



ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM

# A MOZGÁS AKTÍV SZERVRENDSZERÉNEK SPORTÉLETTANA

**Kiss Csaba**

*kiss.csaba@uni-eszterhazy.hu*



# Az izom és az izomrendszer

Az izomtan (*myologia*) az izmokkal foglalkozó tudományág.

## Az izmok sajátosságai,

- az összehúzódási képesség (*contractilitas*),
- a rugalmasság (*elasticitas*),
- az ingerlékenység (*irritabilitas*)
- és az idegszövetnél valamivel kisebb mértékű ingerületvezetés (*conductivitas*).

Az izmok a mozgás **aktív szervei**, összehúzódva a mozgás **passzív szerveit** a *csontokat* mozgatják.



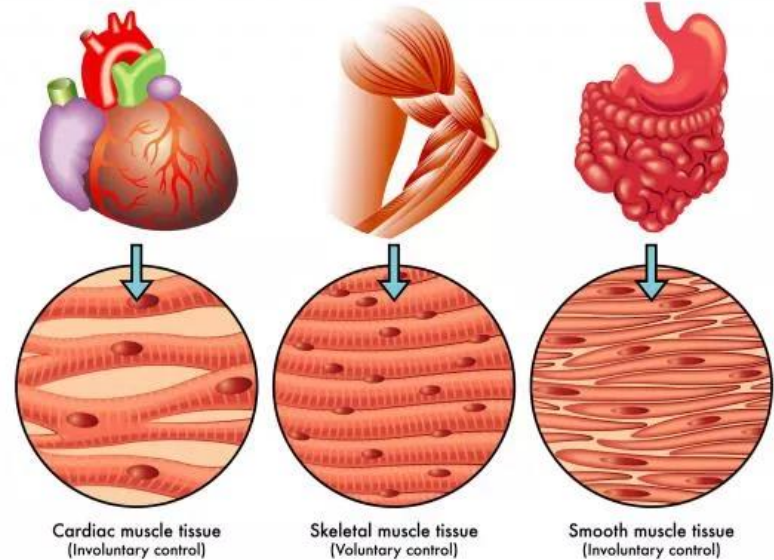
# Szövetek – izomszövet

## Jellemzése:

- Nagyfokú **összehúzóképesség** (*kontraktilitás*) jellemzi.
- Oka, hogy a citoplazma összehúzódásáért felelős fehérjék – *aktin* és *miozin* - rendkívül nagy mennyiségben és rendezetten vannak jelen benne.
- Az *izomsejtek* a szervezetben sehol sem fordulnak elő egyedül (mindig csak kötőszövettel együtt).

## Típusai:

- **Harántcsíkolt izomszövet,**
  - Szívizomszövetet,
- **Simaizomszövet.**



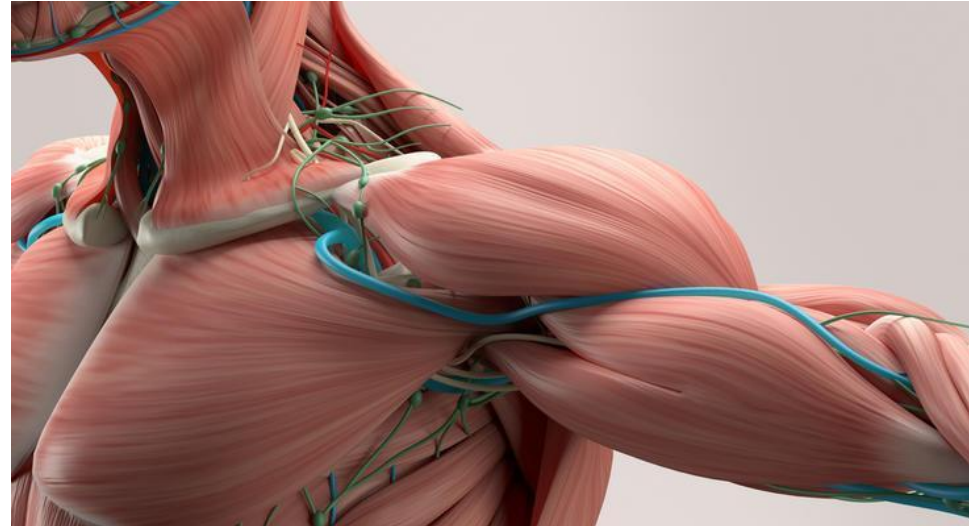
# Szövetek – izomszövet – harántcsíktolt izomszövet

## Jellemzői:

- Általában akaratunktól **függően** működik,
- Gyors, nagy erő kifejtésre képes de **fáradékony**,
- A sokmagvú izomrostok citoplazmájában a **hossztengellyel párhuzamosan** húzódnak az összehúzódasért felelős miofibrillumok,
- Nagyfokú **rendezettség** jellemzi a sejteket.

## Előfordulása:

- Vázát mozgató izmokban,
- A nyelvben, garatban, nyelőcső felső szakaszában,
- Végbél nyílásban,
- Ilyenek a légzőizmok is.



# Szövetek – izomszövet – harántcsíkolt izomszövet

## Felépítése:

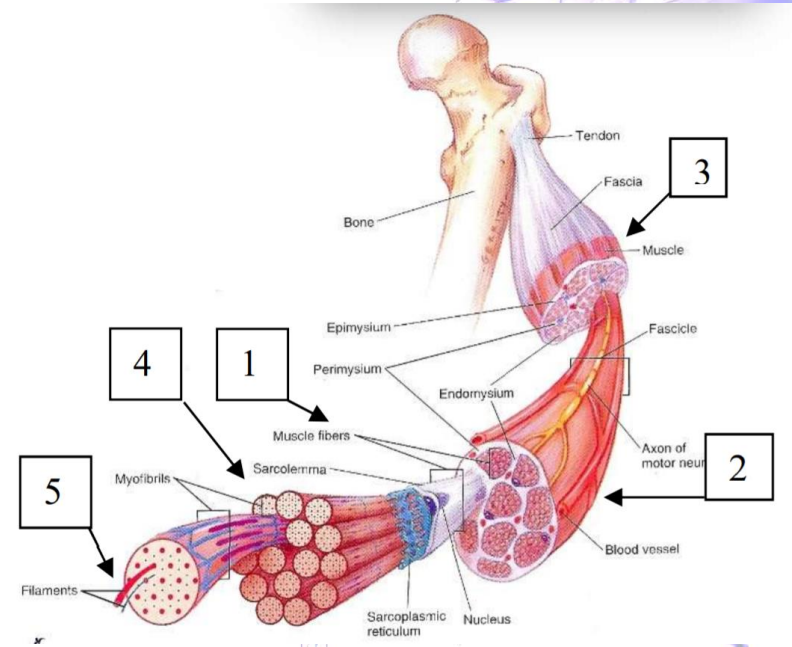
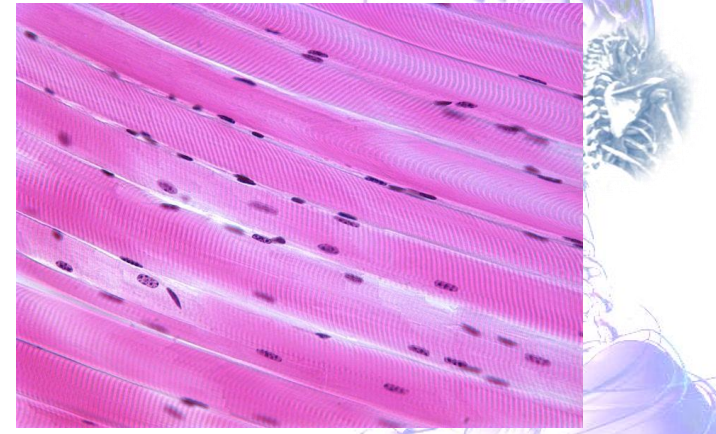
A harántcsíkolt izomszövet szöveti egysége a **sokmagvú izomrost**.

A sejtmagvak száma egy rostban meghaladhatja a 7000-et.

1. Sok **izomrost** (*muscle fiber*), melyet kívülről a *sarkolemma* hártya burkolja be,
2. **Köteggé – izomnyalábbá** - szerveződik, amelyet a kötőszövetes *perimysium* hártya tartja össze,
3. Az izomrost kötegek tovább rendeződve alkotják az **izmokat**, amelyeket szintén egy kötőszövetes lemez, az ún. **izompólya – fascia** - határol.

Az izomroston belül továbbá megkülönböztetünk

4. **Miofibrillum** - kötegeket, amelyek
5. **Miofilamentumokból** állnak.



# Szövetek – izomszövet – szívizomszövet

## Jellemzői:

- Specializálódott *harántcsíkolt* izomszövet (*cardiomyociták*),
- Akaratunktól *függetlenül* működik,
- Gyors, nagy erő kifejtésre képes és *nem fáradékony*.
- *Y alakban elágazó* egymagvú izomsejtekből áll, melyek elnyújtott *térrácsot* alkotnak,
- A sejtmagvak a sejt *közepén* helyezkednek el,
- A szívizomsejtek között *jelentős* mennyiségű kötőszövet húzódik,
- *Ingerületképző* és *vezető* szívizomsejt csoportok vannak benne.

## Előfordulása:

- Szív falának középső részei



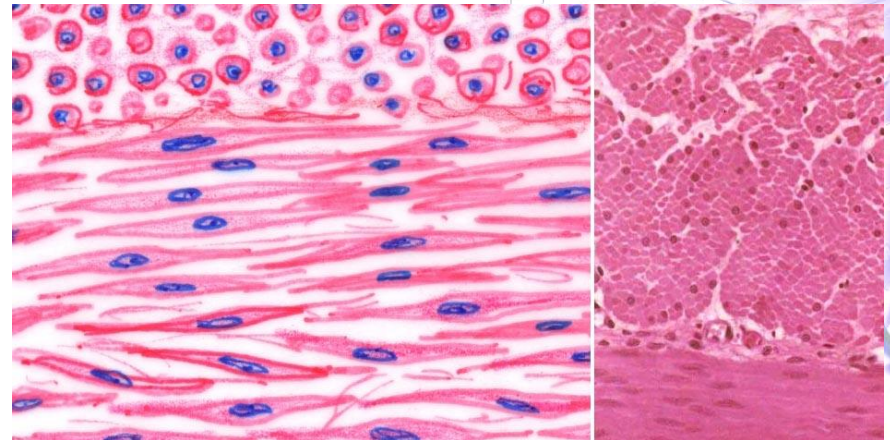
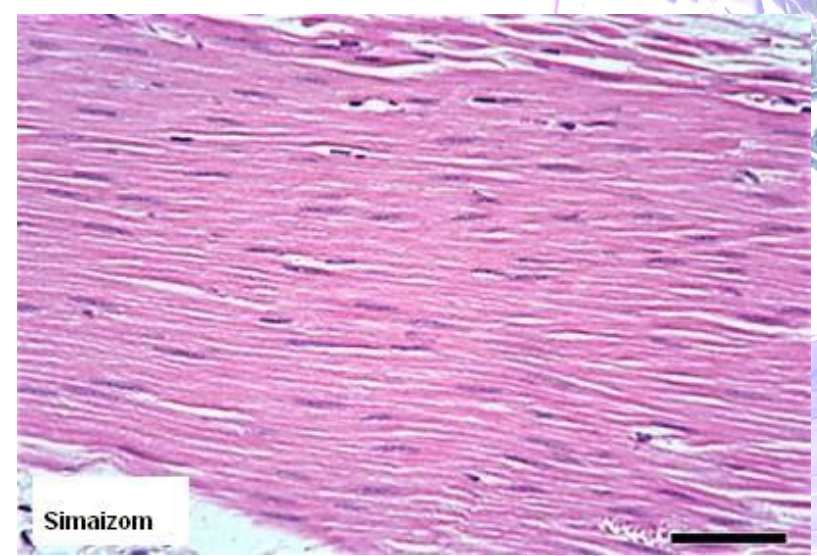
# Szövetek – izomszövet – simaizomszövet

## Jellemzői:

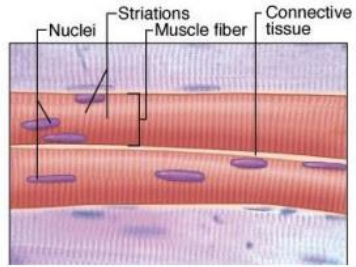
- Akaratunktól **függetlenül** működik,
- Lassú, kis erő kifejtésre képes és **nem fáradékony**,
- **Elnyúlt orsó alakú** sejtekből épül fel,
- A sejtmag a sejt **közepén** helyezkedik el,
- A plazma erősebb nagyítás mellett finom, **hosszanti csíkoltságot** (de **nem** harántcsíkolatot!) mutat,
- Nagyfokú **rendezettség** **nem** jellemzi a sejteket.

## Előfordulása:

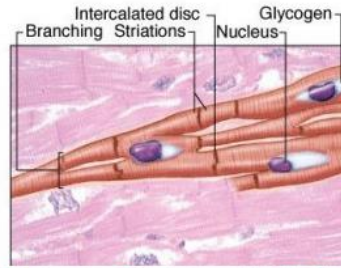
- Erek falában, bélcső falában, bőrben, légcső falában



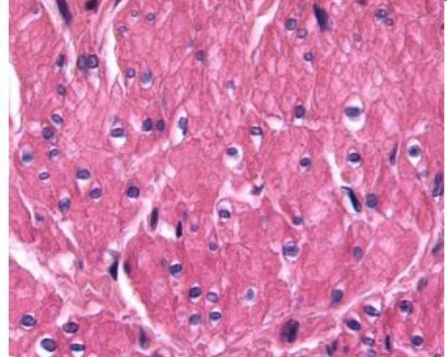
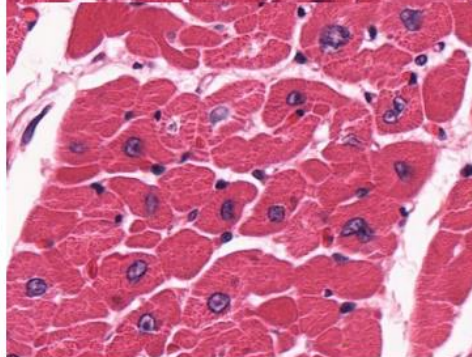
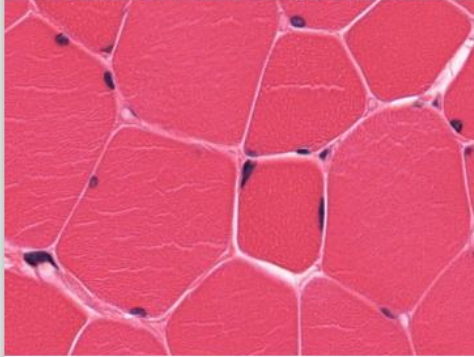
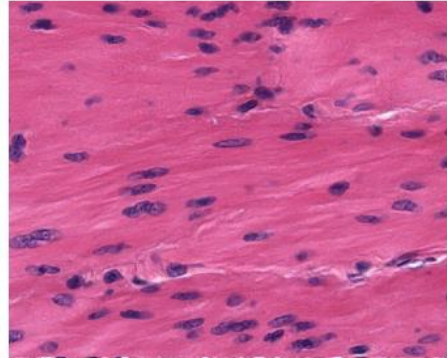
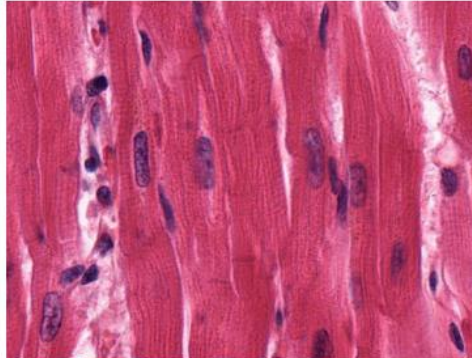
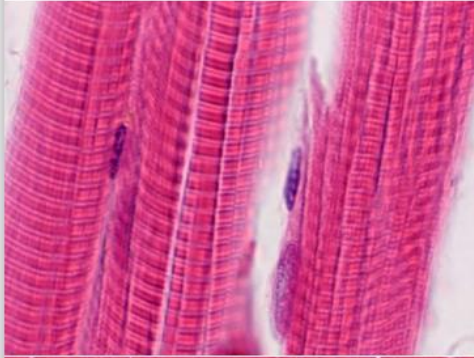
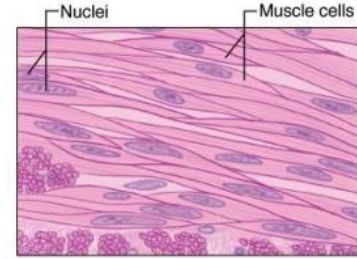
# harántcsíktolt izom



# szívizom



# simaiizom





## A harántcsíkolt izom fajtái:

### Vázizom (skeletális)

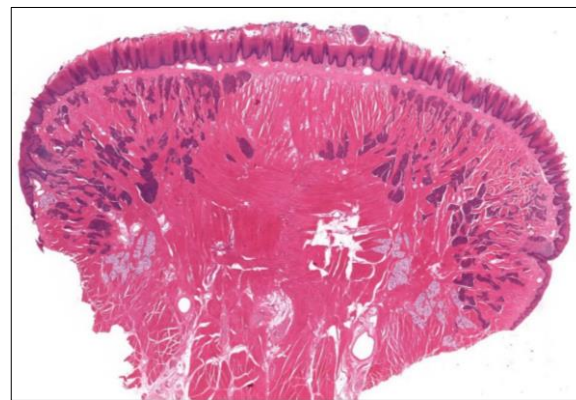
- szövettani egysége: sok magvú izomrost
- csontos struktúrákon ered és tapad
- kontrakció idegi ingerület hatására jön létre,
- de akaratunktól függetlenül, ill. reflexszerűen is működésbe léphetnek



### Zsigeri (viscerális)

A nyelv saját izmai, nyelőcső felső harmada

- szövettani egysége: sok magvú izomrost
- vázelemektől független
- kontrakció idegi ingerület hatására jön létre



## A harántcsíkolt izomrostok fajtái:

### 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 myoglobinnal és kapilláris miatt
- Lassan fáradó izom: *diaphragma*, testtartást biztosító izmok



## A szarkomer felépítése: (2-3 $\mu\text{m}$ ) két szomszédos Z-vonal között

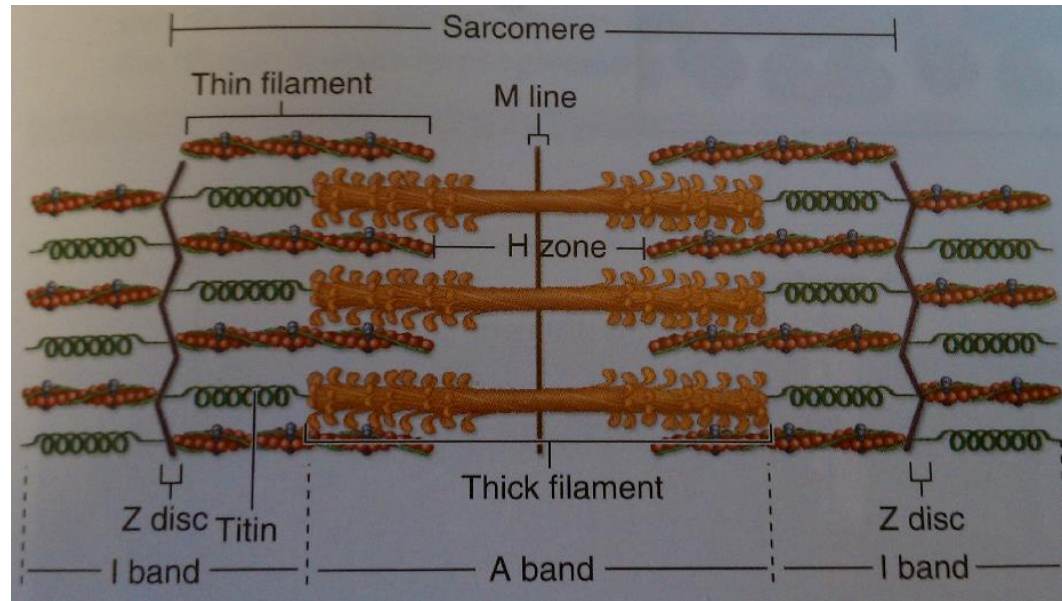
**A-csík:** anizotróp, kettősen fénytörő, vastagabb, sötét  
(1,5  $\mu\text{m}$  hosszú, 15 nm vastag)  
túlnyomóan miozin + átfedő aktin filamentumok  
hossza a kontrakció során változatlan marad

**I-csík:** izotróp, egyszeresen fénytörő, vékonyabb, világosabb  
(1  $\mu\text{m}$  hosszú, 7 nm vastag)  
túlnyomórészt aktin  
a kontrakció során megrövidül

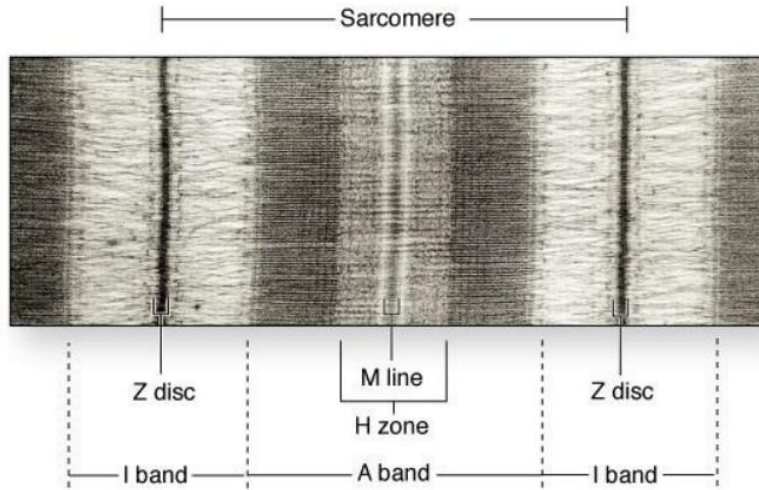
**Z-vonal:** a szarkomer határa  
 $\alpha$ -Aktinin, Dezmin molekulák

**H-csík:** világos rész az A-csík közepén  
kizárólag Myosin

**M-vonal:** A-csík közepén  
a miozinkötegek rögzülési helye

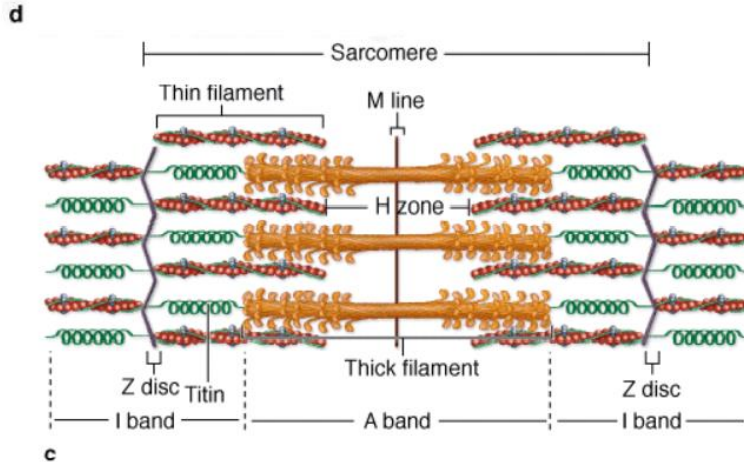


## A szarkomer felépítése:



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

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



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

sejtvázkomponens: aktin  
mozgató molekula: miozin

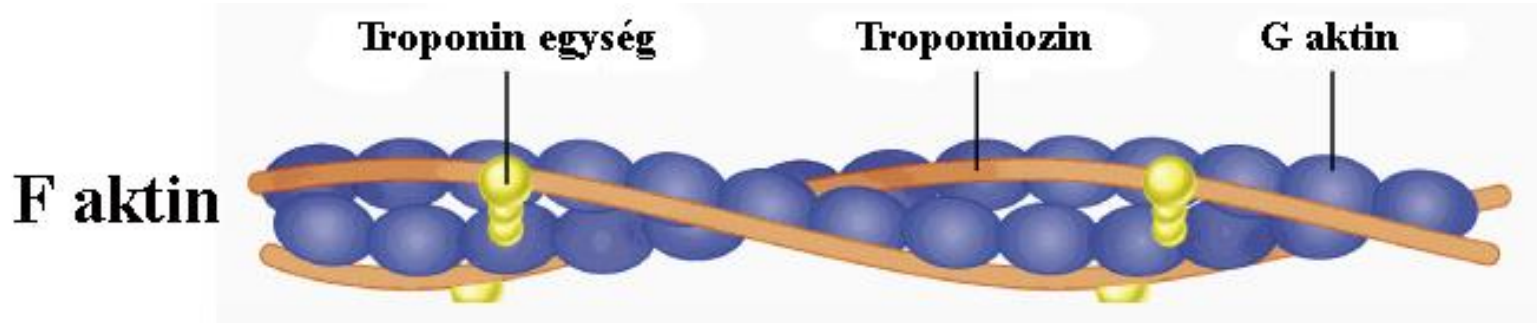
## Aktin:

### *Vékony filamentum*

Átmérő: kb. 6-8 nm , hossz: kb. 1  $\mu\text{m}$

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

Az aktin 40-50%-ot tesz ki a szarkomer nyújthatóságából



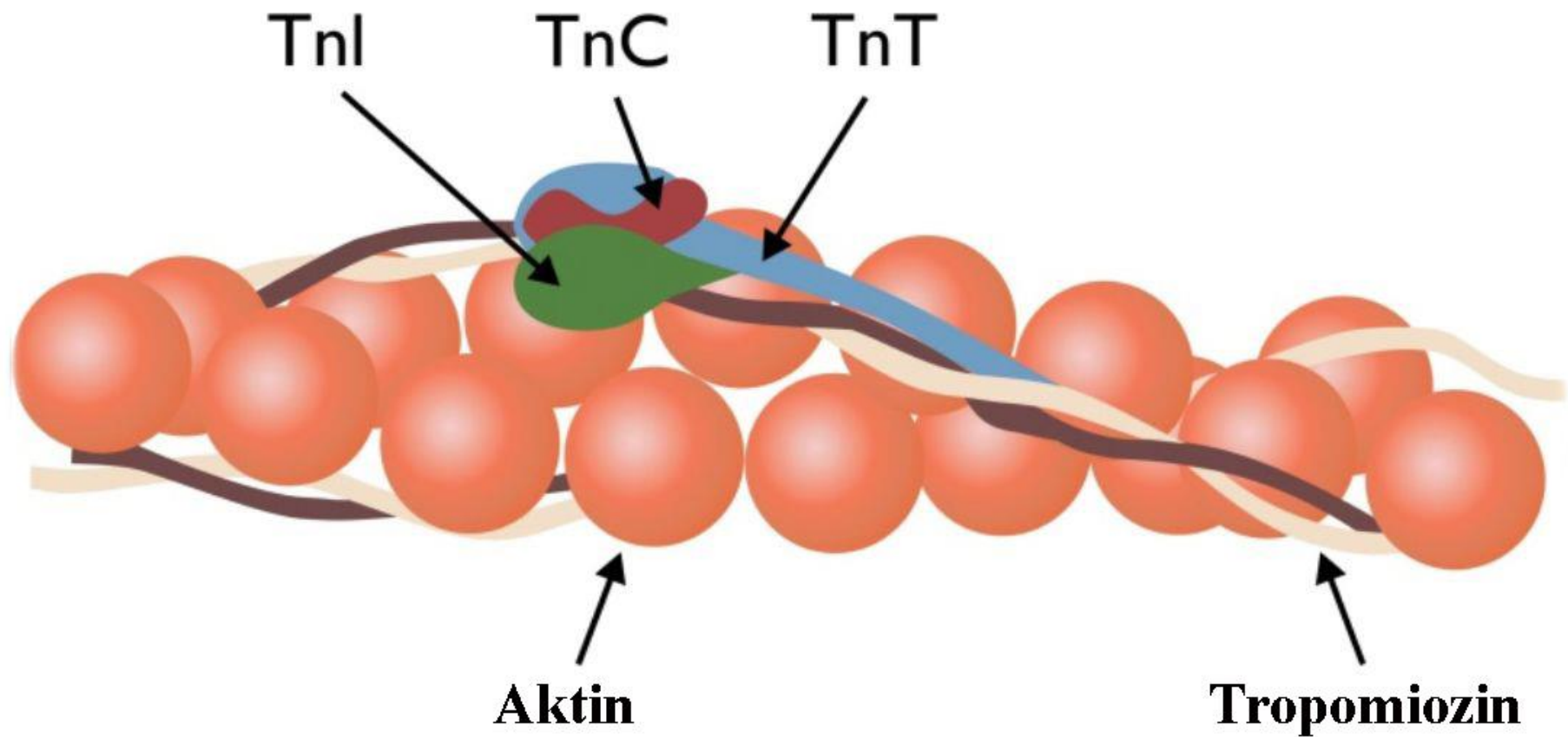
## Aktin:

- Az aktin filamentum (**F-aktin**) globuláris monomerekként szintetizálódó egységekből (**G-aktin**) polimerizálódik.
- A monomerek két sorban helyezkednek el, egymásba csavarodva kettős hélix-szerű szerkezetet alkotnak.
- Az **F-aktin** teljes hosszában összezsavarodva és átfedésekkel ismétlődve végighúzódik egy  **$\alpha$ -helix** protein lánc (**tropomiozin**), ami két közel azonos alegységből (**A-** és **B-lánc**) tevődik össze és helyzeténél fogva meggátolja a **miozin** kapcsolódását az **aktinhoz**.
- A spirális **tropomiozin** molekulán azonos távolságokban **troponin** egységek (**troponin complex**) találhatóak, melyek a keresztív létesítéséért, vagyis a kontrakció indításáért felelősek.

A **troponin** három alegységből áll:

- **troponin T**, amely a troponint a tropomiozinhoz köti,
- **troponin I**, mely meggátolja a kontrakciót, amennyiben nincs jelen  $\text{Ca}^{2+}$ ,
- **troponin C**, amelyhez a kontrakció során a  $\text{Ca}^{2+}$  kapcsolódik.

# Troponin egység



## Miozin:

### *Vastag filamentum*

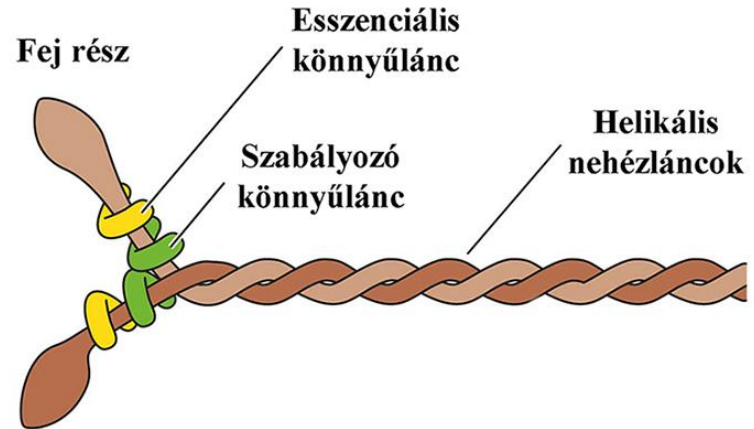
Átmérő: kb. 15 nm, hossz: kb. 1,5  $\mu\text{m}$

Fő alkotói a *myosin filamentumok* kötegei

A miozin farki része pedig akár 2,5-szeresére nyúlhat az eredeti hosszához képest

Szerkezetileg 4 láncból áll

- **2 nehéz lánc** nagyjából egymás körül csavarodott farkat és egy-egy globuláris fejet alkot
- **2 könnyű lánc** - a nyaki régió a fej és a fark között szöveget alkot (mozgékony)





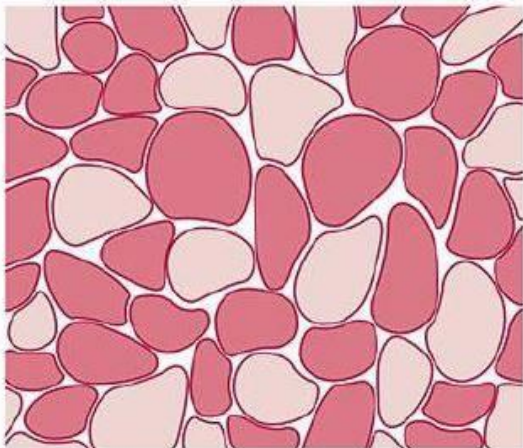
## Miozin:

- A miozin molekula kettős **helikális** (*csavarvonal*) szerkezetű, két nehéz és négy könnyű fehérjeláncból áll.
- A **nehéz lánc** az egész miozin molekulán végighúzódik, tulajdonképpen a teljes farki és feji részt ez alkotja.
- A **könnyű láncok** a miozinefej nyaki részén találhatók. Az itt található törés mentén az egész molekula hajlékonyává válik. Ez a hajlékonyság szükséges ahhoz, hogy a miozinefejek az aktinhoz közelítsenek a keresztidák kialakításáért, melynek következtében a két molekula elcsúszik egymáson, létrehozva az izom rövidülését.
- Több miozin molekula egymásra csavarodva alkotja a **miozin filamentumot**.
- A miozinefejek térbeli elrendeződése (egy miozint hat aktin vesz körül) lehetővé teszi, hogy minél több keresztid létesülhessen az aktin és miozin között, jelentősen **növelve** a teljes izom erő kifejtési kapacitását.

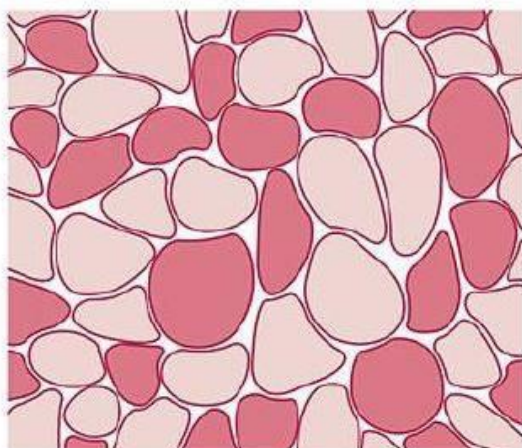
## Miozin filamentum



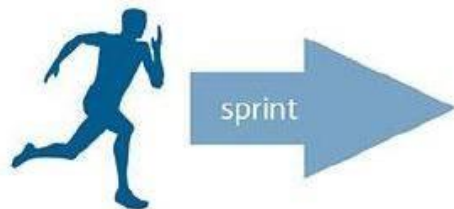
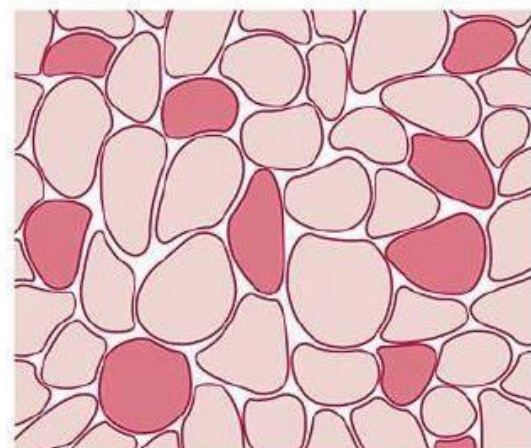
<i>rosttípus</i>	<i>Lassú-aerob</i>	<i>Gyors-aerob</i>	<i>Gyors-anaerob</i>
<i>alternatív név</i>	<i>Vörös-lassú</i>	<i>Vörös-gyors</i>	<i>Fehér</i>
glikogénmennyiség	kicsi	közepes	nagy
mitokondriumszám	nagy	közepes	kicsi
mioglobinmennyiség	nagy	közepes	kicsi
oxidatív kapacitás	nagy	közepes-nagy	kicsi
glikolitikus kapacitás	kicsi	közepes-nagy	nagy
kapillarizáltság	nagy	közepes	kicsi
<b>energianyerés</b>	<b>inkább aerob</b>	<b>inkább aerob</b>	<b>inkább anaerob</b>
<b>összehúzóási sebesség</b>	<b>kicsi</b>	<b>nagy</b>	<b>nagy</b>
<b>fáradási jelleg</b>	<b>ellenálló</b>	<b>ellenálló</b>	<b>fáradékony</b>
<b>erőkifejtés</b>	<b>kicsi</b>	<b>közepes</b>	<b>nagy</b>



Állóképességi atléták: Magas vörös rost arány



Táncosok, középtávfutók, labdajátékosok: kiegyensúlyozott arány



Erősportolók, rövidtávfutók: Viszonylag magas fehér-rost arány



**KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!**

EGER 1774



ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM