

Damar düz kaslarında elektriksel ve mekanik olaylar

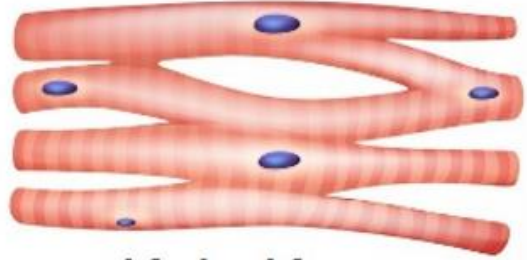
Doç. Dr. Erkan TUNCAY



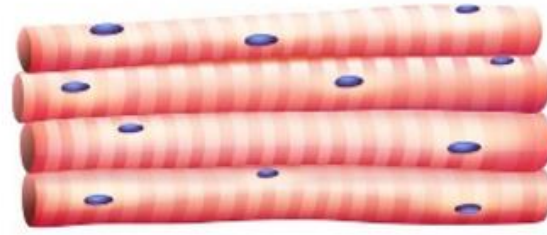
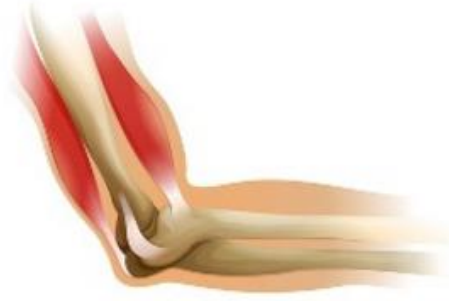
İçerik:

- Kas tipleri
- İskelet kası ve kalp kasında kasılma mekanizması
- Düz kas aksiyon potansiyeli
- Düz kaslarda kasılma mekanizması
- Özet

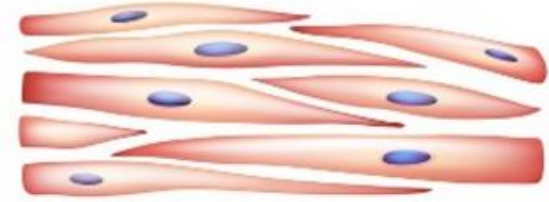
KAS ÇEŞİTLERİ



Kalp Kası



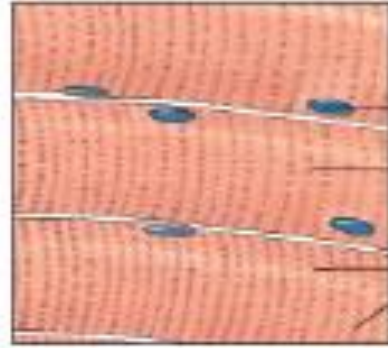
Çizgili Kaslar



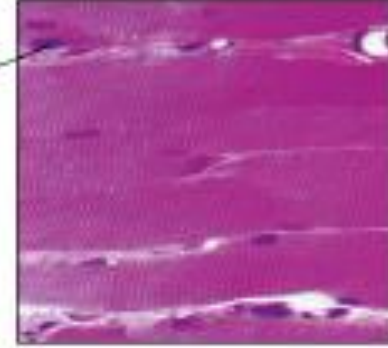
Düz Kaslar

Kas Tipleri

İskelet kası



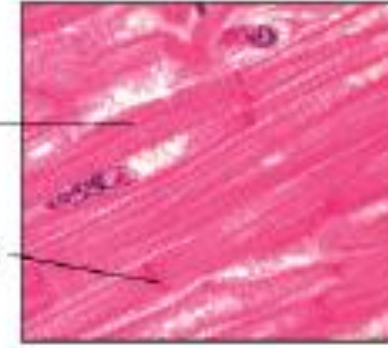
Nucleus
Muscle fiber
(cell)
Striations



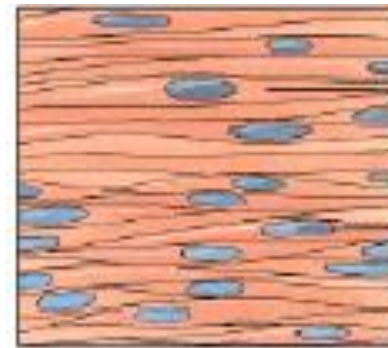
Kalp kası



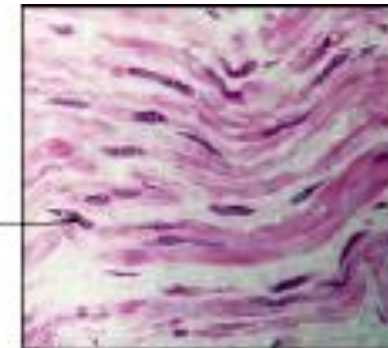
Striations
Muscle fiber
Intercalated disk
Nucleus



Düz kas

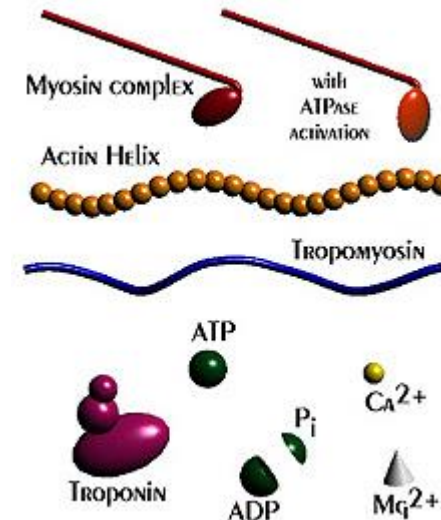
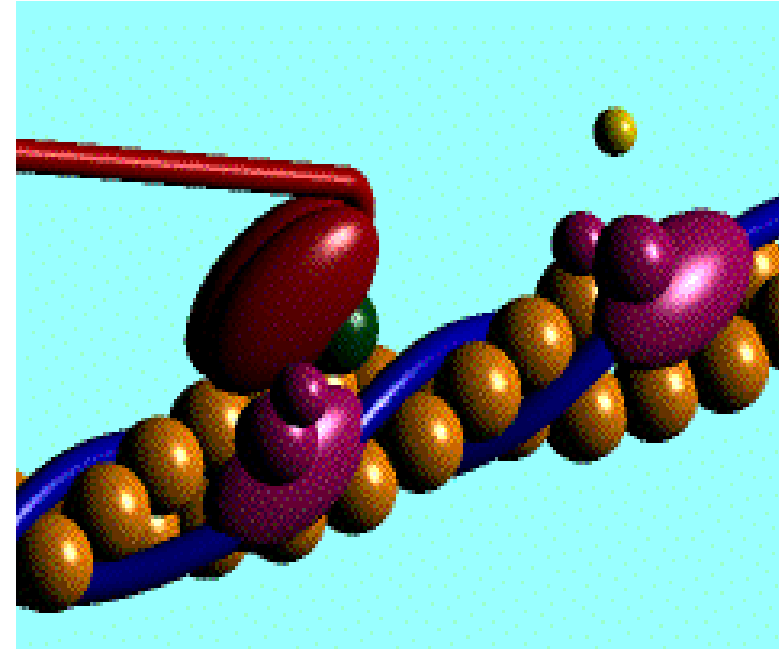
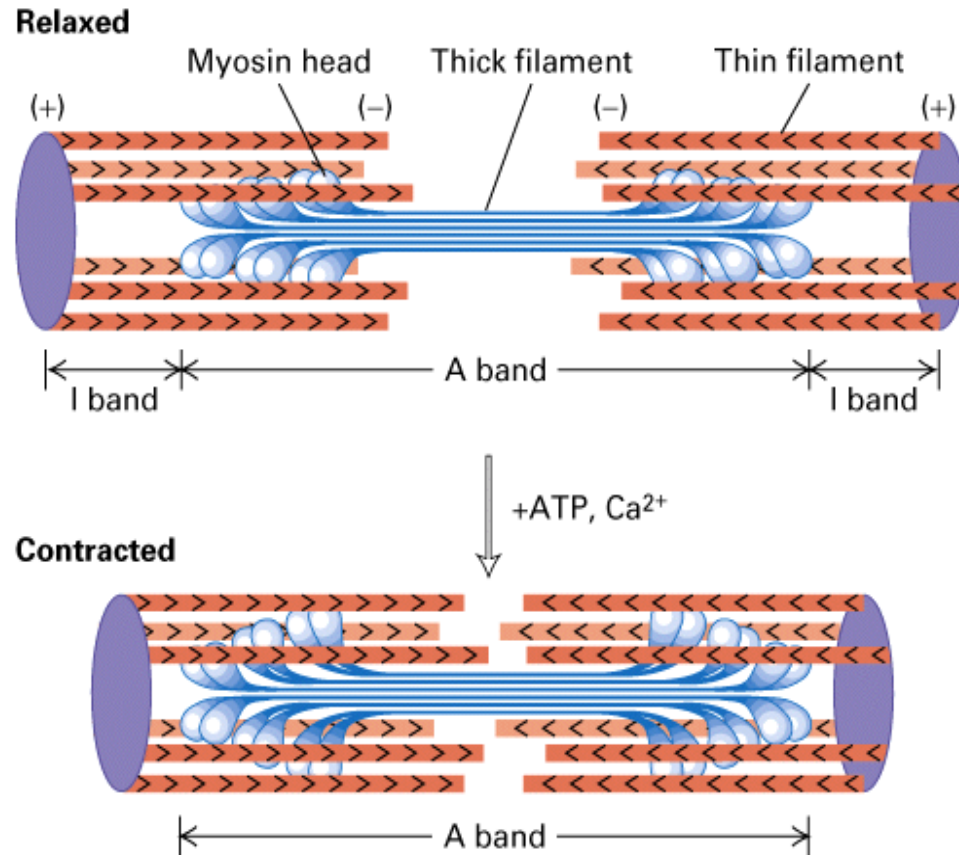


Muscle fiber
Nucleus

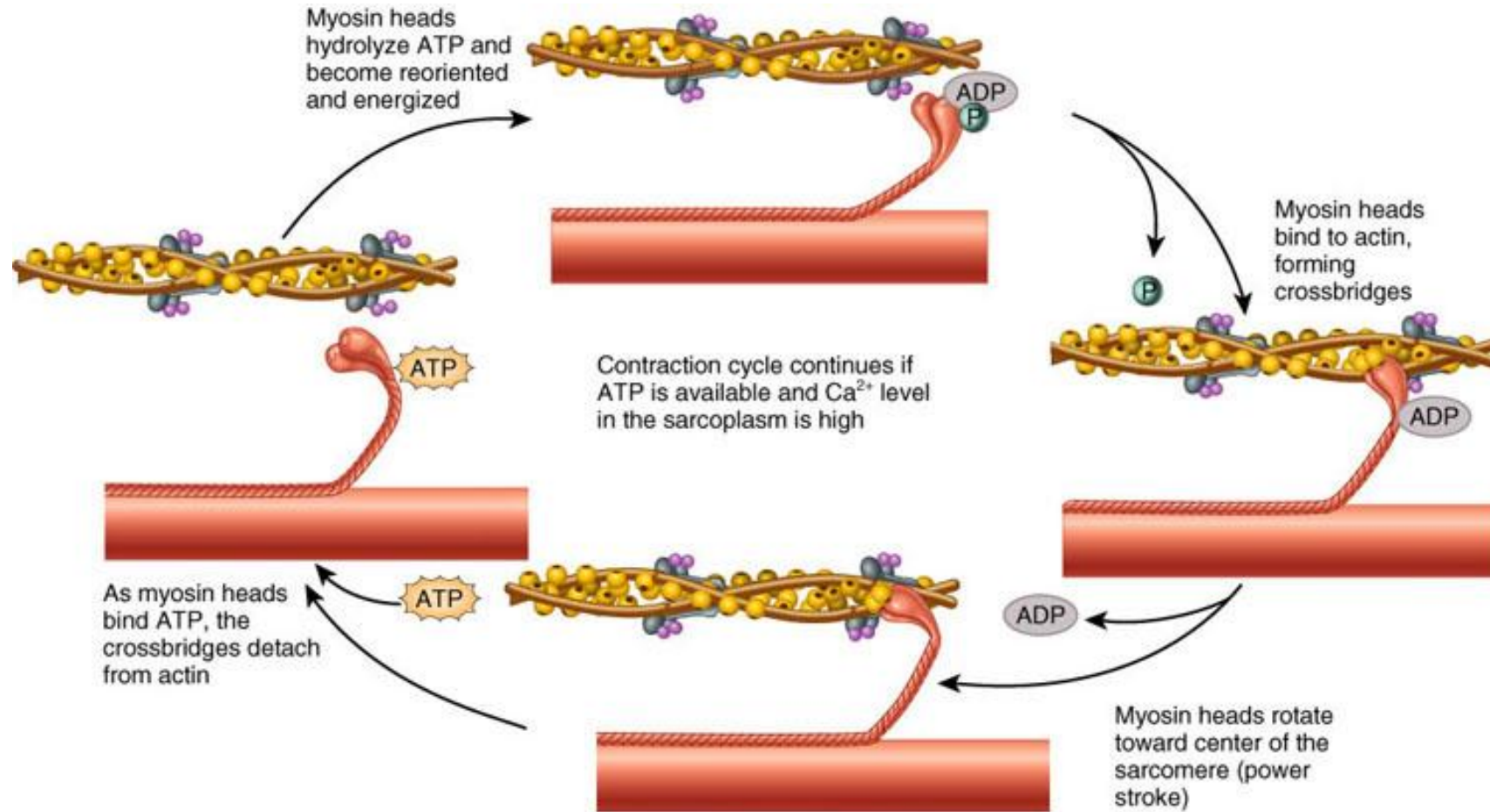


Kas Nasıl Kasılır?

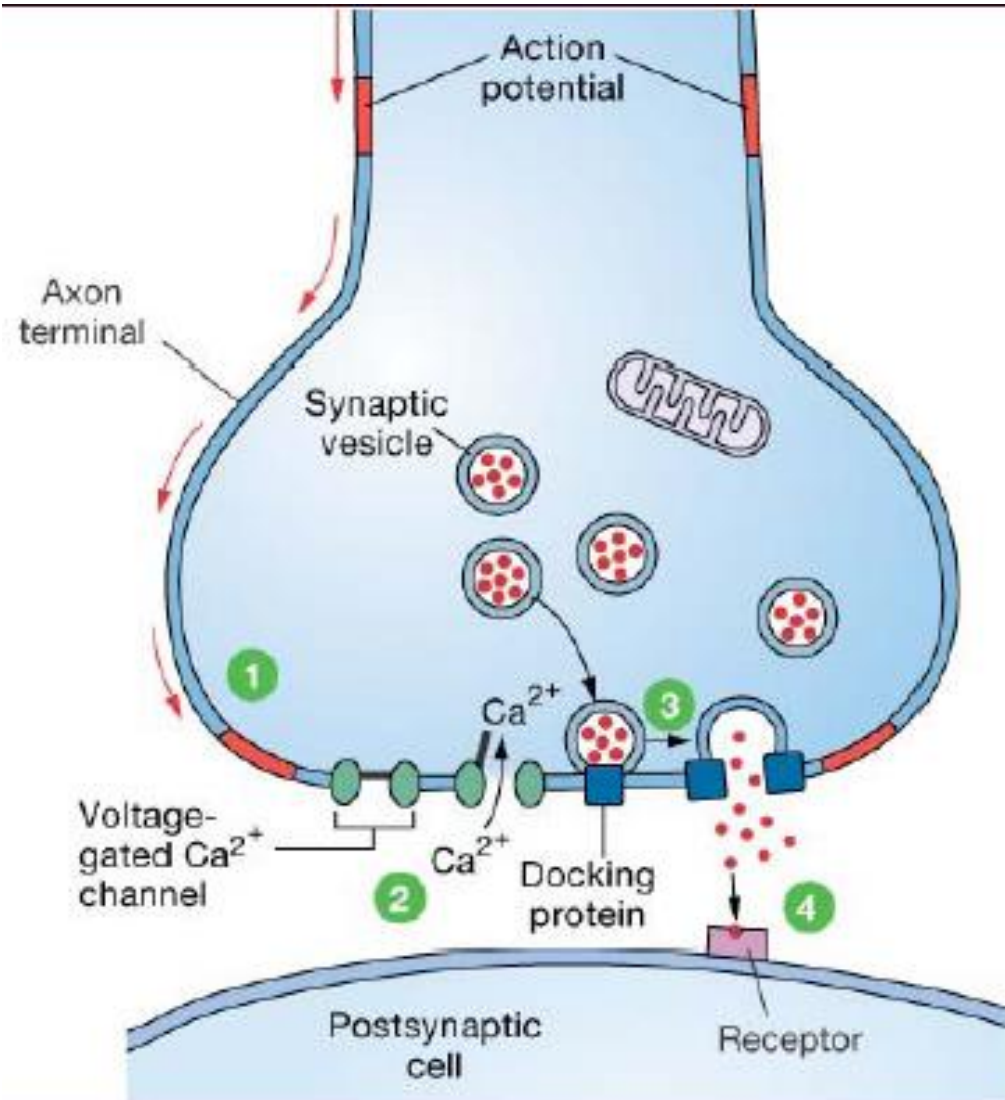
Miyozinler ince aktin filamentlerini birbirine doğru çekerek, z-diskleri arasındaki mesafeyi kısaltır.



Kasılma: Kayan Filamentler Modeli

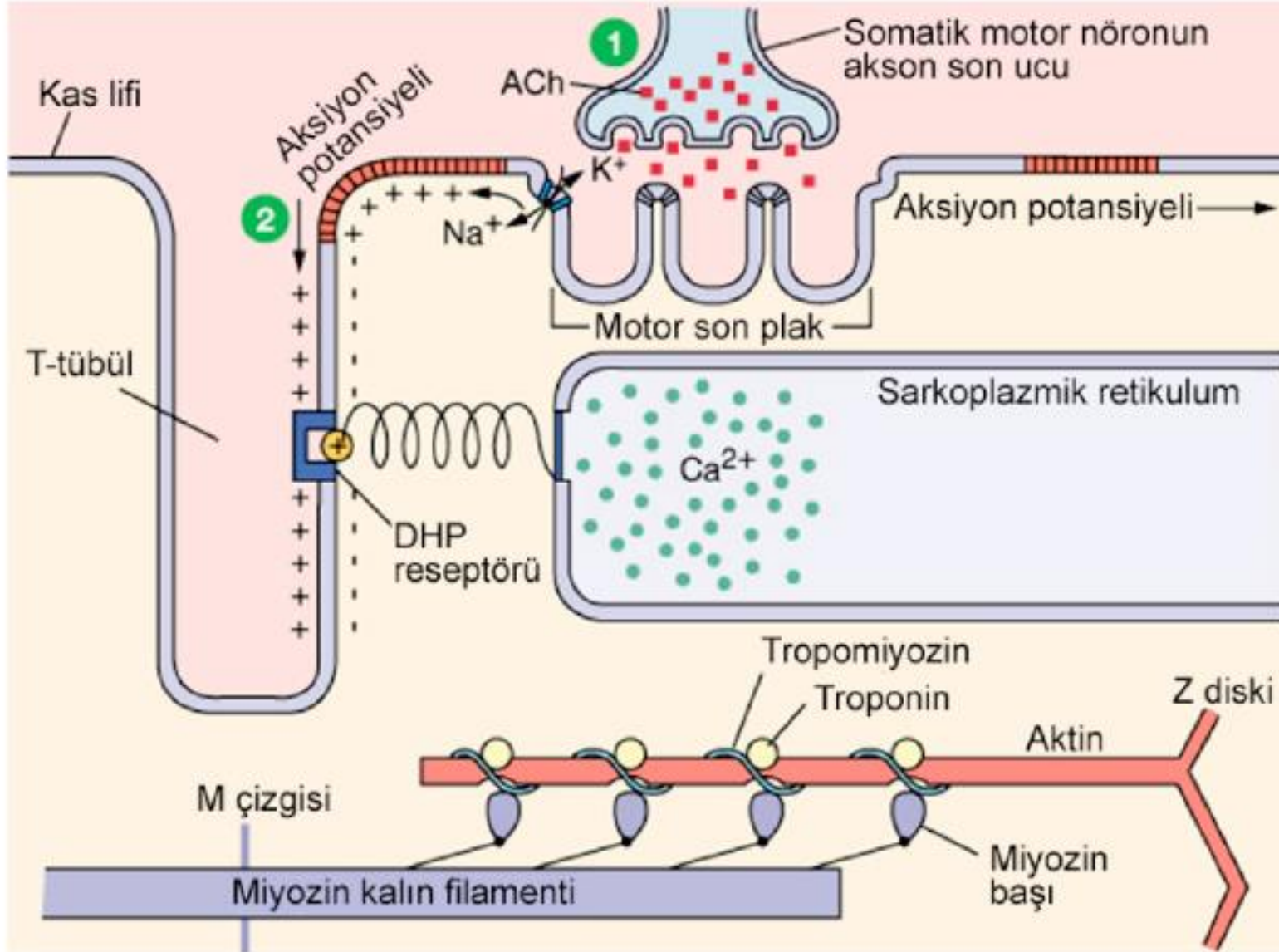


Kasılma

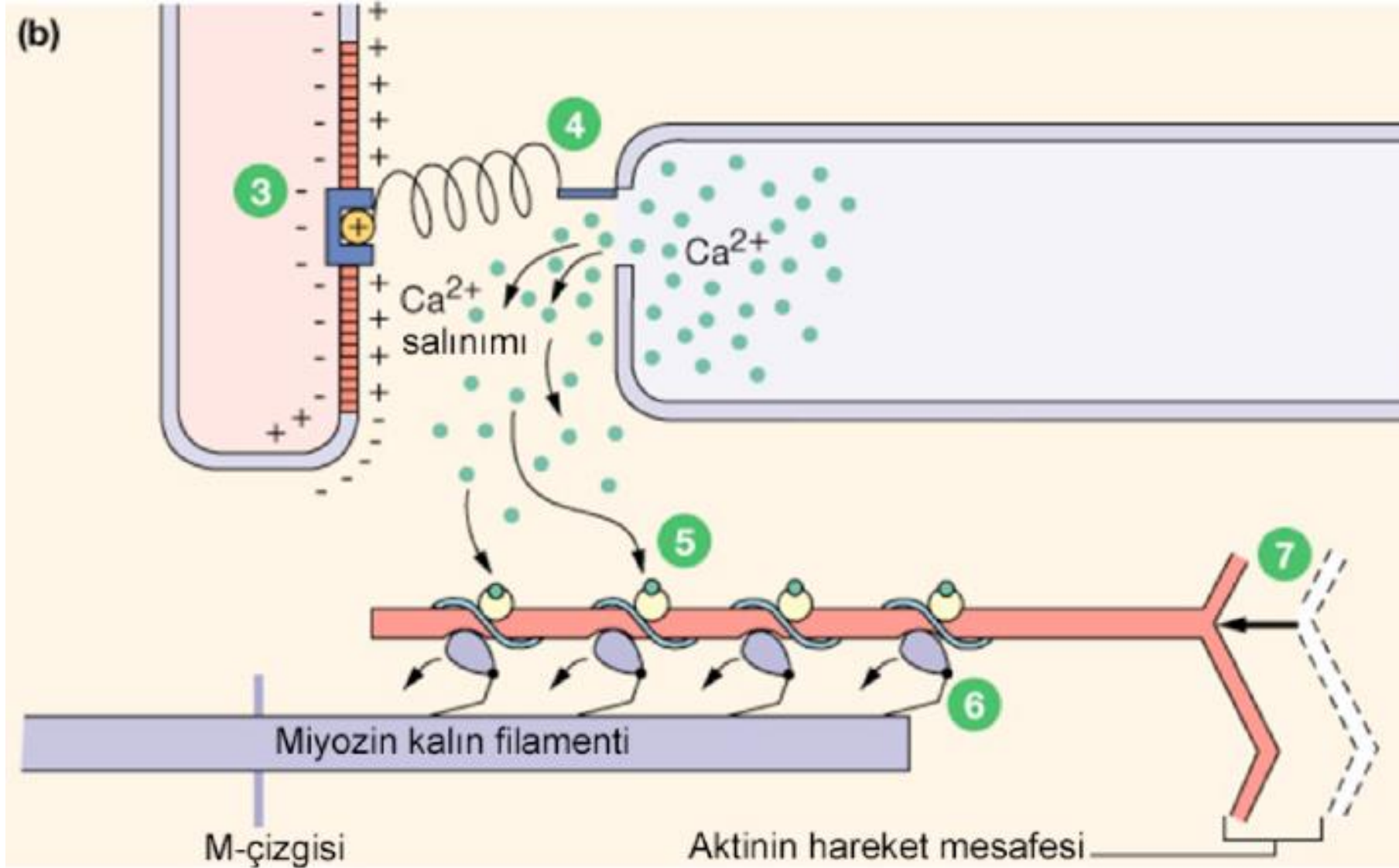


- 1 An action potential depolarizes the axon terminal.
- 2 The depolarization opens voltage-gated Ca^{2+} channels and Ca^{2+} enters the cell.
- 3 Calcium entry triggers exocytosis of synaptic vesicle contents.
- 4 Neurotransmitter diffuses across the synaptic cleft and binds with receptors on the postsynaptic cell.

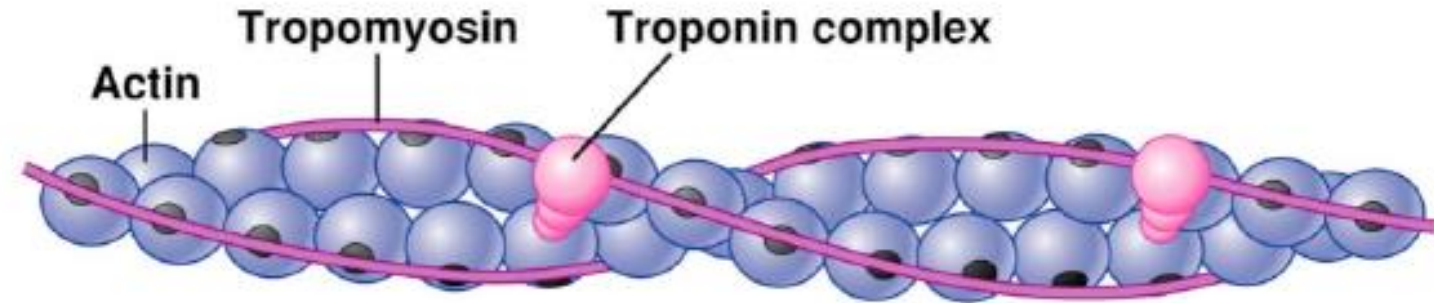
Kasılma Mekanizması



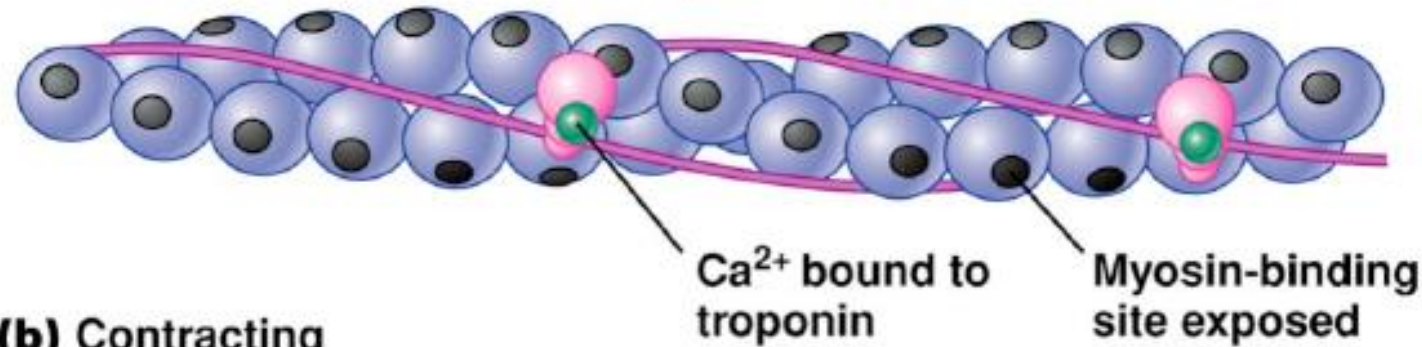
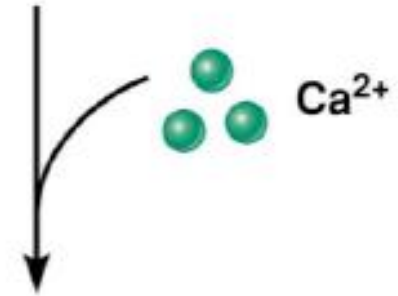
Kasılma Mekanizması



Kasılma Mekanizması

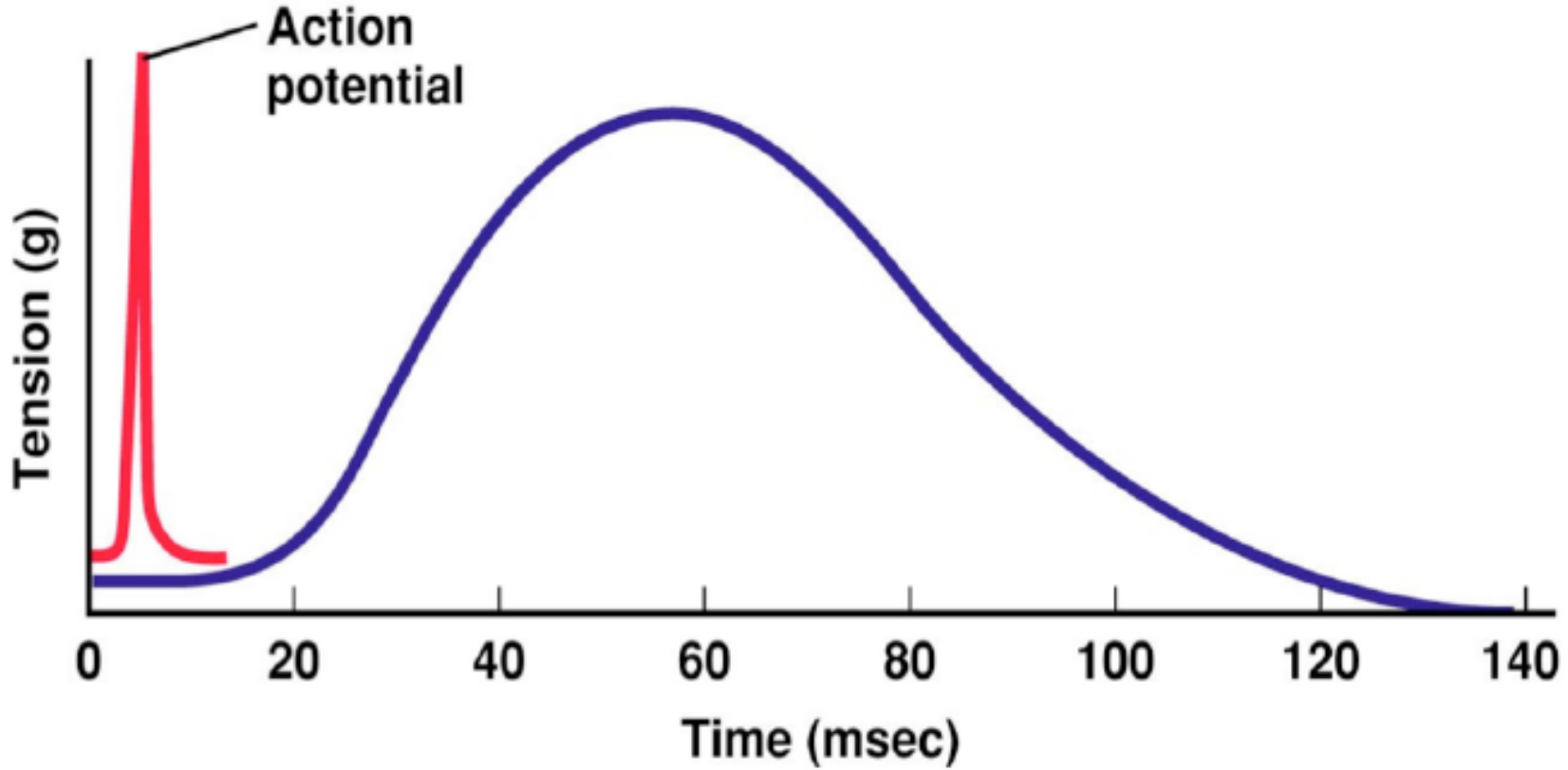


(a) Relaxed

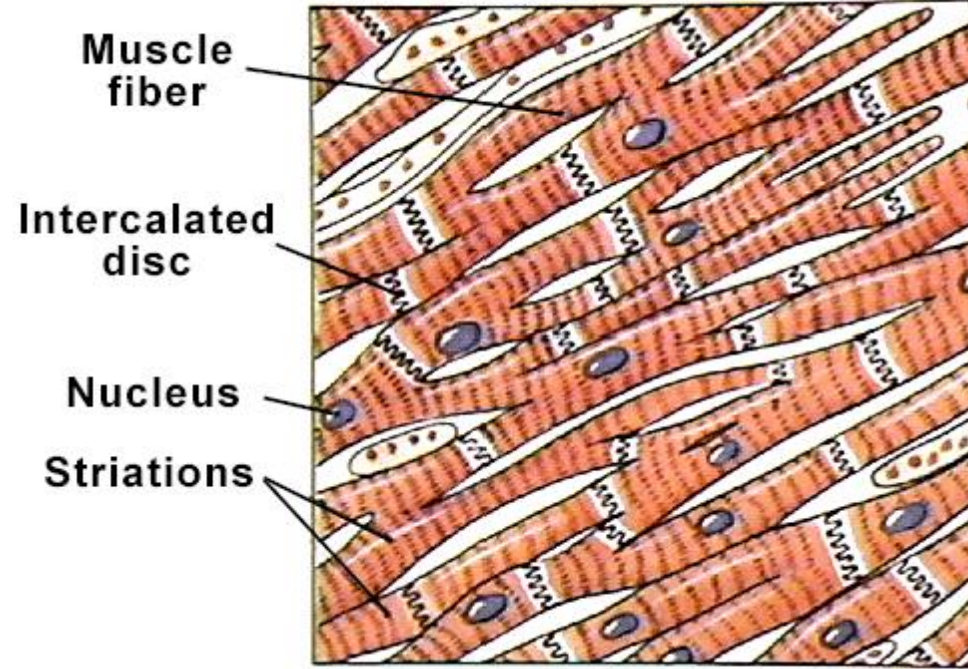


(b) Contracting

İskelet kası aksiyon potansiyeli-Sarsı ilişkisi

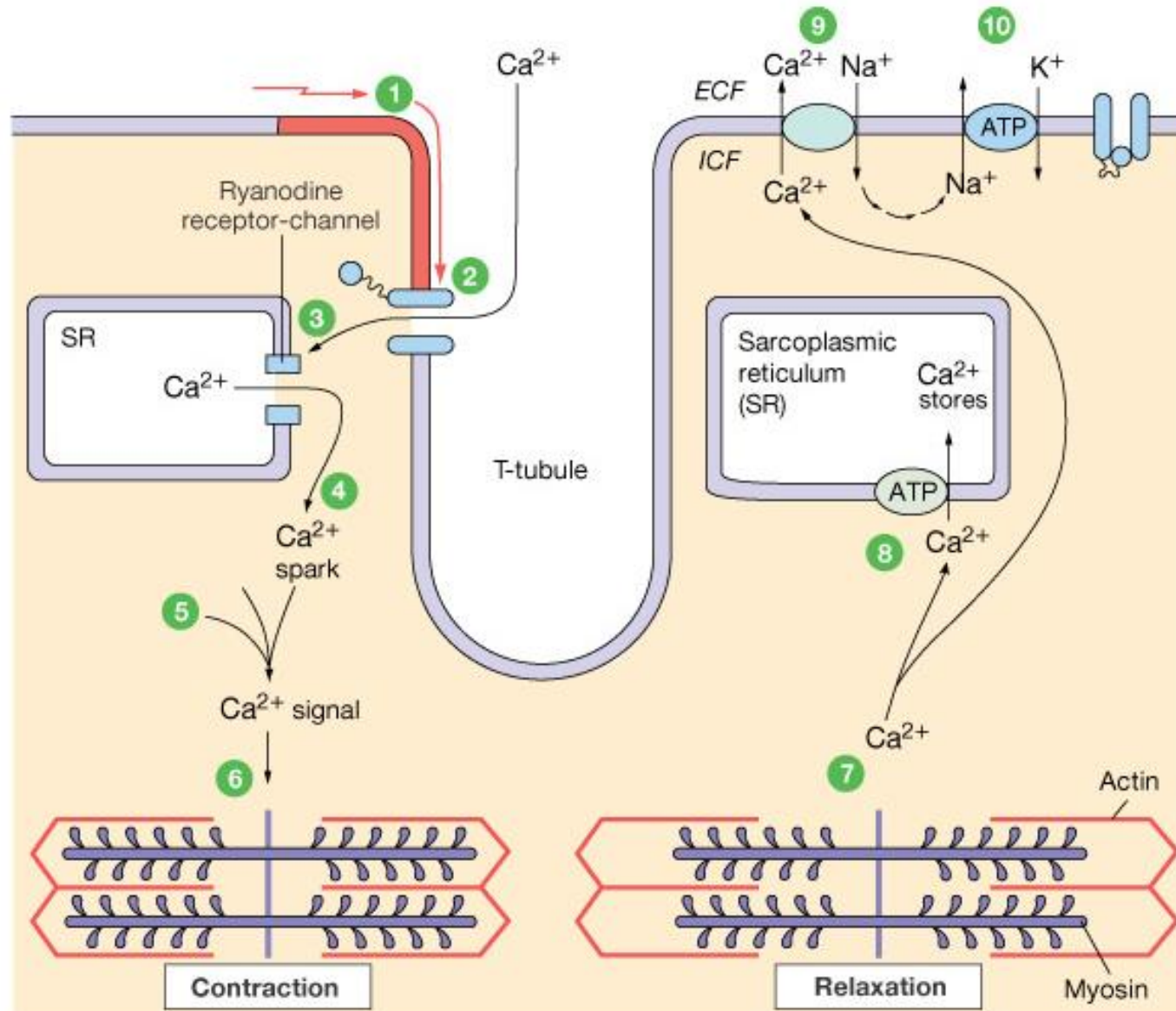


Kalpte Kasılma Mekanizması



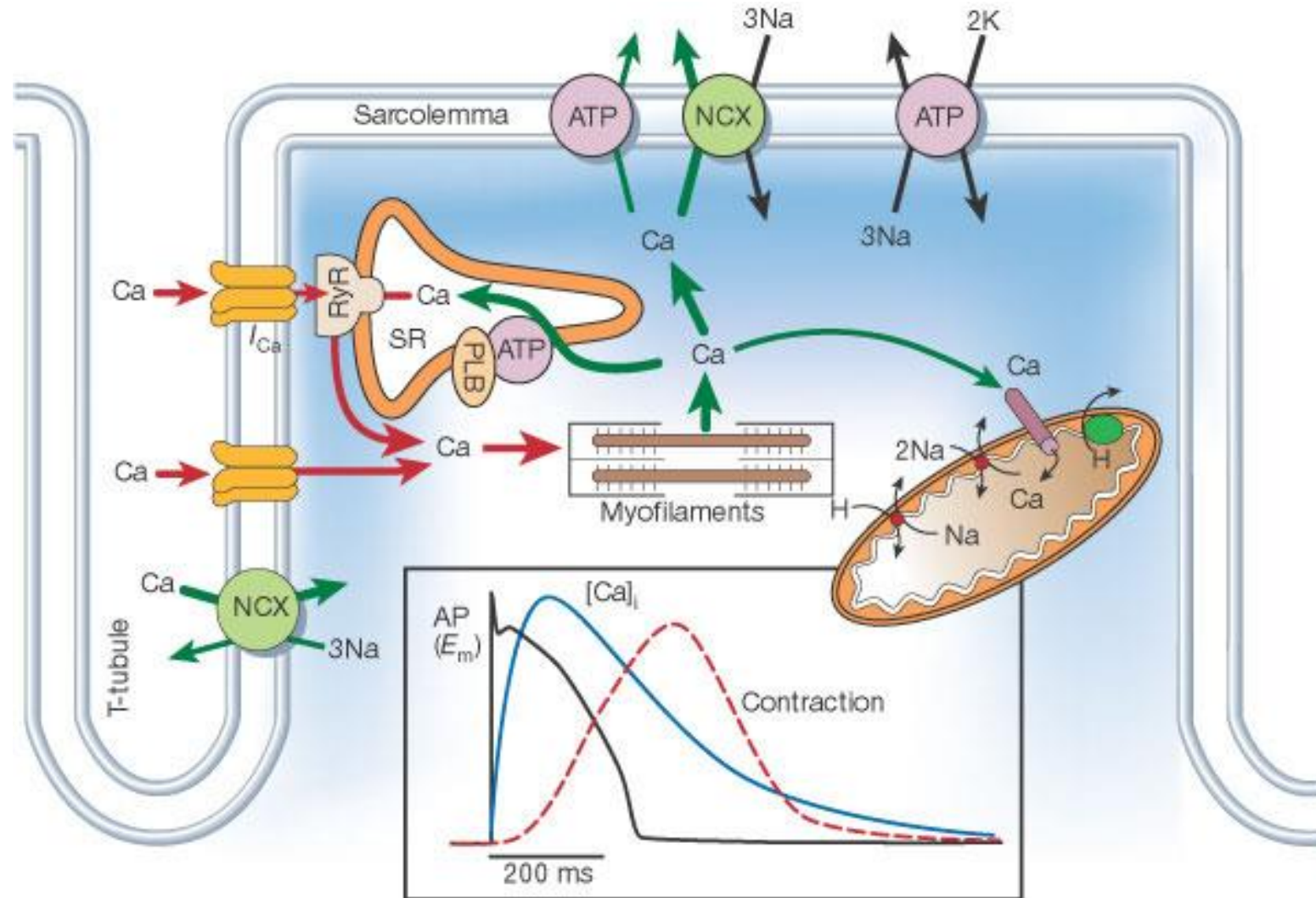
Kalp kası hem iskelet hem düz kas ile benzerlikler gösterir. Düz kas gibi istemsiz ve tek çekirdeklidir. İskelet kası gibi çizgilidir. Sarkomer yapısı ve paralel olarak dizili mikroskobik olarak görünür miyofilamentleri vardır

Kalp Kasilma Mekanizmasi



- 1 Action potential enters from adjacent cell.
- 2 Voltage-gated Ca^{2+} channels open. Ca^{2+} enters cell.
- 3 Ca^{2+} induces Ca^{2+} release through ryanodine receptor-channels (RyR).
- 4 Local release causes Ca^{2+} spark.
- 5 Summed Ca^{2+} sparks create a Ca^{2+} signal.
- 6 Ca^{2+} ions bind to troponin to initiate contraction.
- 7 Relaxation occurs when Ca^{2+} unbinds from troponin.
- 8 Ca^{2+} is pumped back into the sarcoplasmic reticulum for storage.
- 9 Ca^{2+} is exchanged with Na^{+} .
- 10 Na^{+} gradient is maintained by the Na^{+} - K^{+} -ATPase.

Kalpте Kasılma Mekanizması



Düz Kas: Özellikleri

Düz kas lifleri iskelet kası liflerine göre çok küçüktür

Stimulasyon

Elektriksel
Hormonlar
Parakrin yoldan
Çeşitli reseptörler

Aktin ve miyozinleri uzundur

İki tip düz kas vardır;

(a) Tek-üniteli düz kas

Gedik kavşaklar(Gap-junctions) la bağlanır

Kas tabakası tek bir ünite gibi davranır

Ör: ince bağırsaklar

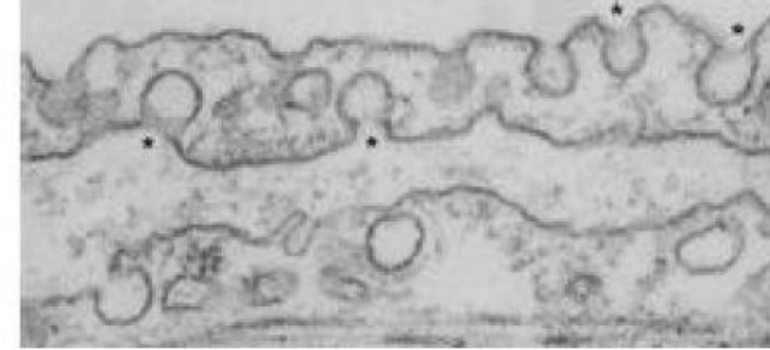
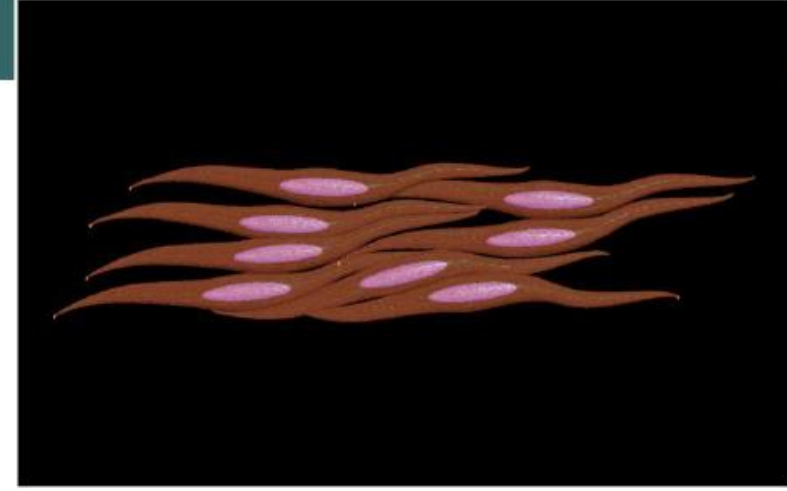
(b) Çok-üniteli (multi-unit) düz kas

Hücreler elektriksel olarak bağlı değildir; her hücre bağımsız olarak uyarılır.

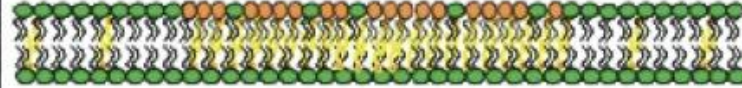
Ör: iris ve gözün silier kasları

Düz kas: Genel Özellikler

- **Uyarılma**
 - Elektriksel bağlantı
 - Hormonlarla uyarılma
 - Parakrinlerle uyarılma
 - *Farklı reseptör tipleri*
- **Biçim**
 - İğ şeklinde hücreler
 - Zar çukurları (caveola)
 - Daha uzun aktin ve miyozin zincirleri



Düz kas: Genel Özellikler – “Caveola”



Caveolae



Caveolin



Phospholipid



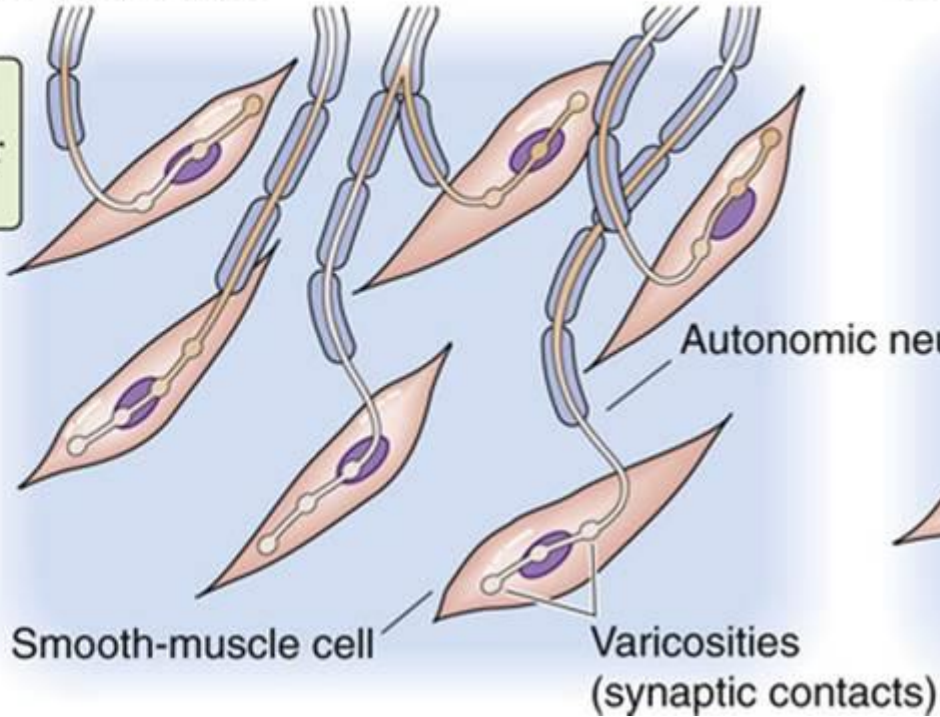
Sphingolipid



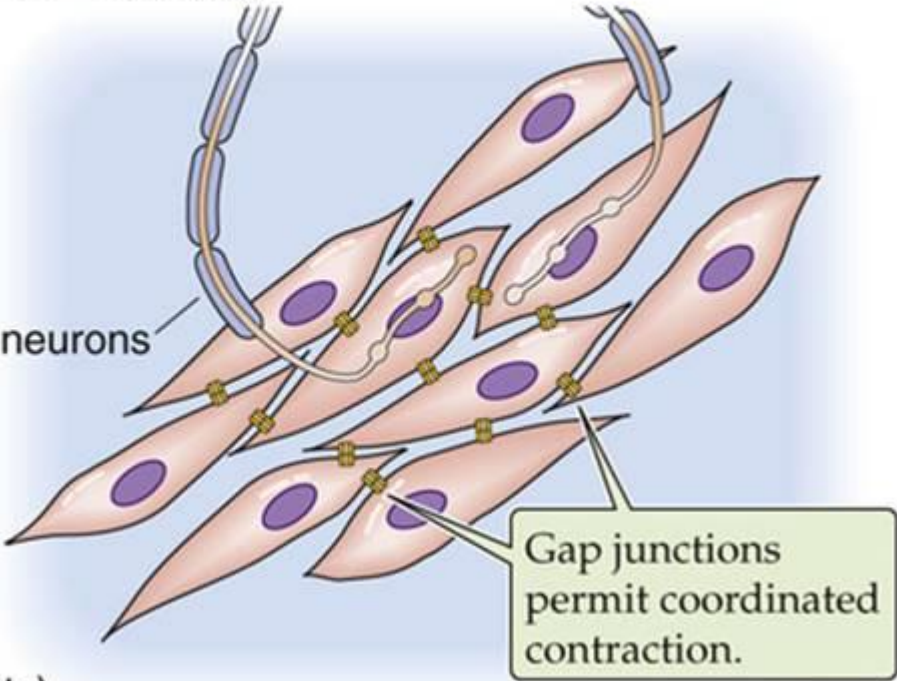
Cholesterol

Electrical isolation of cells allows finer motor control.

A MULTIUNIT

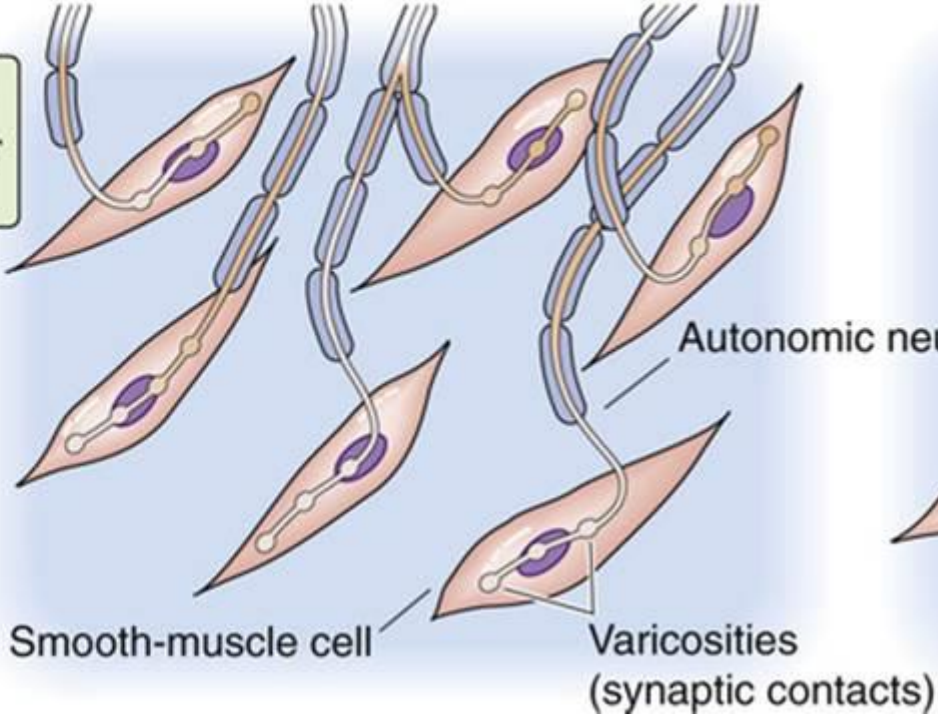


B UNITARY

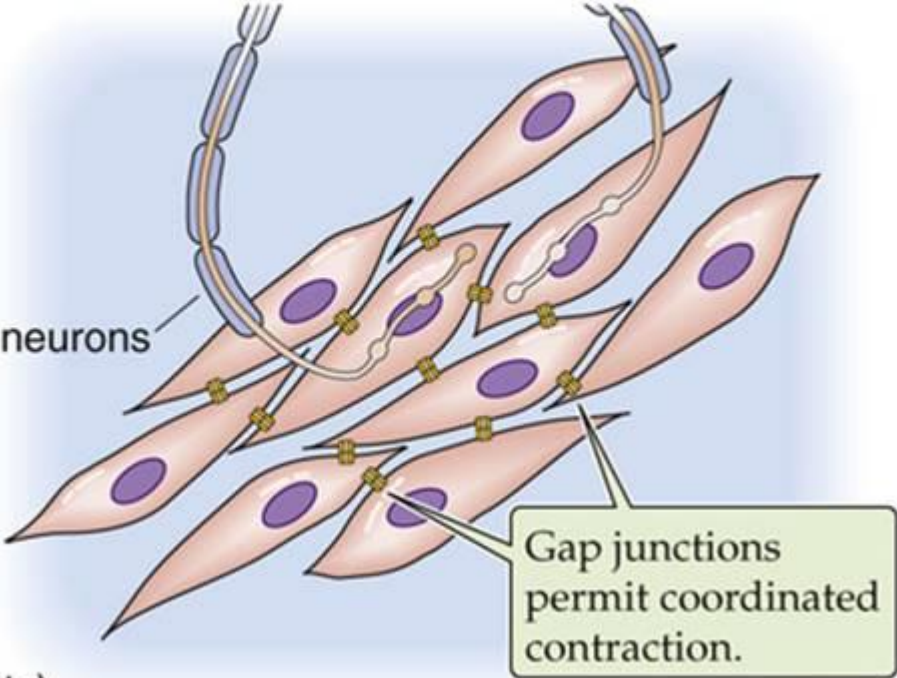


Electrical isolation of cells allows finer motor control.

A MULTIUNIT

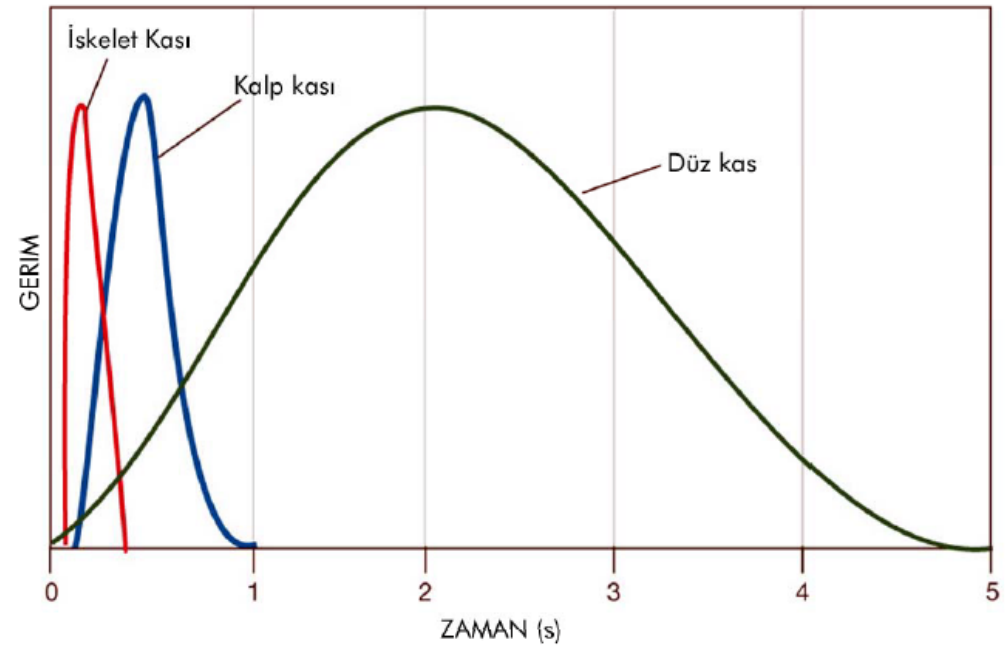


B UNITARY

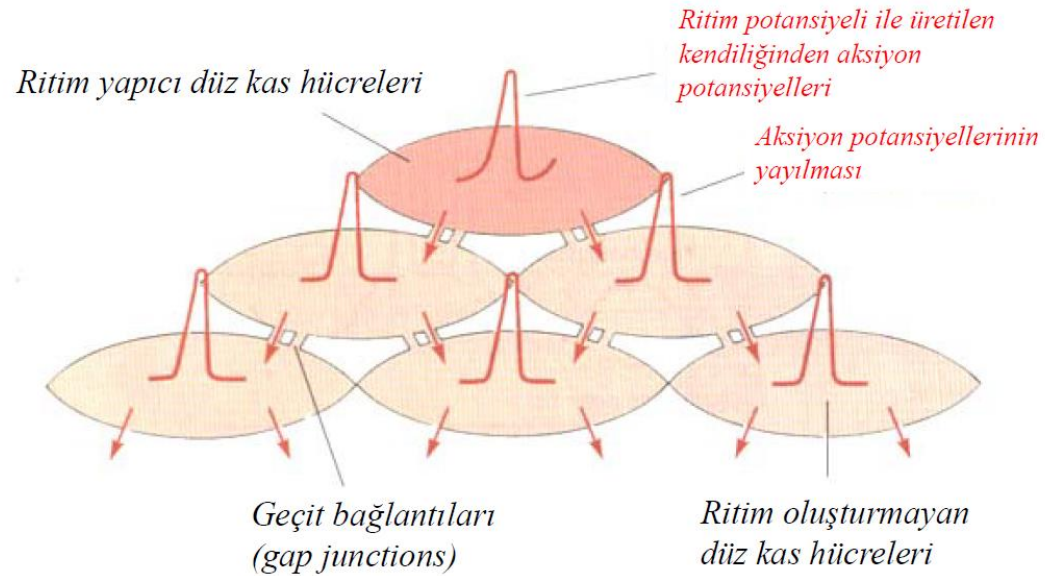


Yavaş kasılmalar

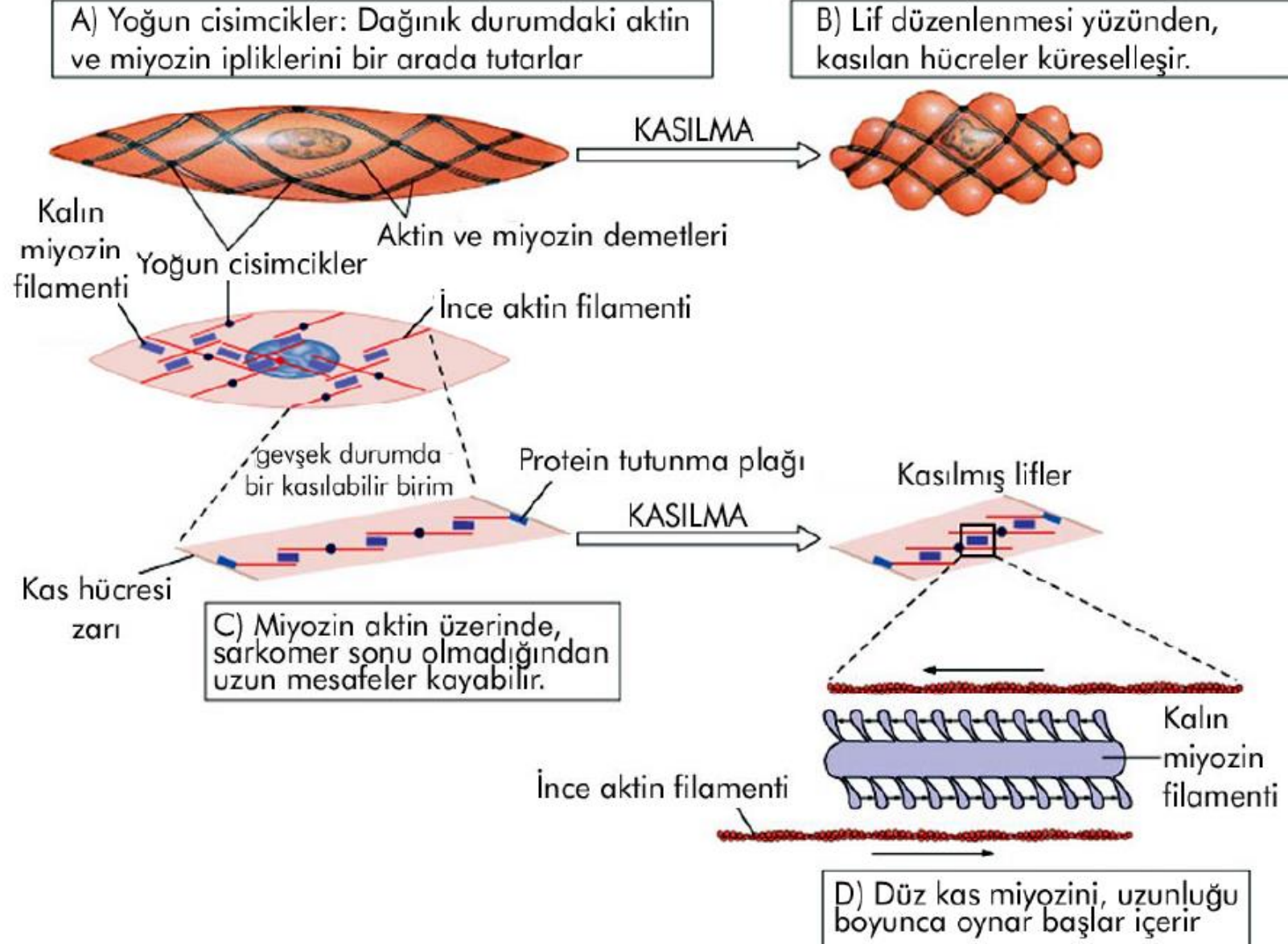
- Az yorulur
- Düşük O₂ kullanımı



Düz Kasta Uyarılma-Kasılma



Düz kas: Kasılma



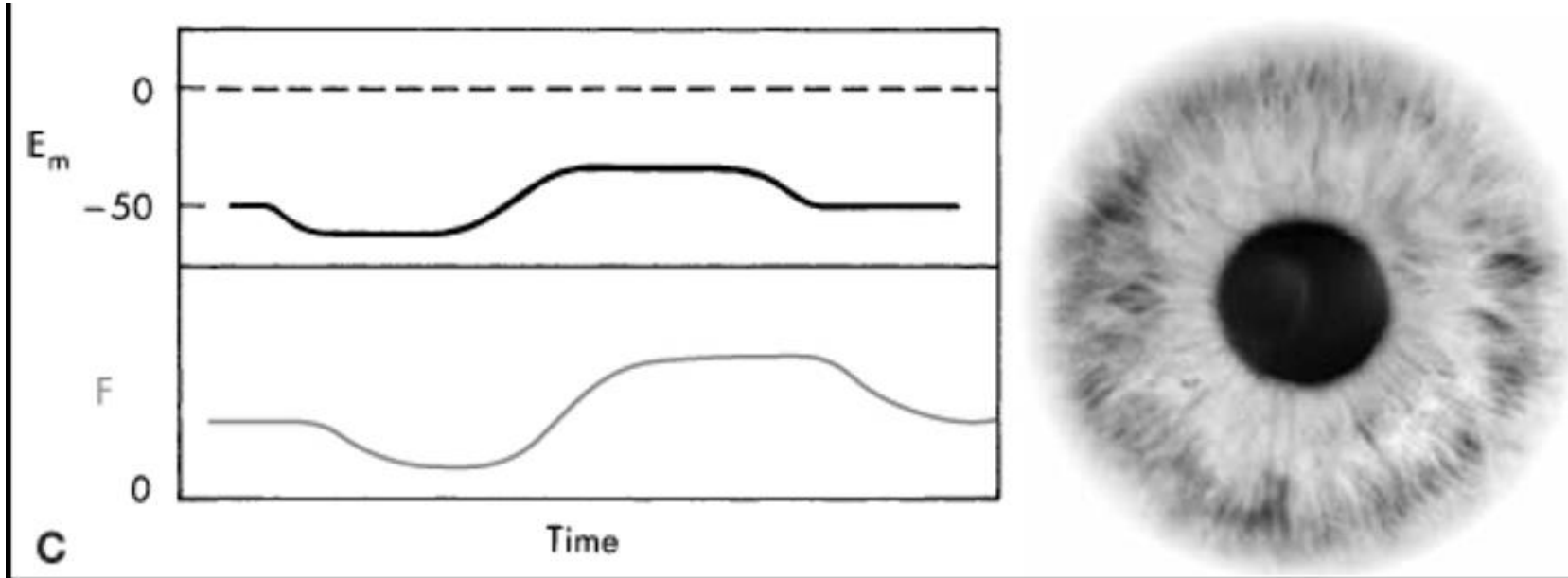
Düz kaslarda membran potansiyeli ve aksiyon potansiyeli

- Düz kaslarda membran potansiyeli -60, -50 mV civarındadır.
- Aksiyon potansiyeli tek üniteli düz kaslarda görülür
- Kalsiyum iyonu aksiyon potansiyelinin oluşumunda ve kasılmada önemli rol oynar

Aksiyon Potansiyeli olmaksızın bir Multi-unit düz kasta Depolarizasyon

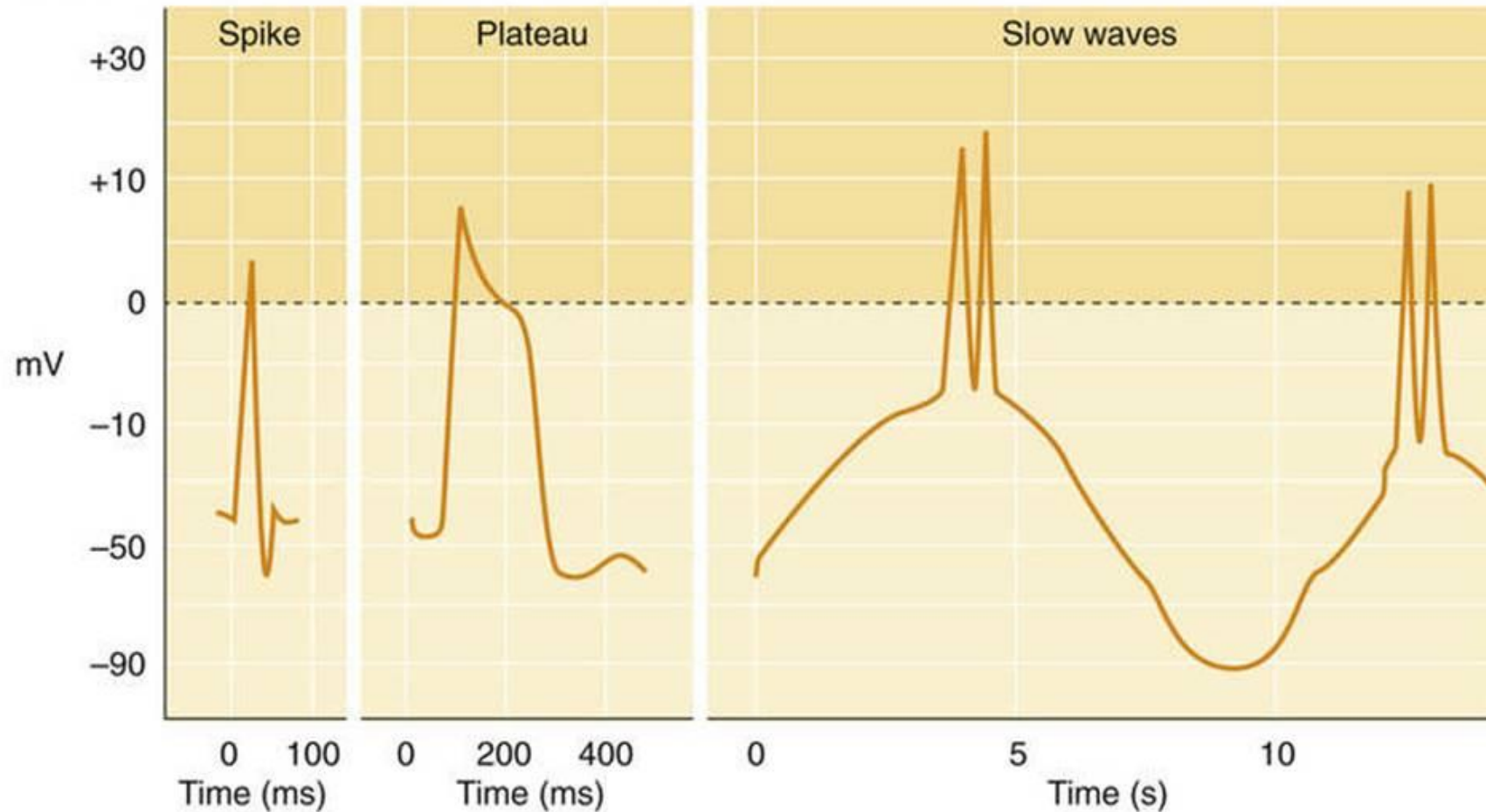
-Bir multi-unit düz kas bir nörotransmitter aracılığı ile depolarize olduğu ve kasıldığı zaman aksiyon potansiyeli gelişmez. Nedeni ise tüm unite içindeki tek bir lif kendi kendine yayılan bir aksiyon potansiyeli oluşturmak için çok küçüktür

-Düz kas hücresinin yüzeyinde nörotransmitterin kendisi hızlı yayılan bir depolarizasyona neden olur, bu da membranda ve SR da bulunan iyonik iletkenlikleri değiştirir



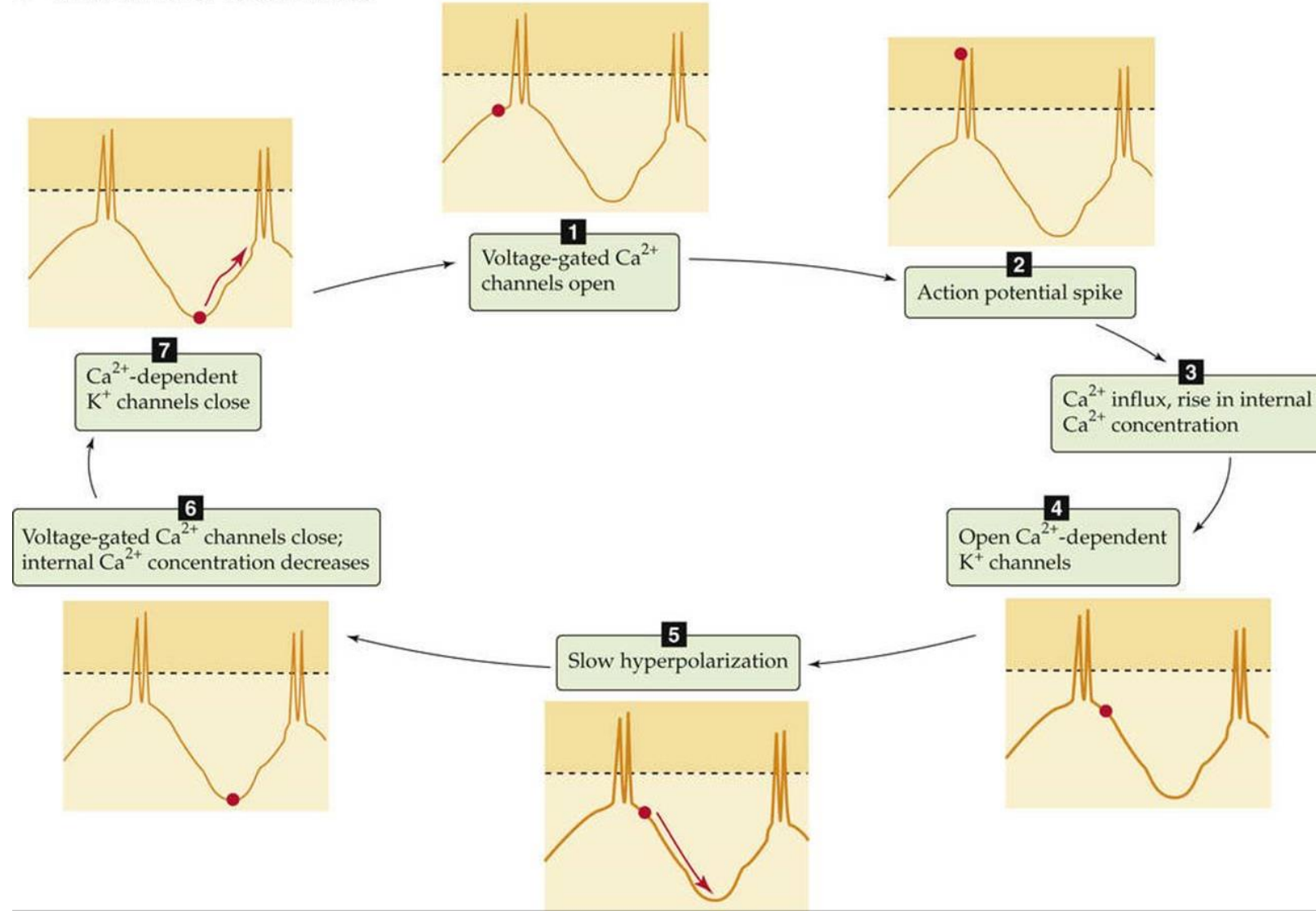
Düz kaslarda aksiyon potansiyeli

A TYPES OF SMOOTH-MUSCLE ACTION POTENTIALS

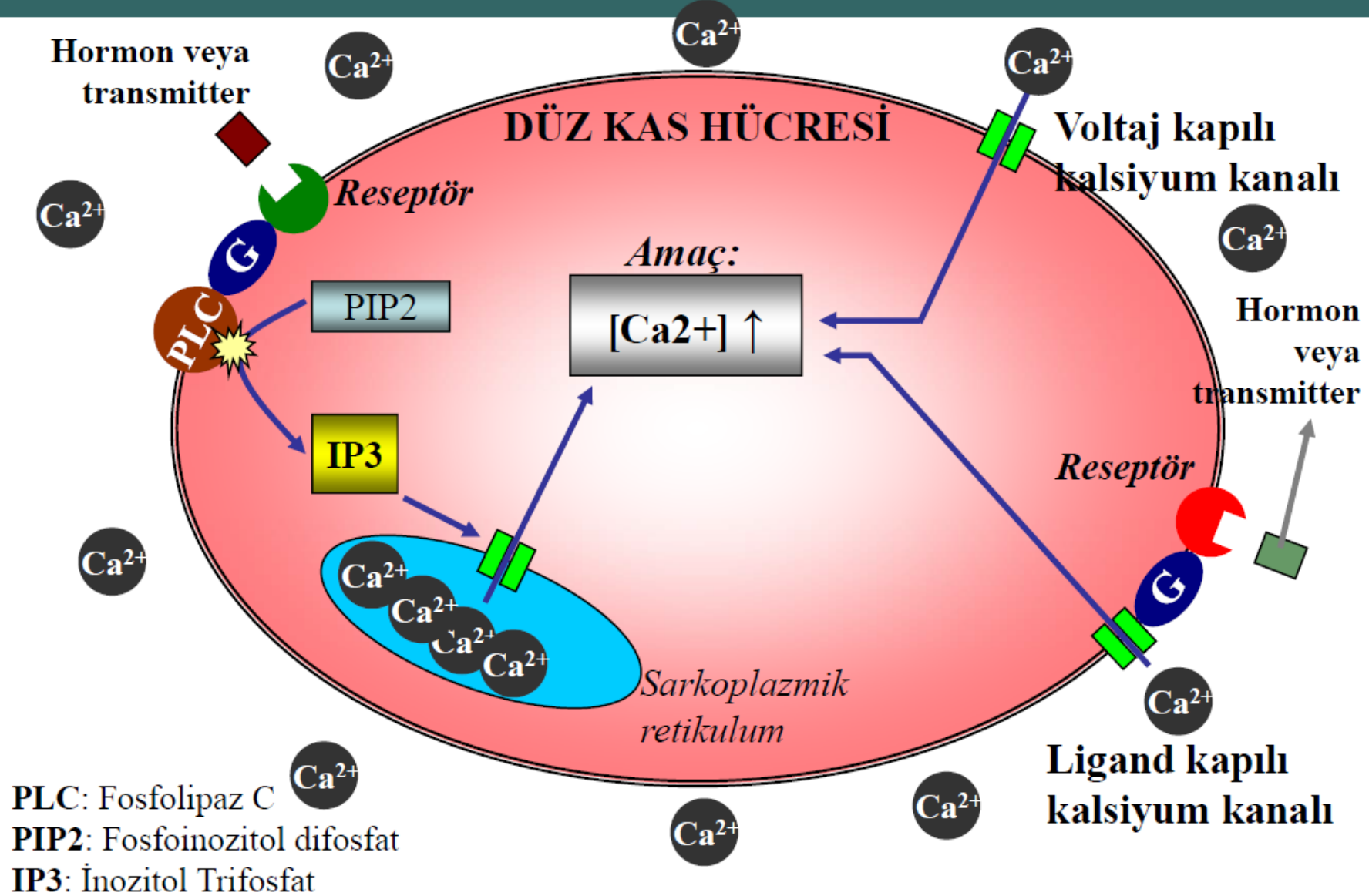


Düz kaslarda aksiyon potansiyeli

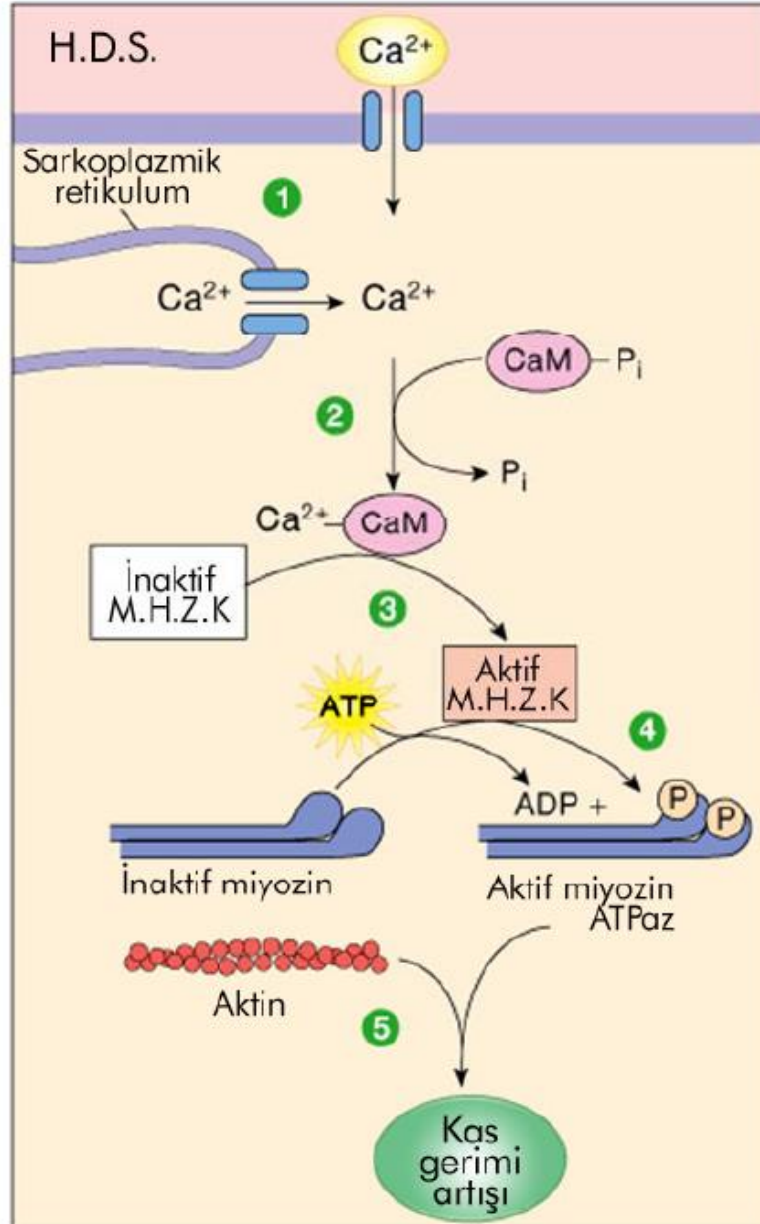
B GENERATION OF SLOW WAVES



Düz Kasta Kasılma – Hücre içi Ca^{2+} derişimi artışı



Düz Kas Kasılma Mekanizması



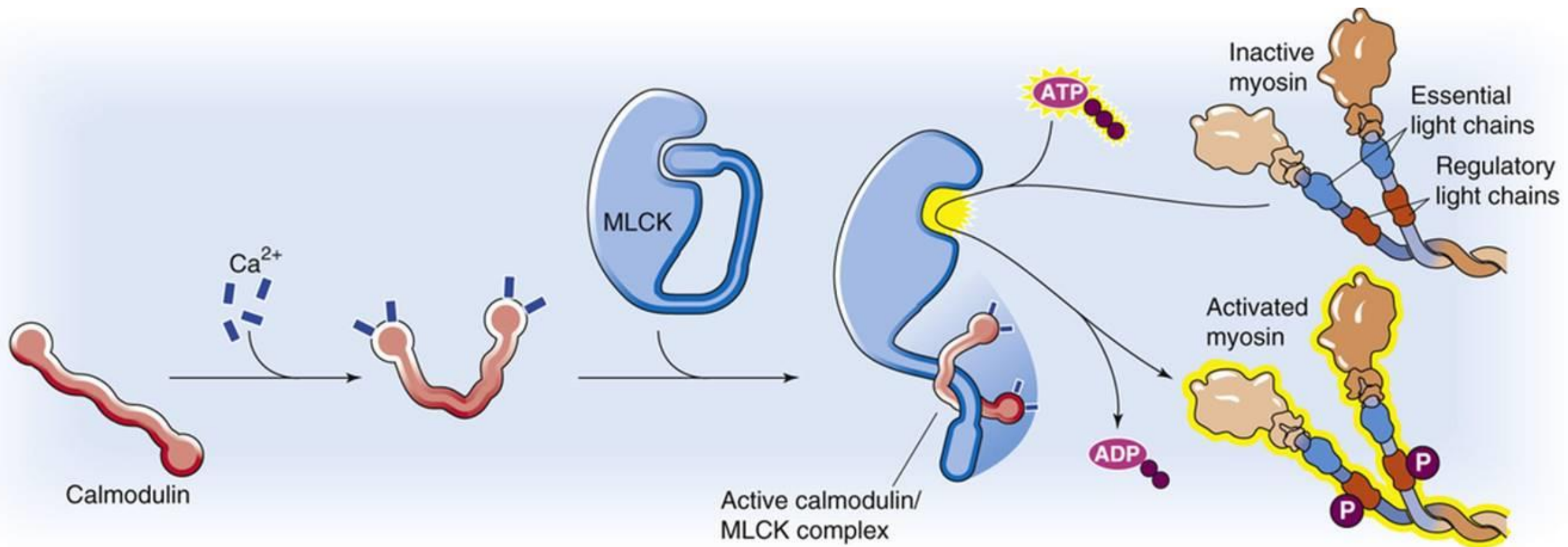
1 Hücre dışından ve sarkoplazmik retikulumdan gelen kalsiyum ile hücre içi kalsiyum artışı

2 Kalsiyum-kalmodulin (CAM) bağlanması

3 Miyozin hafif zincir kinaz'ın (M.H.Z.K.) Ca-CAM ile aktivasyonu

4 M.H.Z.K.'nın miyozini fosforlaması ve miyozin ATPaz aktivitesinin artması

5 Aktif miyozin çapraz köprülerinin aktin üzerinde kayarak kas gerimini artırması



Mechanism of smooth muscle contraction

↑ Cytosolic Ca^{++}

Ca^{++} + Calmodulin

Activation of myosin kinase

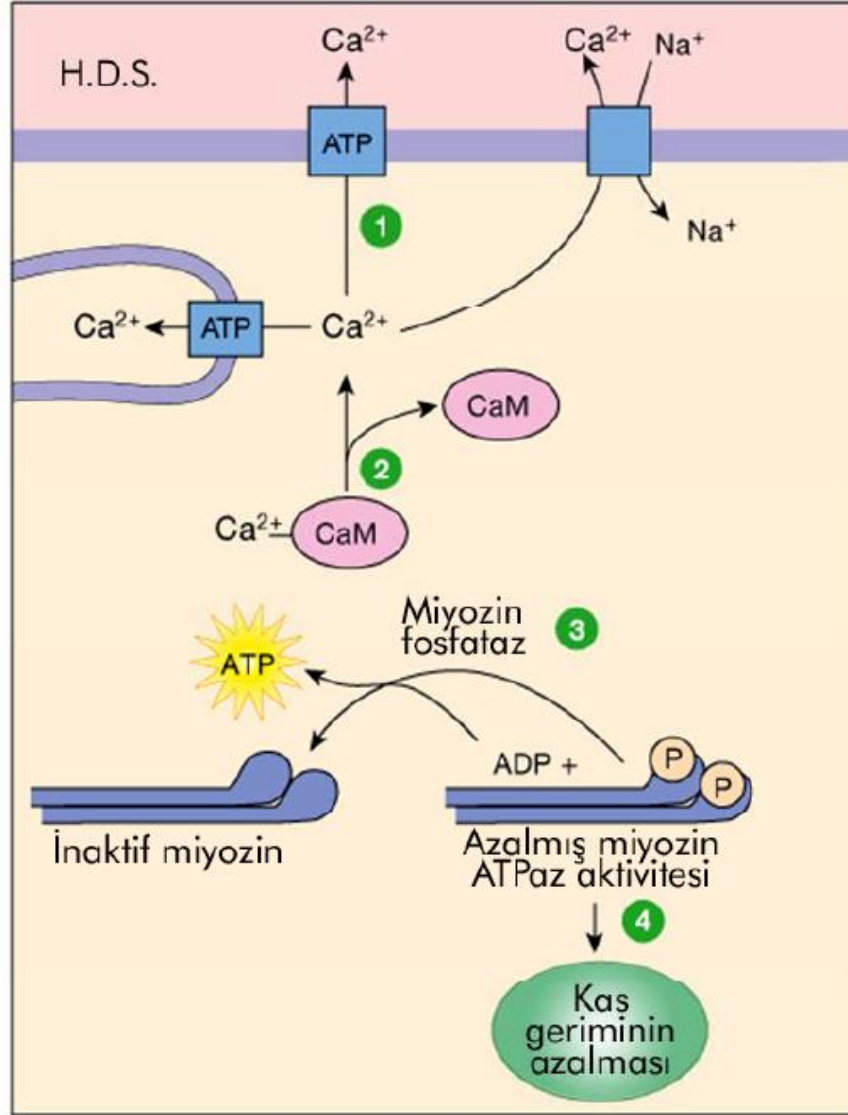
Phosphorylation of myosin light chain

Activation of myosin ATPase

Attachment of myosin head with actin

Contraction by sliding filament mechanism

Düz Kas Gevşemesinin Mekanizması



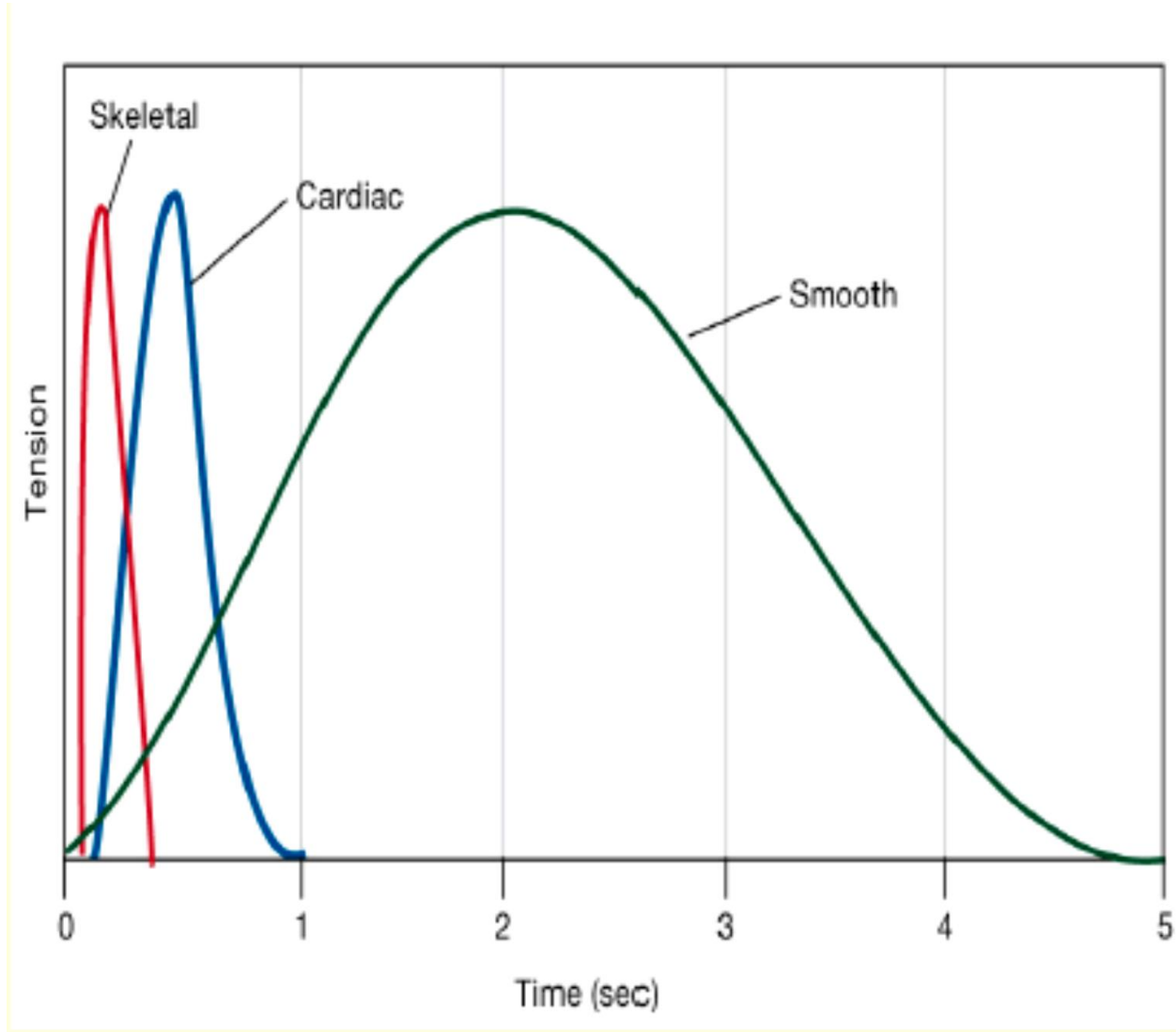
1 Hücre içi serbest kalsiyum miktarı hücre dışına veya sarkoplazmik retikuluma pompalanma sonucu azalır.

2 Kalsium, kalmodulinden ayrılır.

3 Miyozin fosfataz, miyozinden fosfat kopararak, miyozinin ATPaz aktivitesini azaltır.

4 Düşük miyozin ATPaz aktivitesi kas gerimini azaltır

Düz kas kasılması



Özet: Kas Tiplerinin Karşılaştırılması

	İskelet Kası	Düz Kas	Kalp Kası
Mikroskopik	Çizgili	Düz	Çizgili
Lif düzenlenmesi	Sarkomerler	Demetler	Sarkomerler
Lif proteinleri	Aktin, miyozin, troponin ve tropomiyozin	Aktin, miyozin ve tropomiyozin	Aktin, miyozin, troponin ve tropomiyozin
Kontrol	İstemli	İstemsiz	İstemsiz
Sinirler	Somatik motor	Otonom	Otonom
Hormonal etki	Yok	Bir çok hormon	Epinefrin
Yer	Hareket sistemi ve bazı sfinkterler	Organ duvarları, tübüler yapılar, sfinkterler	Kalp
Morfoloji	Çok çekirdekli, büyük, silindirik	Çok çekirdekli, iğ biçimli, küçük	Daha kısa ve dallı lifler
İç yapı	T-tübül ve S.R. "triad"lar	T-tübül YOK; S.R. minimum	T-tübül ve S.R. "diad"lar
Kasılma hızı	En hızlı	En yavaş	Orta
Tek lif kasılma gücü	Hep veya hiç	Dereceli	Dereceli
Kasılma başlangıcı	Motor nöron	Otoritmik olabilir	Otoritmik