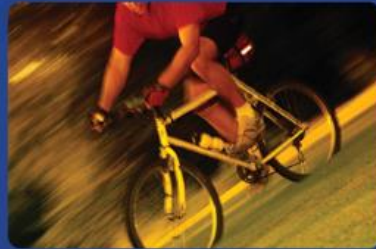


Prof. dr Duško Bjelica, Prof. dr Franja Fratrić

SPORTSKI TRENING

teorija, metodika i dijagnostika



Dr Duško Bjelica

SPORTSKI TRENING



Podgorica 2006.

UNIVERZITET CRNE GORE
BIBLIOTEKA IŠT. MEDICINSKIH NAUKA

DUŠKO BJELICA

TEORIJA SPORTSKOG TRENINGA



Prof.dr Duško Bjelica
Dr Bojan Mašanović

FIZIOLOŠKI OSNOVI SPORTSKOG TRENINGA

Sportska disciplina ostvaruje se u četiri faze:

- × **obučavanje** tehnike,
- × **usvajanje** tehnike,
- × teorijsko i praktično **savladavanja taktike**
- × **trening**

Sportski trening ima dominantno mjesto.

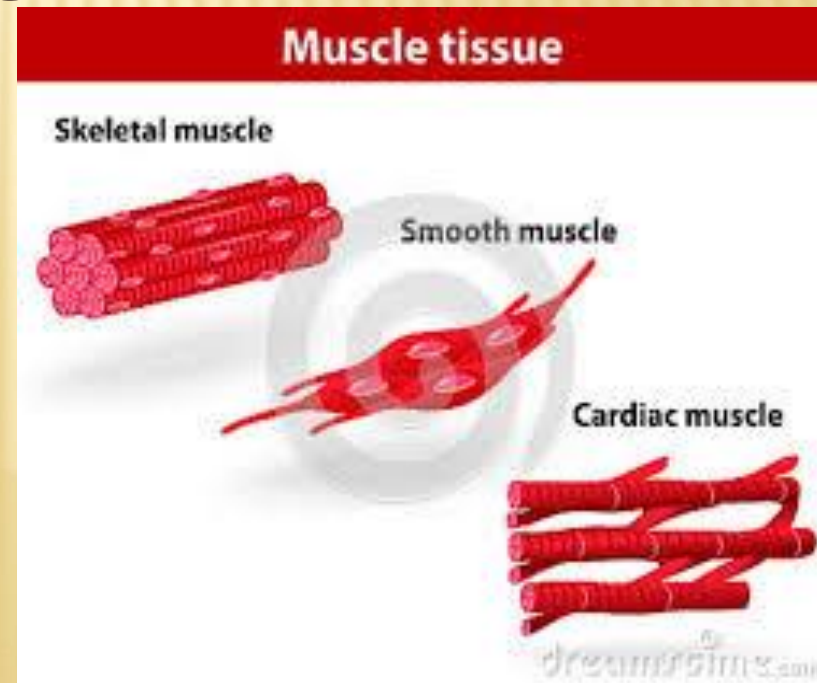
-
- ✘ **U fazi treninga fiziologija** ima **najznačajniji** udio.

 - ✘ **Procesi** koji se u toku treninga odigravaju u:
 - + **CNS-u**
 - + u mišićnim **kontrakcijama**
 - + u **kardiorespiraciji**
 - + u **digestivnom** traktu
 - + u funkciji **žljezda** sa unutrašnjom sekrecijom
 - + **Izučavaju se u oblasti fiziologije.**

TEORIJA MIŠIĆNE KONTRAKCIJE

Tri vrste mišića:

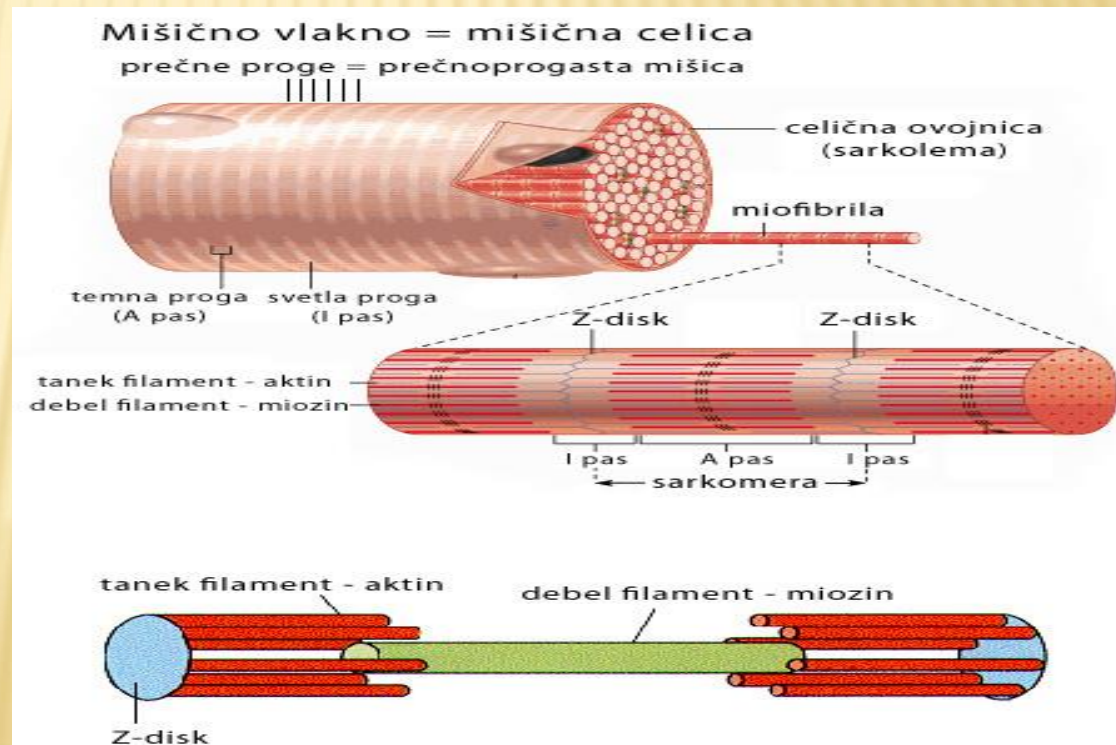
- × **poprečno-prugasti** (aparatus za kretanje),
- × poprečno-prugasti (**srčani mišić**)
- × **glatki** mišići (mišići digestivnog trakta)



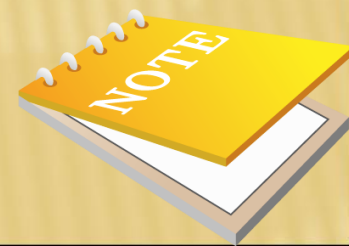
Volji sportiste podliježu mišići u sastavu aparata za kretanje

- ✘ To je **muskulatura** koja ima **najznačajniju funkciju** u sportskom treningu,
- ✘ **zbog toga** izučavamo suštine mišićne kontrakcije.

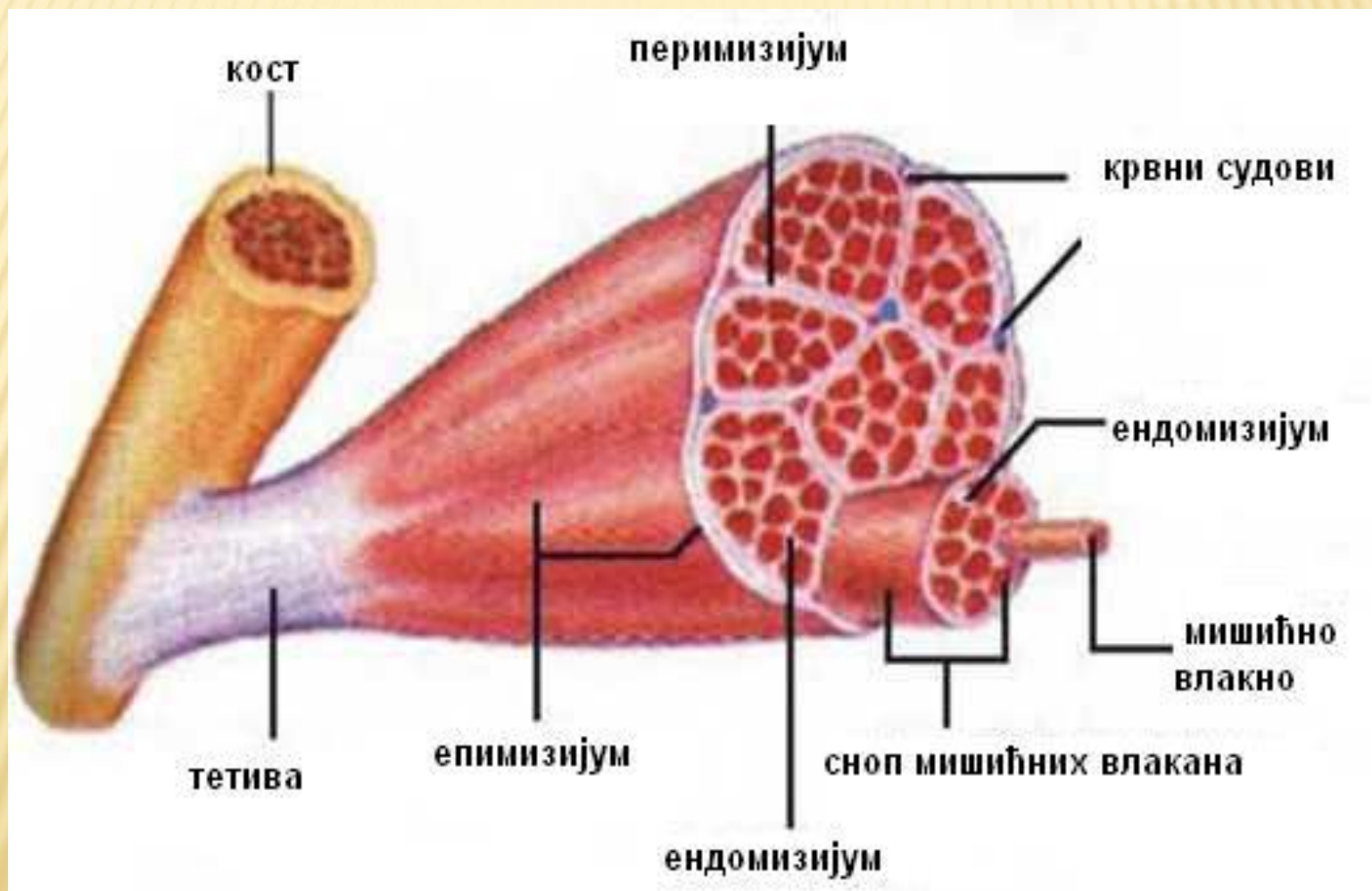
- ✘ Mišićno vlakno - **osnovni element strukture** skeletnog mišića je
- ✘ **Prečnik** zavisi od funkcionalnih osobina mišića (do 0,1 mm)
- ✘ **Dužina** vlakana je srazmjerna dužini samog mišića (nekad vlakna mogu da se prostiru uzduž cijelog mišića)



-
- × **Mišićno vlakno** uređena kolonija **više mišićnih ćelija** udruženih u cilindrične formacije
 - × **Broj** mišićnih vlakana formira se od 4. do 5. mjeseca života.
 - × Na **debljinu** mišićnih vlakana može se znatno uticati sistematskim treningom.



-
- ✘ Mišićno **vlakno** obavija omotač **sarkolema**
 - ✘ Mišićna vlakna se grupisu u snopiće **fascikuluse** koje obavija sloj vezivnog tkiva **endomysium**.
 - ✘ Mišićne snopove obavija **perimysium**.
 - ✘ **Mišić** u cjelini prekriven je ovojnicom **epimysium** koja ga povezuje u jednu funkcionalnu celinu.



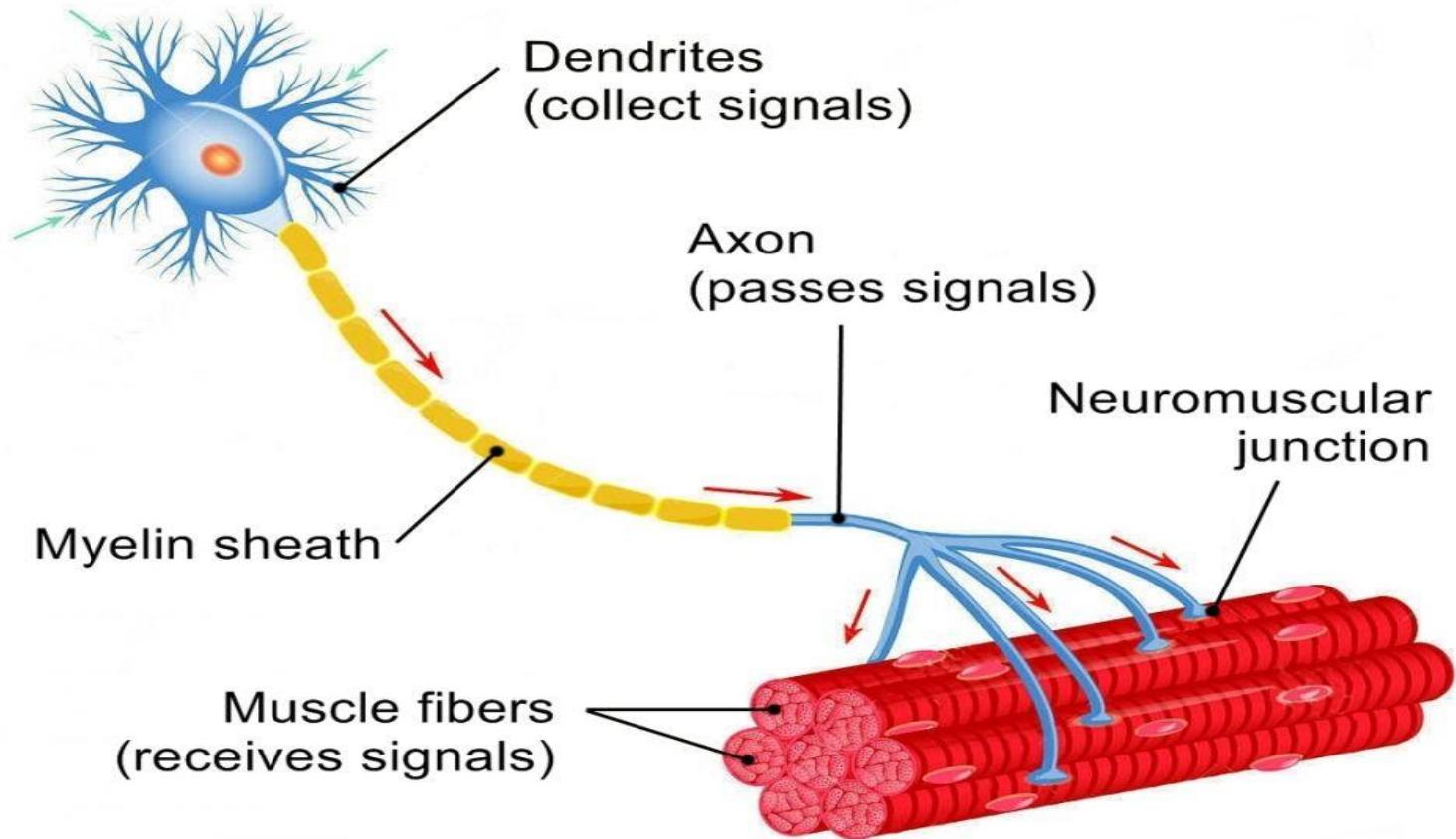
-
- ✘ Tako se **integriše** aktivnost kontraktilnih jedinica u mišiću i **povezuje** mišić sa kostima preko tetiva.
 - ✘ **Tetive** mišića su produžeci vezivnog tkiva
 - ✘ Nalaze se na krajevima mišića, vezuju se za kost i **prenose snagu mišićne kontrakcije** na **skelet**.

-
- × **CNS** upravlja svim funkcijama organizma i koordinira
 - × Nadražaj za voljno izvođenje pokreta kreće iz motornih ćelija kore velikog mozga (čeonni režanj)
 - × Silazi centralnim motornim neuronom do prednjih rogova kičmene moždine.
 - × Odatle polaze alfa i gama motorna vlakna koja vrše inervaciju mišića.

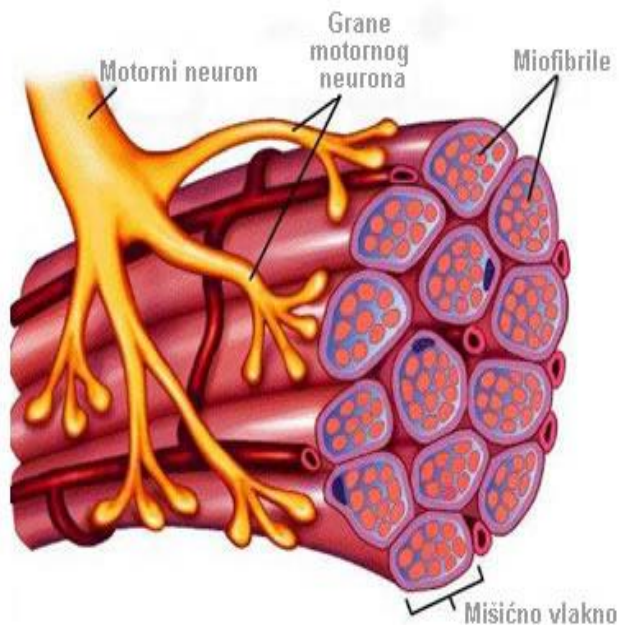
-
- × **motorna jedinica** - osnovna funkcionalna jedinica mišića
 - × **Skup mišićnih ćelija** inervisanih jednom **nervnom ćelijom**
 - × **Motoneuron** je povezan sa mišićnom ćelijom preko **aksona**

-
- ✘ svaka od **krajnjih grana aksona** završava na jednom mišićnom vlaknu obrazujući **nervno-mišićnu sinapsu**.
 - ✘ Jedno mišićno **vlakno** može da ima **nekoliko nervnih završetaka**.
 - ✘ Između njih je **prazan prostor** (presinaptična pukotina).

INERVACIJA



- ✘ Motorni nervi obrazuju na površini vlakna **žbunaste motorne završetke**
- ✘ koji ostvaruju **kontakte sa mišićnim vlaknom** preko tananih vlakana - **terminalnih grančica**.



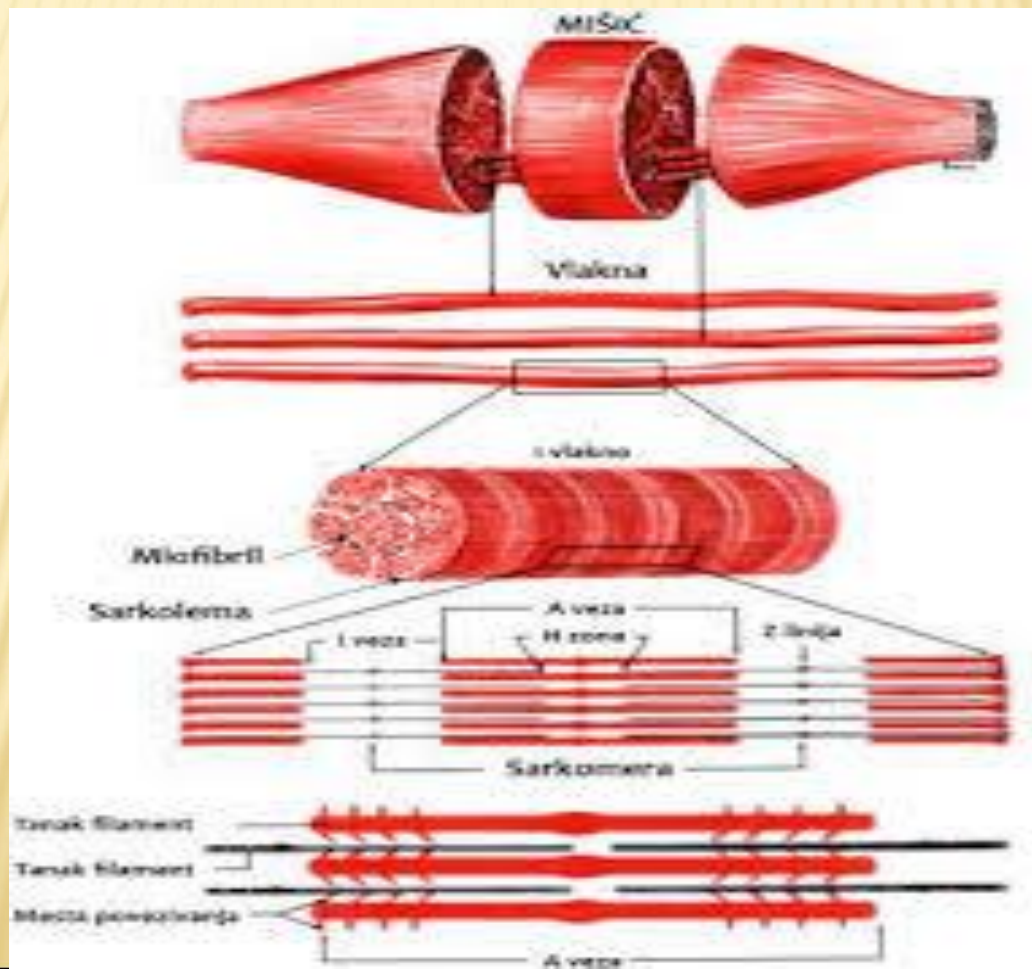
-
- × **Obim nervnih vlakana** koji dopiru do mišića je u korelaciji sa:
 - × **masom** mišićnog tkiva
 - × sa **funkcijom** mišića.

-
- ✘ U mišićima **dinamičkog tipa jedno nervno vlakno** dolazi na 1,5 mg težine mišića
 - ✘ u mišićima **statičkog tipa** na 7,5 mg
 - ✘ u mišićima **prelaznog tipa** - na 2,5 mg

-
- ✘ Ukoliko **mišić obezbjeđuje veću raznovrsnost pokreta**
 - ✘ utoliko je **značajnija količina nervnih vlakana** koja ga inervišu.

-
- × Sva mišićna vlakna imaju **dobro snabdijevanje krvlju**
 - × To je uslovljeno **uslovljeno**:
 - + **dobrom protočnošću** arterija, vena i kapilarne mreže već
 - + **postojanjem** unutar mišićnih **vaskularnih anastomoza**
 - × Što je **mišić aktivniji**, to mu je **gušća vaskularna mreža**.

✘ Mišično vlakno - elastični omotač - **sarkolema**



-
- × Unutrašnji dio sarkoleme – **plazmatična membrana**
 - × Sastoji se iz **bimolekularnog sloja lipida**
 - × S obje strane pokrivena je mononuklearnim bjelančevinskim slojem

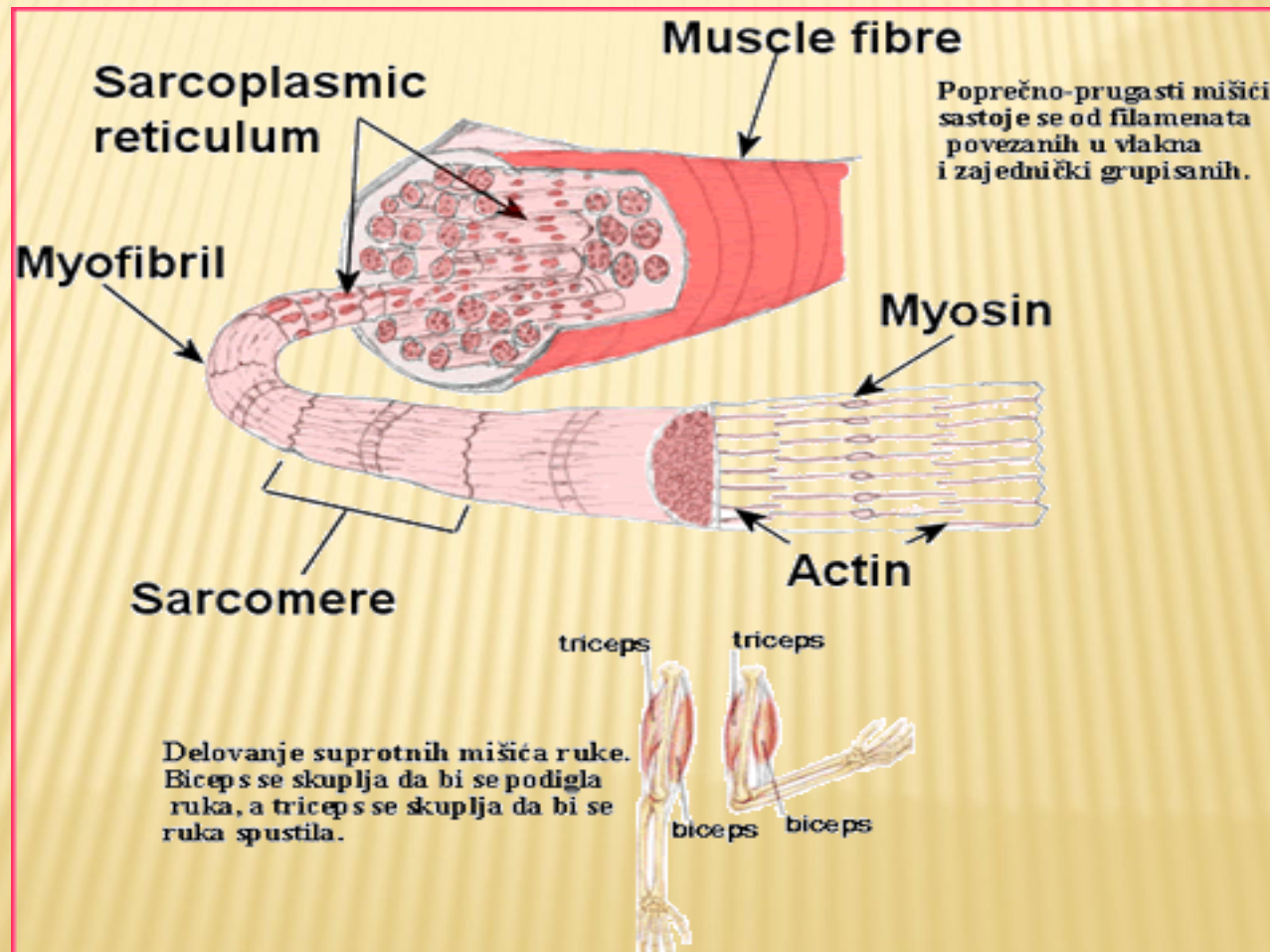
-
- × Plazmatska membrana **odvaja ćeliju od sredine** koja je okružuje
 - × I **reguliše razmjenu** materija

-
- × Za neke materije membrana je nepropustljiva
 - × za druge je propustljiva u oba smjera
 - × za treće propustljiva je samo u jednom smjeru
-
- × Propustljivost mijenja se u zavisnosti od funkcionalnog stanja mišićnog vlakna
 - × za različite materije u različitoj mjeri

-
- × Membrana ima funkciju **izolacije** dvaju jonskih bazena
 - × ima električno punjenje
 - × Koje **stvora** između spoljašnje i unutrašnje površine **razliku potencijala.**

-
- × Veličina potencijala zavisi od stepena **razlike koncentracija jona kalijuma** između **unutraćelijskog i vanćelijskog** prostora
 - × u **unutrašnjosti** vlakna koncentracija jona kalijuma **veća** je za 20-40 puta izvan njega.

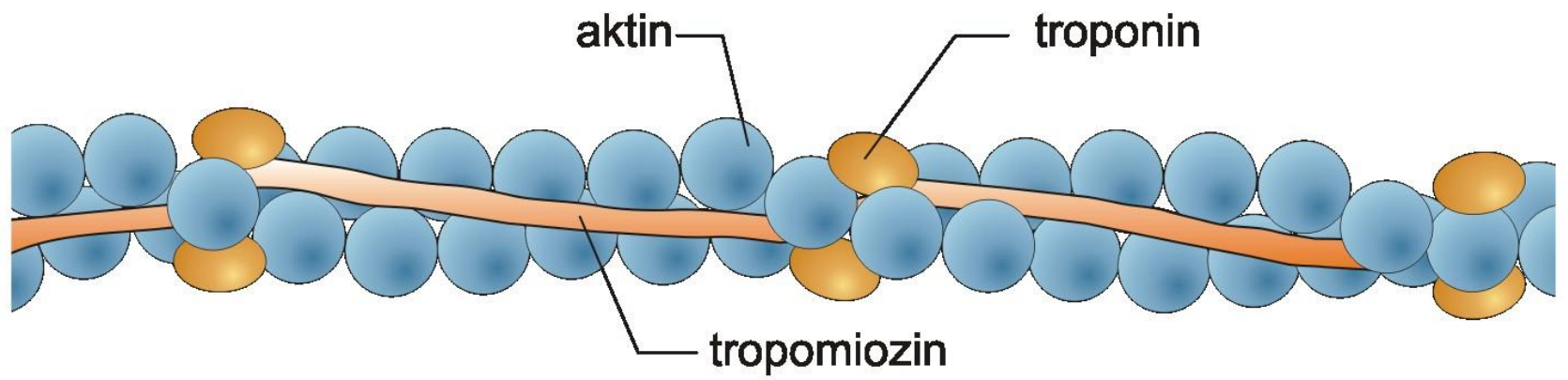
- ✘ **Promjena membranskog potencijala** igra **važnu ulogu u** ostvarivanju - **kontrakcije**.



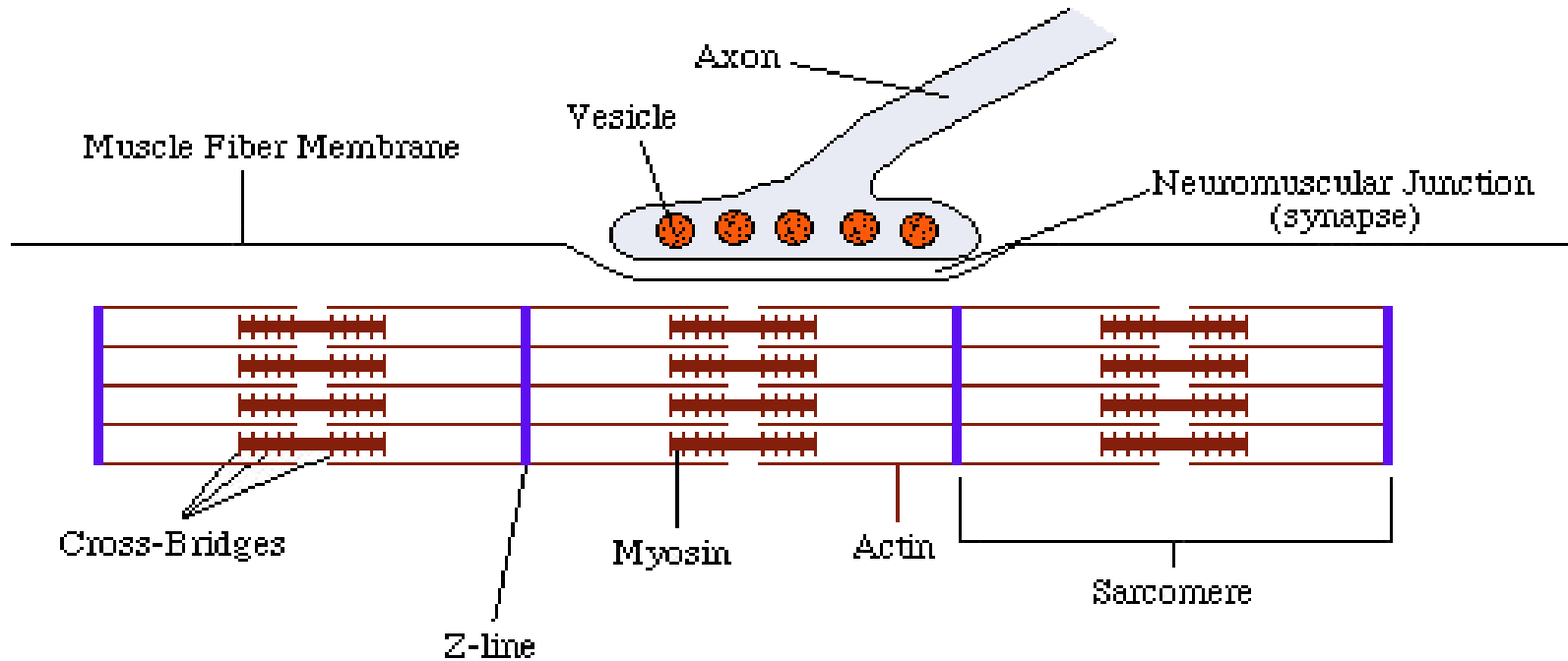
RAZDRAŽENJE

× Mehanizam razdraženja:

- + **Impuls** stiže nervnim završetkom
- + **Mehurići** (vezicula) izlivaju **acetil-holinom** (prenosilac impulsa)
- + **Acetil-holin** dospeva na sarkolemu (spolja +, unutra-, napom 80milivolti)
- + Joni Na i K otpuštaju elektrone pa pada **napon**
- + Dolazi do **depolarizacije** i stvara se akcioni potencijal
- + On se **T cjevčicama** prenosi do **sarkoplazmatičnog retikuluma**
- + Sarkoplazmatični retikulum ispušta **kalcijum** iz cisterne
- + Ca **deblokira** aktinske niti
- + kuplovanje



NEURON | MOTORNA JEDINICA



SARKOPLAZMA

- × U unutrašnjosti mišićnog vlakna
- × ispod sarkoleme
- × nalazi se **sarkoplazma**
- × tečan **bjelančevinski** koloidni **rastvor**
- × koji okružuje kontrakcione elemente mišićnog vlakna - **miofibrile** i njegove **organoide**.

-
- + **Jedro** (više jedara priljubljenih uz sarkolemu)
 - + **sarkoplazma**
 - + **Organele** (najvažnije **mitohondrije**)
 - + **Sarkoplazmatični retikulum**

-
- ✘ odlikuje se **ljepljivošću** i stoga **usporava kontrakciju** i opuštanje vlakana.
 - ✘ Unutrašnje trenje mišića - **viskoznost**

✘ Bjelančevine sarkoplazme:

- + Enzimi glukoze
- + Kreatinkinaza
- + Miokinaza
- + Adenildezaminaza

Sarkoplazmatska bjelančevina **mioglobin**

- ✘ **srodan** po strukturi **hemoglobinu** krvi.
- ✘ je **izvor rezerve kiseonika** iz krvi **unutar mišićnog vlakna**
- ✘ **obezbjeđuje oksidacione procese** koji se vrše **u mišiću**

-
- ✘ Sarkoplazma sadrži **mioalbumin**
 - ✘ On je **rezervna bjelančevinu** mišića

 - ✘ Naročit značaj imaju **mitohondrijalne bjelančevine**
 - ✘ koje se odlikuju aktivnošću enzima **aerobno biološke oksidacije**

✘ U sarkoplazmi se nalaze i **nebjelančevinski** sadržaji:

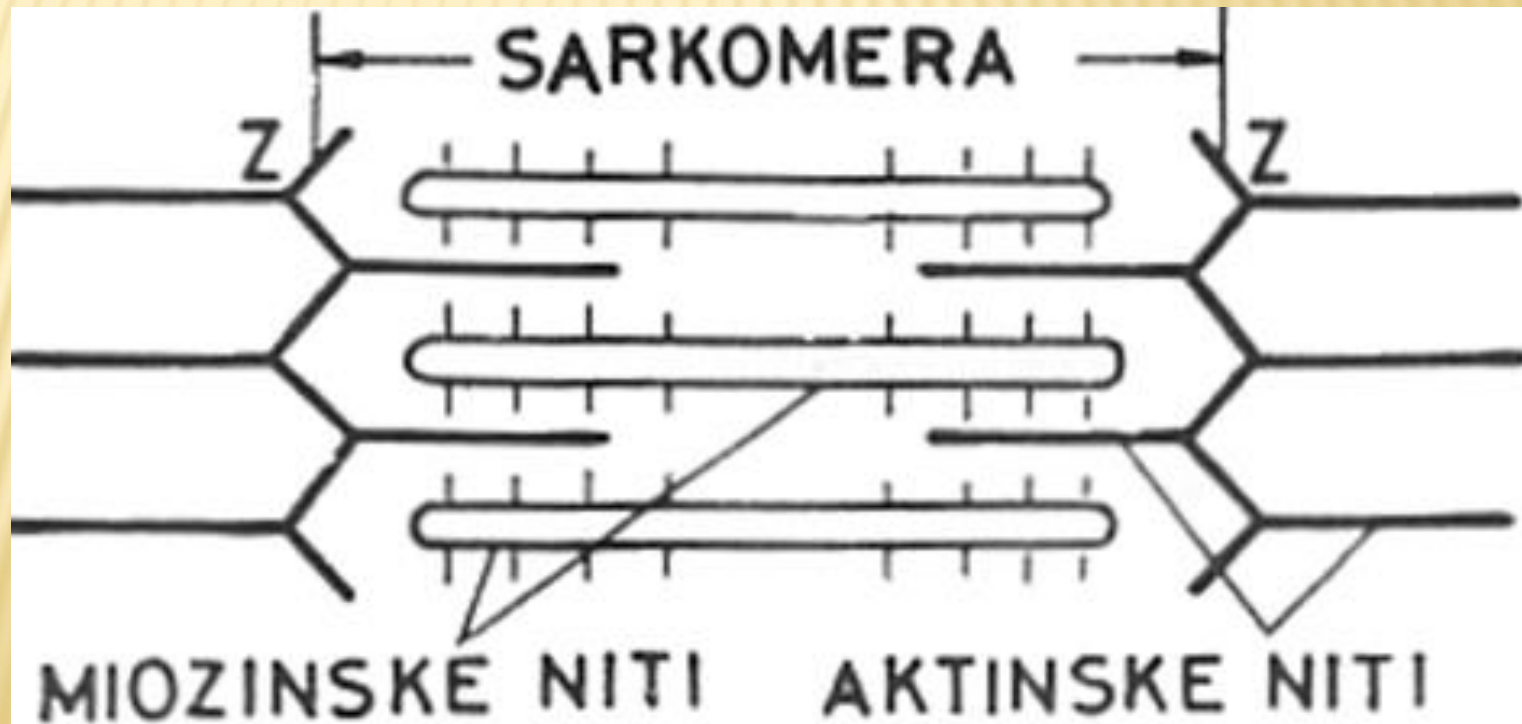
+ grudvice **glikogena**

+ kapljice **masti**

✘ **Miofibrilarne** bjelančevine:

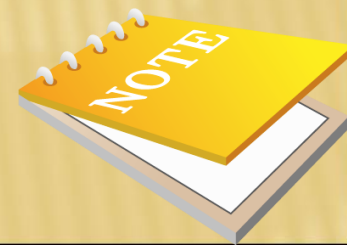
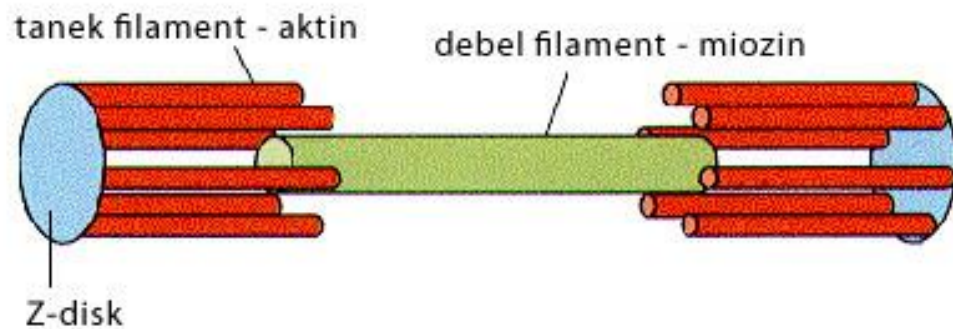
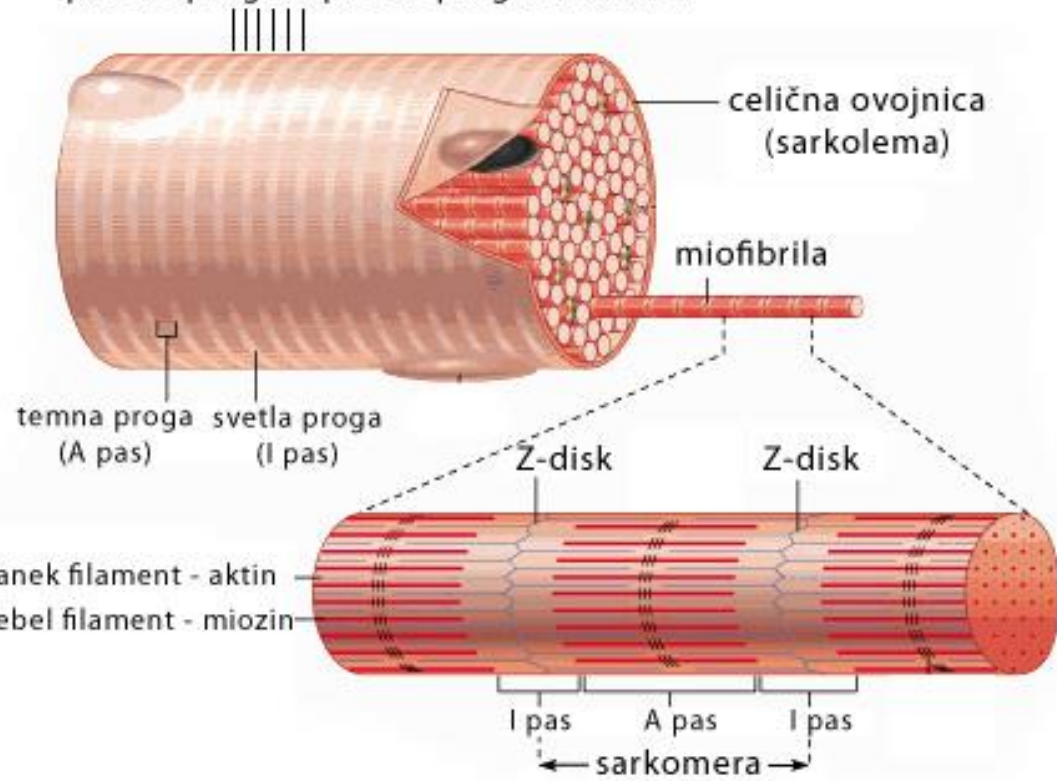
+ Miozin

+ Aktin

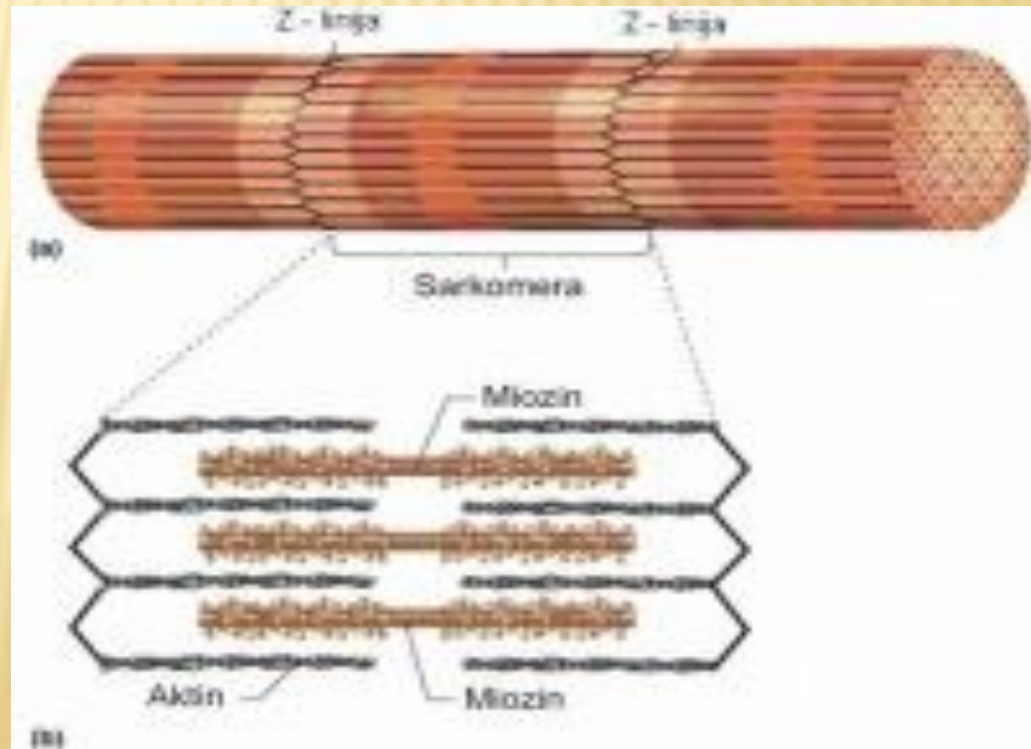


Mišično vlakno = mišična celica

prečne proge = prečnoproგasta mišica



- ✘ **Miozin** - osnovna kontraktilna miofibrila
- ✘ sastoji od dvije individualne bjelančevine:
- ✘ teškog **H**
- ✘ lakog **L** - meromiozina
- ✘ Miozin se odlikuje **adenozin trifosfatnom aktivnošću**



-
- × Druga najvažnija miofibrila - **aktin**
 - × Poznata su dva njegova oblika:
 - × globularni **A-aktin**
 - × fibrilarni **F-aktin** (produkt polimerizacije prvog)
 - × Pri mišićnoj kontrakciji **F-aktin se sjedinjuje sa miozinom**, obrazujući nov bjelančevinski kompleks, **aktomiozin**.

-
- × U mišićnom **vlaknu** se nalaze **nebjelančevinske materije** koje sadrže azot
 - × To su **makroenergična jedinjenja:**
 - × adenzin trifosfat(ATP)
 - × adenzin difosfat (ADP)
 - × kreatinfosfat

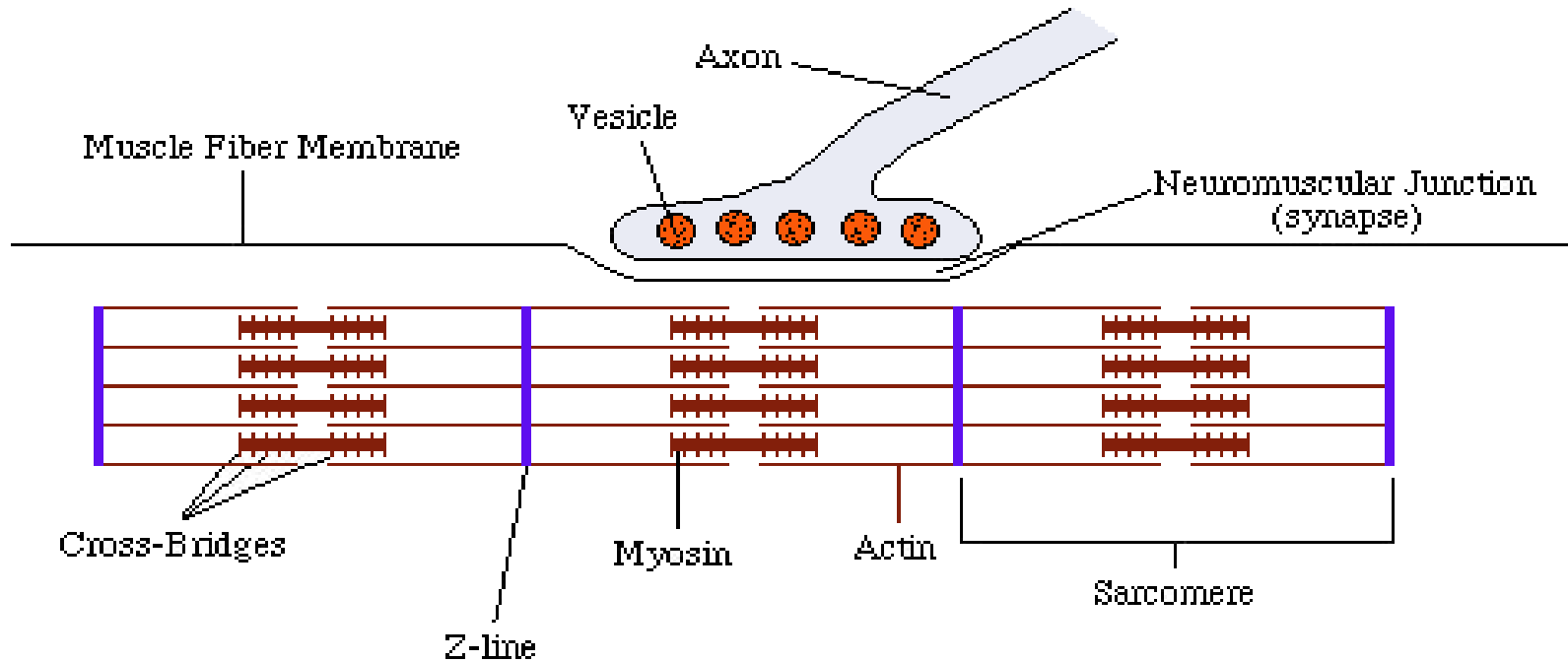
-
- ✘ Važan element **sarkoplazmatični retikulum**
 - ✘ Ona se **sastoji** od uzdužnih i poprečnih membrana i **cjevčica**.

 - ✘ Membrane formirane od bjelančevinskih i lipoidnih molekula, mogu biti dvoslojne i jednoslojne.

-
- ✘ **Periferni krajevi** cjevčica dodiruju sarkolemu i otvaraju se u spoljnu sredinu.
 - ✘ Unutar vlakna one **idu u poprečnom pravcu** na nivou diskova miofibrila i **obrazuju mrežasti sistem kanalčića i cisterni**.
 - ✘ **Kroz cjevčice** mogućna je direktna **razmjena materija** sa sredinom koja okružuje vlakno.

-
- ✘ Ovaj proces je **povezan sa depolarizacijom** plazmatične membrane
 - ✘ Sarkoplazmatična mreža radi kao «**kalcijumova pumpa**», koja **skuplja jone poslije** njima izazvanog efekta - aktivacije adenozin trifosfataze.

NEURON I MOTORNA JEDINICA



MEHANIZAM MIŠIĆNE KONTRAKCIJE

✘ Mehanizam kontrakcije:

- + Ca se **vezuje za tropin** i eliminiše njegov inhibitorski uticaj
- + Aktinske niti **ostvaruju kontakt** sa poprečnim mostićima miozina
- + **Poprečni mostići** se kao **vesla** pomijeraju u intrafilamentarnom prostoru
- + **Ciklus se ponavlja sve dok ima jona Ca** ili dok brzina resinteze **ATP** ne padne i dođe do deficita energije
- + **Eliminisanjem jona Ca oslobađa se tropin** koji **ponovo blokira aktin**
- + Sarkoplazmatični retikulum **kalcijumovom pumpom vraća Ca** u cisternu
- + **Holinesteraza**

-
- ✘ U sarkoplazmi se nalaze **mitohondrije**
 - ✘ predstavljaju **osnovno mjesto generisanja energije u mišićnom vlaknu**
 - ✘ Mjesto akumuliranja u makroenergičnim vezama adenozin trifosfata.
 - ✘ **Smještene** su oko kontrakcionih dijelova miofibrila
 - ✘ **gdje je potreba adenozin trifosfata najveća**

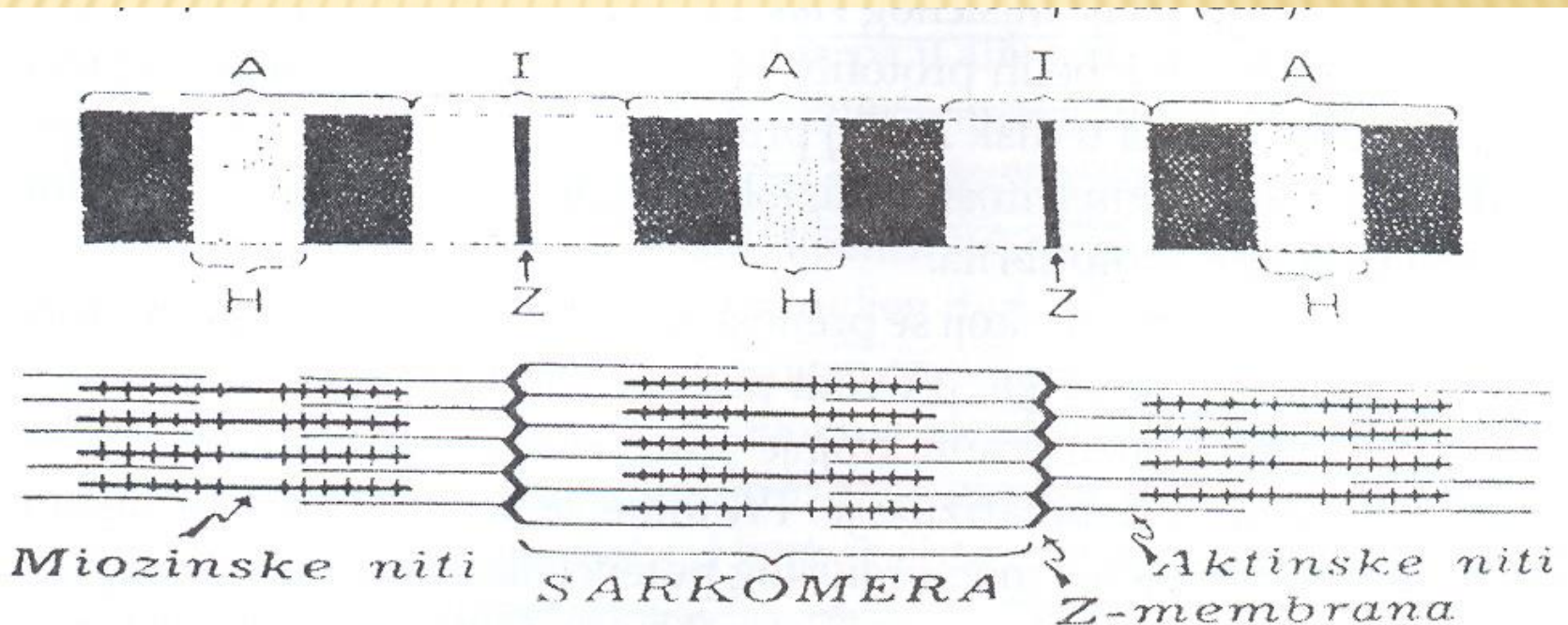
-
- ✘ **Mitochondrije** - na njih otpada 10%, i više, ukupne sadržine bjelančevina u mišiću.
 - ✘ Mitochondrije su **orkužene membranom**
 - ✘ Prostor između njih ispunjen je koloidnim bjelančevinskim rastvorom - **matriksom**

Ribozomi:

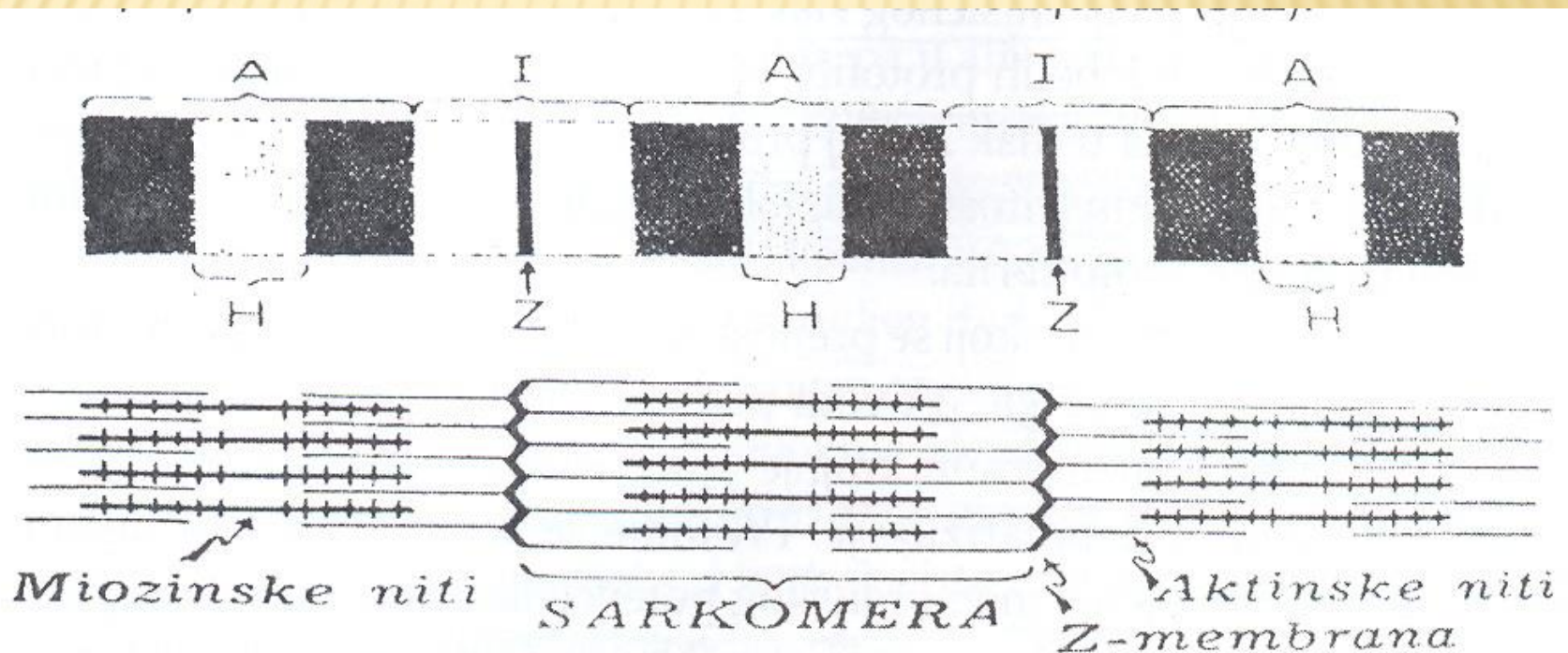
- ✘ Mjesto za **sintezu** bjelančevina

-
- × Miofibrile **najtanje** niti
 - × odlikuju se **poprečnim prugama**
 - × Smještaju se u sarkoplazmi difuzno ili se **grupišu u polja**

- ✘ iz tankih izotropskih – aktinskih
- ✘ debelih anizotropnih – miozinskih profibrila
- ✘ Mjesto prvih - **disk I**
- ✘ Mjesto drugih - **disk A**
- ✘ U ovom posljednjem razlikuju se **zona H** - mjesto gdje ne ulaze krajevi tankih protofibrila
- ✘ i **centralna zona M**, gdje debele obrazuju zadebljanja



- ✘ Disk I dijeli se po sredini diskom Z
- ✘ Ona prolazi cijelim prečnikom mišićnog vlakna
- ✘ kroz nju prodiru tanke protofibrile.
- ✘ Disk Z ih **sjedinjuje sarkolemom.**



-
- ✘ Između tankih i debelih protofibrila otkriveni su mostići
 - ✘ obrazovani od izraštaja koji se odvajaju od jednih i drugih
 - ✘ U oblasti zone M među debelim protofibrilama **otkrivene su veze koje idu od svake fibrile prema šest drugih koje je okružuje.**

-
- × Ove veze postavljene su jedna prema drugoj pod uglom od 60° .
 - × fibrilarni aparat mišićnog vlakna predstavlja jedinstven mehanički sistem.

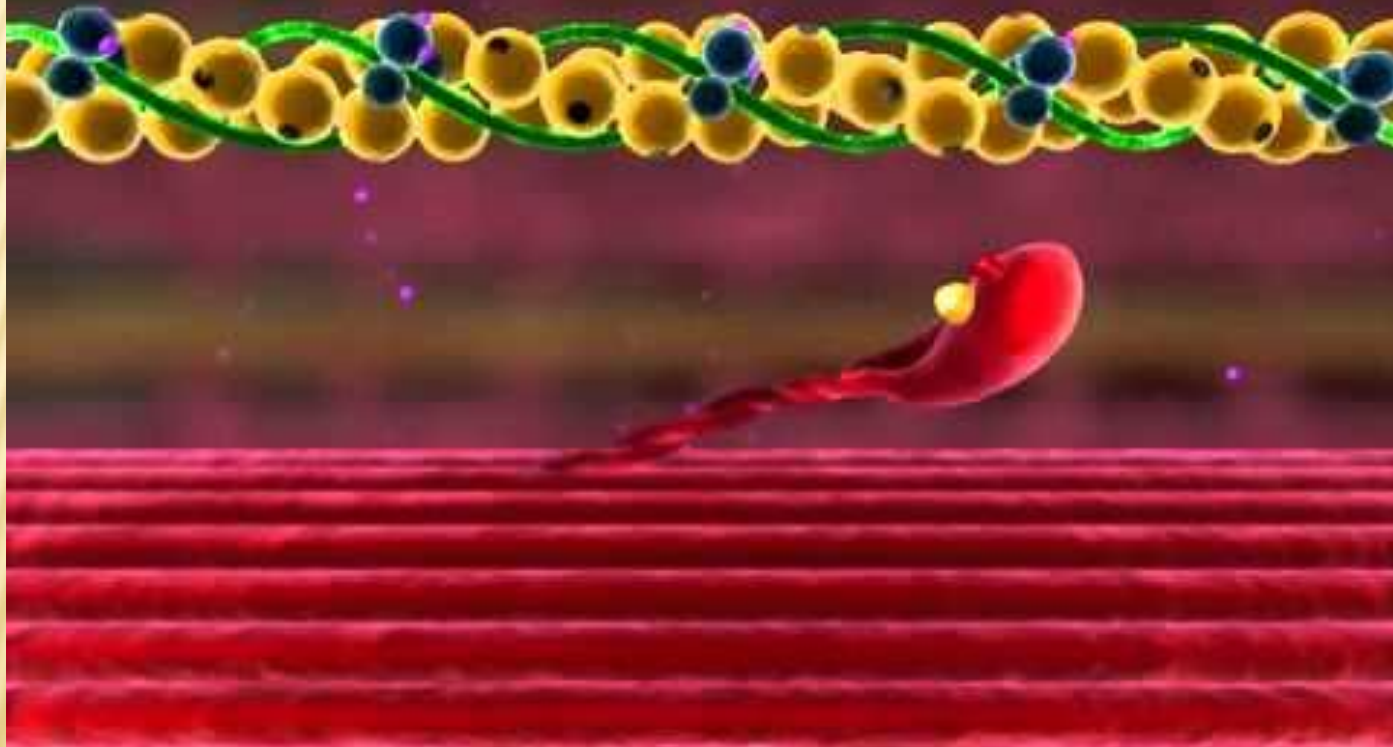
Sliding Filaments

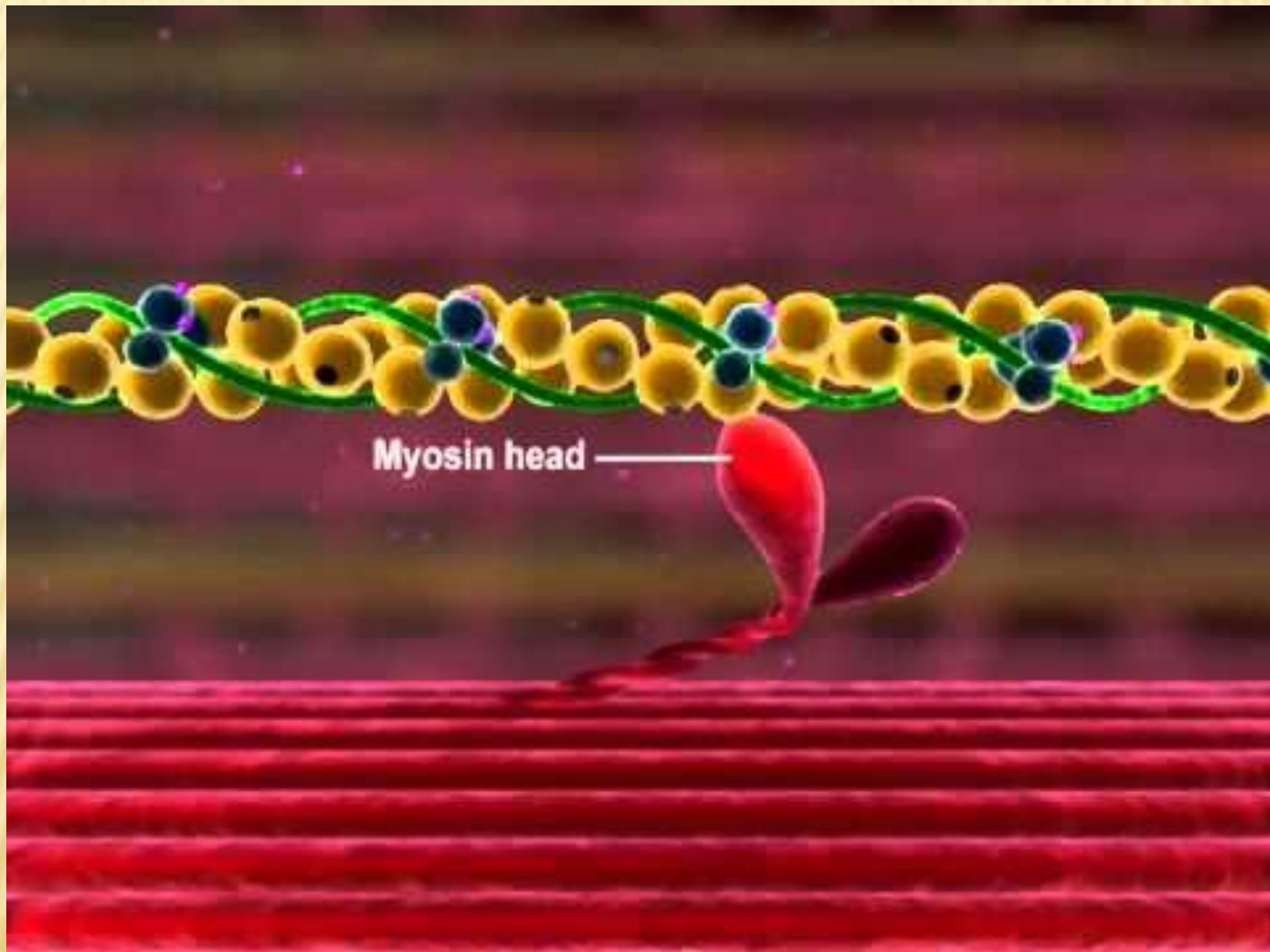


Actin

Myosin

STEP 1: Cross Bridge Formation





HEMIZAM KONTRAKCIJE I OPUŠTANJE MIŠIĆA

HEMIZAM KONTRAKCIJE I OPUŠTANJA MIŠIĆA

- ✘ na polju hemizma mišićne kontrakcije istražuje se već više od dva vijeka
- ✘ **potpuno poznavanje** tog kataboličnog **procesa još nije sasvim utvrđeno**
- ✘ Jedino je sigurno - **hemijska energija koja se oslobađa** u toku katabolizma **pretvara se u mehaničku**

✘ **problematika** hemizma mišićne kontrakcije se svasti na **tri aspekta**:

+ **Energetski** - **šta služi kao** osnovni **izvor** energije mišićne kontrakcije

+ **Morfološki** - **šta se dešava u** mišićnom **vlaknu** pri kontrakciji

+ **Biofizički** - **kako se energija transformiše** u mehaničku energiju.

-
- × **Osnova kontrakcije** sastoji se u **uzajamnom djelovanju protofibrila**
 - × prilikom čega dolazi do **uklapanja tankih protofibrila u ležište** koje se naziva disk
 - × **proces se pokreće jonima kalcijuma**, koji **aktiviraju adenozin trifosfatazu**.
 - × Lokalizovana u **M-meromiozinskim glavicama**

-
- ✘ Čim motorni impuls, koji se prenosi nervom dođe do motorne ploče nervnog završetka
 - ✘ u njemu se **izdvaja acetilholin**
 - ✘ **dolazi u kontakt sa mišićnom membranom i depolarizuje je.**

-
- ✘ Smanjenje membranskog potencijala povećava njenu propustljivost za jone natrijuma (Na^{++})
 - ✘ Porast koncentracije jona natrijuma dovodi do slabljenja daljeg njegovog prodiranja u mišićno vlakno.
 - ✘ Povećana propustljivost za jone natrijuma smjenjuje se s povećanom propustljivošću za jone kalijuma.

-
- ✘ Oslobađanje ovih posljednjih iz mišićnog vlakna izaziva i smanjenje pozitivnog punjenja i sniženje mebranskog potencijala do nivoa mirovanja.
 - ✘ Pojava akcionog potencijala prethodi razvoju naprezanja mišićnog vlakna.

-
- ✘ U trenutku sniženja potencijala počinje povećanje koncentracije
 - ✘ a zatim oslobađanje jona kalcijuma sarkoplazmatske mreže, koje dostižu najveće vrijednosti kroz 12-15 msec.

-
- ✘ U vrijeme povećanja koncentracije slobodnog kalcijuma (u periodu od 7 do 12 msec. poslije nadražaja) napregnutost mišićnog vlakna opada.

-
- ✘ Ovo takozvano latentno opuštanje objašnjava se promjenom dužine elemenata sarkoplazmatske mreže kao rezultat gubitka kalcijuma i smanjenja unutrašnjeg osmotskog pritiska, koji povlači za sobom i oslobađanje vode
 - ✘ **Kada koncentracija oslobođenih jona Ca dostigne maksimum, razvija se kontrakcija**

HVALA NA PAŽNJI

LITERATURA

Dr Duško Bjelica - Teorija Sportskog treninga

1

Prof. dr Duško Bjelica

Teorija sportskog treninga

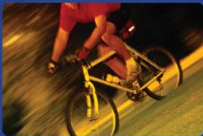
<https://www.researchgate.net/publication/323943943>
[Teorija sportskog treninga](#)

LITERATURA

Prof. dr Duško Bjelica, Prof. dr Franja Fratrić

SPORTSKI TRENING

teorija, metodika i dijagnostika



<https://www.researchgate.net/publication/323943711>
SPORTSKI TRENING -
teorija metodika i dijagnostika