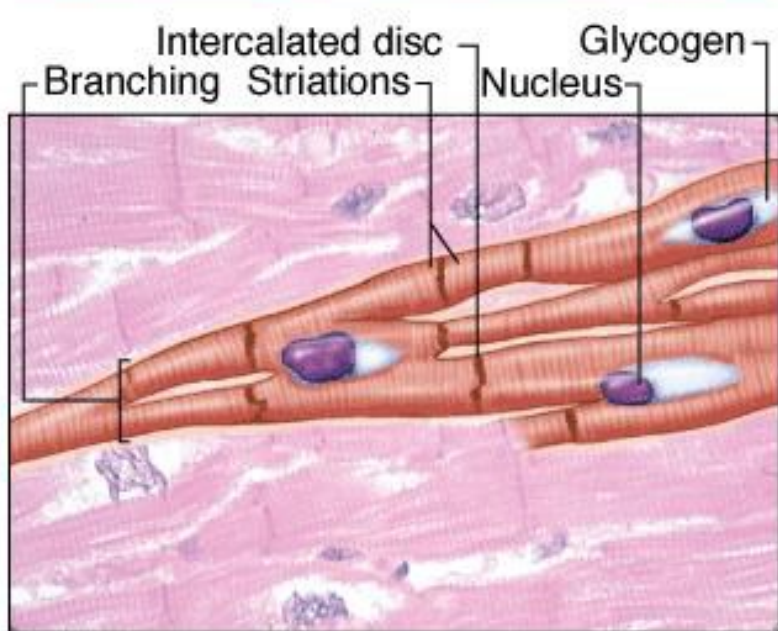


munkaizomzat + ingerületképző és vezető rendszer

egyedi izomsejtek + sejtkapcsoló struktúrák



discus intercalaris
Eberth-vonal



Egysége: szívizomsejt

1-2 sejtmag a sejt közepén

glikogén- és lipidcseppek

osztódásra nem képesek >> „kopási

pigment” lipofuscin granulum

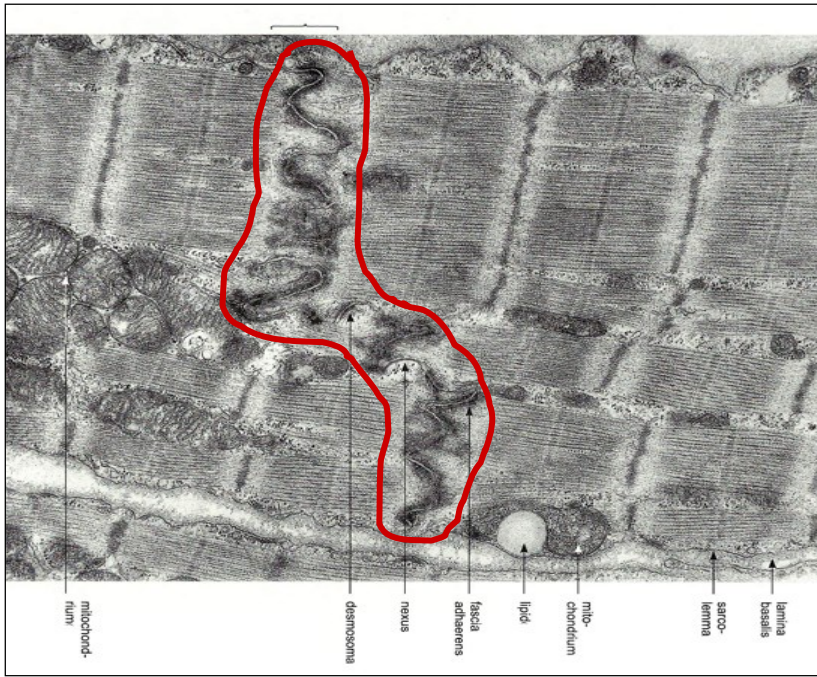
sok, nagyméretű mitokondrium

Purkinje rostok:

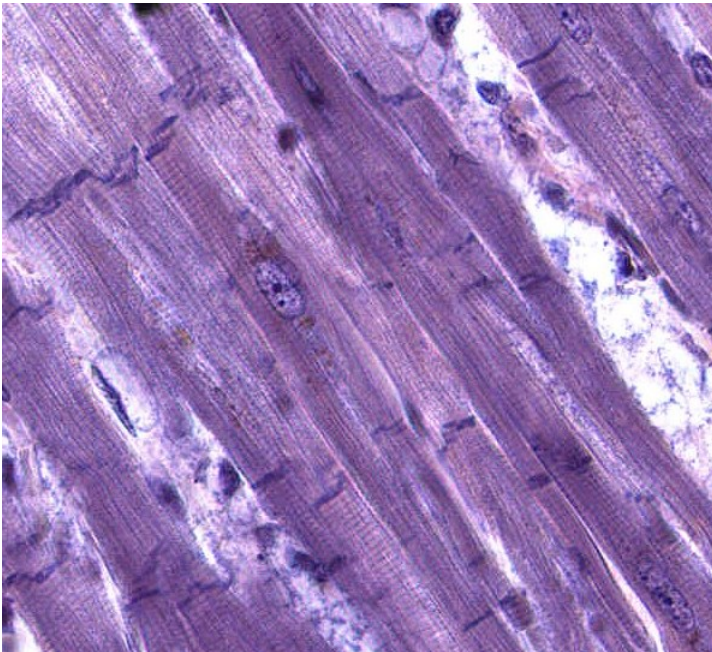
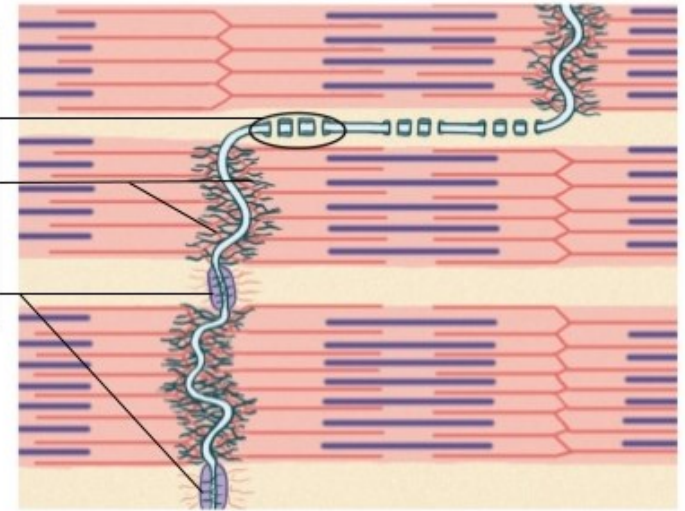
endocardium alatti módosult szívizomsejtek

glikogénben gazdag

b Cardiac muscle



Intercalated disc
Gap junction
Opposing plasma membranes
Desmosomes

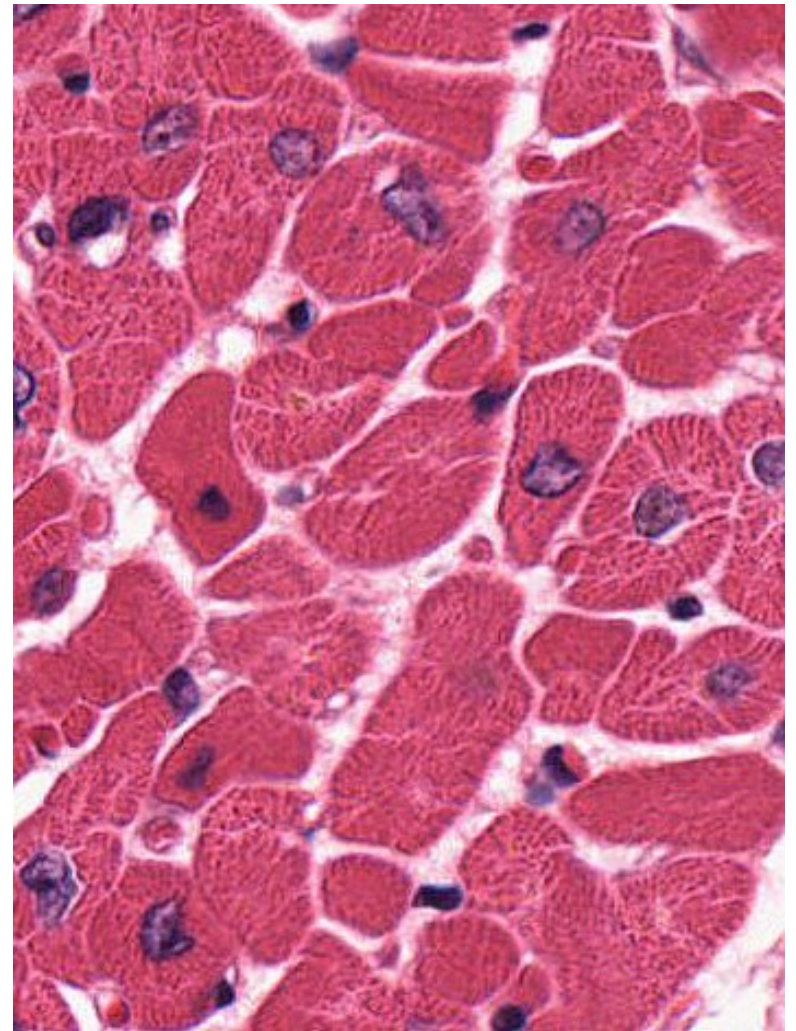


20µm

mechanika és elektromos kapcsolat a sejtek között
 nexus (gap junction)
 desmosoma
 fascia adherens



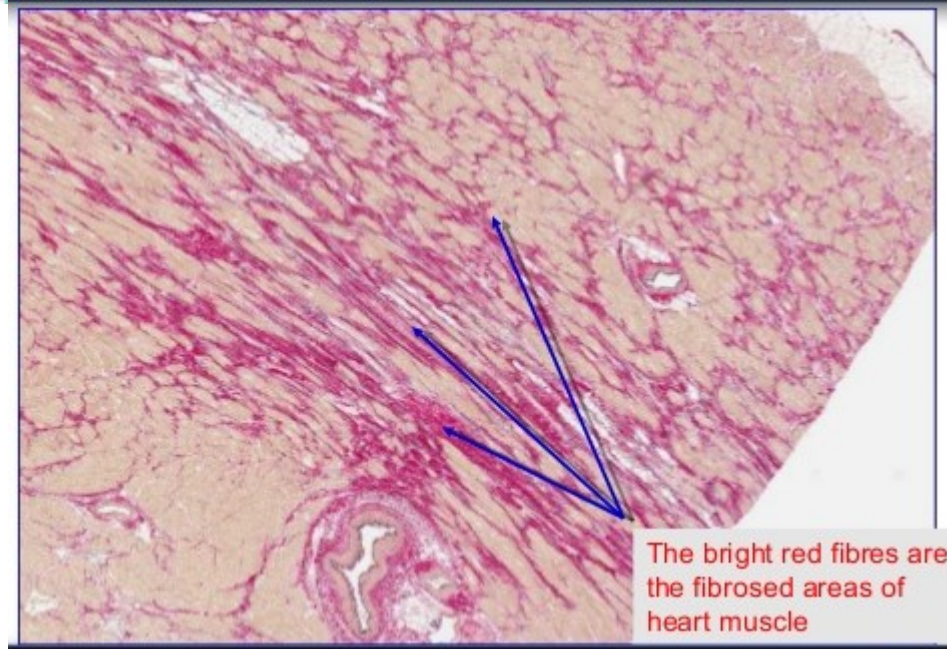
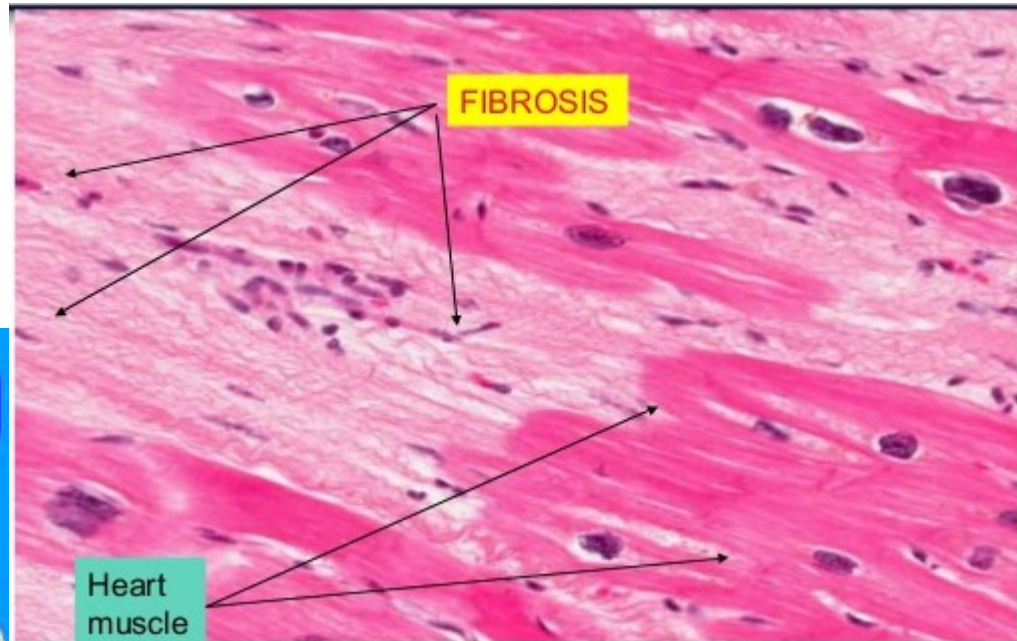
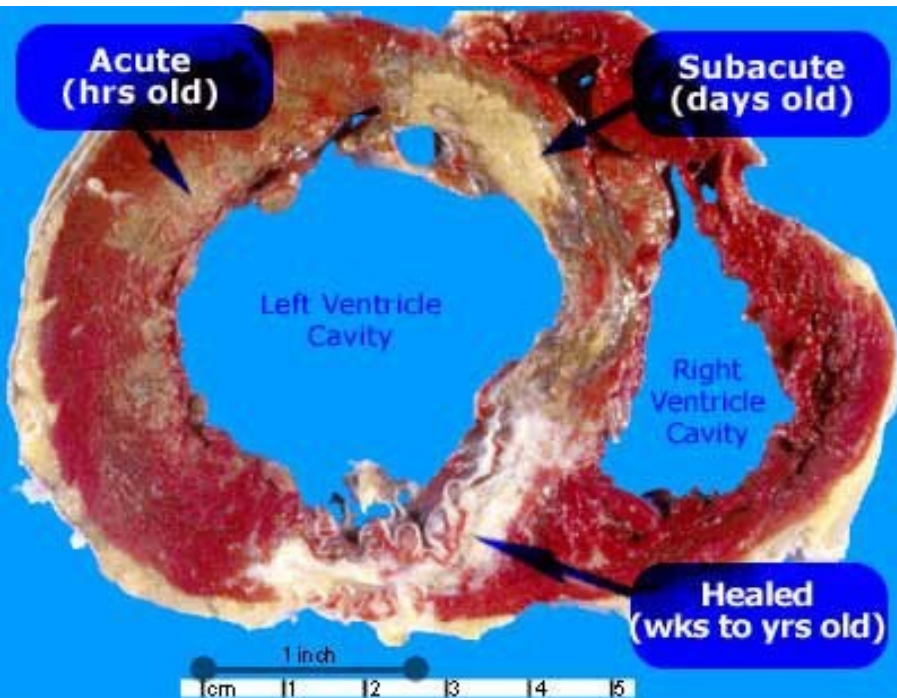
25μm



25 μm

Klinikai vonatkozások

Szívinfarktus



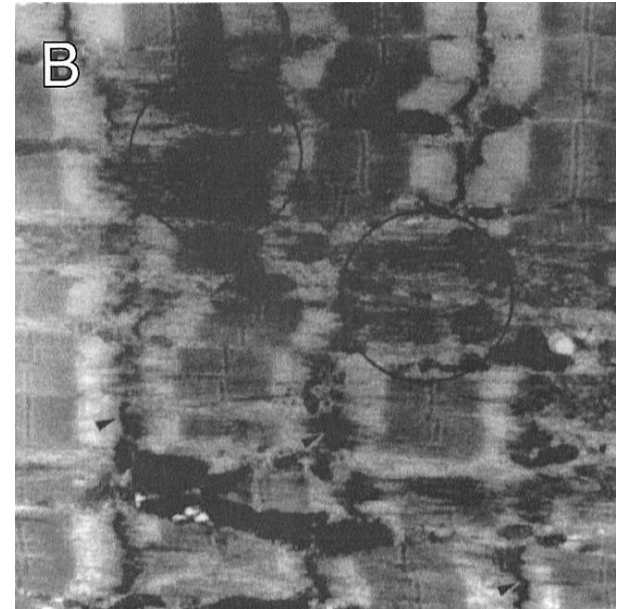
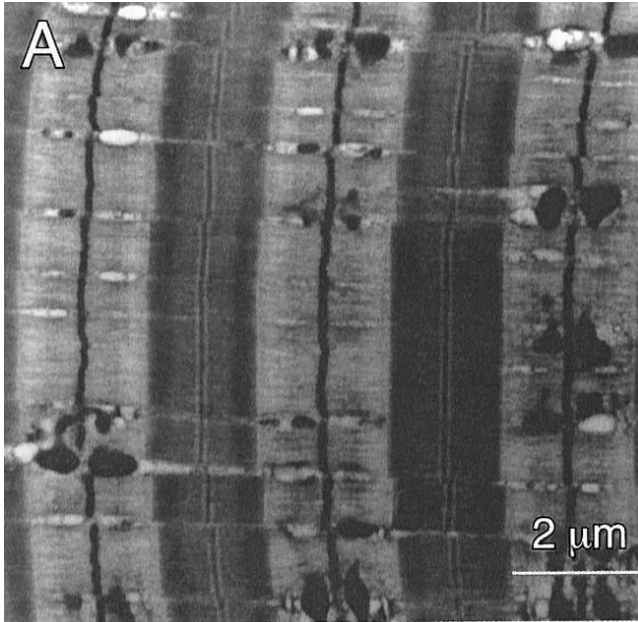
Inaktivitási atrófia
Denervációs atrófia



Spinális izomatrófia

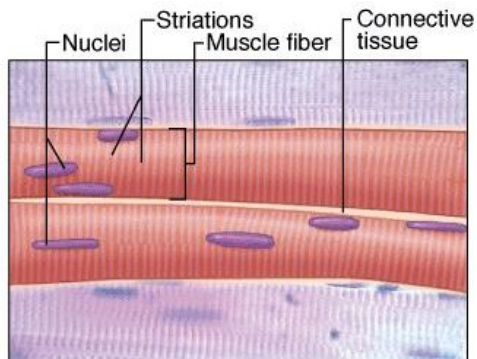
Hypertrófia

Izomláz

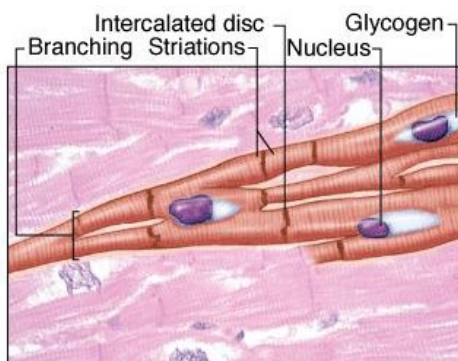


- mikro szakadások
- gyulladásos jelenség – leukocyták, monocyták
- cytokinek – nociceptív receptorok direkt aktivációja

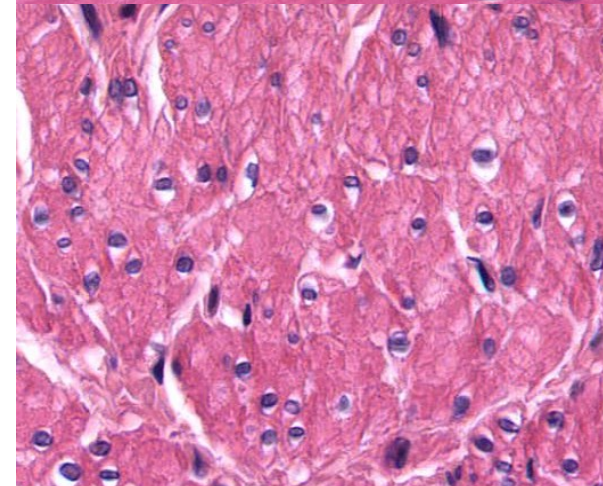
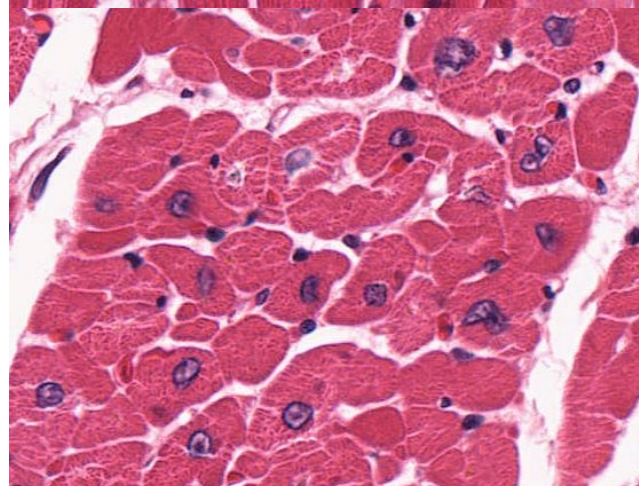
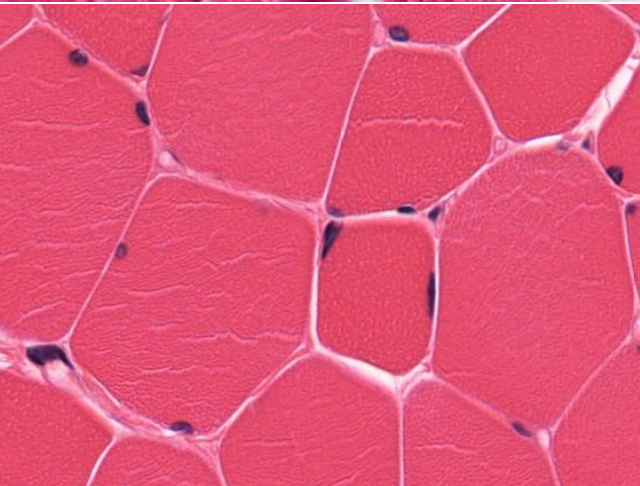
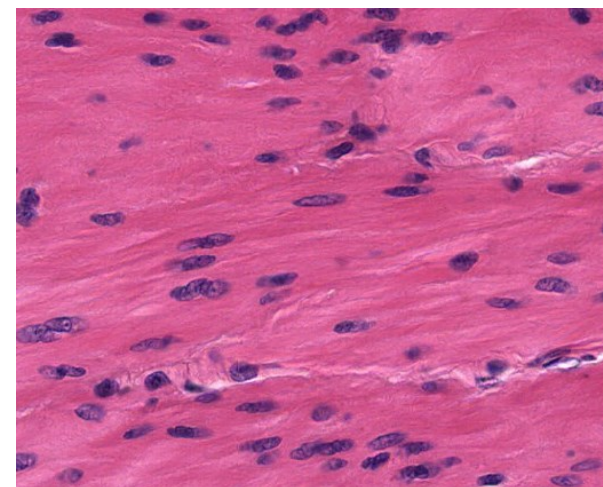
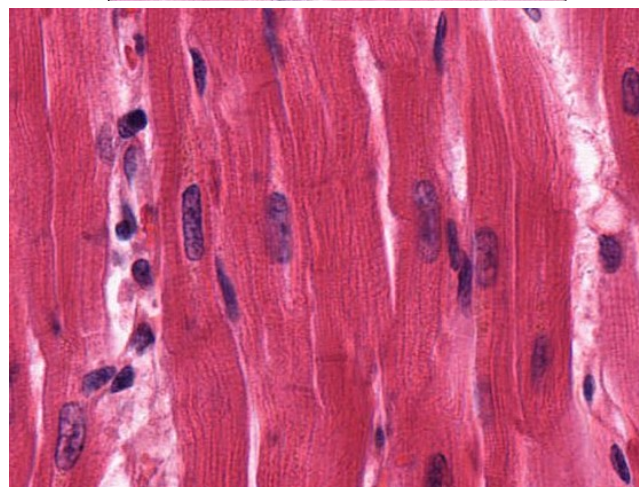
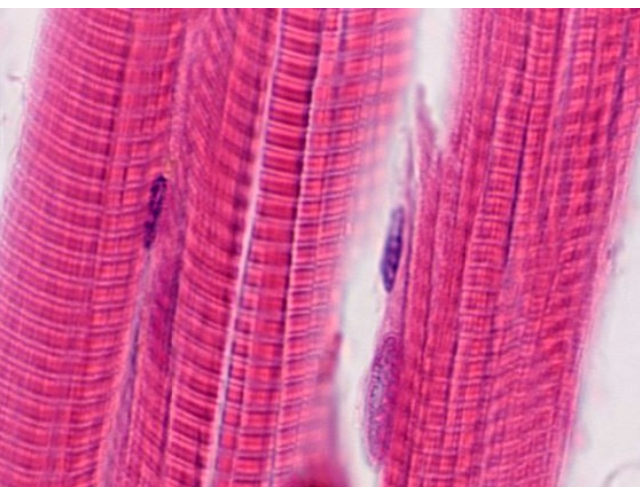
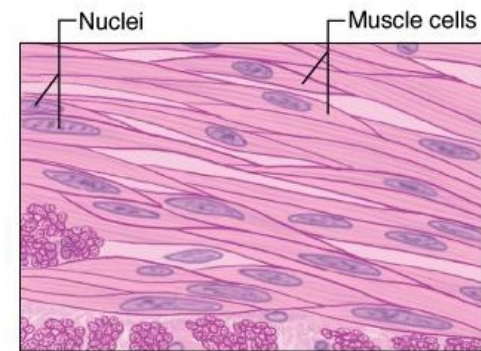
harántcsíkolt izom



szívizom



simaizom



Köszönöm a figyelmet!

Források

Dékány Bulcsú: Izomszövet

Szentágothai-Réthy: Funkcionális anatómia I.

Röhlich: Szövettan

Képek:

www.histologyguide.com

Welsch: Histologie

Quatar Cardiovascular Research Center