

# KAS FİZYOLOJİSİ-1



# Kas Tipleri

---

- ◉ Düz kas
- ◉ Kalp kası
- ◉ İskelet kası-istemli kas-çizgili kas



# Kas dokusunun genel özellikleri

---

- Hareket
- Postürün sağlanması
- Isı üretimi
- Koruma
- Mekanik iş yapabilme



# Kasların ortak özellikleri...

---

- Uyarılabilme
- İletibilme
- Kasılabilme
- Estensibilite-uzayabilme-gerilebilme
- Elastisite-normal boyuna dönebilme

Hepsi hareket ile ilişkili...



# Kas tipleri

Kas tipi	Bulunduđu yer	Kasılma şekli	Hücre-lif tipi	Çizgilenme şekli	görevi
İskelet	•İskelete yapışan kaslar	İstemli	Uzun silindirik	Belirgin enine çizgilenme	•İskeletin hareketi •Postürün sağlanması •Isı üretimi
Düz	•Sindirim, solunum, üreme ve üriner sistemin içi boş organlarının duvarları •Kan damarları	İstemsiz	İğcik şeklinde	Çizgilenme yok	•İç organlarda ve damarlarda harekete yol açar
Kalp	•Kalp	istemsiz	Kısa dallanmış	Çizgilenmiş	•Kalbin kan pompalamasını sağlar.



# İskelet Kası

---

- İskelete tutunurlar-iskelet kası.
- Mikroskopta açık ve koyu görünen bölgeleri vardır-enine çizgilenme.
- İstemli çalışırlar-istemli kaslar.



# Kas tonusu

---

- Kas kasılması ile oluşan gerim.
- Kaslar dinlenim halinde kısmen kasılı durumdadırlar, bu kası kasılmaya hazır tutmak içindir.



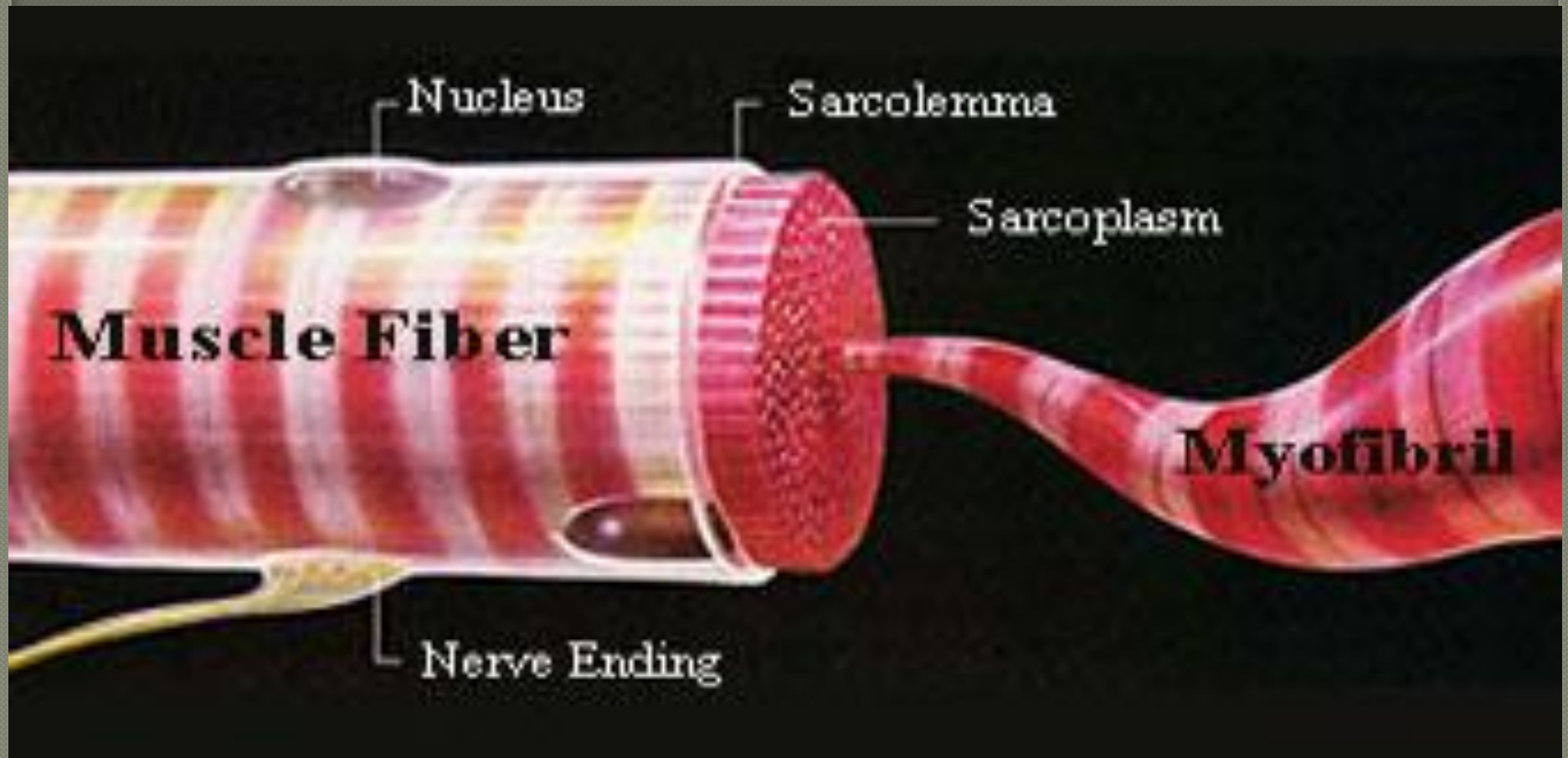
# organizasyonu ve yapısı

## *kas lifi*

---

- Kas hücresi= kas lifi
- Uzun, silindirik ve birden fazla çekirdek
- Kas hücresi uzunluğu; ortalama 3 cm fakat 30 cm-0.1 cm kadar değişebilir.







# organizasyonu ve yapısı

## *myofibril-myoflament*

---

- Kas lifleri myofibril adı verilen daha küçük lifler içerir,
- Myofibrillerde myoflament adı verilen ince ve kalın uzantılardan oluşur.



# organizasyonu ve yapısı

## *myoflament*

---

- Myoflamentler kasılabilir proteinlerden oluşmuştur.

Bunlar;

- Myozin,
- Aktin,
- Tropomyozin
- Troponin: Troponin I, Troponin T, Troponin C



# Çizgili görünüm

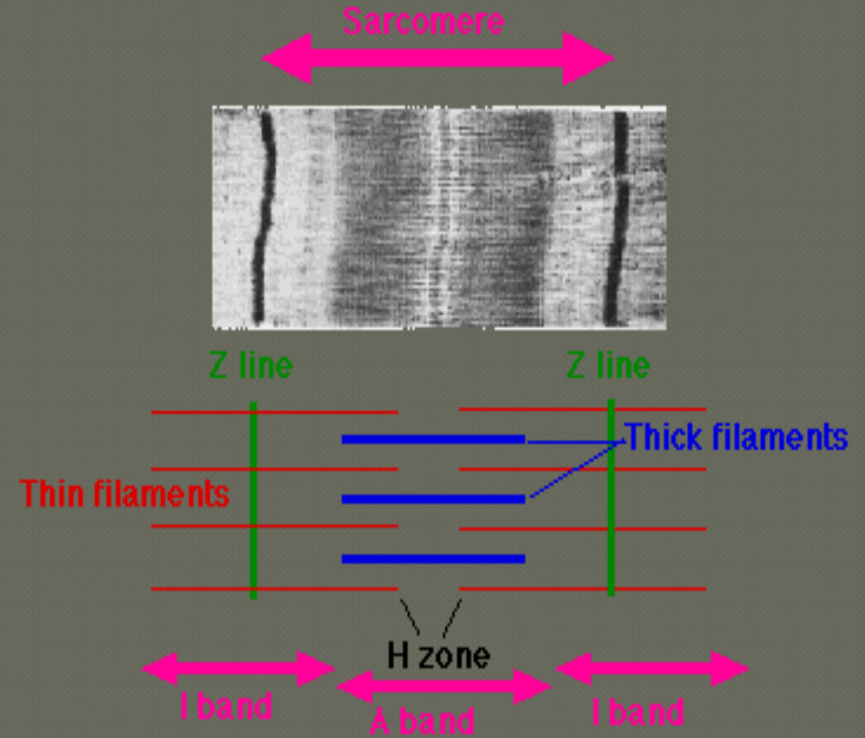
---

- ◉ Kas lifinin değişik kısımlarının ışığı kırma indeksleri farklıdır, mikroskopla bakıldığında bu kasa çizgili bir görünüm kazandırır.
- ◉ Bu çizgilenmeler çeşitli harflerle isimlendirilir.



# I ,A ve H bantları

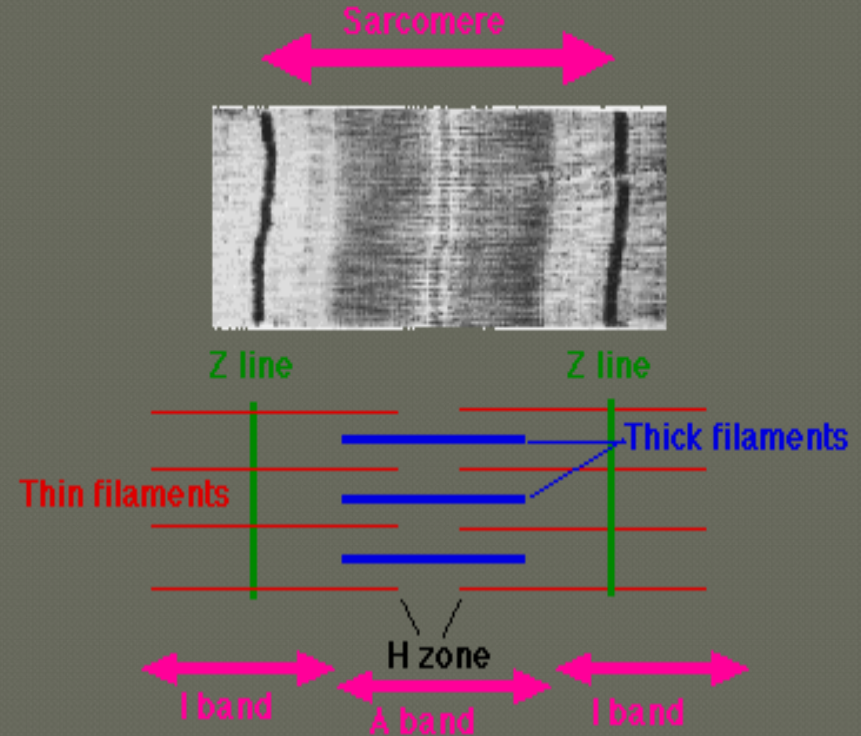
- I bandı açık renklidir ve ince filamentlerden oluşmuştur. İnce filamentler aktin, troponin ve tropomyozin kompleksinden oluşur.
- A bandı daha koyu görünür ve kalın filamentlerden oluşmuştur. Kalın filamentler myozin den oluşmuştur.
- H bandı A bandının ortasındadır.





# Z ve M çizgileri

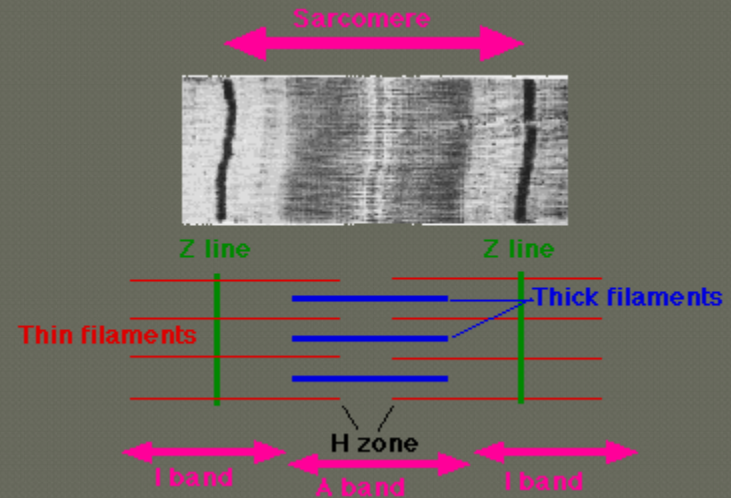
- I bandı Z çizgisi ile ikiye bölünmüştür.
- A bandı ise M çizgisi ile ikiye bölünmüştür.





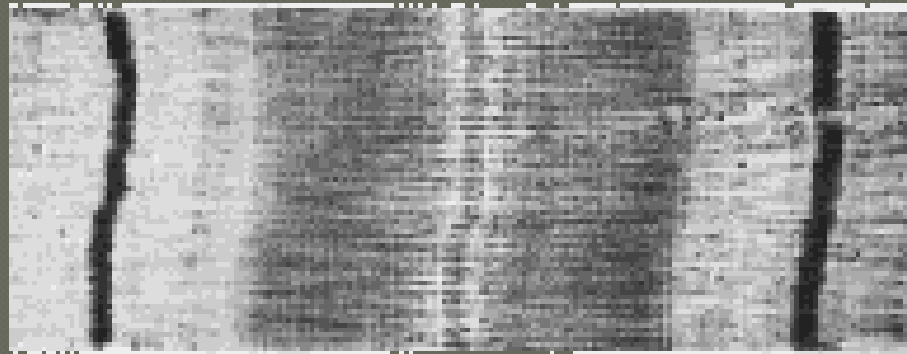
# Sarkomer

- İki Z çizgisi arasında kalan bölüme sarkomer denir.
- Sarkomer kastaki en küçük kasılma birimidir.





Sarcomere



Z line

Z line

Thin filaments

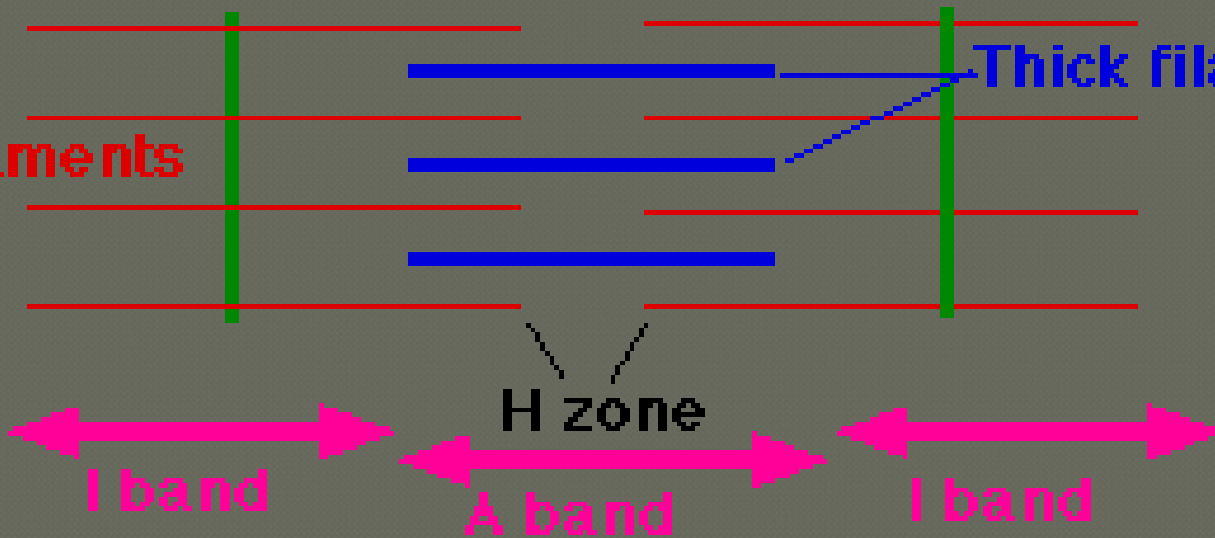
Thick filaments

H zone

I band

A band

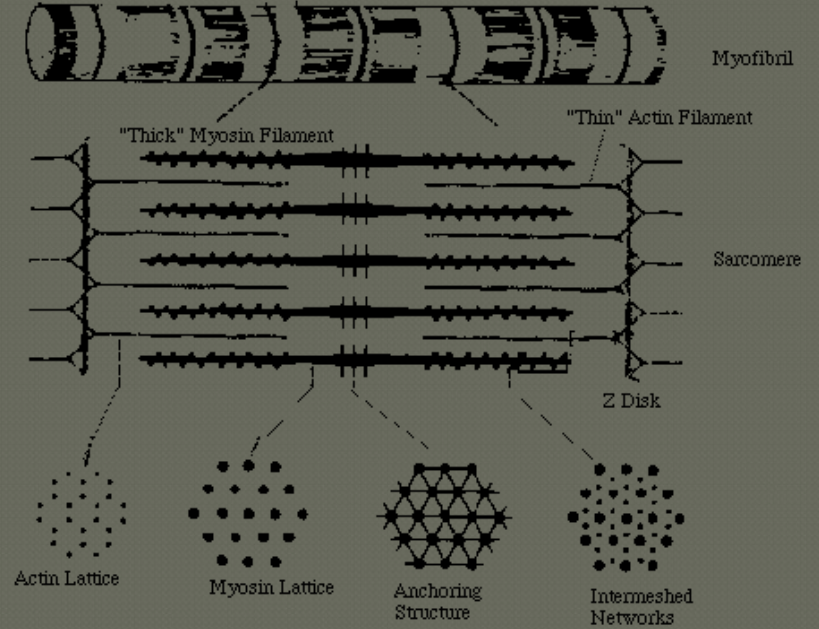
I band





# Hexagonal yerleşim

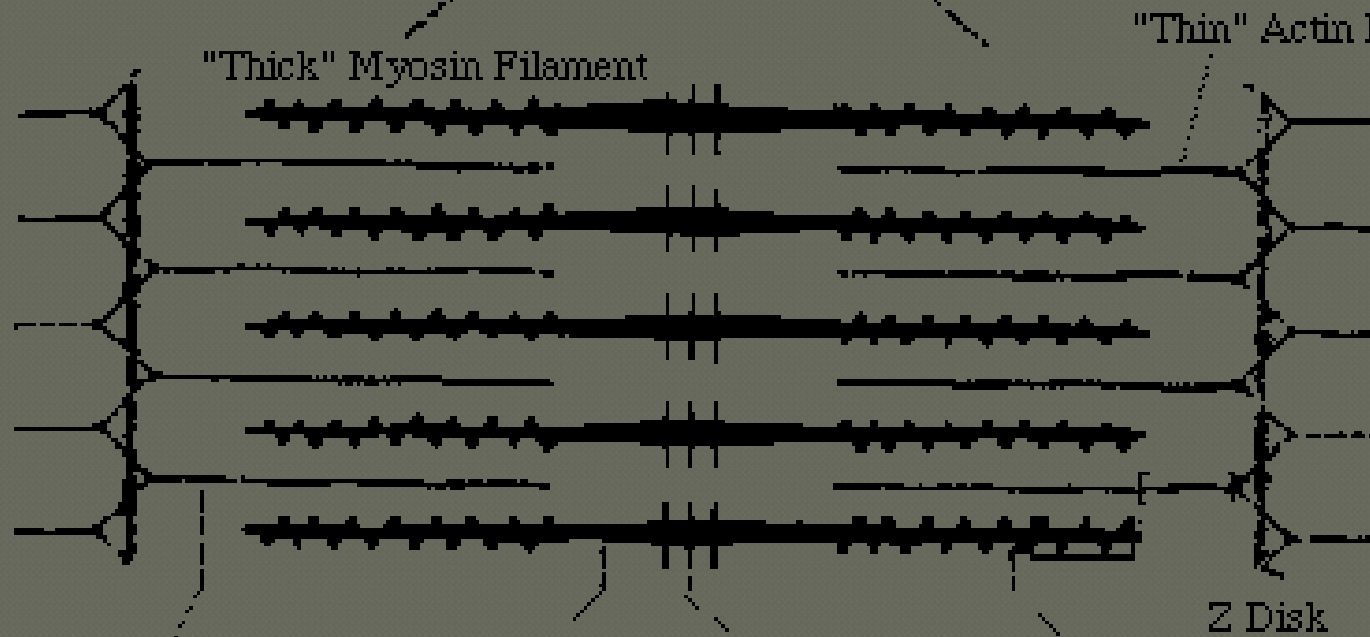
- Her kalın filament düzenli ve hexagonal bir şekilde 6 ince filament tarafından sarılmıştır.



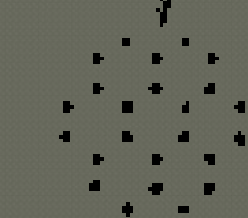




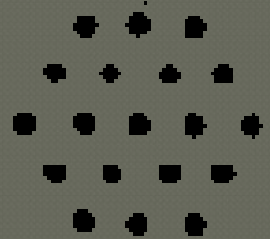
Myofibril



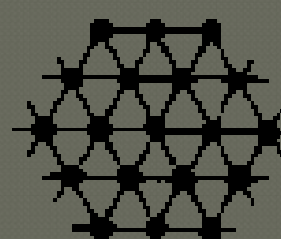
Sarcomere



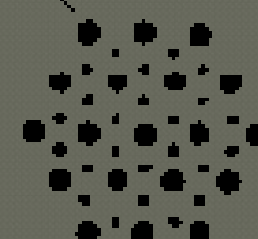
Actin Lattice



Myosin Lattice



Anchoring Structure

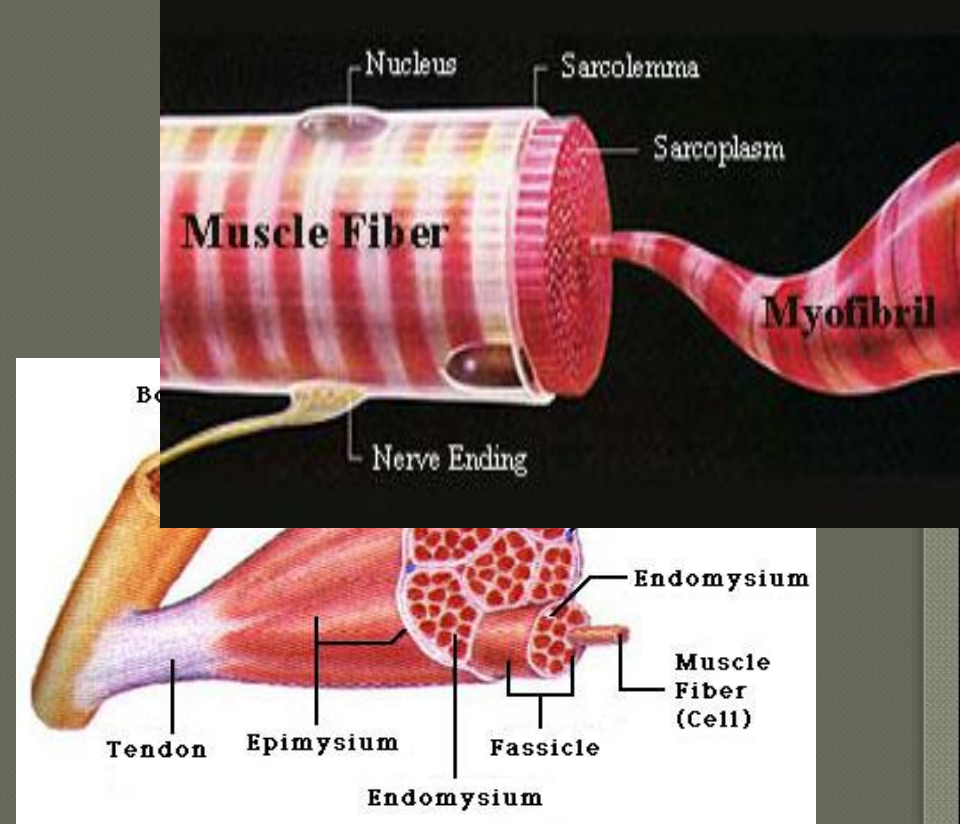


Intermeshed Networks



# Bir bütün olarak kasın oluşumu

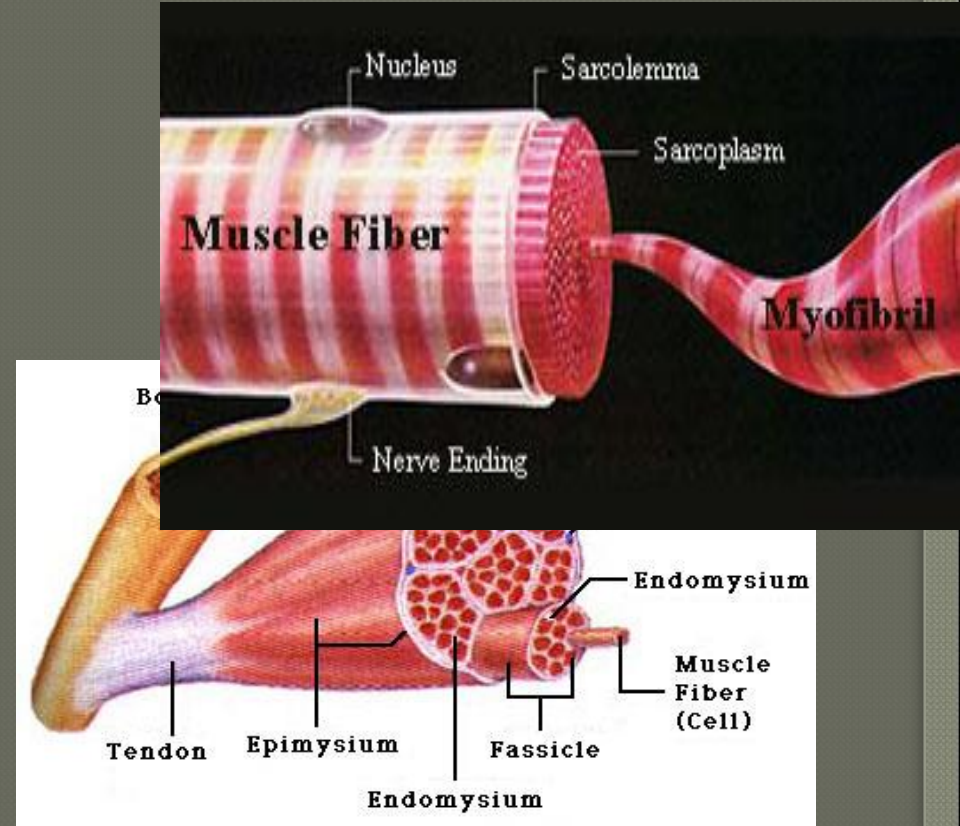
- Myofibriller birleşerek fibrili (kas lifini) oluşturur.
- Her bir kas lifi sarkolemmanın üzerindeki konnektif doku katmanı (endomisyum) ile sarılıdır.



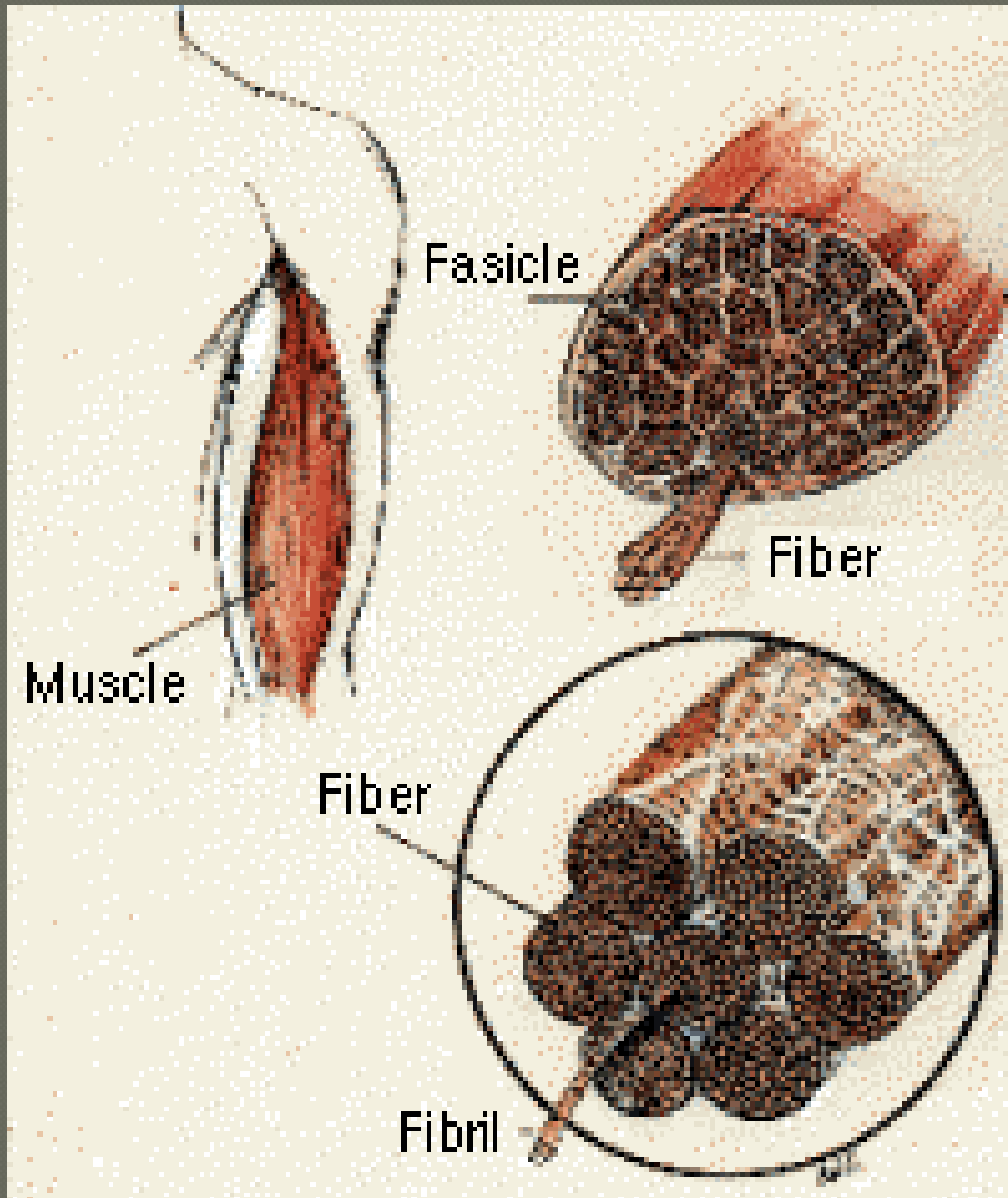


# Bir bütün olarak kasın oluşumu

- Kas lifleri bir araya gelerek fasikülleri oluşturur.
- Fasiküller perimisyum olarak adlandırılan konnektif doku katmanı ile sarılıdır.
- Fasiküller bir araya gelerek kasın tamamını oluştururlar.
- Tüm kas epimisyum olarak adlandırılan konnektif doku katmanı ile sarılıdır ki buna fascia denir.









---

# Kas kasılması



---

Kas kasılmasında aktin ile myozin filamentlerinin etkileşimi ile aktin filamentleri ortaya doğru çekilir ve kasın boyu kısalır.

Aktin ile myozin arasında aktomyozin köprücükleri kurulur.


Kas kasılması I bandının A abandı arasında diğer bir deyişle ince filamentlerin kalın filamentler arasın girerek/kayarak oluşur.

Buna kas kasılmasında **kayan filamentler teorisi** denir.



# Kasılma için enerji.....

---

- Flamentlerin kayması için enerji gerekir.
- Bu enerji ATP nin ATP az enzimi ile parçalanması ile sağlanır.
  - $ATP \rightarrow ADP + P(\text{enerji})$
- ATP az enzimi  myozin başında bulunur.



# Kas kasılma çeşitleri

---

- İzometrik kasılma
- İzotonik kasılma
- İzokinetik kasılma
- Eksentrik kasılma



# İzometrik kasılma

---

- Statik kasılma
- Kasın boyu sabittir gerimi/tonusu artar
- Örnek; ayakta dik durmamızı sağlayan kasların kasılması.



# İzotonik kasılma

---

- Dinamik bir kasılma şeklidir,
- Kasın gerimi sabittir, boyu kısalır
  - (iso=aynı, tonus=tonus/gerim)
- Mekanik bir iş yapılır.



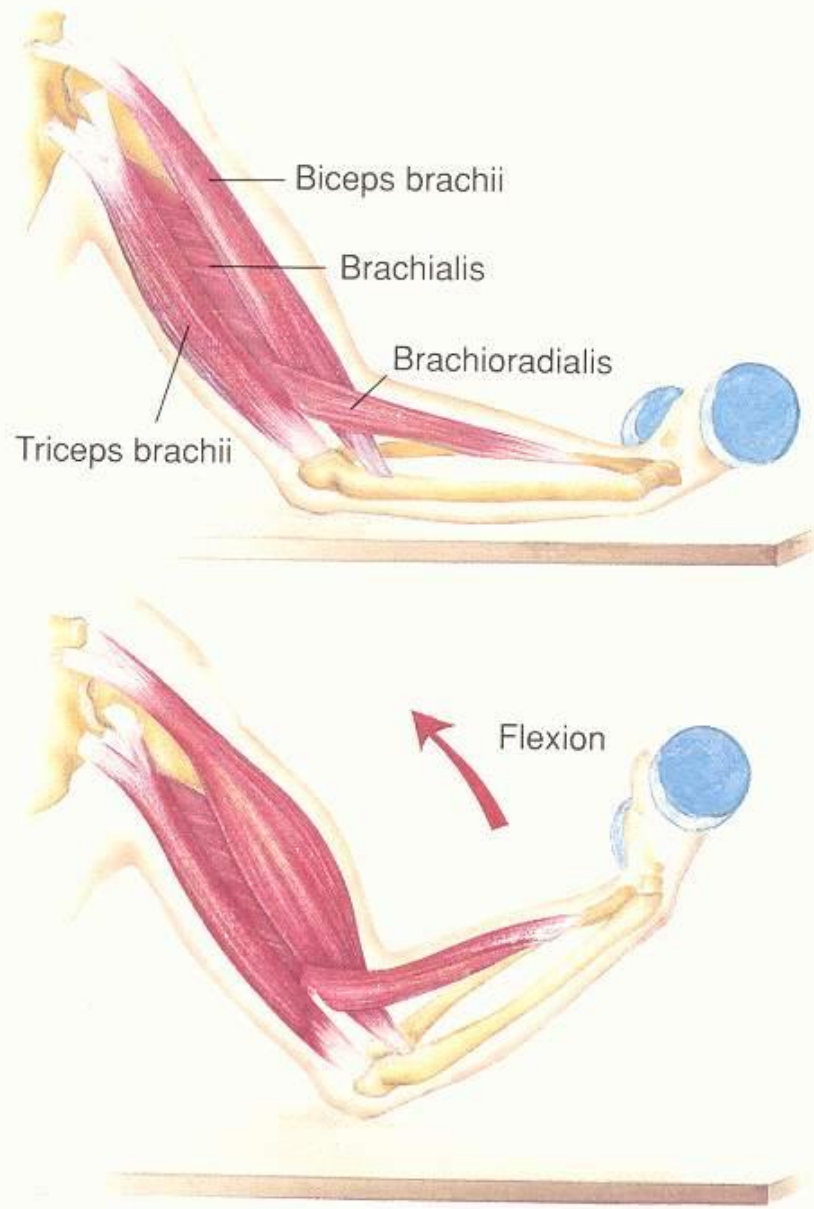


Figure 2.12 The actions of agonistic, antagonistic, and synergistic muscles during elbow flexion.



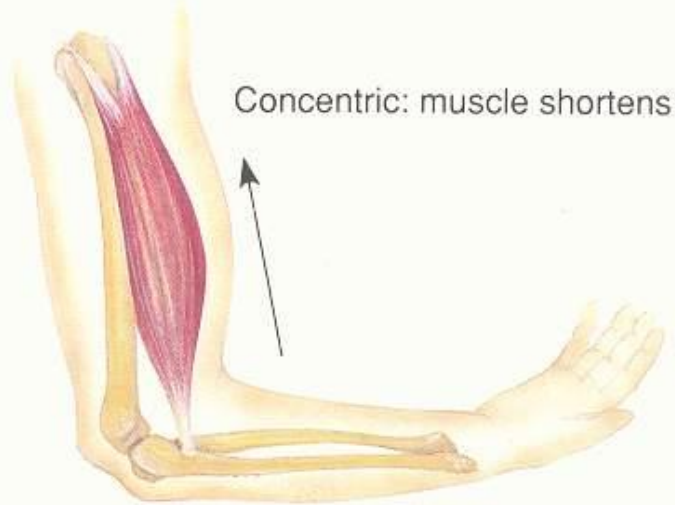
# İzokinetik kasılma

---

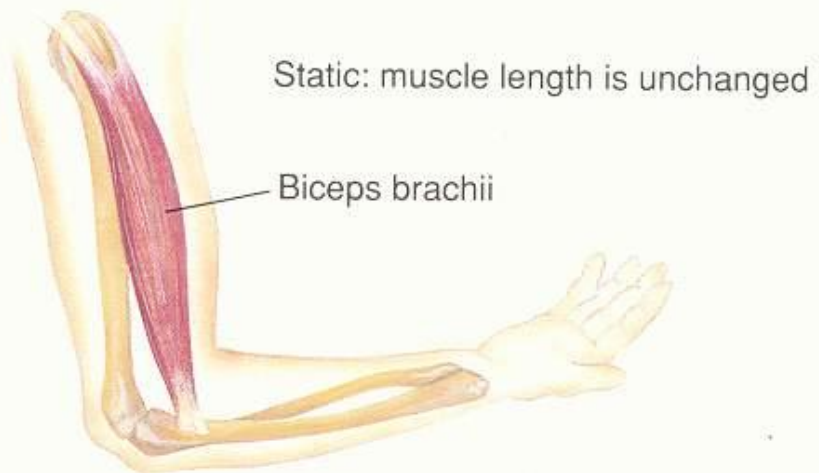
- Dinamik bir kasılma şeklidir.
- Kasılma hızı sabittir, ancak oluşan direnç değişkendir.
- Eklem farklı hareket açılarındaki farklı kasılma kuvvetleri oluşur.
- Örneğin; yüzmede yapılan suyun içinde kulaçlama hareketi.



a.



b.





# Eksentrik kasılma

---

- Kasın erimi sabittir, ancak izotonik kasılmanın tersine kasın boyunun uzadığı kasılma şeklidir.
- Bu kasılma şeklinde negatif bir iş yapılır.



c.

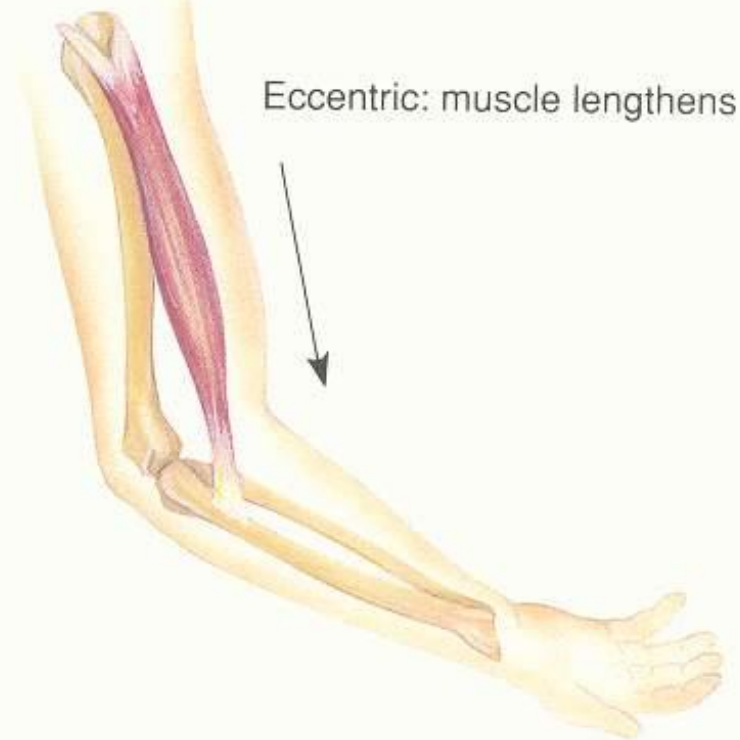


Figure 2.13 (a) During concentric muscle actions, the actin (thin) filaments are pulled closer together, increasing their overlap with myosin (thick) filaments. (b) During static muscle actions, myosin cross-bridges form and recycle, but the force is too great for the actin filaments to be moved. (c) During eccentric muscle actions the actin filaments move farther apart.



# İskelet kasının elektriksel özellikleri

- İskelet kasının istirahat membran potansiyeli – 90 mV tur.
- Aksiyon potansiyeli 2-4 msn sürer ve kas lifi boyunca 5 m/sn hızla yayılır.
- İyonların dağılımı sinir hücresindekine benzerdir.
- Aksiyon potansiyelinin depolarizasyon evresi hücre içine Na girişi, repolarizasyon ise hücre içinden K çıkışı ile karakterizedir.



# Sinir kas bağlantısı

## motor ünite

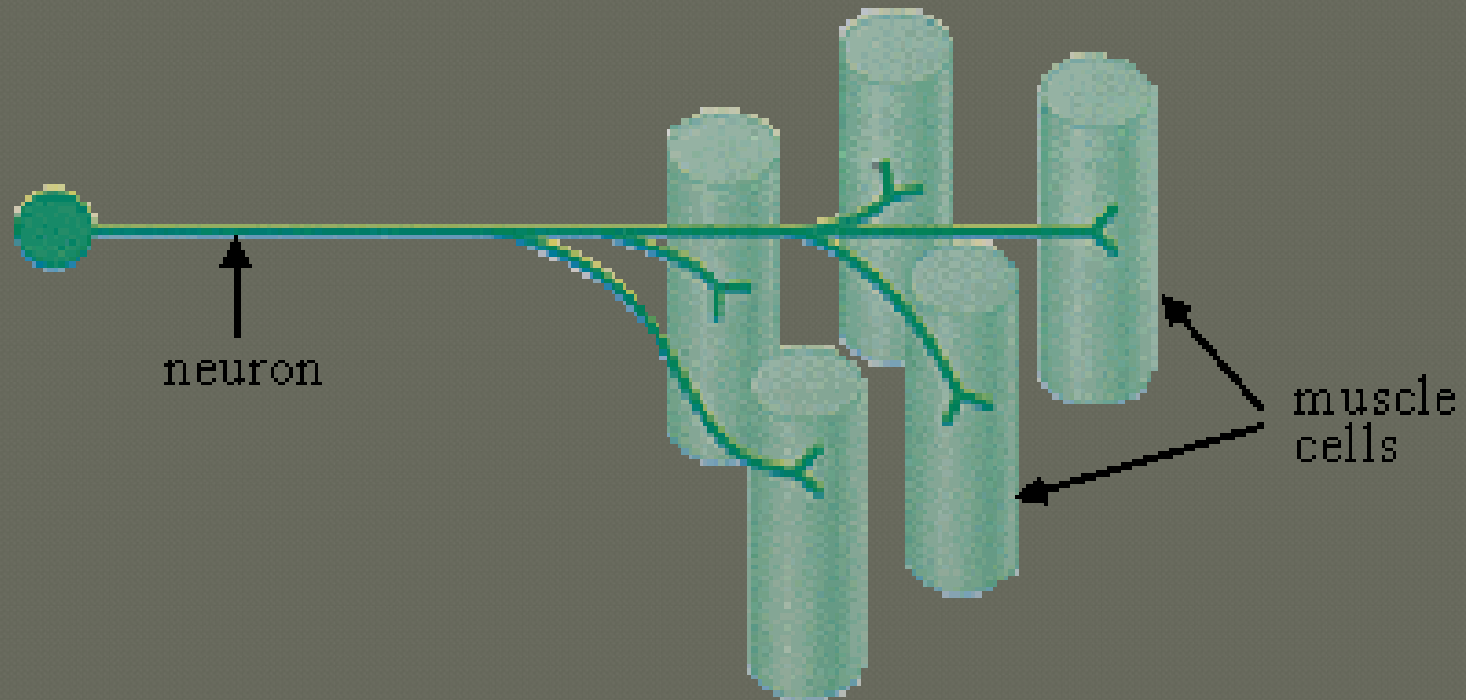
---

- Her bir kas lifi bir motor sinir ucu ile bağlantılı olmak zorundadır.
- Bir motor nöron ve onun innerve ettiği kas lifleri beraberce motor ünite olarak isimlendirilir.
- Bir motor sinir lifi aynı anda çok sayıda kas lifini uyarabilir.
- İnsanlarda bir motor ünite 6-30 kas lifinden oluştuğu gibi (göz kasları), 1000 den fazla kas lifinden de oluşur (güçlü bacak kasları).



## MOTOR UNITS

The combination of the motor nerve cell (neuron) and all the muscle cells it innervates is known as a motor unit



When an electrical impulse travels down the axon, all muscle cells attached to the motor unit contract simultaneously

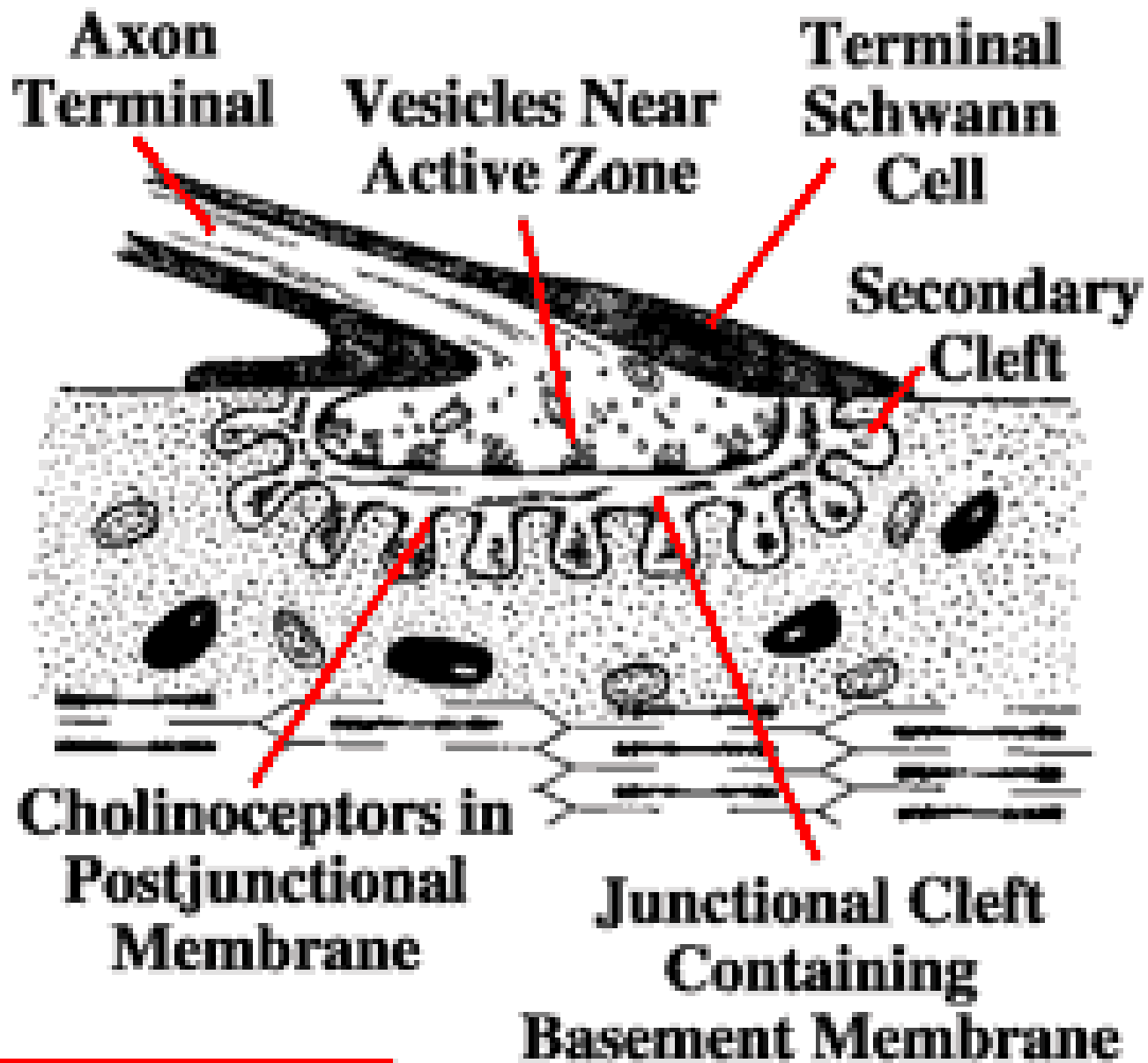


# Sinir-kas bağlantısı

---

- Kasa gelen akson myelin kılıfını kaybederek terminal dallara ayrılır.
- Terminal dallarda sinirden kasa uyarı iletimini sağlayan transmitter olan asetil kolin vezikülleri bulunur.
- Çıplak sinir uçları kas hücre zarında bulunan ve motor son plak adı verilen kalınlaşmış bölüme yerleşir.
- Bir bütün olarak bu yapıya nöromusküler bağlantı, veya sinir kas bağlantısı denir.





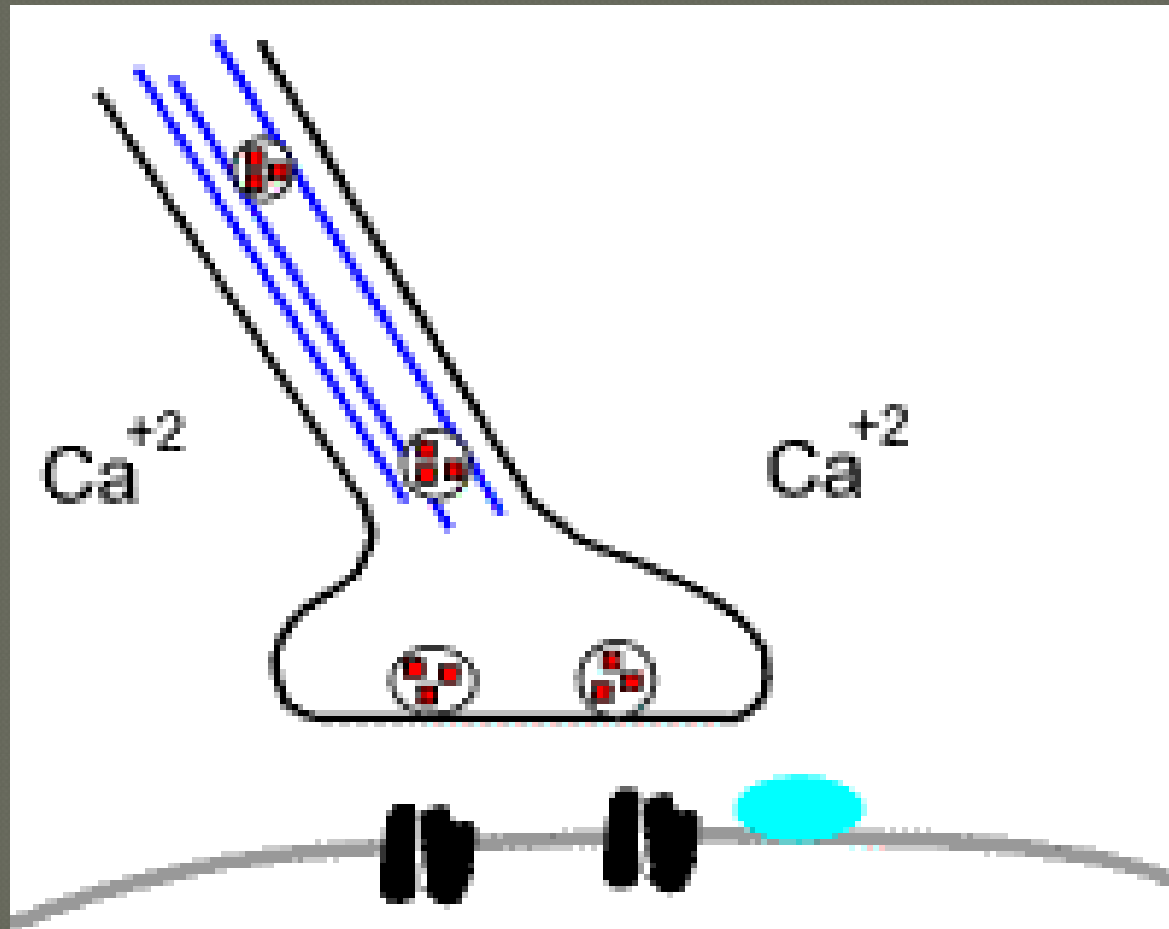
**Figure 1**



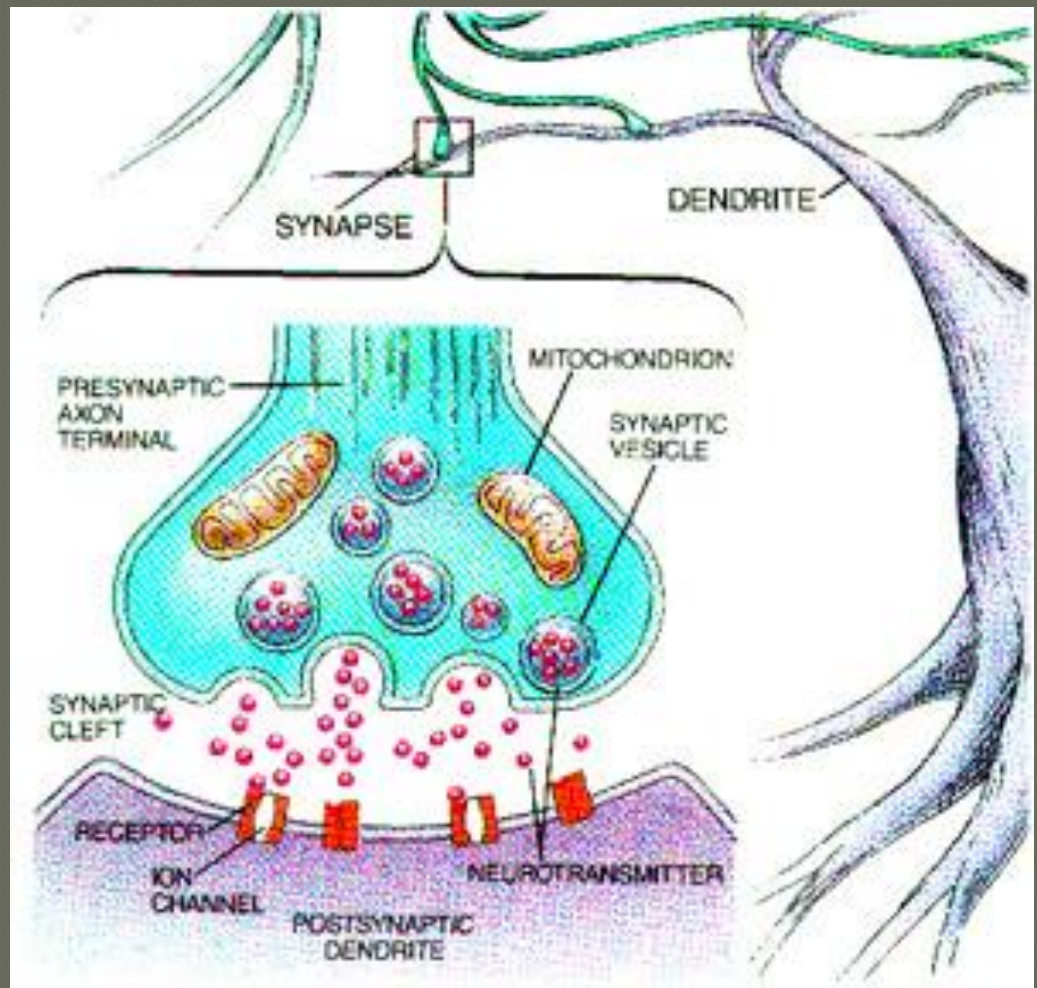
# Sinirden kasa uyarı iletimi, olaylar dizisi

- Motor sinirin ucuna gelen uyarı bu ucun kalsiyuma geçirgenliğini artırır ve kalsiyumun sinir hücresi içine girmesine neden olur.
- Hücre içindeki kalsiyum miktarının artması asetil kolin veziküllerinin ekzositozunu artırır.
- Asetil kolin sinir kas bağlantısındaki boşluğu geçerek motor son plaktaki asetil kolin resptörüne bağlanır.
- Asetil kolinin resptörüne bağlanması zarın Na ve K geçirgenliğini değiştirir ve bunun sonucunda Na hücre içine girer, motor son plak potansiyeli meydana gelir.
- Bu lokal potansiyel komşu hücre zarını depolrize eder ve aksiyon potansiyeli başlar.
- Oluşan aksiyon potansiyeli her iki yönde kas hücre zarı boyunca iletilir ve kas kasılması ile ilgili süreçler başlar.

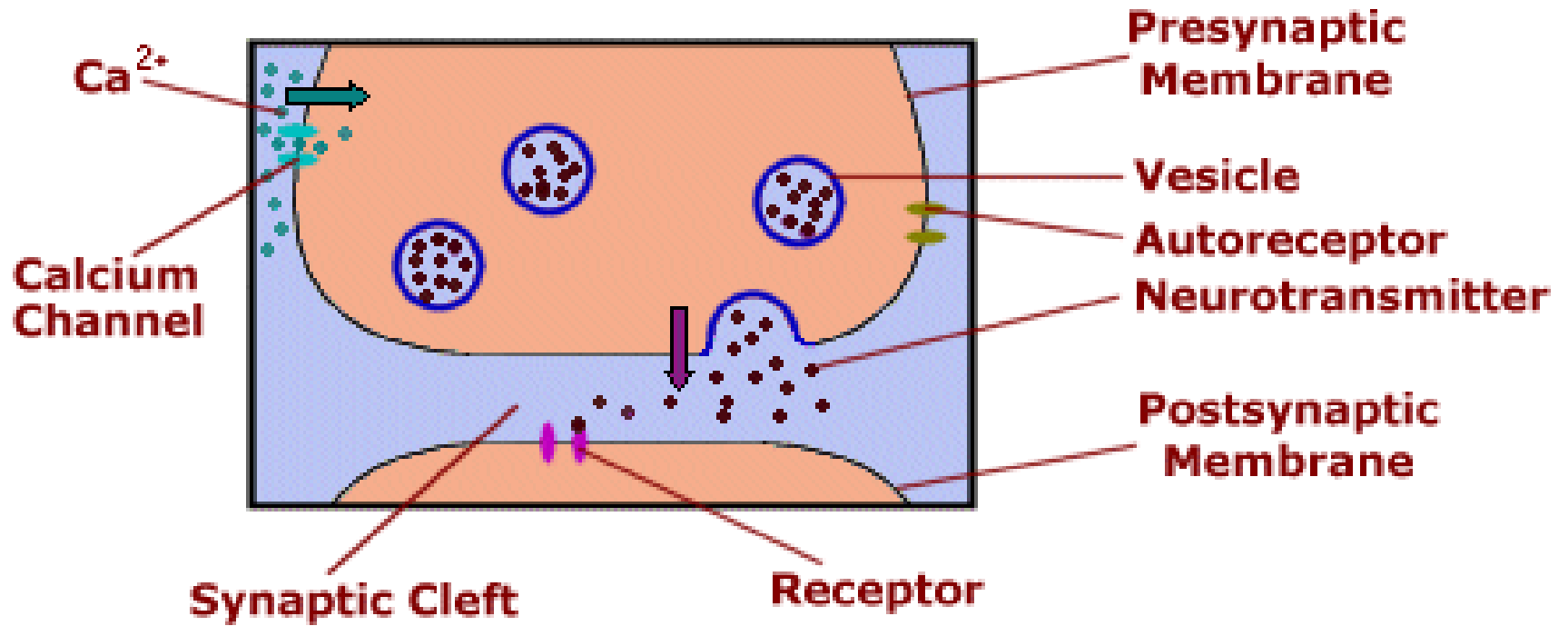




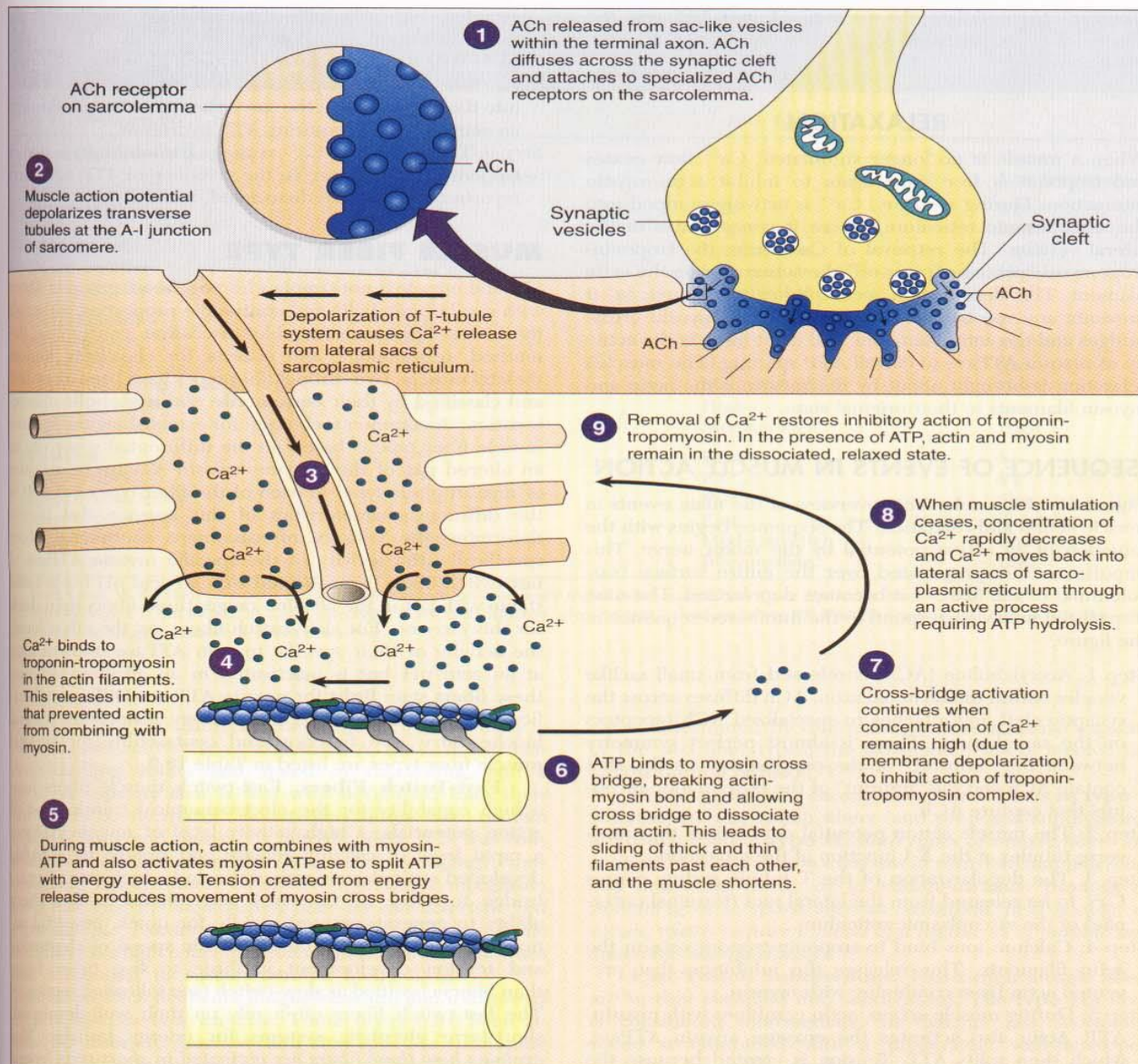








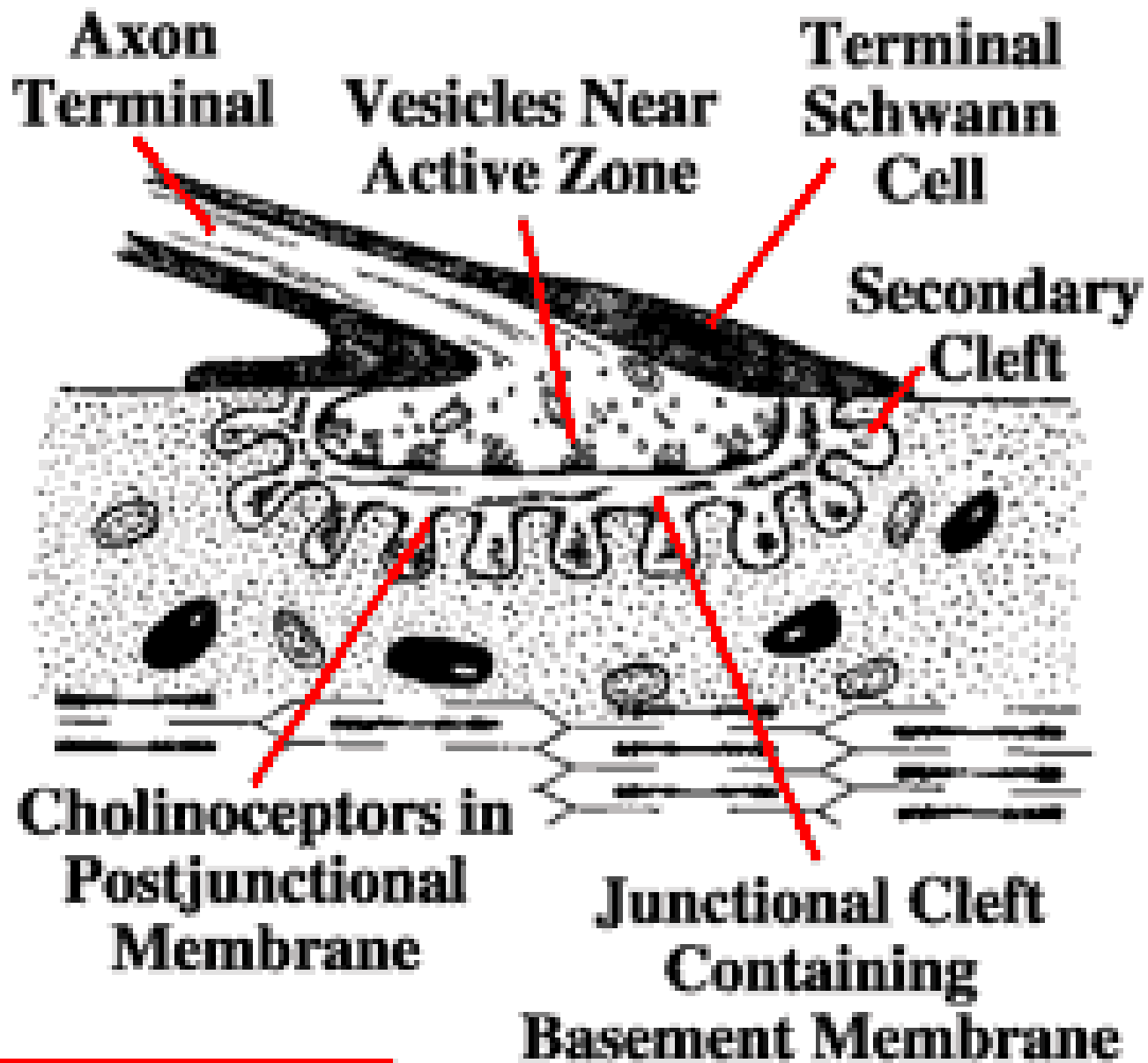




**FIGURE 18.14**

Schematic view of the main events in muscle action and relaxation. The numbers correspond to the sequence of nine steps outlined in the text. The neuromuscular junction, where the electrochemical signal “jumps” across the  $0.05\text{-}\mu\text{m}$  cleft between neuron and muscle fiber, is aided by the neurotransmitter substance acetylcholine (ACh) released from saclike vesicles within the terminal axon. After ACh binds to its receptor on the other side of the cleft, it is rapidly cleaved off and rendered nonfunctional before being retrieved through the postsynaptic membrane. The electrical impulse, traveling at a velocity of about  $1\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  or more, starts on its way through the muscle fiber’s tubule system to eventually reach the inner “machinery” of the myofibrils.

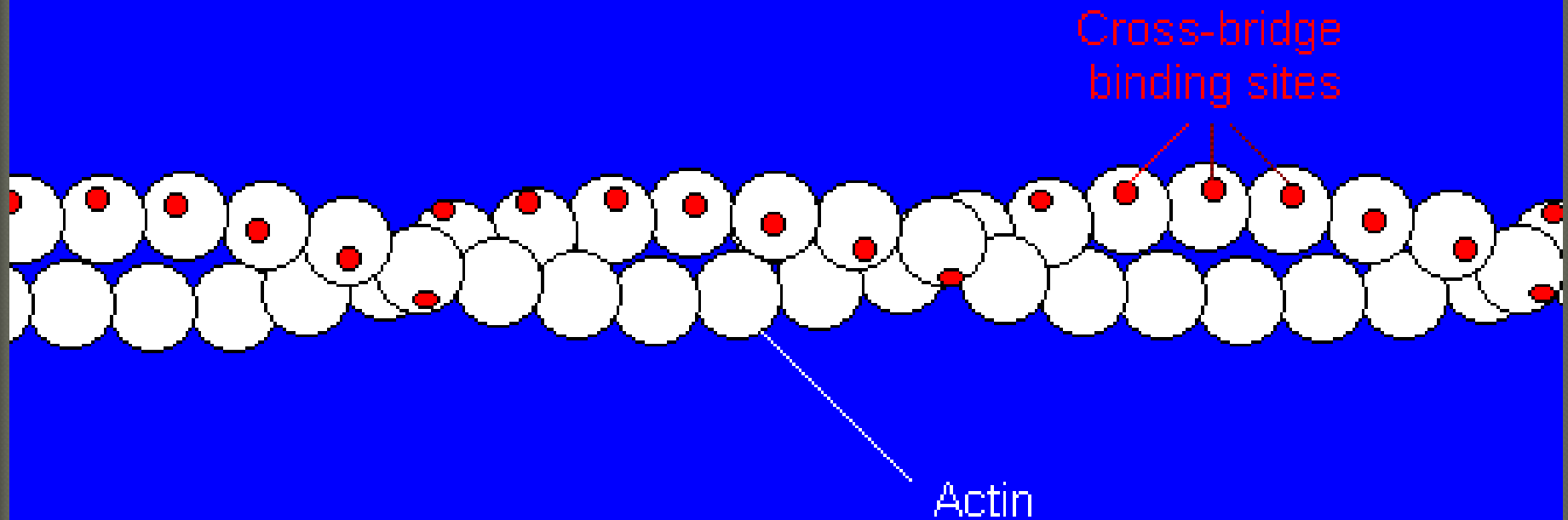




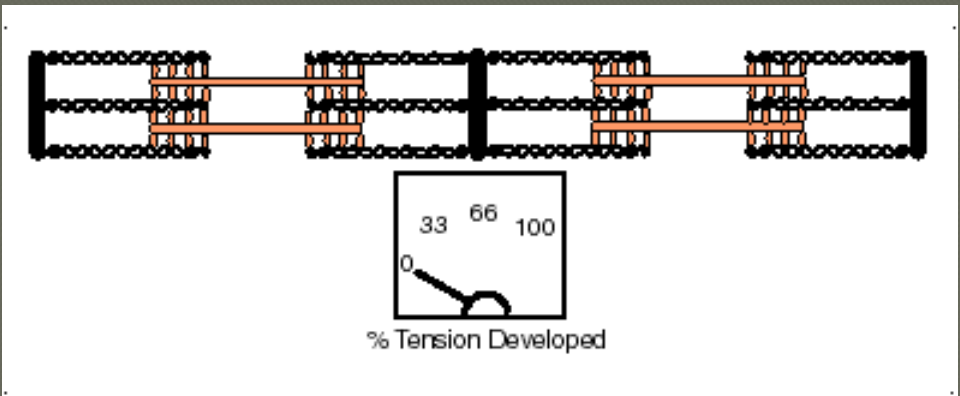
**Figure 1**



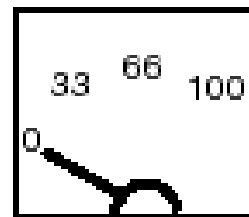
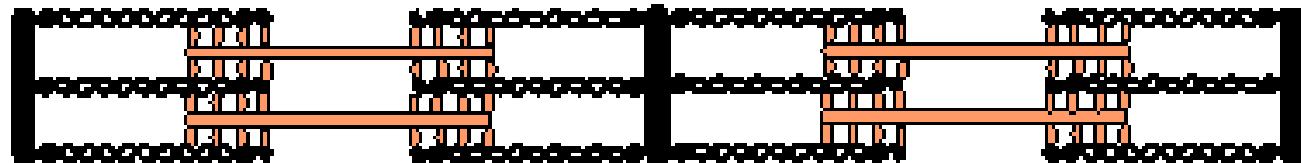
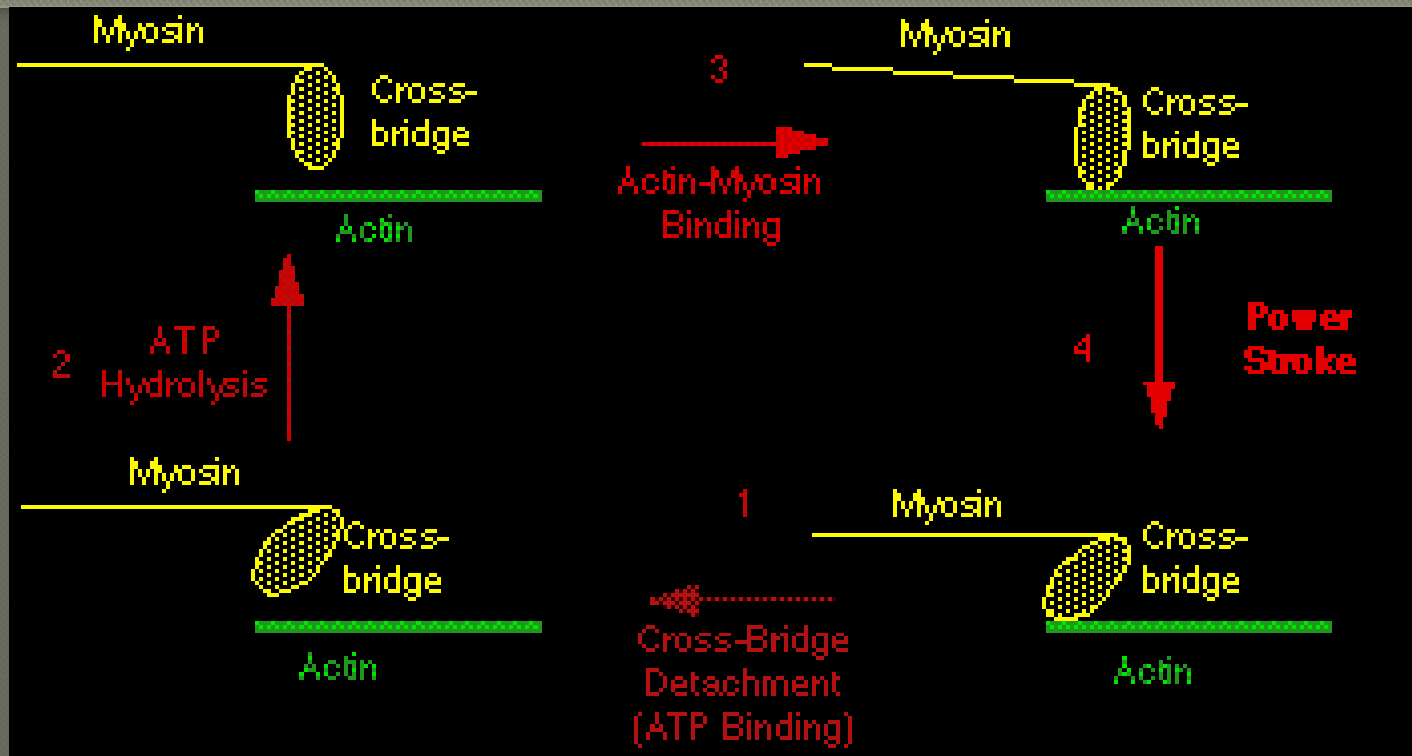
## Cross Bridge Cycle - the Components











% Tension Developed



