

IZOMBIOFIZIKA

Hirdetés D.R. Wilkie professzor előadására a londoni Villamosmérnöki Intézetben. A téma: izom.

Kapható: LINEÁRIS MOTOR. Kitartó és megbízható. A kivitelezés hosszantartó és világméretű próbaüzem során optimalizálódott. Minden típus gazdaságos, üzemanyagcella típusú energiaátalakítót használ, mely a ren delkezésre álló üzemanyagok széles skálájával működtethető. Alacsony készenléti teljesítmény, azonban kapcsolás után milliszekundumok alatt akár 1 kW/kg csúcsteljesítmény elérésére képes. A moduláris konstrukció és a rendelkezésre álló számos alegység különleges, gyakran megoldhatatlannak látszó mechanikai igények kivitelezését teszi lehetővé.

Választható két különböző szabályzó rendszerrel:

1. Külső kapcsolású üzem mód. Sokoldalú, általános célú egységek. Digitálisan kontrollált pJ impulzusok. Az alacsony beviteli energia ellenére nagyon magas jel/zaj viszony. Erősítés cca 10^6 . Mechanikai paraméterek (1 cm-es modulok esetében): maximális sebesség 0,1 - 100 mm/s között tetszés szerint állítható. Kifejtett mechanikai feszültség: $2 - 5 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-2}$.

2. Autonóm üzem mód beépített oszcillátorokkal. Különösen alkalmas pumpálási funkciókra. Különböző frekvenciájú és mechanikai impedanciájú modulok állnak rendelkezésre az alábbi, célirányos felhasználásokra:

- a. Szilárd anyagok és sűrű szuszpenziók (0,01 - 1,0 Hz).
- b. Folyadékok (0,5 - 5 Hz): élettartam $2,6 \times 10^9$ ciklus (típusos), $3,6 \times 10^9$ (maximális), a frekvenciától függetlenül.
- c. Gázok (50 - 1000 Hz).

Számos különböző, opcionális extra áll rendelkezésre, pl. beépített szervó (hosszúság- illetve sebesség-visszacsatolás) finom kontrol igénye esetén. Oxigén direkt pumpálása. Hőgenerálás. Stb, stb.

Ehető. Finom!

(Forrás: Lehninger, A.L., Biochemistry 2nd ed. Worth Publishers, New York, 1975.)

Izom

Mozgásra, mozgatásra
specializálódott sejt illetve szövet.

Csak húzni képes, tolni nem (...).

Izomkutatás: Hungarikum



Szent-Györgyi Albert



Straub F. Brunó



Gergely János

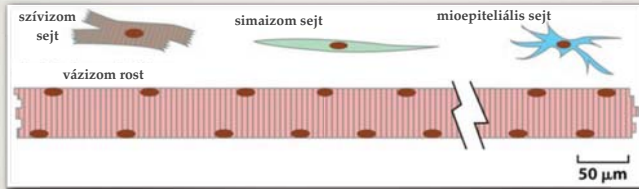


Szent-Györgyi András

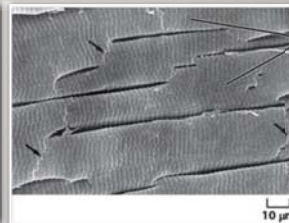
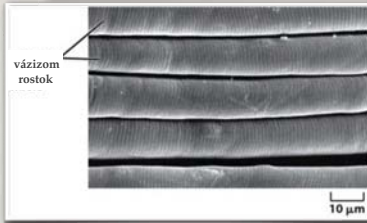


Bárány Katalin és Mihály

Izomtípusok

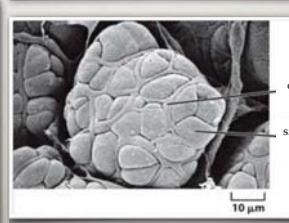
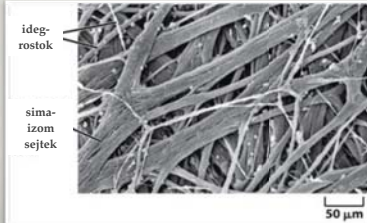


Több cm hosszú, ~100 µm vastag, multinukleáris (syncitium).



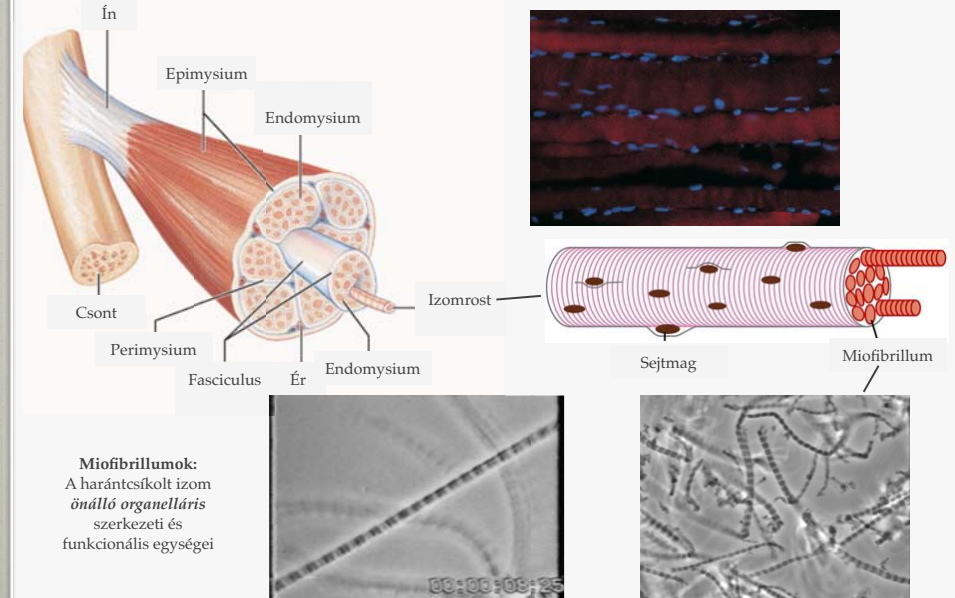
Szívben, mononukleáris sejt. Funkcionális syncitium. Autonom működés.

Zsigerekben, mononukleáris, orsó alakú sejt.



Epitélialis sejt, szöveti kontrakcióért felelős (iris, mirigexcretio).

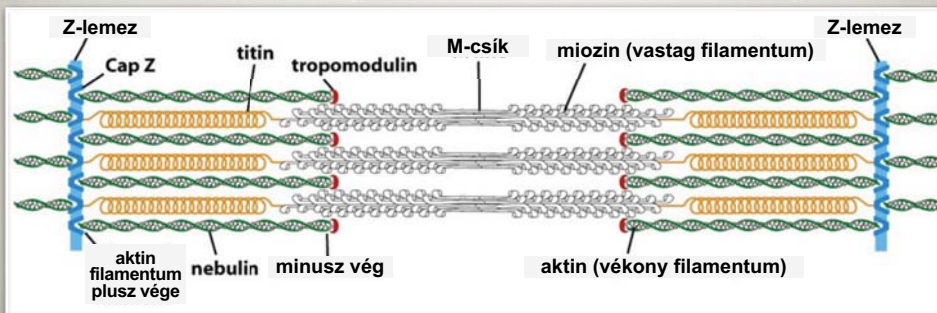
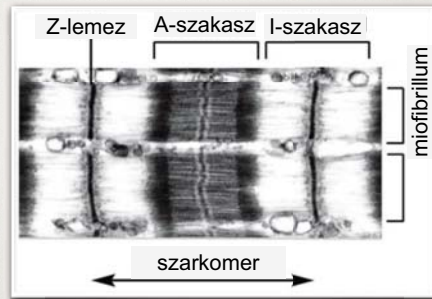
Vázizom



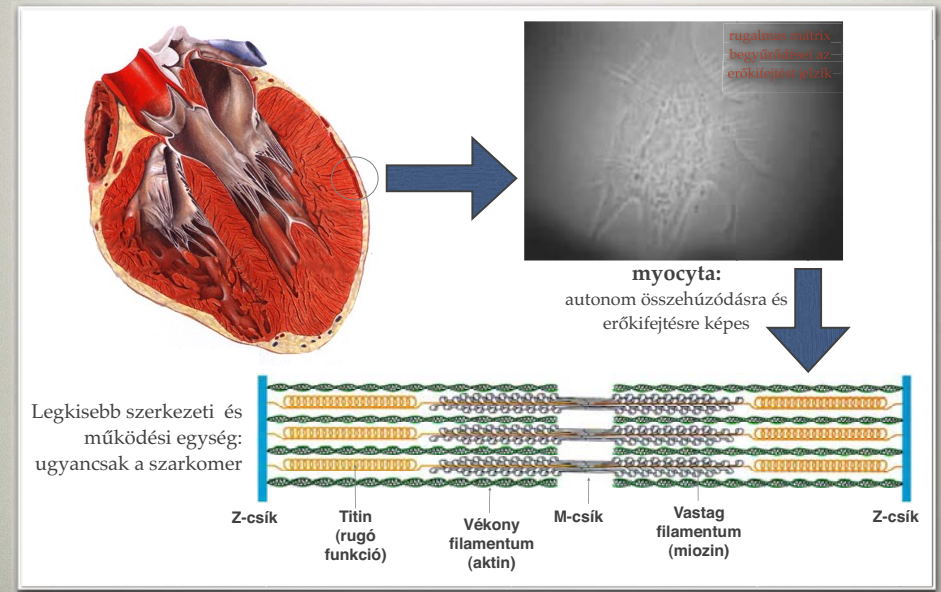
Miofibrillumok:
A harántcsíkolt izom önálló organeláris szerkezeti és funkcionális egységei

A szarkomer

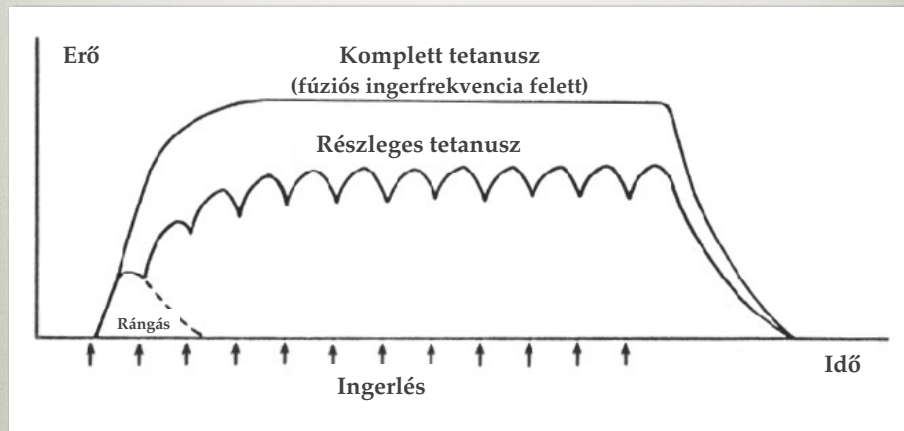
sarcos: hús (Gr)
mera: egység
a harántcsíkolt izom legkisebb szerkezeti és funkcionális egysége



A szívizom

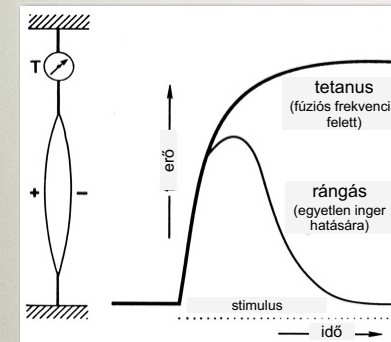


Az Izomműködés alapjelenségei I.

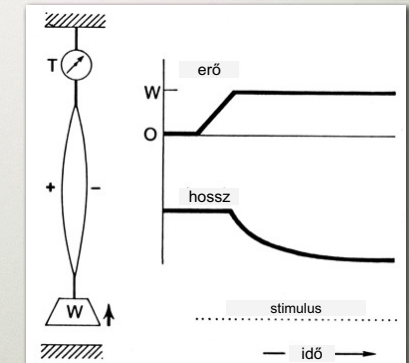


Az Izomműködés alapjelenségei II.

1. Izometriás kontrakció



2. Izotóniás kontrakció



A kettő keveréke: auxotóniás kontrakció (rövidülés és erő kifejtés egyszerre)

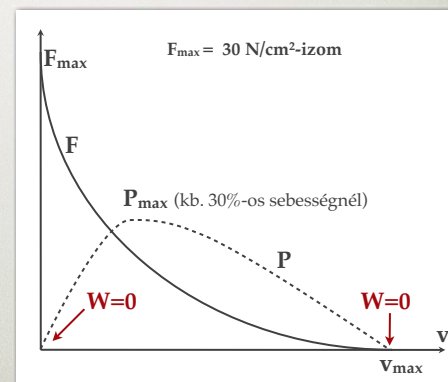
Az Izomműködés alapjelenségei III.

1. Munka, Teljesítmény

$$W = Fs$$

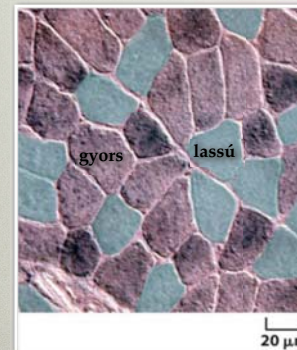
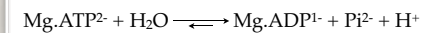
$$P = Fs/t = Fv$$

2. Erő-sebesség összefüggés



Az izom energetikája I.

Energia forrása:



I-es típusú rostok

- * sok mitokondrium
- * ATP képzés sejtlegzéssel
- * lassú fáradás
- * mioglobinban gazdag: "vörös izom"
- * kis átmérőjű, lassú idegrostok aktiválják
- * lassú izomrost
- * testtartó izmokban dominálnak

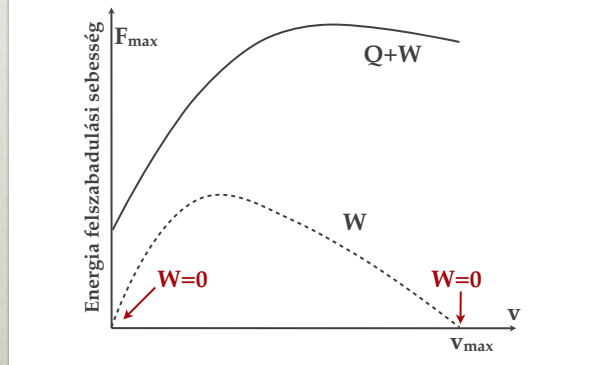
II-es típusú rostok

- * kevés mitokondrium
- * glikogénben gazdag
- * ATP képzés glikolízissal
- * gyors fáradás a felszaporodó laktát miatt
- * mioglobinban szegény: "fehér izom"
- * nagy átmérőjű, gyors neuronok aktiválják
- * gyors izomrost
- * gyors működésű izmokban dominálnak

Az izom energetikája II.

A Fenn-féle effektus

A hőfelszabadulás gyorsul a kontrakció sebességének növekedésével



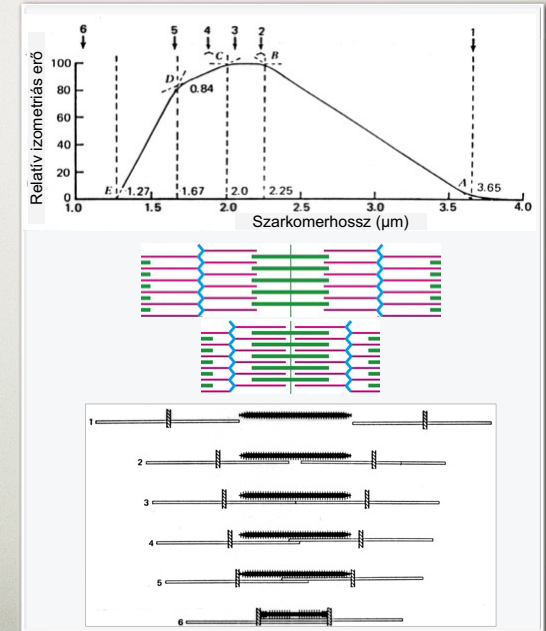
Az izomösszehúzódnás mechanizmusai

Fenomenológiai mechanizmus:

A csúszó filamentum modell

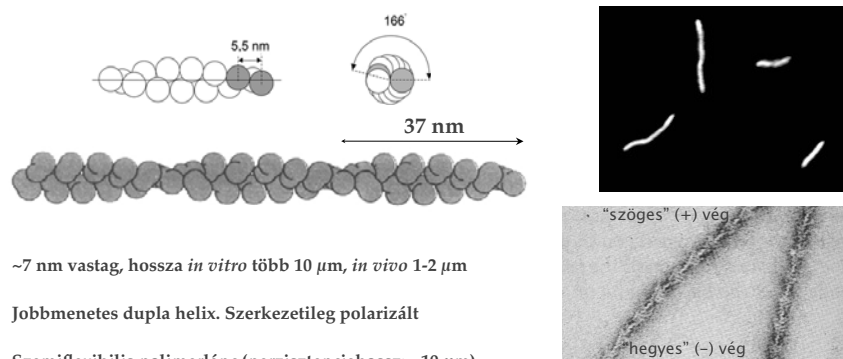


Andrew F. Huxley, Jean Hanson, Hugh E. Huxley



Az izomösszehúzódnás molekuláris mechanizmusai ciklikus, ATP-függő aktin-miozin kölcsönhatás

Az aktin filamentum



~7 nm vastag, hossza *in vitro* több 10 μm, *in vivo* 1-2 μm

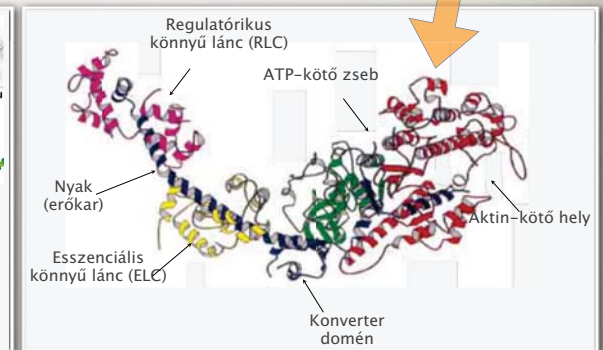
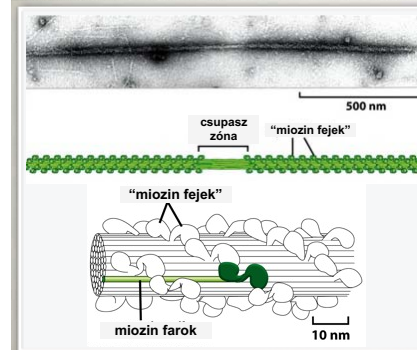
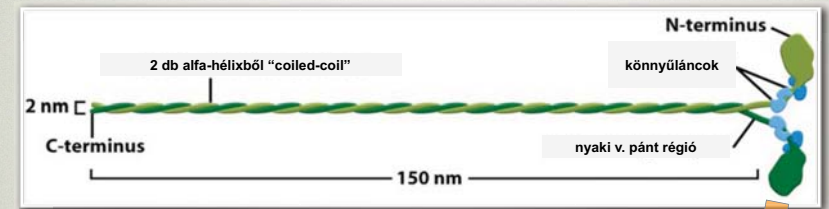
Jobbmenetes dupla helix. Szerkezetileg polarizált

Szemiflexibilis polimerlánc (perzisztenciahossz: ~10 μm)

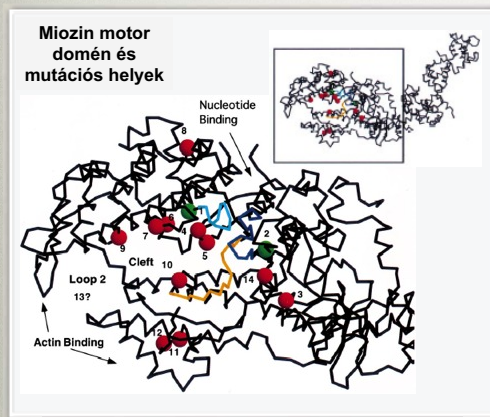
Szakítószilárdság: kb. 120 pN (N.B.: izometriás körülmények között akár 150 pN erő is hathat a filamentumra)

Aktin filamentumok száma az izomban: $2 \times 10^{11}/\text{cm}^2$ -izomkeresztmetszet

A miozin II

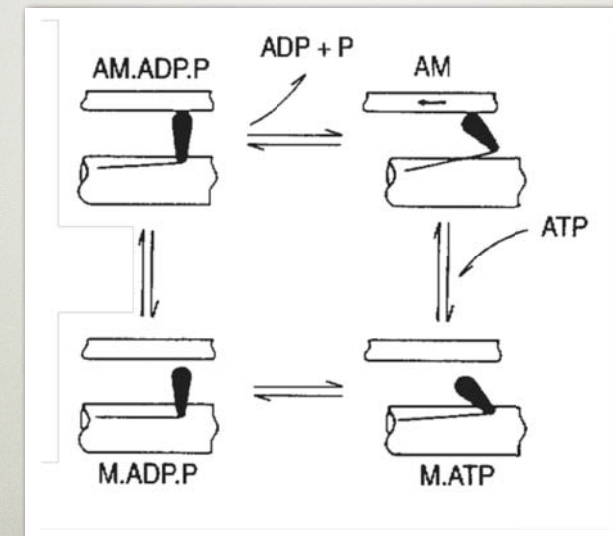


Miozin mutáció – patológia



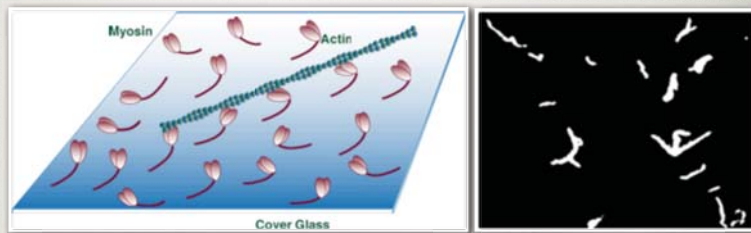
Arg403Gln mutáció: hipertrofiás kardiomiopátia

A miozin “cross-bridge” ciklus



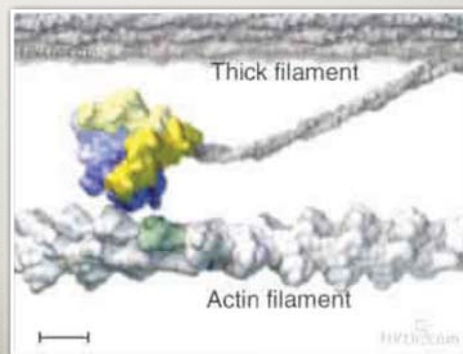
Az izomműködés modelljei

Kísérleti modell:
“in vitro motilitási próba”

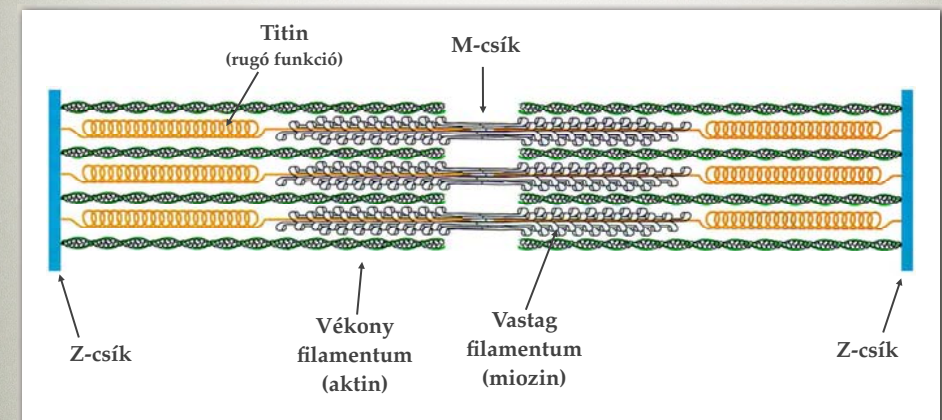


Szerkezeti-funkcionális modell

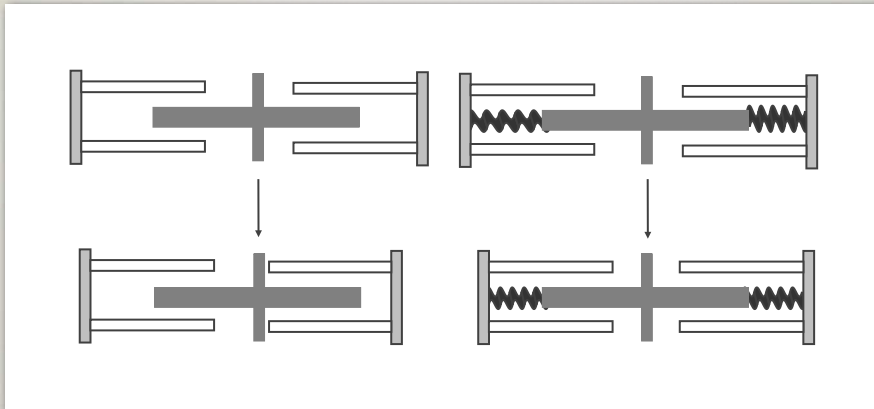
Lépéstávolság: 5,5 nm
(szomszédos aktin alegységek közötti távolság)



A harántcsíkolt izom rugalmassága

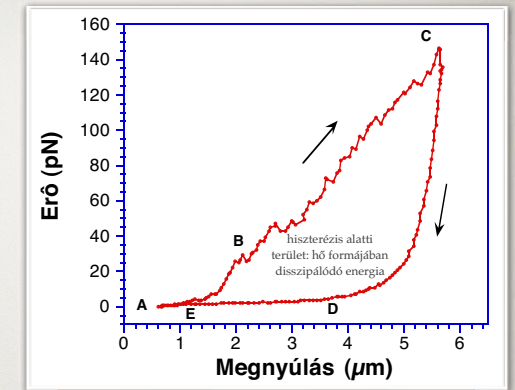


A titin szerepe a szarkomerben: A-szakasz aszimmetria limitálása

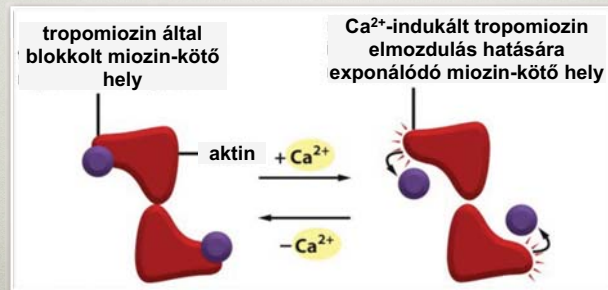
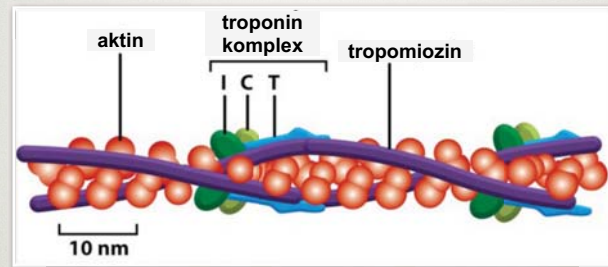


A titinmolekula mechanikai tulajdonságai

Szabályozható rugó és lengéscsillapító
(viszkoelasztikus elem)



Kontrakciósabályozás a harántcsíkolt izomban



Excitáció-kontrakció csatolás

