

Anfisman

S-1 Fakultas Farmasi

Universitas .Pancasila

Sistim Muskular (Muscle Tissue)

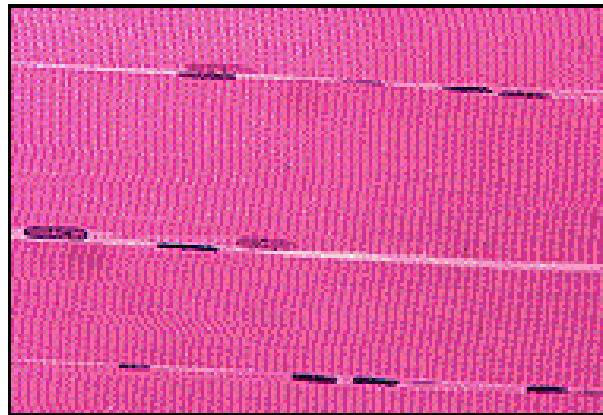
Prof. Dr. Ros Sumarny, M.S, Apt

Jenis dan Fungsi Jaringan Otot Manusia

1. Otot Rangka: bahan pengisi tulang rangka → makhluk dapat melakukan gerakan seperti: berjalan, menari, bermain alat musik (ukulele)
2. Otot Jantung : memompa darah ke seluruh tubuh
3. Otot Polos : mendorong cairan /makanan pada saluran cerna /kemih dan mengontrol diameter arteri dll

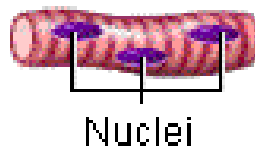
COMPARISON OF SKELETAL, CARDIAC, AND SMOOTH MUSCLE CELLS

The contractile cells of the body can be classified into three major groups based on their shape, number and position of nuclei, presence of **striations**, and whether they are under **voluntary** or **involuntary** control.

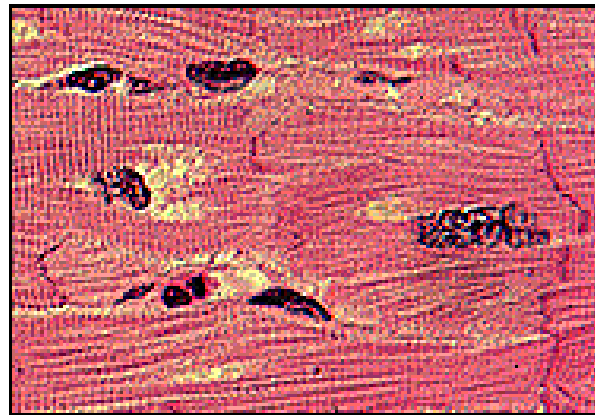


Skeletal Muscle

300 x

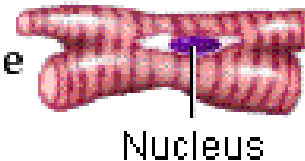


- Elongated cell
- Multiple peripheral nuclei
- Visible striations
- Voluntary

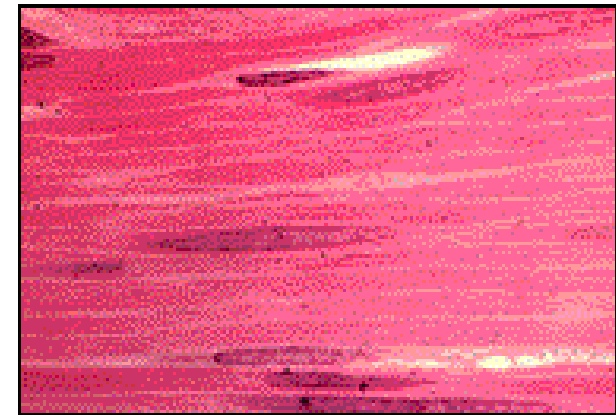


Cardiac Muscle

400 x

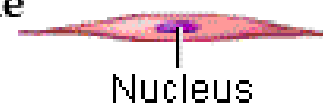


- Branching cell
- Single central nucleus
- Visible striations
- Involuntary



Smooth Muscle

1200 x



- Spindle-shaped cell
- Single central nucleus
- Lack visible striations
- Involuntary

otot-oke.avi

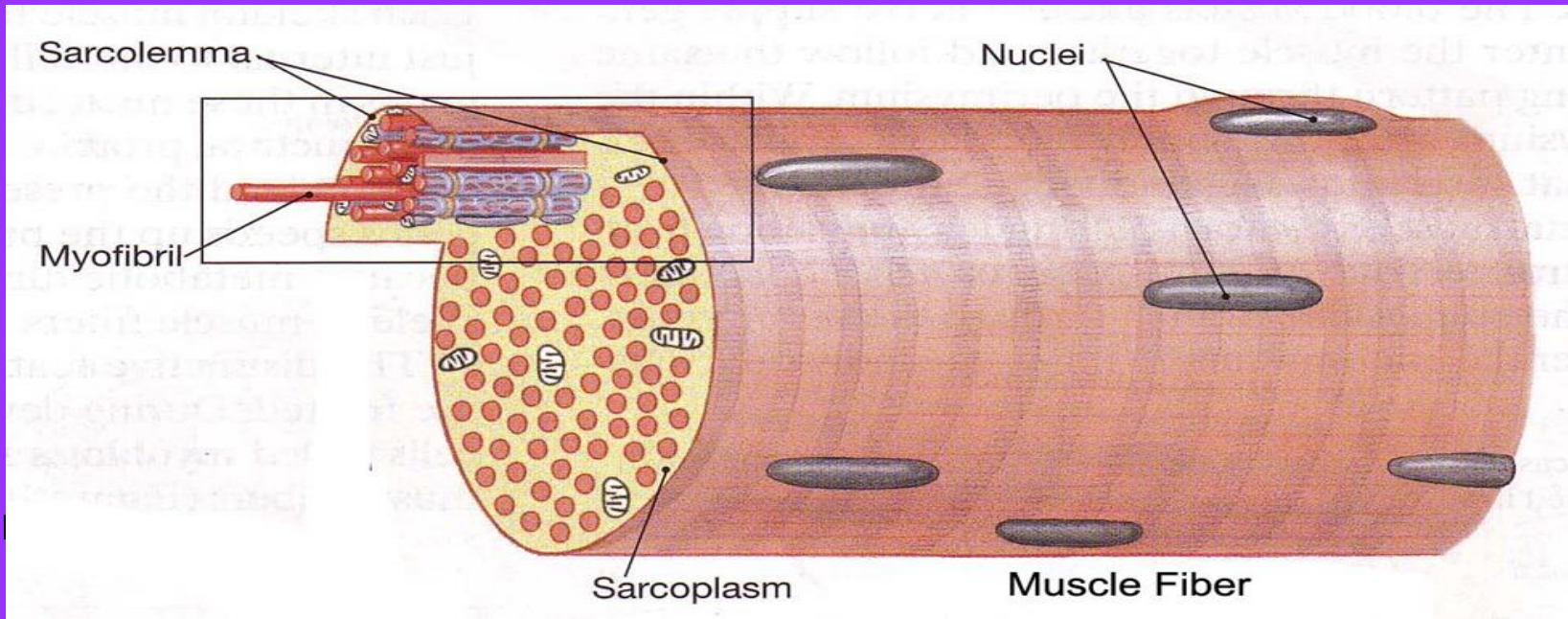
Jaringan otot rangka terdiri atas: Jaringan konektif, pembuluh darah dan saraf

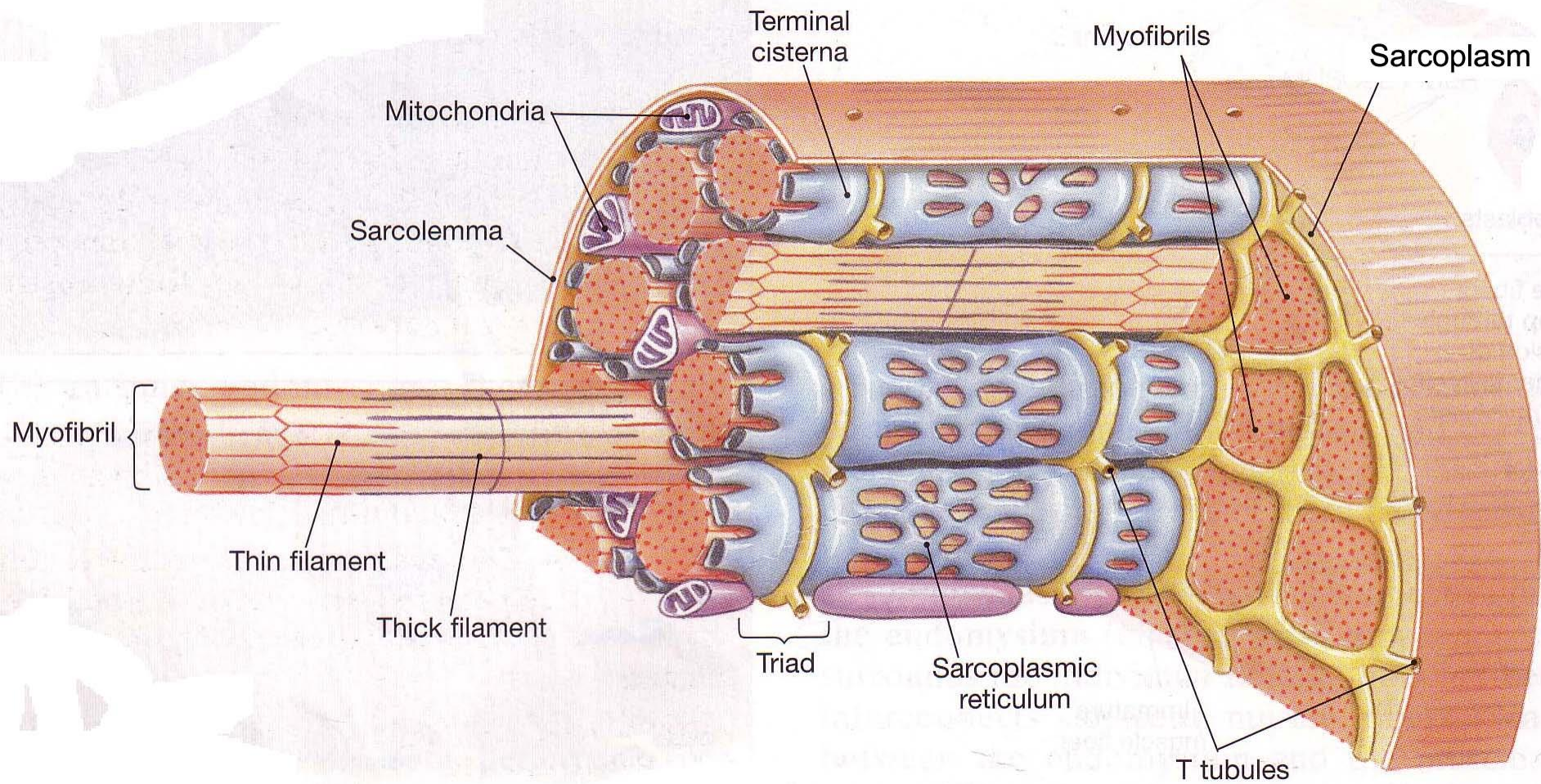
Fungsi Otot rangka:

1. Menghasilkan gerakan sederhana sampai kompleks : swimming, skiing , typing
2. Menjaga posisi dan postur tubuh
3. Penyokong jaringan lunak (*soft tissue*) yakni; dinding abdomen, rongga pelvic
4. Pintu gerbang masuk dan keluar saluran cerna, saluran kemih
5. Memelihara temperatur tubuh: kontraksi otot membutuhkan energi. Tubuh mengubah energi → panas; dibutuhkan untuk memelihara temperatur tubuh.

OTOT RANGKA (SKELETAL MUSCLE)

1. Sarkolema (Membran otot)
2. Sarkoplasma (Sitoplasma sel otot)
3. Retikulum sarkoplasma (Ion kalsium),
4. Transverse tubulus (T-Tubule)



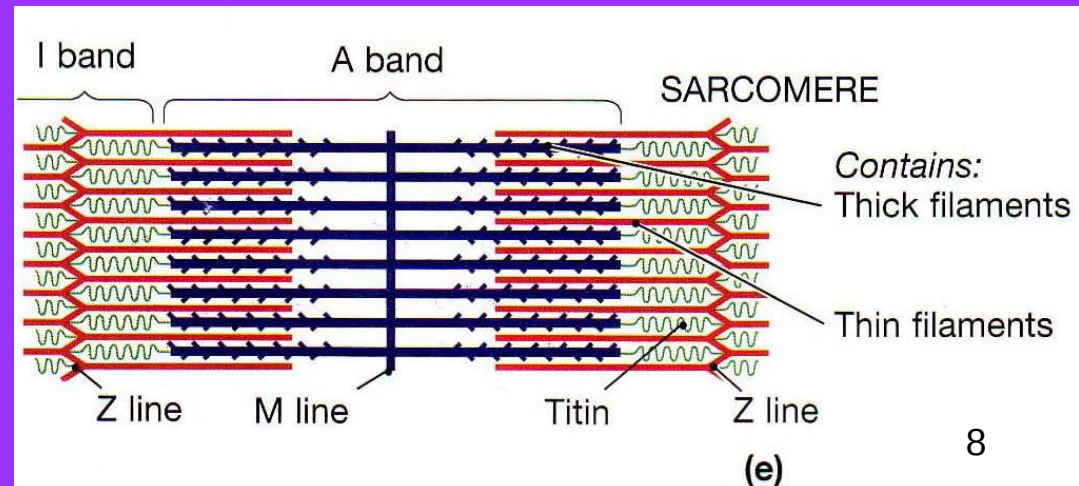
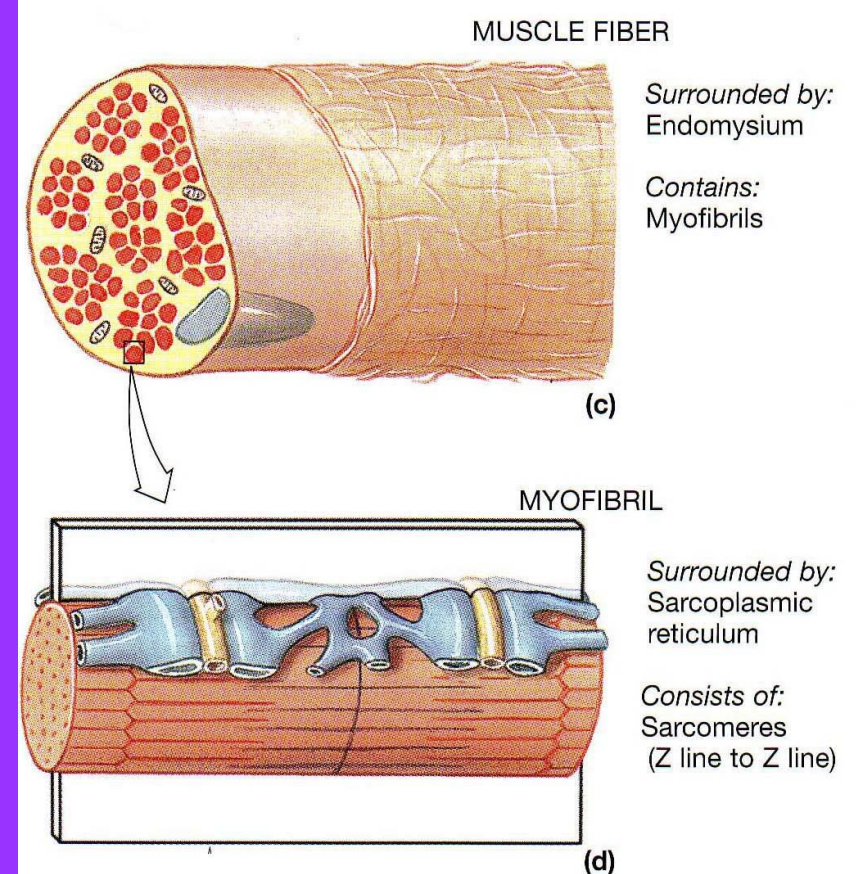
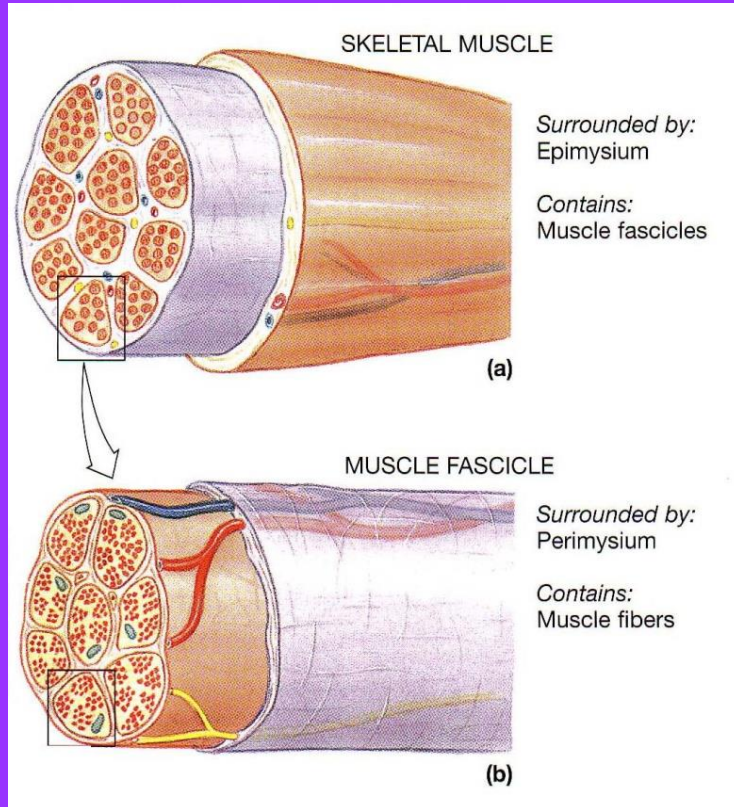


Gambar 10-3 (b). Susunan internal serabut otot (Martini, hal. 274)

Skeletal muscle	Muscle fasicle	Muscle fiber	Myofibril	Sarcomeres
Otot rangka	Fasikulus	Serabut otot		
Epimysium	Perimysium	Endomysium	Sarcoplasmic reticulum	Thick filaments
Muscle fasicle	Muscle fiber	Myofibril	sarcomeres	Thin Filaments

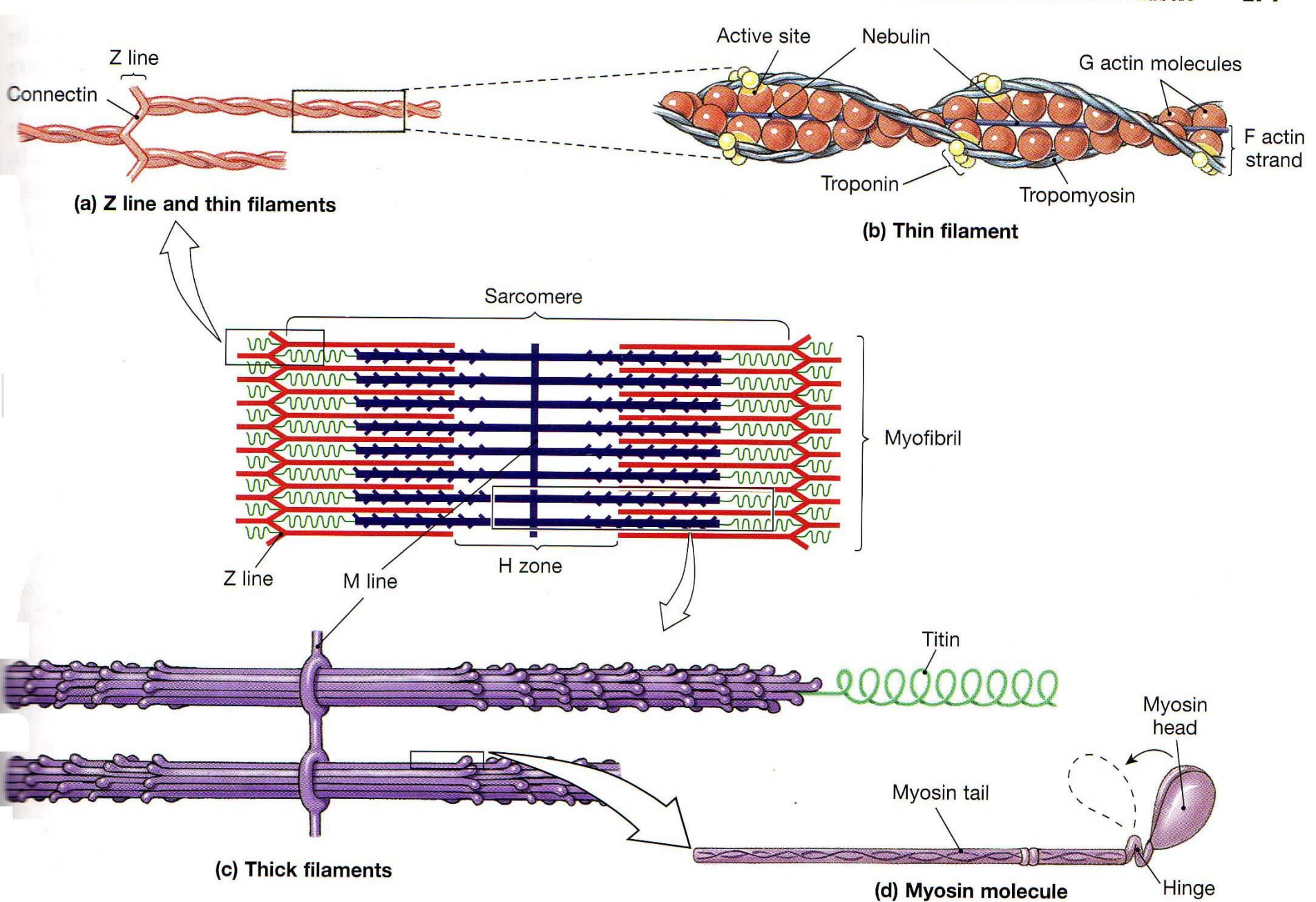
Filamin Aktin	Filamen miosin
Thin (tipis) filaments	Thick (tebal) Filaments
F aktin	Kepala miosin
G aktin	
Troponin (I,T,C)	Ekor miosin
Tropomiosin	

Struktur Otot Rangka

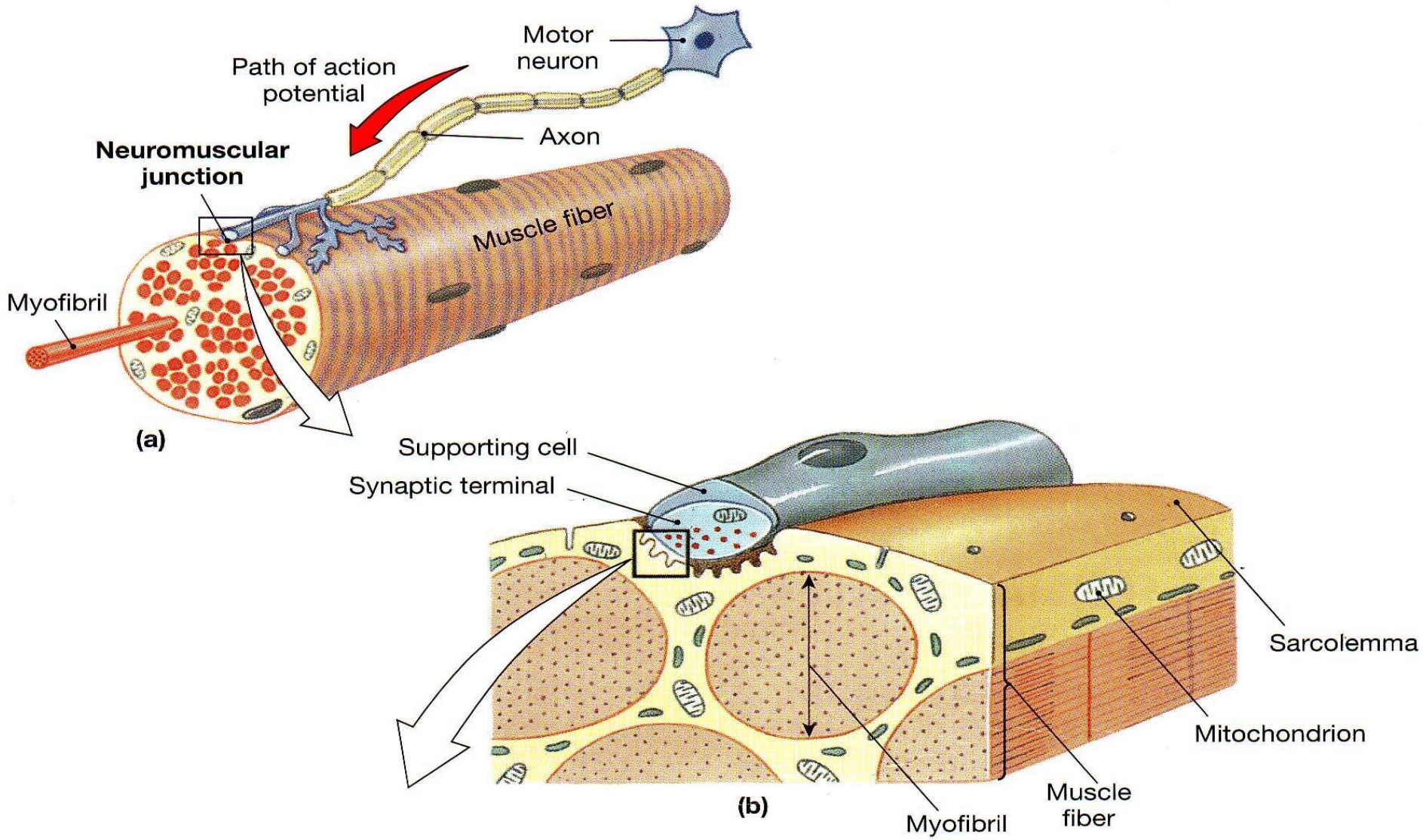


Miofibril

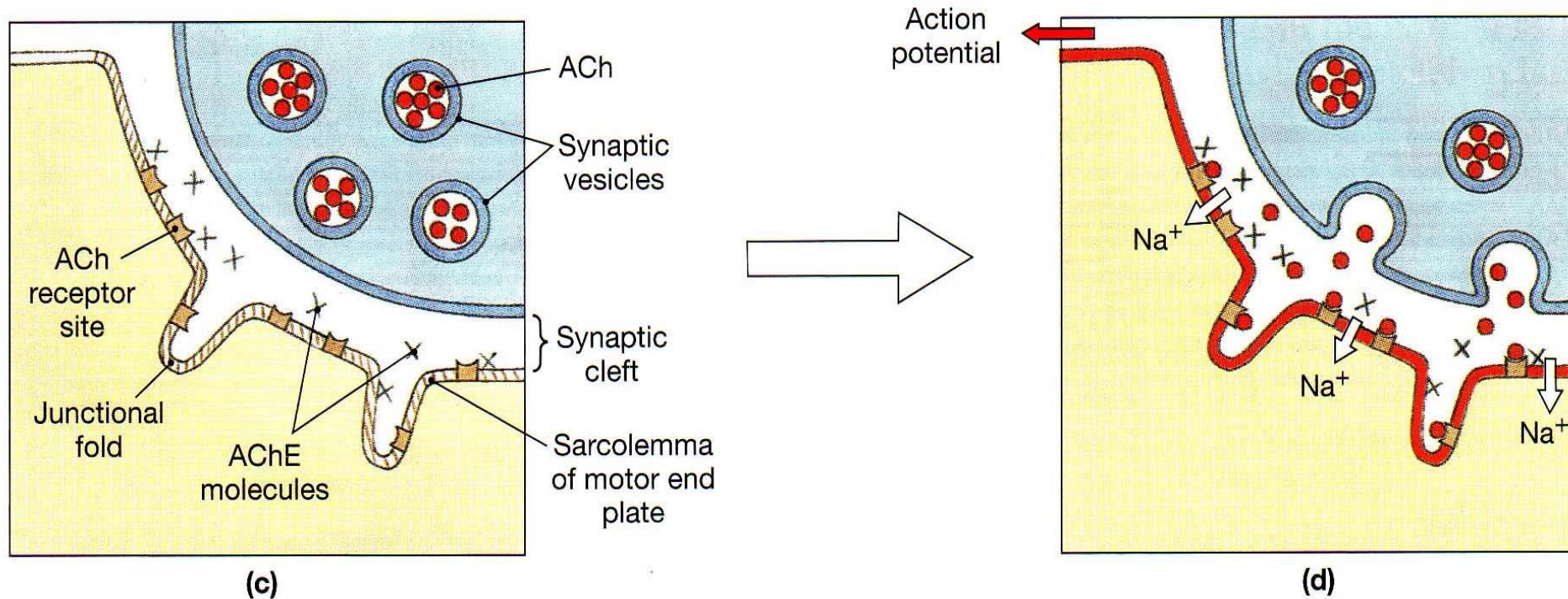
- Komponen
 - ✓ Pita gelap=Pita “A” (filamen tebal/filamen miosin)
 - ✓ Pita terang; Pita “I” (filamen tipis/filamen aktin)
- Zona “H” ; daerah lebih terang di dalam bagian pita “A”,
- Garis “Z”; garis vertikal bagian tengah pita “I”
- **SARKOMER**; daerah antara dua garis Z → unit fungsional otot rangka → mampu berkontraksi
- Garis M; Garis vertikal di tengah pita A pada tengah zona H
- Pada garis M: terdapat protein yang berfungsi menahan pertemuan filamen tebal



Inervasi Otot Rangka



Gambar 10-9. Inervasi otot rangka (Martini, hal. 280). (a) Diagram Neuromuscular Junction. (b) Gambar lengkap Neuromuscular junction



Gambar (c) dan (d). Perubahan pada motor neuron end plate memicu potensial aksi sarkolema

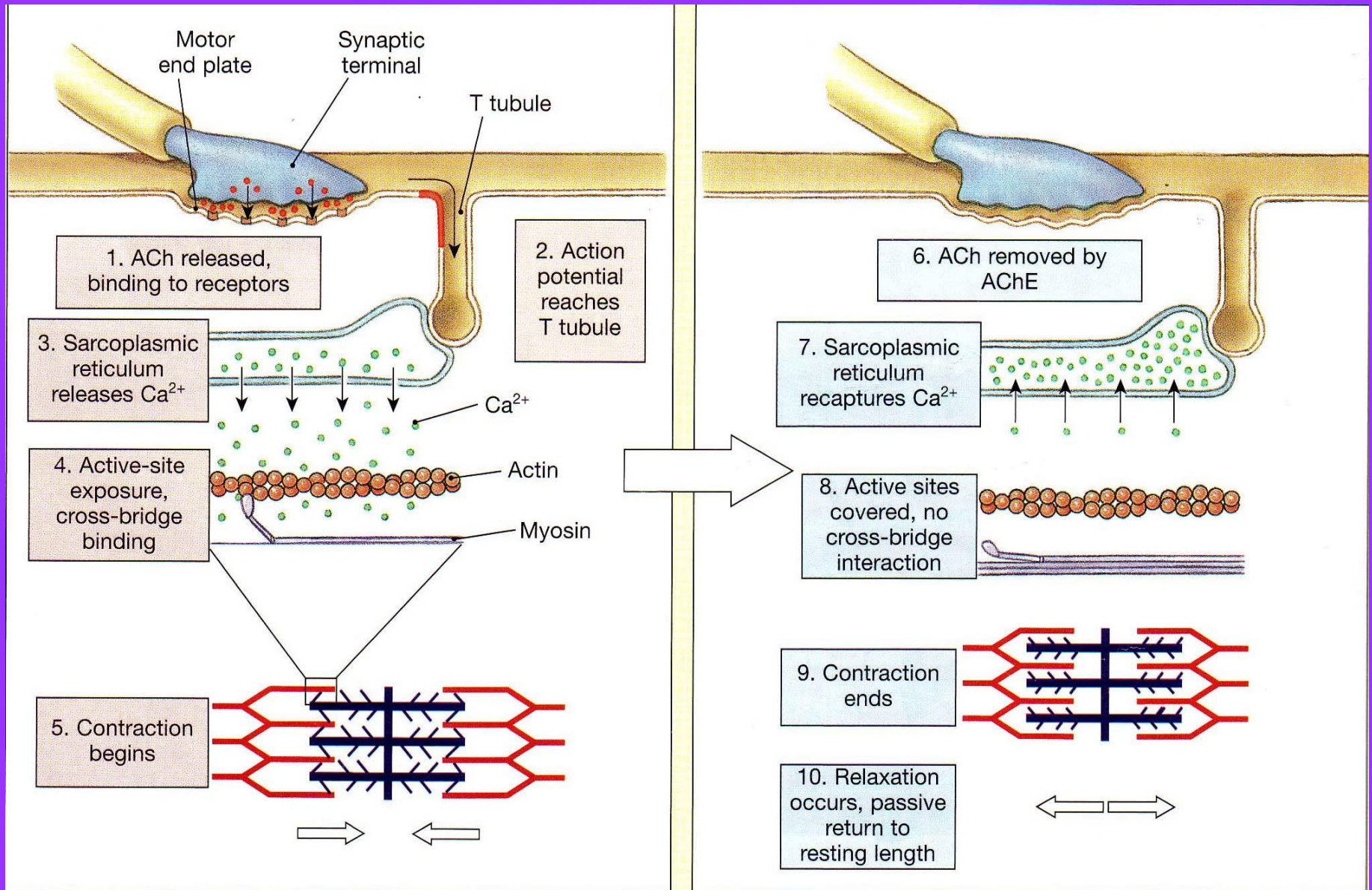
Inervasi Otot Rangka (1)

1. Potensial aksi di neuron motorik menjalar ke otot rangka
2. Saat mendekati otot, akson terbagi-bagi menjadi banyak cabang terminal akson. Tiap terminal akson membentuk taut khusus dengan sel otot (Neuromuscular junction). Bagian khusus dari membran sel otot yang terletak tepat di bawah terminal akson disebut ***Motor End Plate***
3. Terminal akson neuron motorik mengeluarkan **asetilkolin** dan menimbulkan kontraksi otot yang dipersarafinya
4. Pada saat transduksi sinyal berjalan disepanjang **saraf eferen (motorik)** dan pada saat menncapai ujung/terminal akson yang berhubungan dengan *motor end plate* pada sinaps → pelepasan Ach dari ujung presinap akson motorik
5. ACh akan berikatan dengan reseptor pada molekul protein ***sodium channel*** → pembukaan saluran ion Na⁺, dan Na⁺ masuk ke dalam serat otot

Inervasi Otot Rangka (2)

6. Masuknya ion natrium akan mengakibatkan perubahan muatan listrik pada permukaan serat otot sehingga menyebabkan terjadinya depolarisasi dan memicu terbukanya *sodium channel* berikutnya
7. Masuknya ion natrium yang sangat besar dan tiba tiba ke serat otot akan mengakibatkan timbulnya potensial aksi dan penjaran sinyal disepanjang Sarkolema, potensial aksi juga akan diteruskan ke tubulus transversa (tubulus T)
8. Pada permukaan *motor end plate* / dicelah sinap antara ujung terminal akson dengan serat otot terdapat banyak **asetilkolin esterase (ACh-ase); menguraikan** Ach, diikuti a) repolarisasi dan b) tertutupnya *sodium channel* pada sarkolema
9. Menjalarnya potensial aksi dari tubulus T akan diteruskan pada membran *junctional feet* dari retikulum sarkoplasma yang berhubungan dengan tubulus T
10. Induksi pada *junctional feet* tersebut akan memicu sisterna dan tubulus longitudinal dari retikulum sarkoplasma untuk melepaskan ion kalsium dalam jumlah besar ke sarkoplasma
11. Ion kalsium tersebut kemudian akan berikatan dengan troponin C pada miofibril

Tahapan proses kontraksi otot rangka



Steps in the initiation of a contraction

Steps that end the contraction

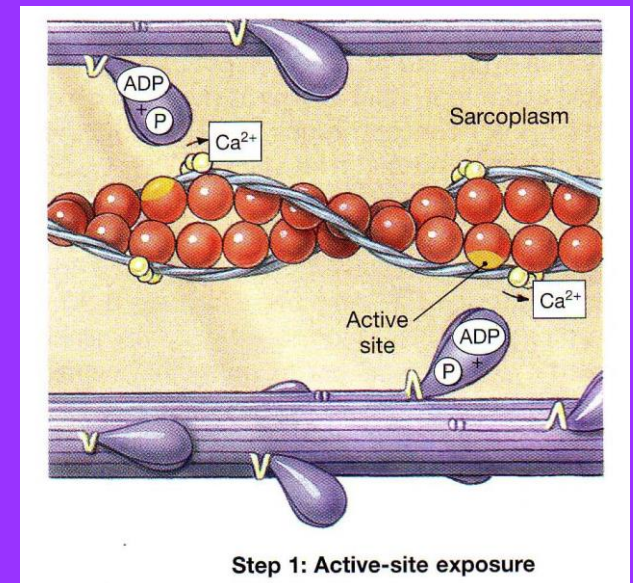
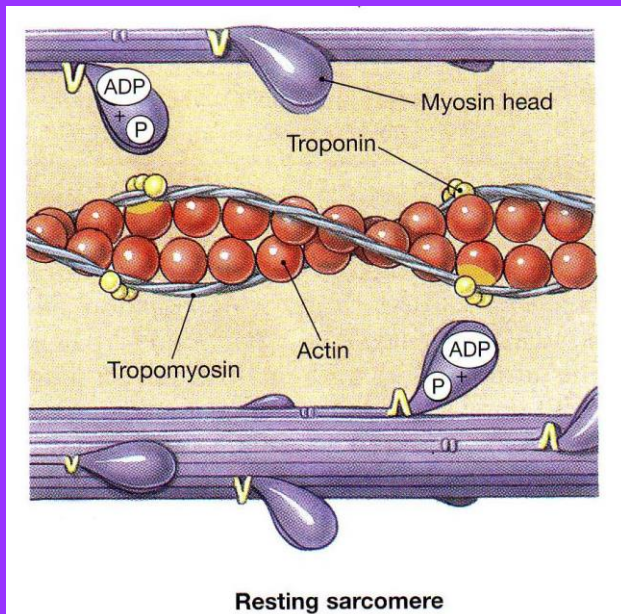
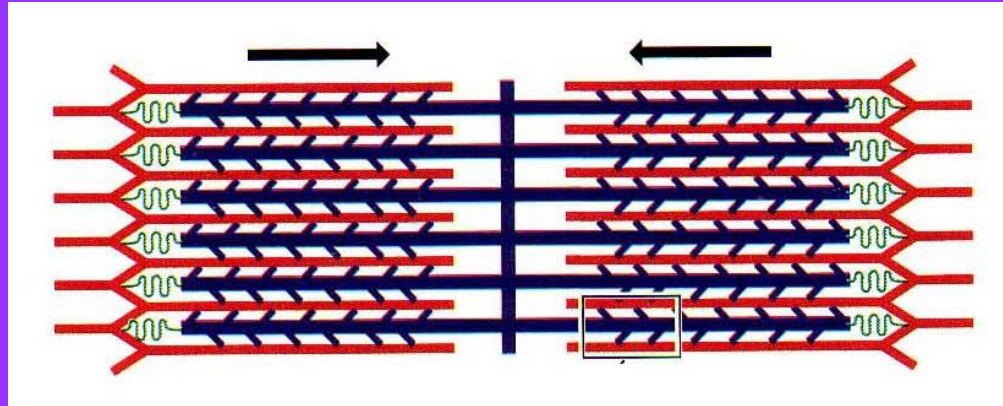
Slide Filament Theory

Troponin terdiri atas 3 subunit,

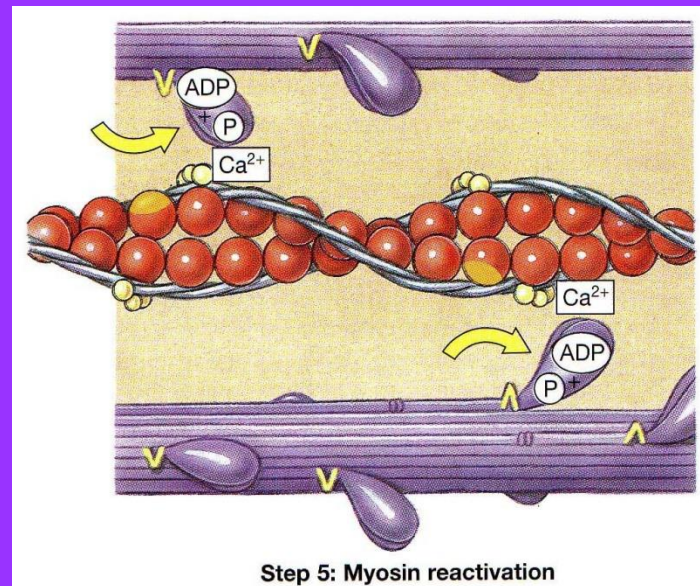
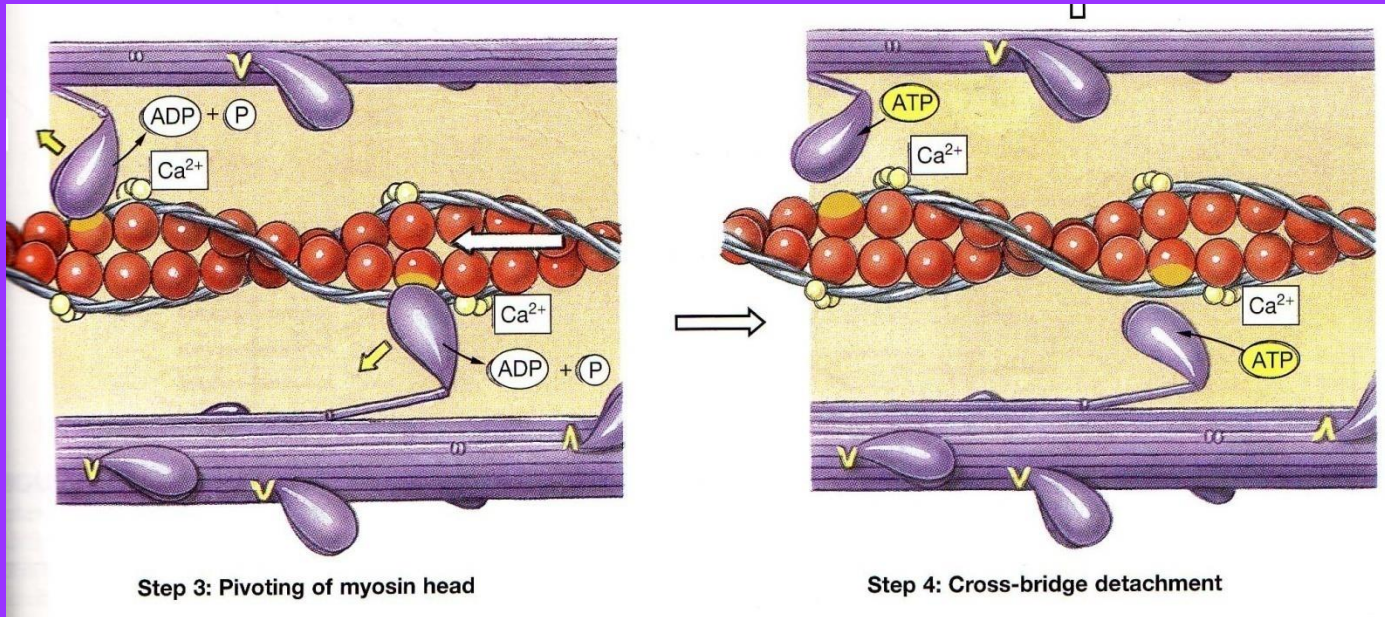
- Troponin I memiliki afinitas terhadap aktin
- Troponin T memiliki afinitas terhadap tropomiosin
- Troponin C memiliki afinitas terhadap ion kalsium

1. Pada saat ion kalsium dilepaskan oleh retikulum sarkoplasma ke dalam sarkoplasma, ion tersebut akan berikatan dengan troponin C yang mengakibatkan pergeseran atau perpindahan tropomiosin ke arah dalam aktin sehingga tapak aktif dari aktin tidak terhalangi tropomiosin
2. Pada kepala miosin (miosin globular) terjadi ikatan dengan ATP, karena adanya enzim ATPase pada daerah tersebut mengakibatkan perubahan ATP menjadi ADP + Pi yang menyebabkan kepala miosin tegak lurus terarah pada tapak aktif dari aktin
3. Terbukanya tapak aktif molekul aktin akan mengakibatkan terjadinya ikatan dengan kepala miosin yang kemudian akan menarik aktin ke arah ekor miosin, sedangkan ADP + Pi akan terlepas dari kepala miosin

Peristiwa molekular proses kontraksi (Dasar Sliding Filament Theory)



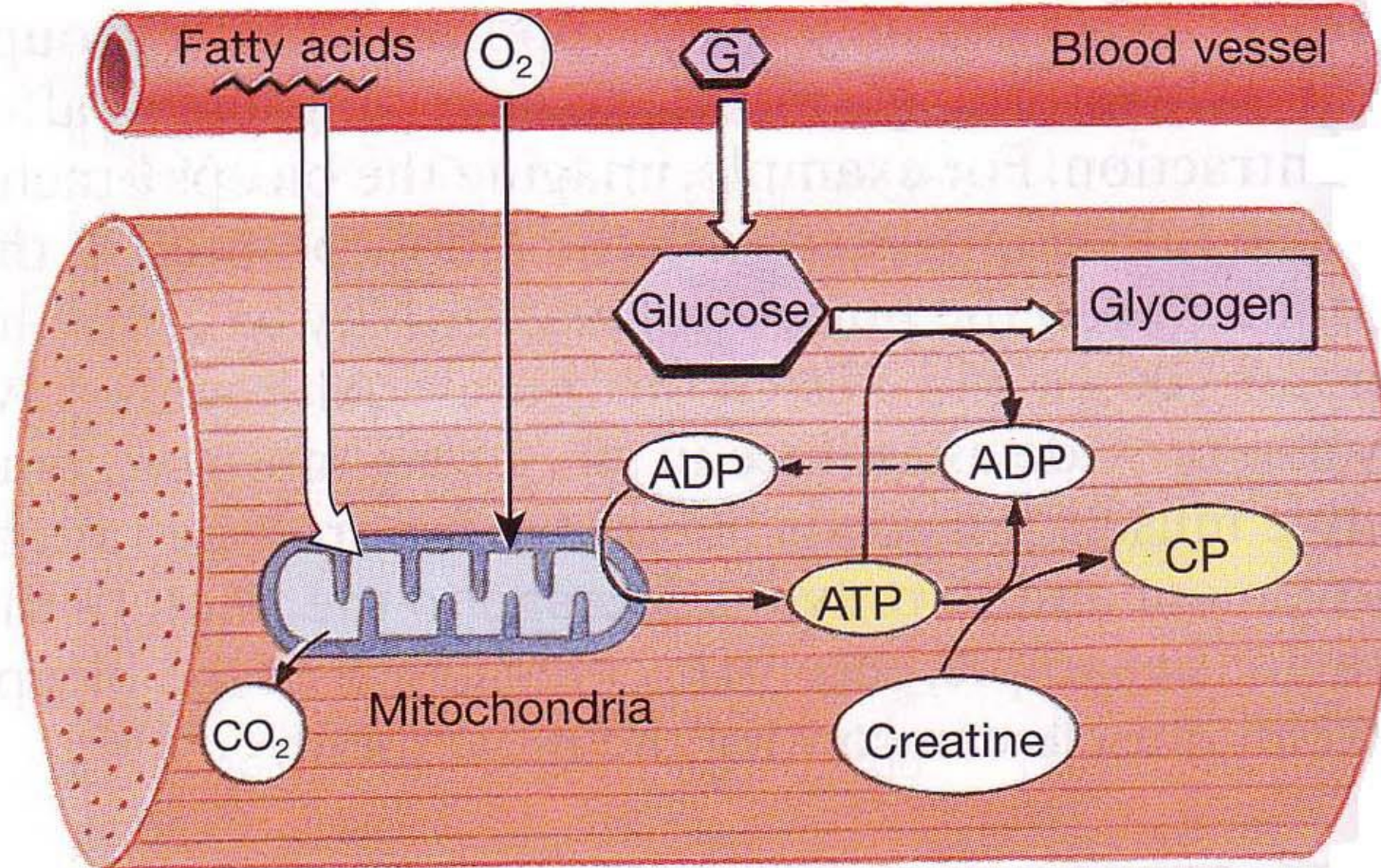
Peristiwa molekular proses kontraksi (lanjutan)



Energi kontraksi

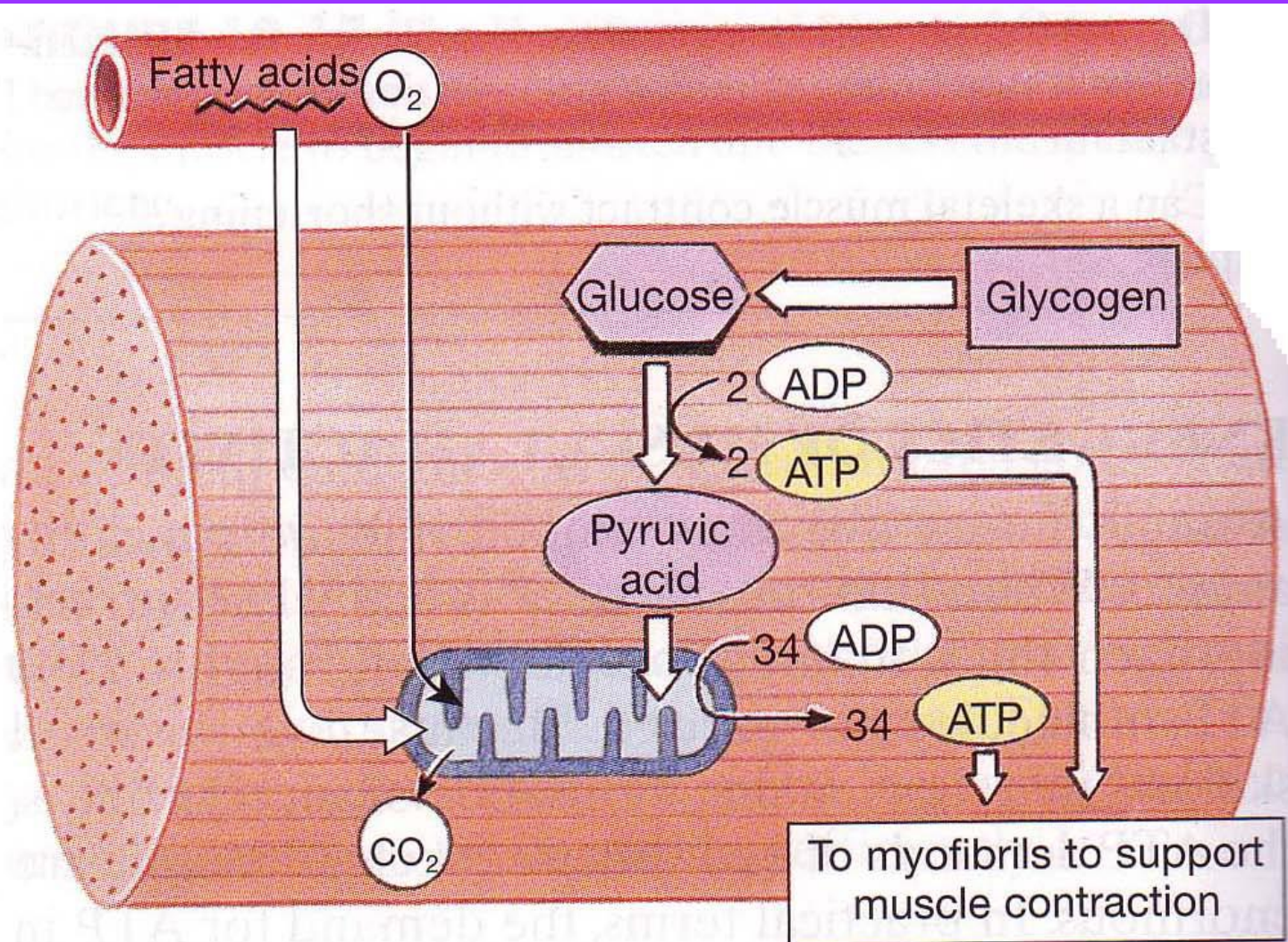
- Setelah ADP terlepas dari kepala miosin maka ATP baru yang telah disintesis akan berikatan dengan kepala miosin.
- Ikatan ATP dengan kepala miosin akan mengakibatkan terlepasnya kepala miosin + ATP dengan tapak aktif dari aktin.
- Adanya enzim ATP ase akan menyebabkan perubahan ATP menjadi ADP + Pi sehingga kembali menyebabkan kepala miosin pada posisi tegak lurus dan terarah pada lokasi tapak aktif dari aktin urutan berikutnya
- Ikatan tapak aktif dari aktin yang terbuka dengan kepala miosin akan menarik aktin ke arah ekor miosin (konfigurasi rigor), sedangkan ADP + Pi akan terlepas dari kepala miosin, demikian terus berulang kali
- Sumber ATP baru untuk energi adalah : kreatin fosfat, glikogen dan hasil metabolisme oksidatif

Metabolisme otot (a)



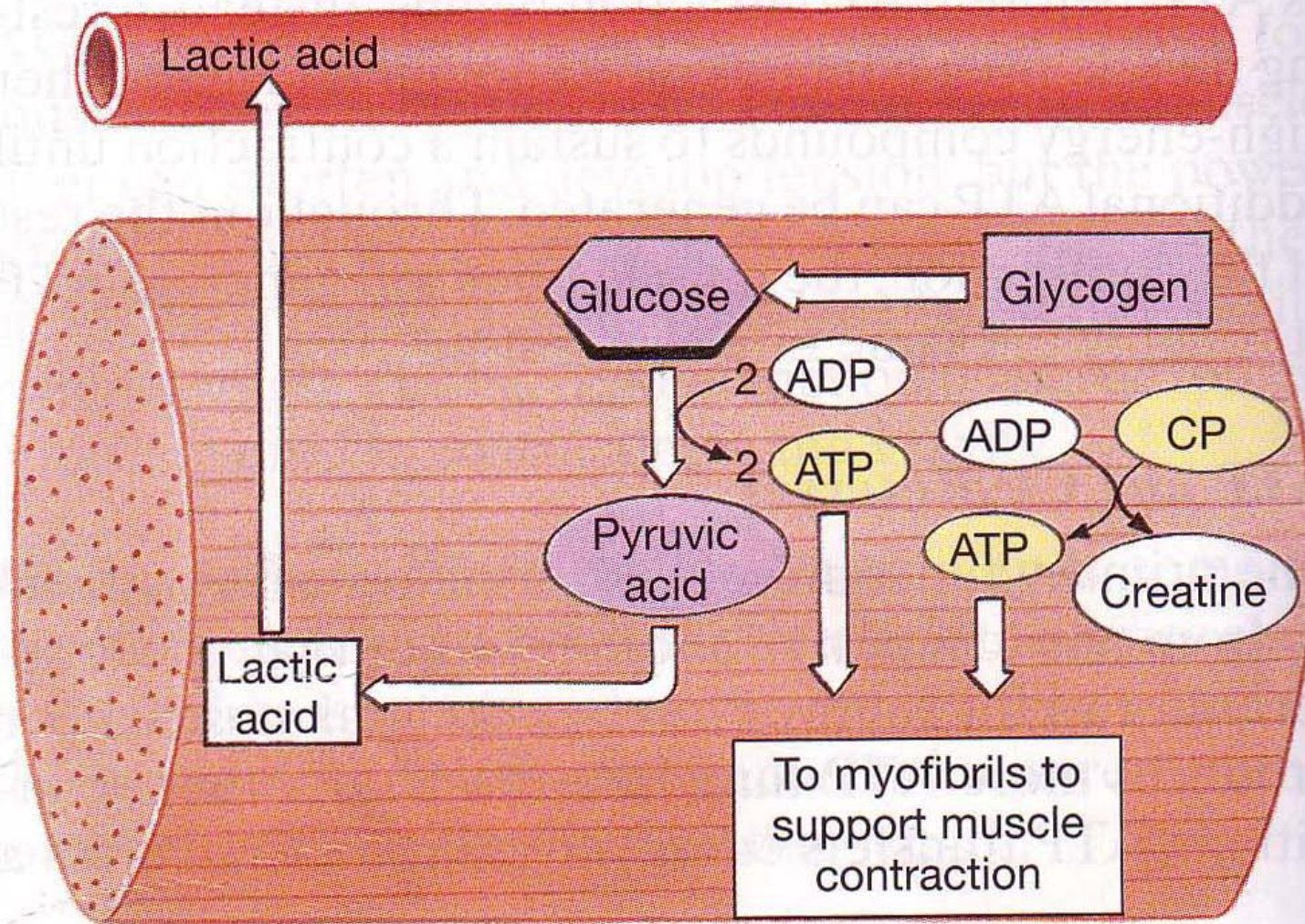
(a) Resting muscle: Fatty acids are catabolized; the ATP produced is used to build energy reserves of ATP, CP, and glycogen.

Metabolisme otot (b)



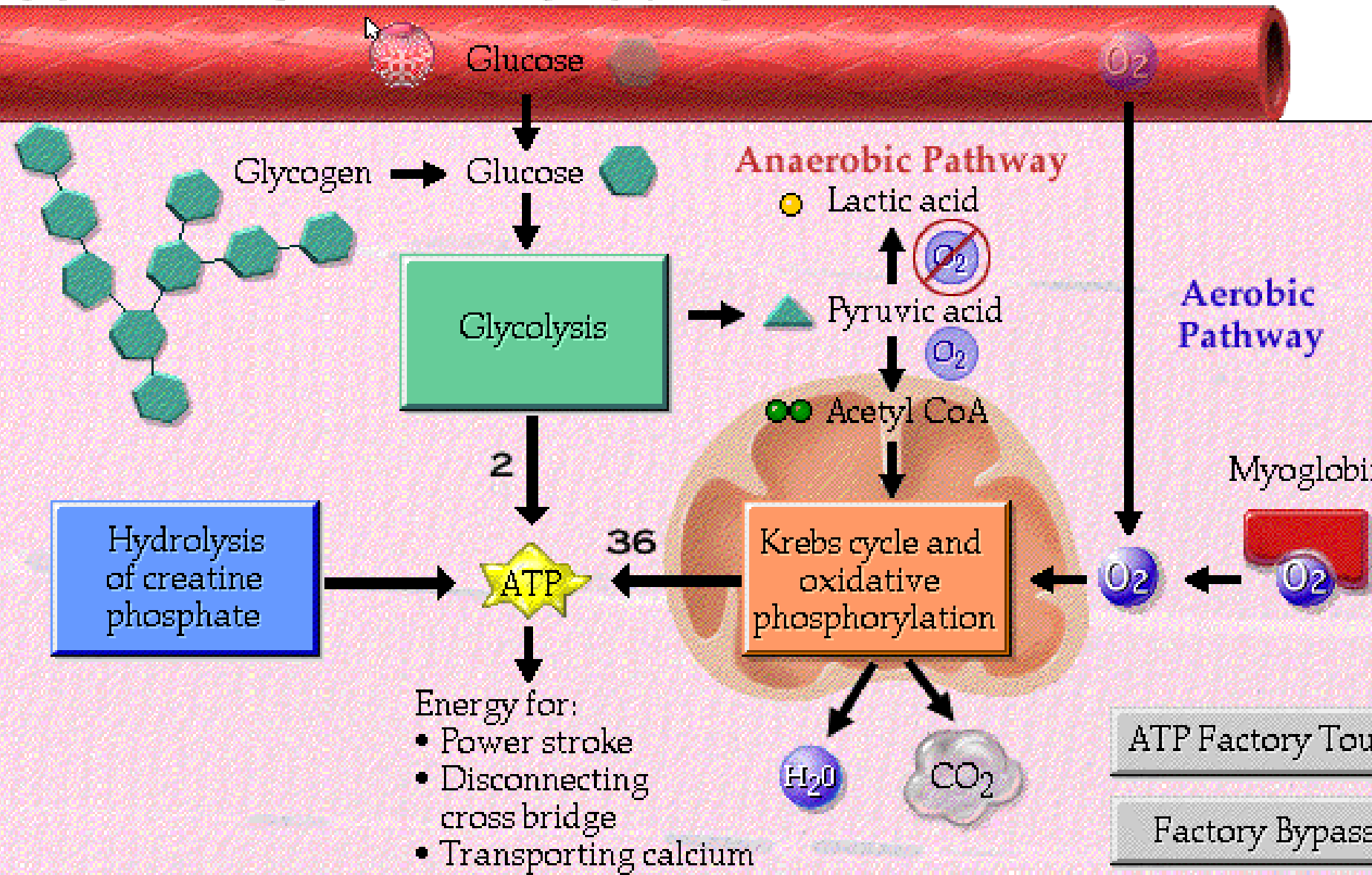
(b) Moderate activity: Glucose and fatty acids are catabolized; the ATP produced is used to power contraction.

Metabolisme otot (c)



(c) Peak activity: Most ATP is produced through glycolysis, with lactic acid as a byproduct. Mitochondrial activity (not shown) now provides only about one-third of the ATP consumed.

SUMMARY OF ATP PRODUCTION



COMPARISON OF ATP PRODUCTION

We have now examined the three processes for synthesizing ATP: hydrolysis of creatine phosphate, glycolysis, and the Krebs cycle and oxidative phosphorylation.

Which process produces the most ATP?

Click each box to check your answer.



1 ATP per creatine phosphate molecule

Hydrolysis of creatine phosphate

2 ATP per glucose molecule

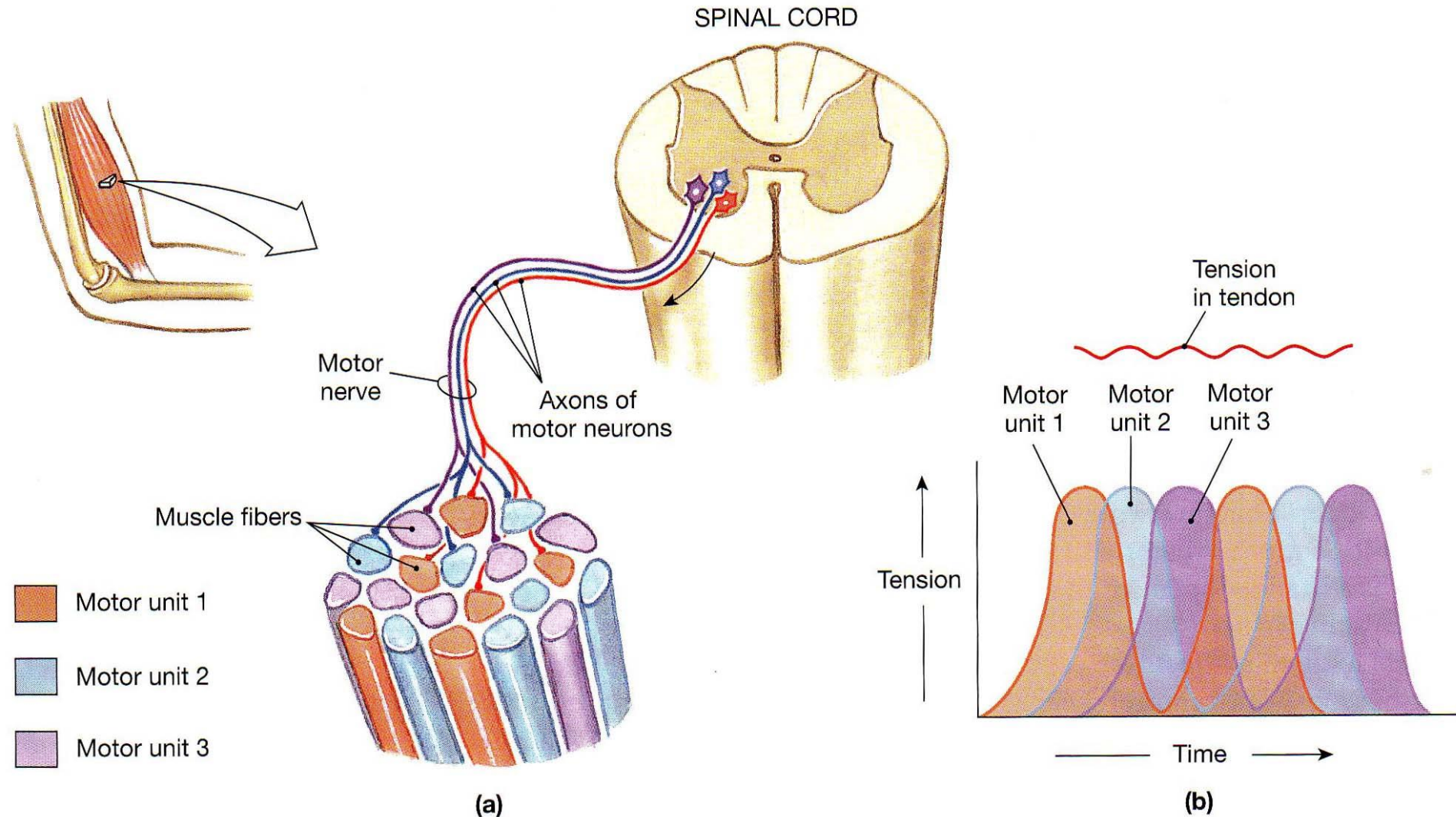
Glycolysis

36 ATP per glucose molecule

Krebs cycle and oxidative phosphorylation

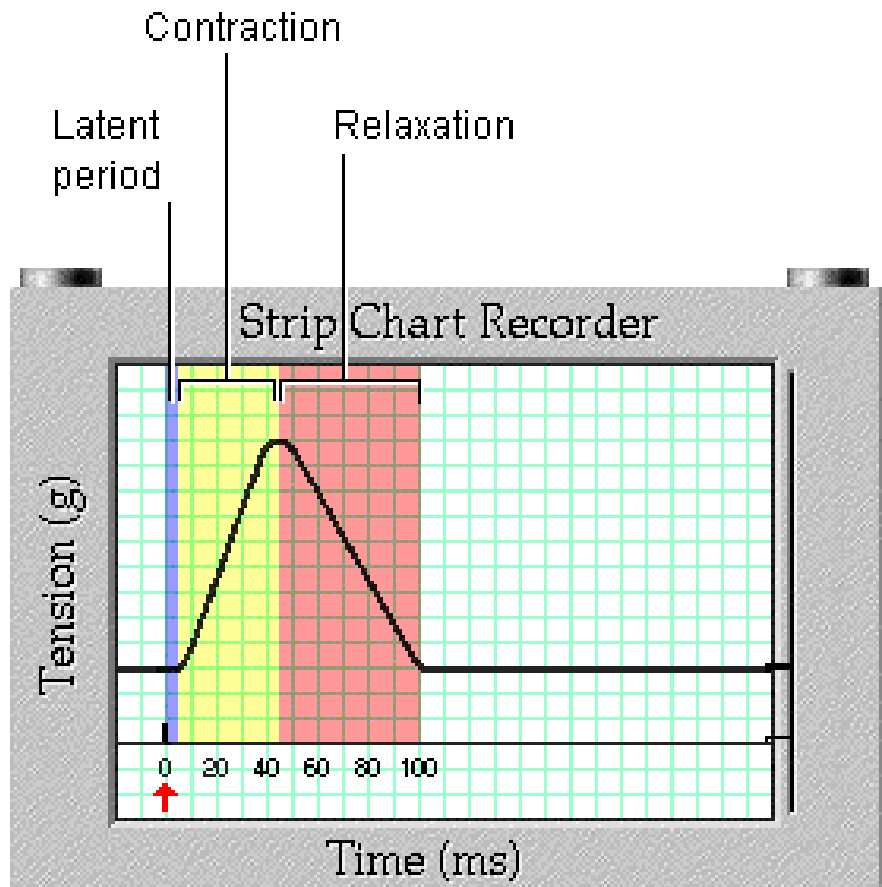


Kekuatan Kontraksi (Tension)



THE THREE PHASES OF A MUSCLE TWITCH

A complete muscle twitch is divided into three phases: latent period, contraction period, and relaxation period. Click each region of the graph for more information.



Latent period:

- **Sarcolemma** and **T tubules depolarize**
- Ca^{2+} released into **cytosol**
- **Cross bridges** begin to cycle but no visible shortening of muscle

Contraction:

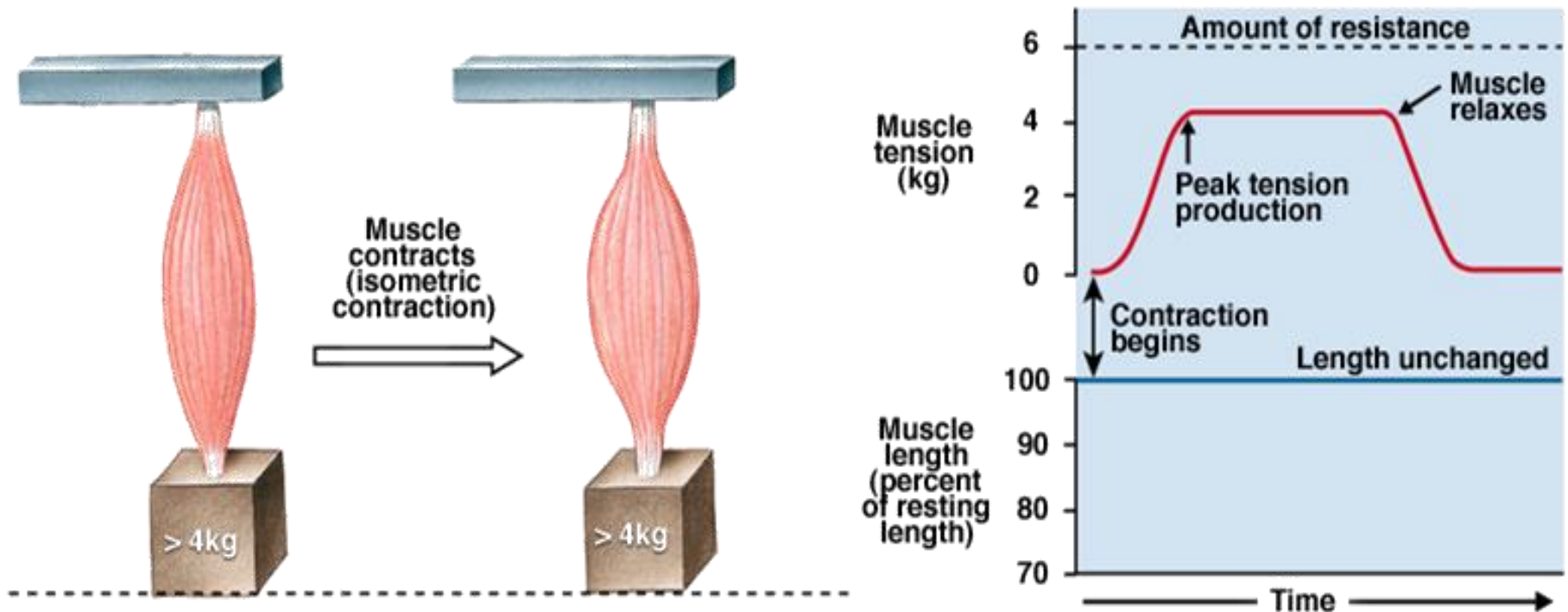
- Sarcomeres shorten as a result of myosin cross bridge cycling
- Speed depends on weight being lifted and fiber type (**slow-twitch fibers** or **fast-twitch fibers**)

Relaxation:

- Ca^{2+} actively transported back into **terminal cisternae**
- Cross bridge cycling decreases and ends
- Tension is reduced, muscle returns to original length

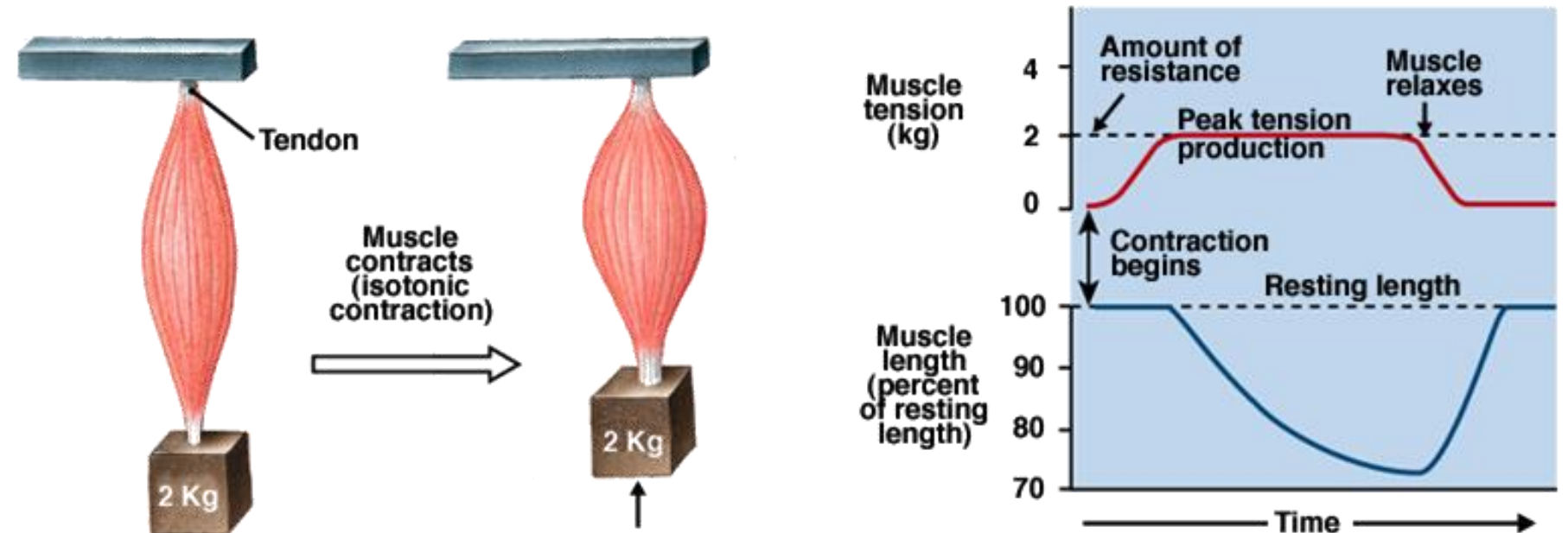
Kontraksi Isometrik

- Kontraksi otot yang tidak mencetuskan gerakan
- Kontraksi otot dimana tidak terjadi perubahan panjang tetapi hanya kekuatan kontraksi ototnya yang berubah



Kontraksi Isotonik

- Kontraksi dimana otot dapat mencetuskan gerakan
- Kontraksi dimana otot memendek saat berkontraksi
- Kontraksi otot untuk melawan beban yang sama



Susunlah tahapan kontraksi otot rangka

(Tulislah nomor urut peristiwa di dalam kotak yang tersedia)



- ❑ Synaptic vesicles fuse to membrane of axon terminal
- ❑ Action potential is initiated on sarcolemma
- ❑ Acetylcholine is released into synaptic cleft
- ❑ Motor end plate becomes depolarized
- ❑ Action potential propagates along sarcolemma and down T tubules
- ❑ Action potential arrives at axon terminal
- ❑ Calcium ions are released from terminal cisternae
- ❑ Calcium ions enter axon terminal
- ❑ Muscle cell contracts
- ❑ Acetylcholine binds to receptor sites on motor end plate