



TVF

SPOR FİZYOLOJİSİ

Doç. Dr. Gülbin RUDARLI NALÇAKAN

Ege Üniversitesi- Spor Bilimleri Fakültesi
Antrenörlük Eğitimi Bölümü
Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı

TVF EĞİTİM KURULU ÜYESİ

gulbin.nalcakan@ege.edu.tr

Pectoralis major

- Draws arm forward and toward the body

Serratus anterior

- Helps raise arm
- Contributes to pushes
- Draws shoulder blade forward

Biceps brachii

- Bends forearm at elbow

Rectus abdominus

- Compresses abdomen
- Bends backbone
- Compresses chest cavity

External oblique

- Lateral rotation of trunk
- Compresses abdomen

Adductor longus

- Flexes thigh
- Rotates thigh laterally
- Draws thigh toward body

Sartorius

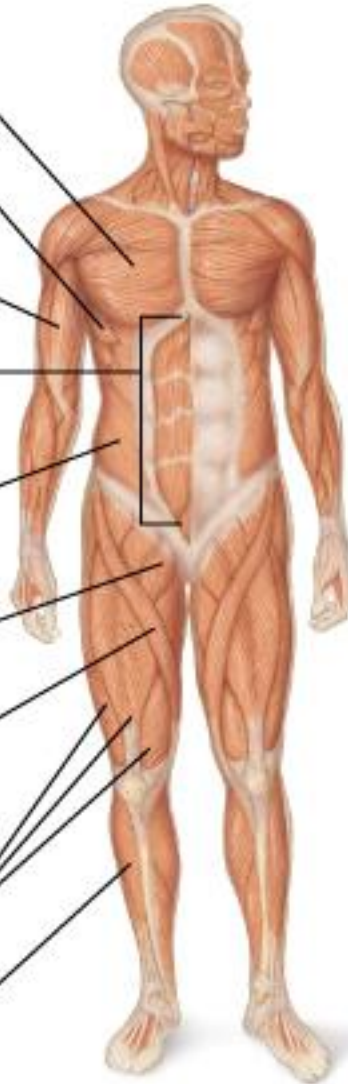
- Bends thigh at hip
- Bends lower leg at knee
- Rotates thigh outward

Quadriceps group

- Flexes thigh at hip
- Extends leg at knee

Tibialis anterior

- Flexes foot toward knee



Deltoid

- Raises arm

Trapezius

- Lifts shoulder blade
- Braces shoulder
- Draws head back

Triceps brachii

- Straightens forearm at elbow

Latissimus dorsi

- Rotates and draws arm backward and toward body

Gluteus maximus

- Extends thigh
- Rotates thigh laterally

Hamstring group

- Draws thigh backward
- Bends knee

Gastrocnemius

- Bends lower leg at knee
- Bends foot away from knee

Achilles tendon

- Connects gastrocnemius muscle to heel



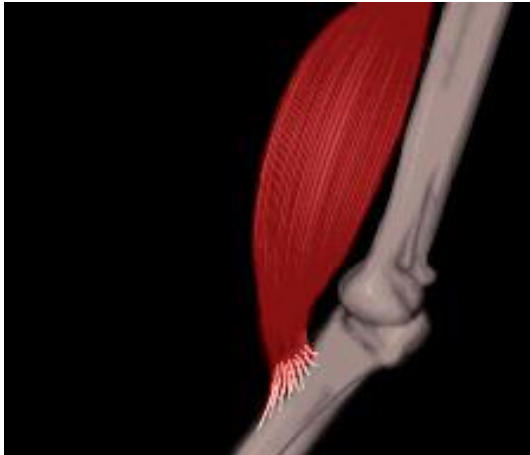
KASILMA FIZYOLOJİSİ

Hareket Sistemimizin Temelini İskelet ve Kaslar Oluşturur.

- İskelet kasları tüm vücut ağırlığının % 40' ını oluştururlar
- Düz kaslar ve kalp kası ise % 10' unu oluşturur.

- Çizgili kaslar

- İstemli kasılırlar
- Daha hızlı kasılırlar



- Düz kaslar

- İstemsiz kasılırlar
- Daha yavaş kasılırlar

- Kalp kası

- Çizgili kas görünümünde
- Düz kas özelliğine sahip

Çizgili Kasların Ortak Özellikleri

1. Uyarılabilme
2. İletibilme
3. Kasılabilme
4. Elastik olma: Kası istirahat uzunluğundan daha öteye gerer, uzatırsak bir direnç ile karşılaşırız ve kası geren, uzatan kuvvet kesildiği zaman kas istirahat uzunluğuna geri döner.
5. Vizkozite özelliği: Kaslar şeklini değiştirmek isteyen kuvvetlere karşı iç sürtünmeler nedeni ile bir direnç gösterirler. Bu direnç sayesinde uzama ve eski haline dönmesi yavaş olur.

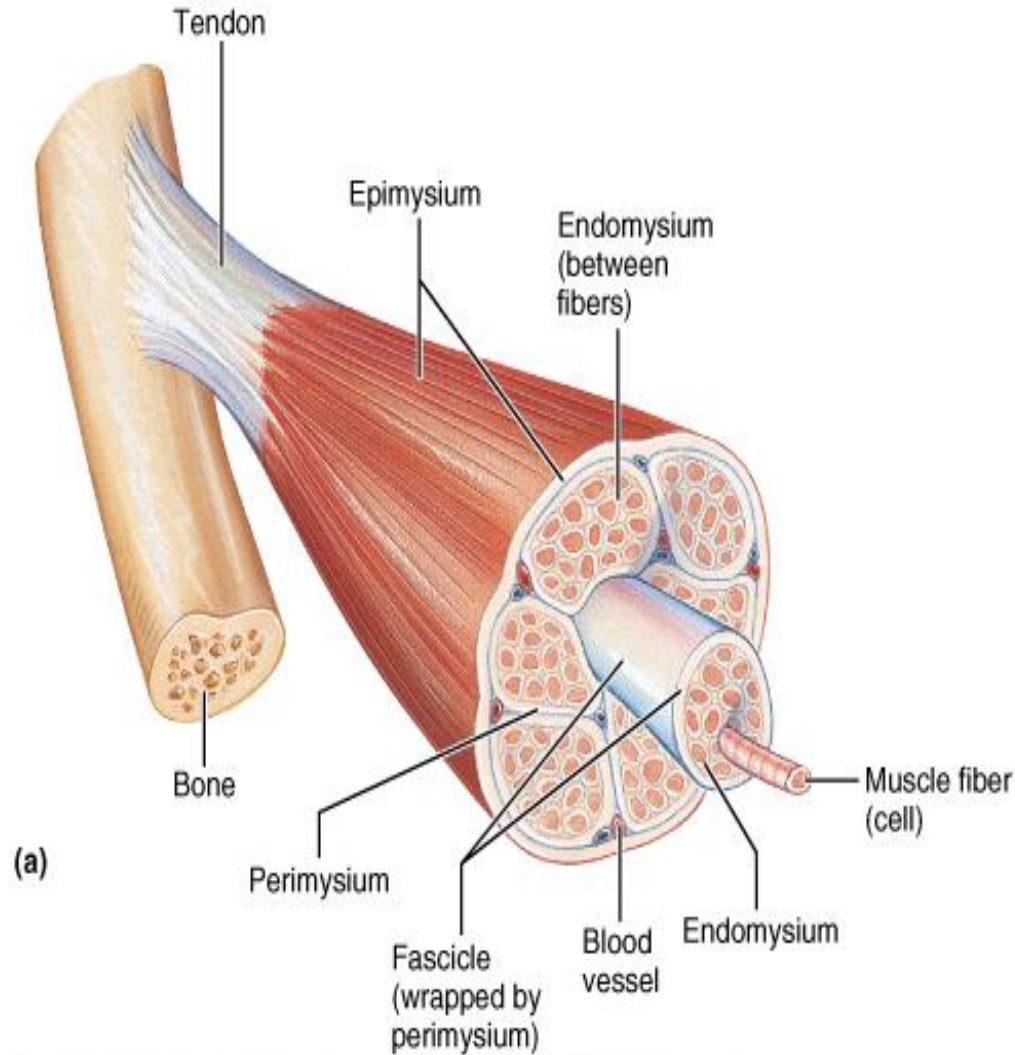
İskelet Kası Fonksiyonları

- Hareket
- Koruma
- Postür ve vücut pozisyonu
- Isı meydana getirme: İskelet kasları kasılmaları termojenezisin en önemli bir aracıdır. Kasal çalışma iç ısıyı arttırmış olur.
- Mekanik iş: İskelet kası kasılma yolu ile mekanik bir iş de yapar. Kasın iş verimi düşük olup %20 civarındadır.

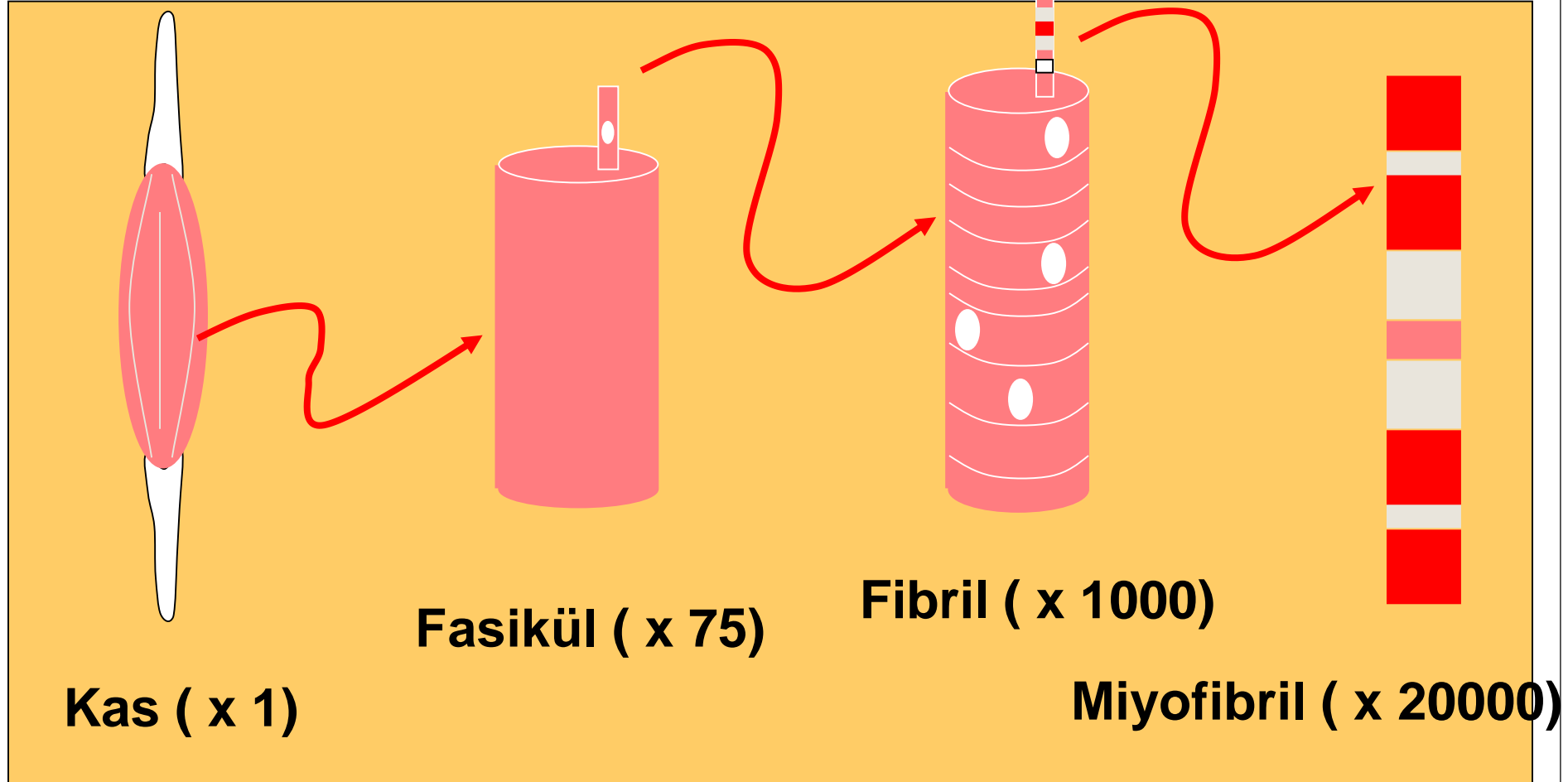
İskelet Kasının Fizyolojisi

- **Fasya:** Kasın tamamı ve kası oluşturan alt birimleri örten bağ doku.
- **Fasya**'nın fonksiyonları:
 - Kas fibrillerini korur,
 - Kasları kemiğe bağlar,
 - Sinir ve kan/lenf damarları için uygun bir ağ zemini sağlar.
- Epimisyum, perimisyum, endomisyum

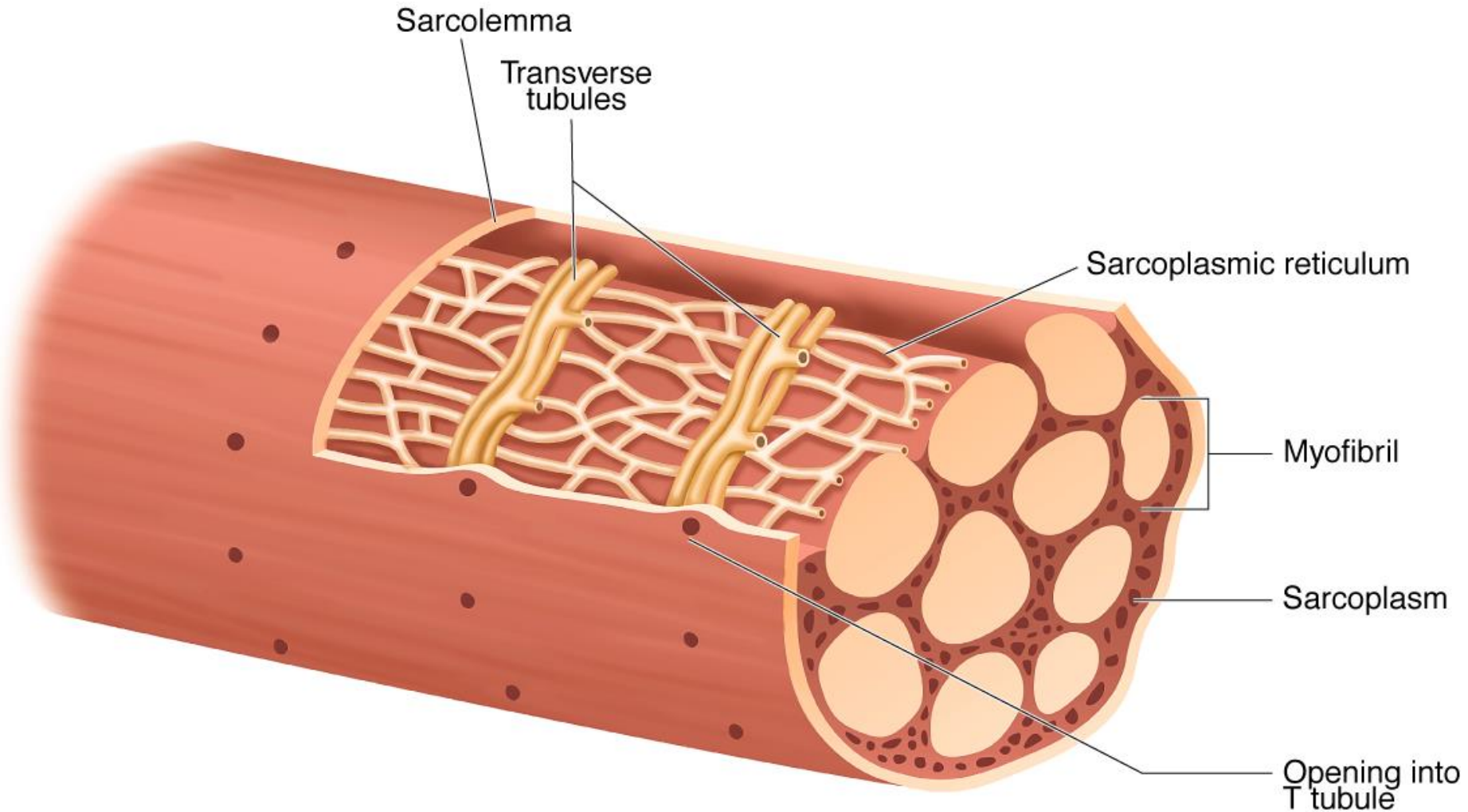
İskelet Kasının Yapısı



İskelet Kasının Yapısı



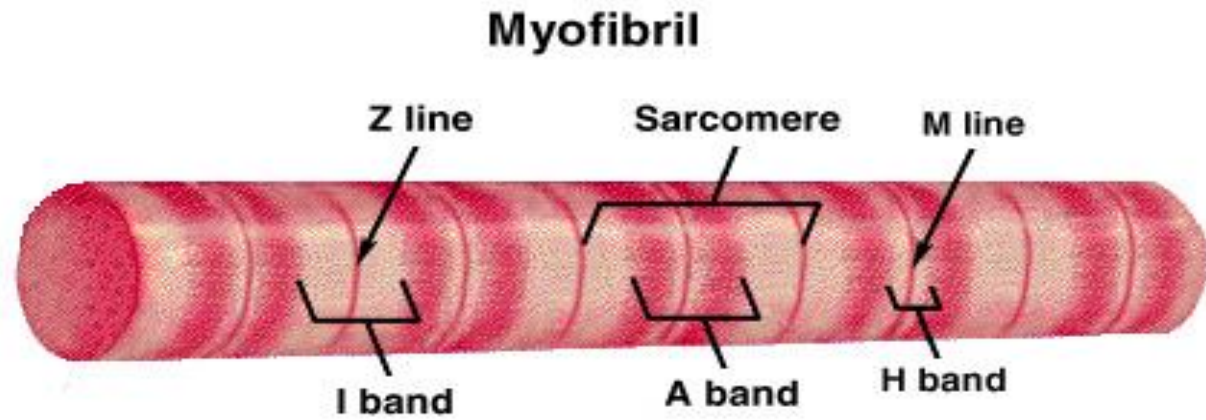
KAS FİBRİLİ



Kas Fibrilinin Temel Bileşenleri

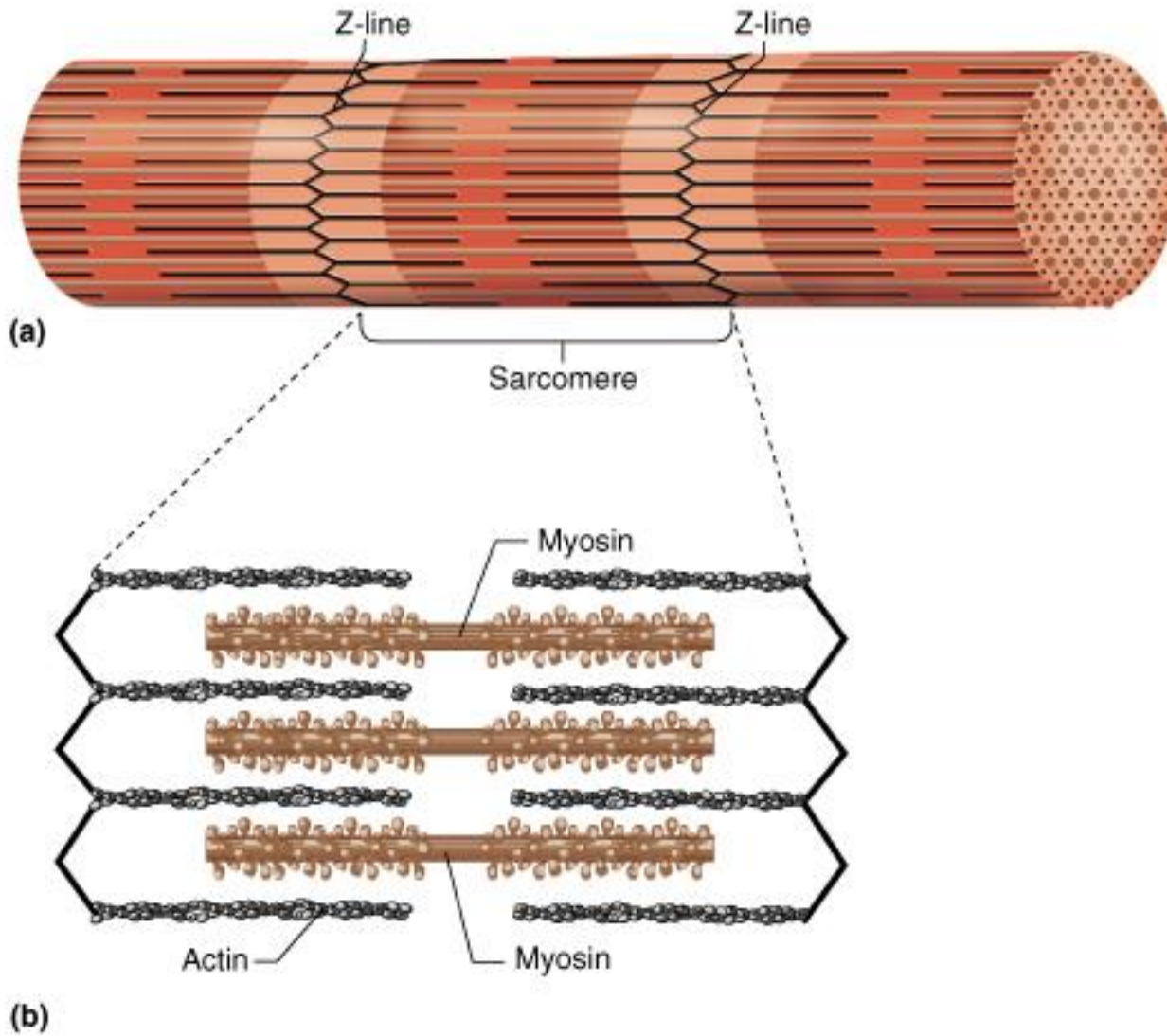
- **Sarkolemma** - kas hücresi membranı
- **Sarkoplazma** - sarkolemmanın içini dolduran kas hücresi sitoplazması
- Sarkotübüler sistem
 - **Transvers tüpler** (T-tüpleri)
 - **Sarkoplazmik retikulum** (SR)
 - Ca^{++} alımı, düzenlemesi, salınımı ve depolanması
 - **Myoglobinler** - oksijeni sarkolemma'dan alıp, mitokondri'ye taşırlar. Glikojen deposu içerirler.
 - **Myofibriller**, kas fibrillerinin alt birimleridir.

Sarkomer



- Kasılmanın temel birimidir.
- İki Z membranı (disk; çizgisi) arasında kalan kısımdır. Her miyofibrilde 10 ile 100,000 uç-uca dizilmiş sarkomer bulunur.
- Sarkomerler Z diskleriyle hem birbirlerine bağlanırlar hem de ayrılırlar. Sarkomer kontraktıl proteinlerden oluşur:
 - Aktin (İnce filamanlar) ~3000 aktin
 - Myozin (Kalın filamanlardır) ~1500 myozin
 - Troponin-tropomyozin bileşiği (Aktin molekülü üzerinde yer alır)

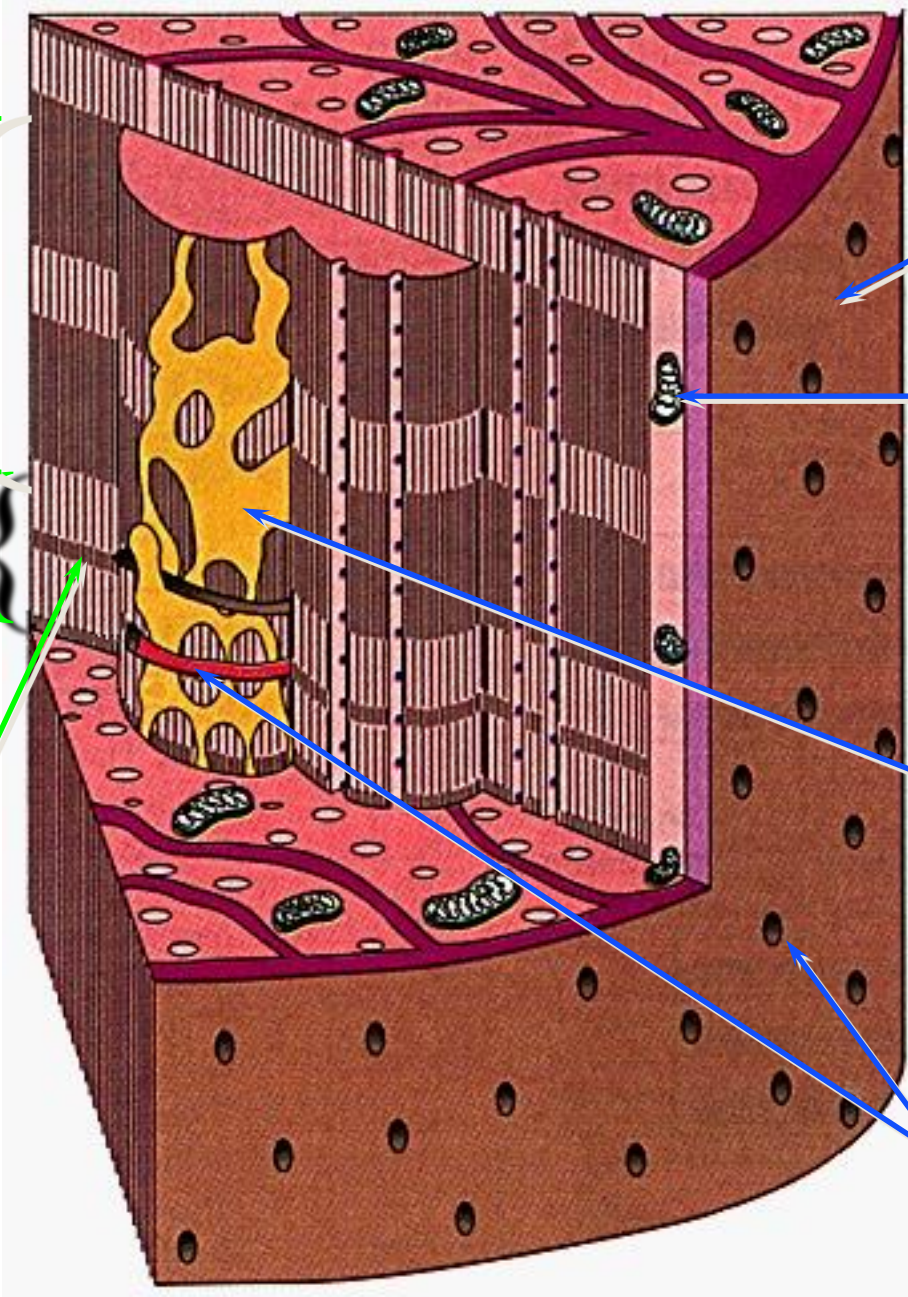
Sarkomer



A-Bandı

I-Bandı

Z-Diski



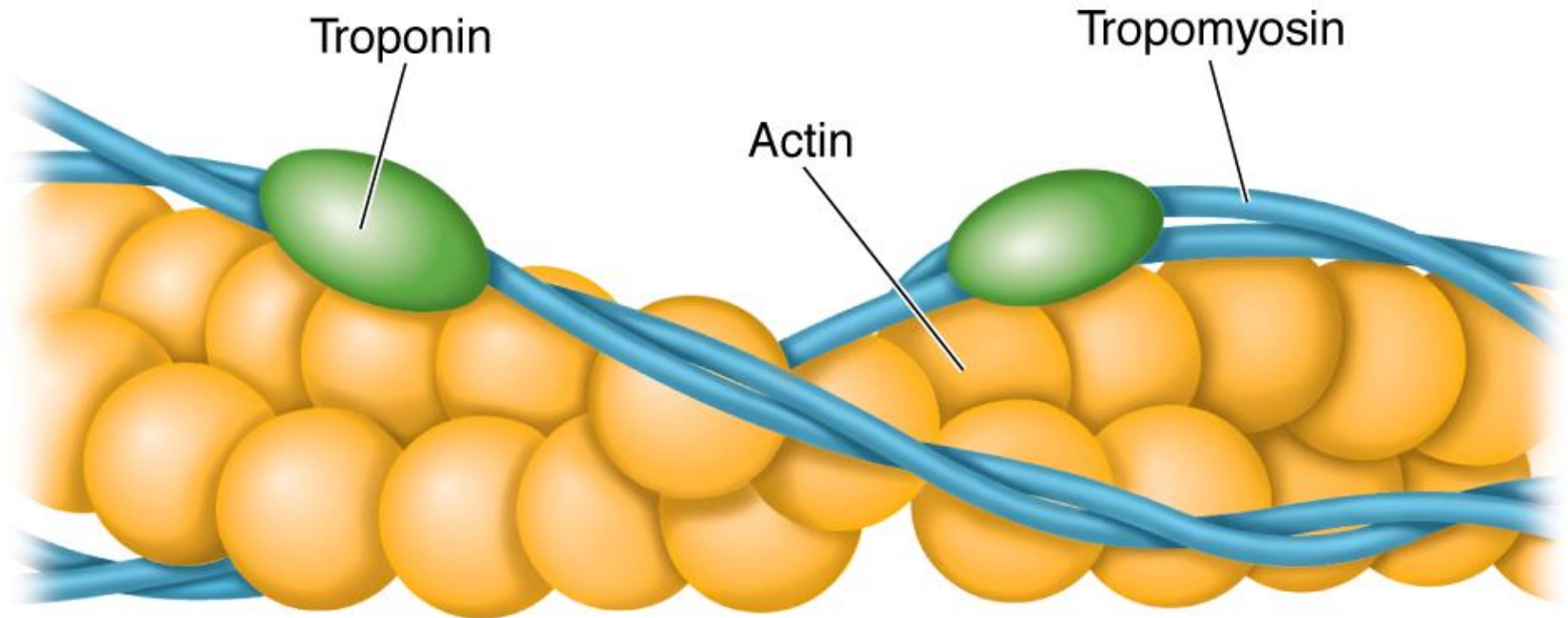
Sarkolemma

Mitokondri

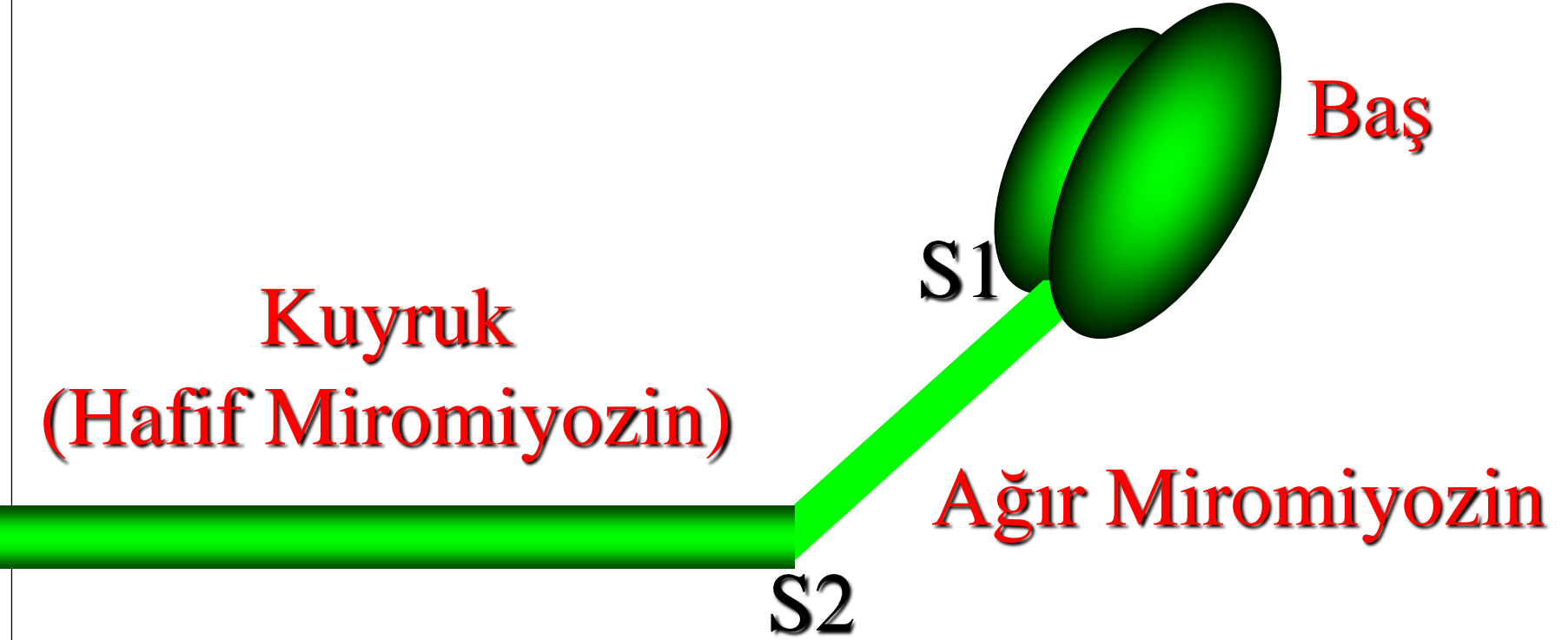
Sarkoplazmik Retikulum (SR)

T-Tüpleri

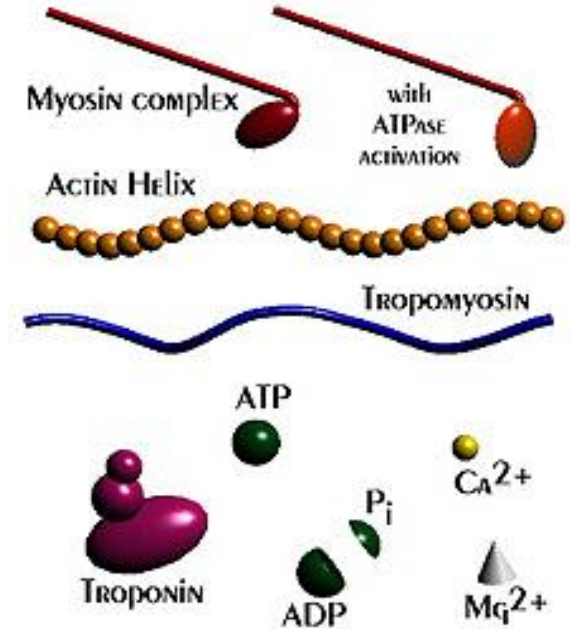
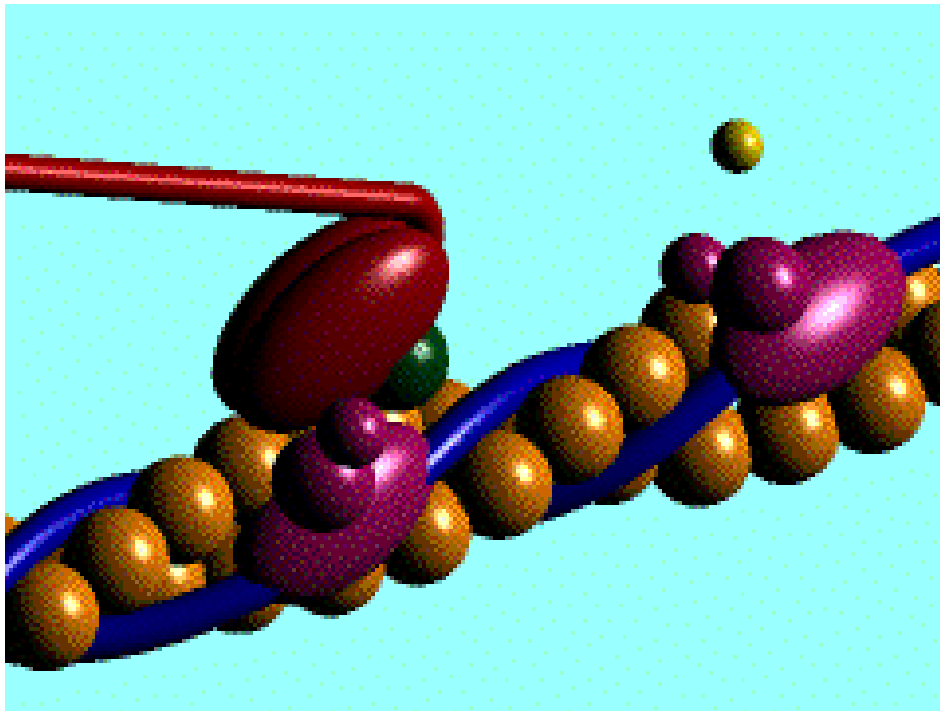
Aktin filamanı



Miyozin Filamanı Yapısı

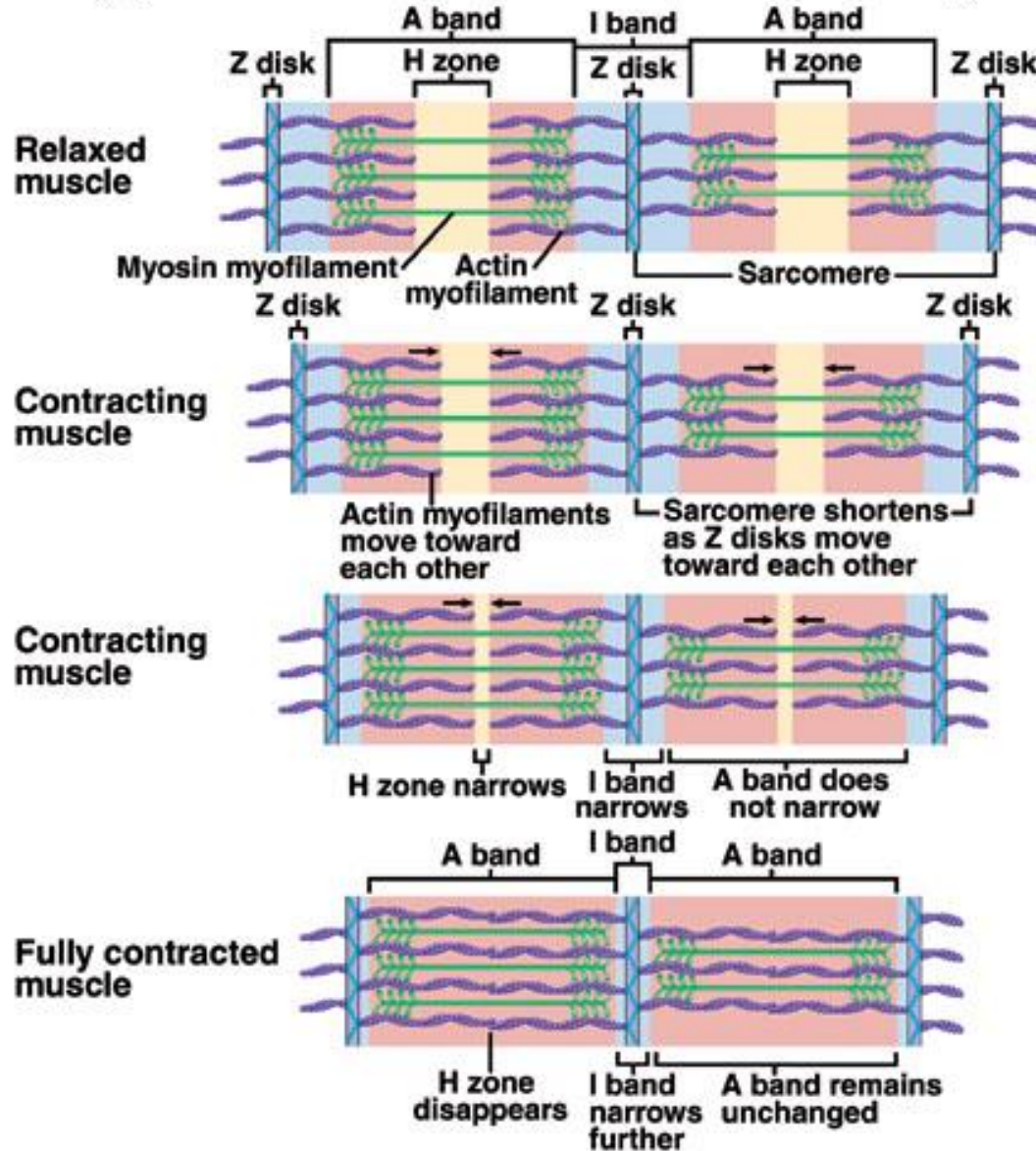


Kas kasılmasının mekanizması



Sarkomerin kısalması

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Kasılma Mekanizması (Kayan Filamanlar Teorisi)



1. Sinirsel uyarılar nöromüsküler kavşağa ulaşır.
2. Asetilkolin motor sinir ucundan salınır → motor son plaktaki (kas hücresi membranındaki) asetilkolin-kapılı Sodyum Kanallarının reseptörlerine bağlanır.
3. Bağlanma depolarizasyonu başlatır. Oluşan aksiyon potansiyeli t-tüpleri & sarkolemma boyunca yayılarak, sarkoplazmik retikulumdan Ca²⁺ salınımına neden olur.
4. Ca²⁺ troponin'e bağlanır → troponin-tropomyozin kompleksinin konumunu değiştirir. Bu değişiklikle troponin-tropomyozin kompleksi, myozin bağlanma bölgelerini açıkta bırakacak şekilde, aktin üzerinde kayar.

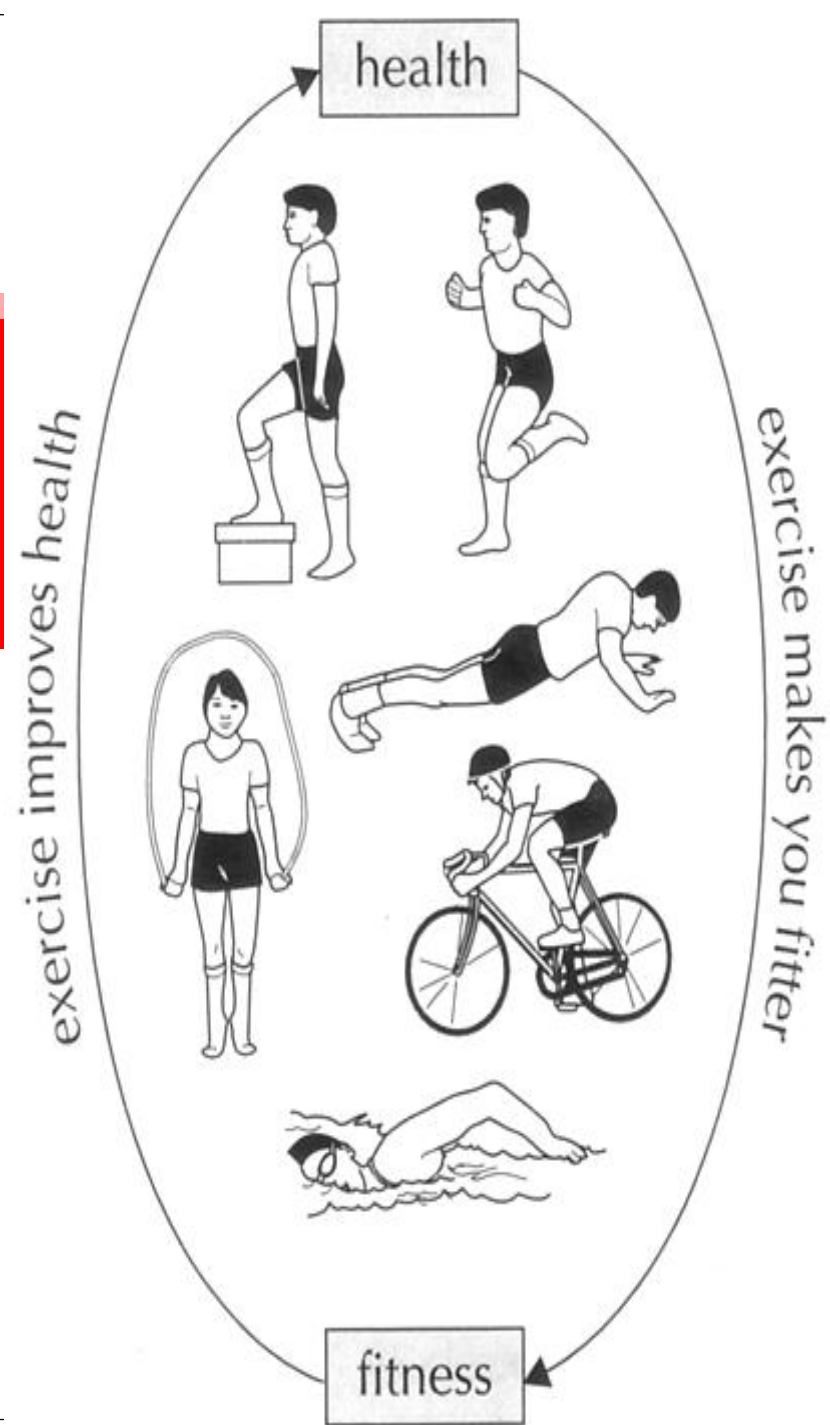
Kayan Filaman Teorisi

5. Ca^{2+} aynı zamanda myozin başının ATPaz aktivitesini artırır → ATP hidrolize olur & Enerji açığa çıkar
6. Açığa çıkan enerji myozin başında “depolanır” → bu enerji myozin başını aktin filamanına doğru uzanarak çapraz köprü oluşturmasında kullanılır
7. Myozin başları hamle vurumu denilen bir hareketle aktin filamanlarını myofilamanlar birbiri arasına geçecek şekilde çeker. Böylece sarkomer boyu gittikçe kısalır, kasılma gerçekleşir. (kayan flamanlar teorisi)

Kayan Filaman Teorisi

8. Z diskleri birbirine yaklaşır → sarkomer boyu kısalır (kasılma) → kas fibrili kısalır → tüm kas kısalır,
9. Sarkoplazmada bulunan ATP kasılmadan sonra Ca^{+2} 'nin aktivasyonu ile myozin başına bağlanarak başın aktinden ayrılmasını sağlar,
10. Döngü tekrarlanarak kasın boyu kısalmaya devam eder.
11. Gevşemenin başlaması için kalsiyumun tekrar SR dışına çıkarılması gerekir. Bu, ATP ile çalışan, kalsiyum pompası tarafından gerçekleştirilir.

ENERJİ SİSTEMLERİ



ENERJİ

- İstirahat koşullarında bütün organizmanın kullandığı toplam enerji 1.3 kcal/ dk kadardır ve bunun %20 kadarını kaslar kullanır.
- Diğer taraftan organizmanın kısa süreli maksimal şiddette bir egzersiz esnasında kullandığı enerji 35 kcal/ dk. ya kadar çıkar ve bunun %90 ı kaslar için kullanılır.
- Şu halde kasların istirahatte kullandığı enerji, kısa süreli maksimal bir egzersizde 120 misli kadar artma gösterebilmektedir.

ENERJİ



- Her enerji bir diğerine dönüşebilir.
- İnsanın etkin olması için gerekli olan mekanik enerjinin kaynağı, aslında besinlerin vücudumuzda kimyasal enerjiye dönüşmesidir.
- Sporda kimyasal enerjinin *mekanik enerjiye* dönüşümü söz konusudur.

Enerji İhtiyacını Etkileyen Faktörler

- **Yaş**; gereksinimin en fazla olduğu dönem çocukluk ve gençlik dönemidir.
Yaş ilerledikçe enerji gereksinimi azalır.
- **Cinsiyet**; erkeklerde enerji gereksinimi bayanlara göre ort 1000 kalori daha fazladır.
- **Kilo ve hacim**; kilo artışı ile enerji ihtiyacı doğru orantılı bir artış gösterir.

Enerji İhtiyacını Etkileyen Faktörler

- **İklim;** her 10 derecelik bir ısı artışı %5 lik kalori azalmasına, iniş ise %3 lük kalori artışına neden olur.
- **Fiziksel Aktivite;** fiziksel aktivitenin şiddeti ve süresine göre %15-29 oranında bir kalori artışı oluşur.
- **Büyüme çağı, gebelik, emzirme;** dönemleri enerji gereksinimlerini etkileyen önemli nedenlerdir.
- **Hormonlar;** beslenme ile hormonların yakın ilişkileri vardır. (Ör. açlıkta salgılanan glukagon, toklukta salgılanan insülin)

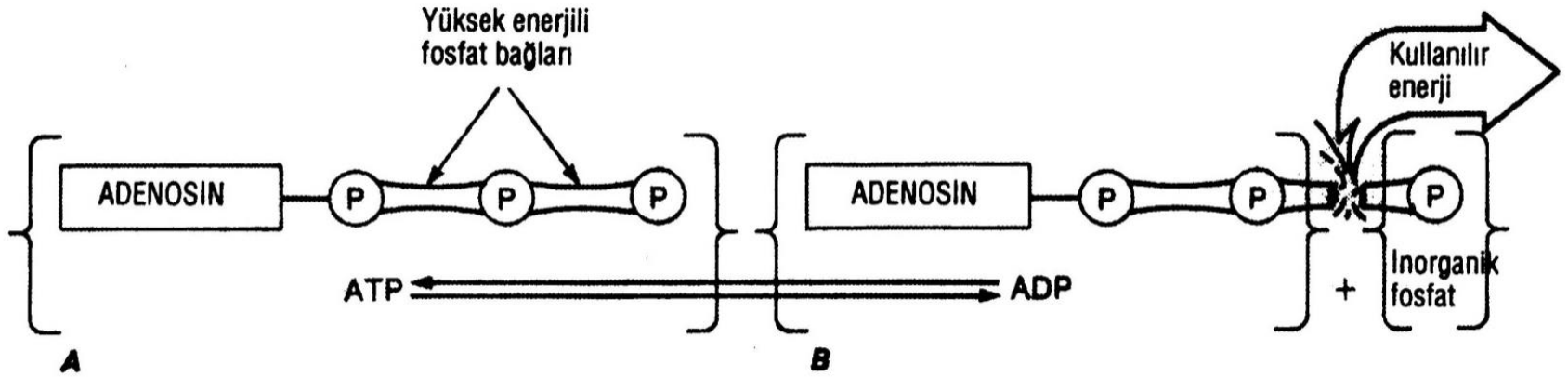
ATP

- Yiyecekler bizim dolaylı enerji kaynaklarımızdır.
- Karbonhidrat, yağ ve proteinlerin parçalanmasıyla oluşan enerji doğrudan bir iş yapmaya yetmez, ATP (adenosine-tri-phosphate) diye bilinen başka bir kimyasal bileşiğin yapılmasında kullanılır.
- İşte bu vücudun direkt enerji kaynağıdır ve ATP bileşimi tüm kas hücrelerinde depolanır.
- ATP'nin yapısı karmaşık bir bileşik olan *adenosin* ve daha basit 3 *fosfat* grubundan oluşur. Bu üç fosfat bağından biri bu bileşimden ayrıldığı zaman enerji açığa çıkar.

ATP'nin görevleri

1. Kassal aktivitenin sürdürülmesi (mekanik iş; düz, kalp, çizgili kaslar tarafından)
2. Hücre bütünlüğünün korunması
3. Membranlardan aktif taşımanın gerçekleştirilmesi
4. Metabolizmada enerji gerektiren tepkimelerin yürümesini sağlama

ATP'nin yapısı



Şekil A'da, ATP'nin yapısı basit olarak gösterilmiştir. İki fosfat grubu arasındaki bağı yüksek enerji bağı denir. B'de ATP'nin ADP ve inorganik fosfata (Pi) parçalanması ile açığa çıkan kullanılabilir enerji gösterilmektedir. Bir mol ATP'nin parçalanması sonucunda 7 ile 12 kilokalori enerji açığa çıkar.

ATP'nin kaynakları

- Her şeyden önce, kas hücrelerinde sürekli olarak kullanılan ve yenilenen bir miktar ATP her zaman vardır ve ATP'nin yenilenmesi enerji gerektirir.
- ATP nin oluşması için bilinen üç enerji kaynağı vardır.

ANAEROBİK ENERJİ SİSTEMİ

1. ATP-PC (fosfojen) sistemi
2. Anaerobik glikoliz (laktik asit) sistemi

AEROBİK ENERJİ SİSTEMİ

1. Oksijen sistemi

Anaerobik Enerji Sistemi

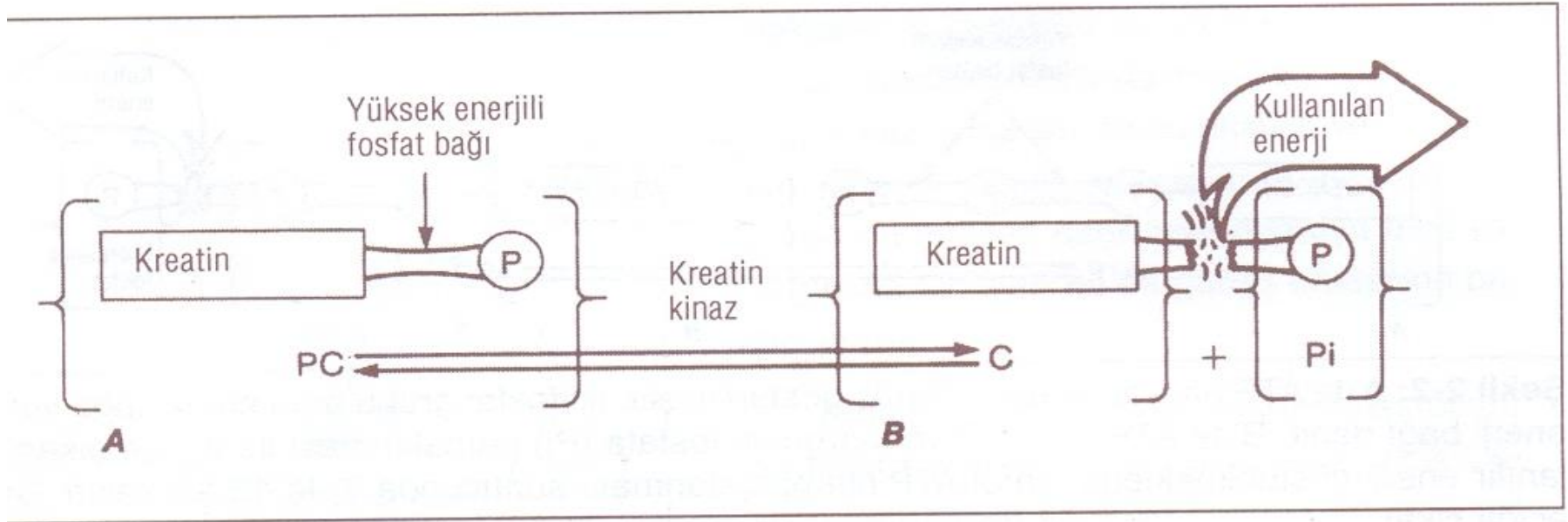
- Anaerobik, vücutta (örneğin kas hücrelerinde) meydana gelen bir dizi kimyasal tepkime sırasında *O₂'nin yetersizliği* demektir.



1. ATP-PC Sistemi (anaerobik alaktik sistem)

- Hem ATP hem de PC fosfat bileşikleri içerdiği için bunların tümüne '*fosfojenler*', sisteme de '*fosfojen sistemi*' denir.
- PC, ATP gibi kas hücrelerinde depolanır.
- Bir fosfat bileşeni bileşikten koparıldığında büyük bir enerji açığa çıktığı için PC, ATP ye benzer.
- Kas hücresi içinde depolanmış bulunan ATP miktarı 4-5 mmol/kg yaş kas kadardır. Bu miktar 1 sn'lik kasılmaya olanak tanır. Daha uzun süreli maksimal kasılmalar için CP devreye girer.

1. ATP-PC sistemi



Şekil 'de; Fosfokreatinin (PC) basit yapısı ve yüksek enerjili fosfat bağı gösterilmiştir. B "de ATP'nin yenilenmesi için kullanılan enerji PC'nin kreatin ve inorganik fosfata (Pi) parçalanması sonucunda açığa çıkar

1. ATP-PC sistemi

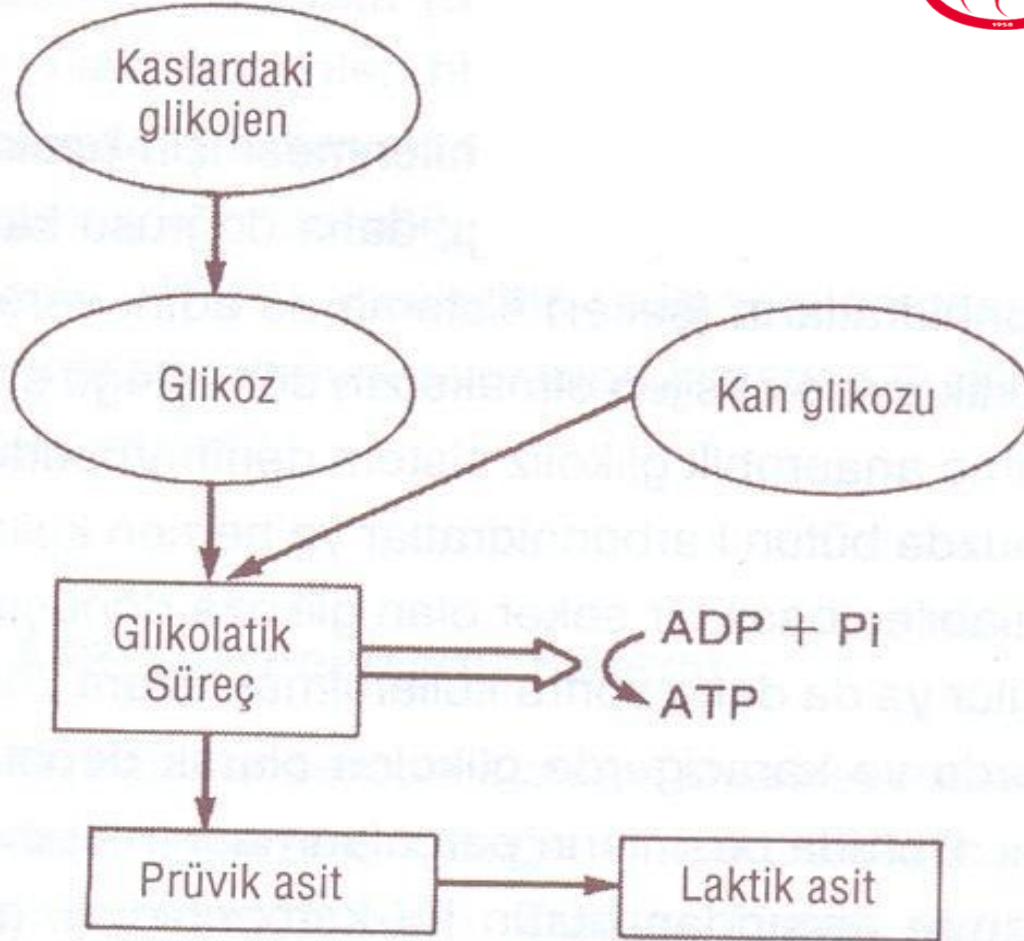
- ATP'nin temin ettiği enerji en çok 1-2 sn de biter.
- CP deposu 4.3 sn'lik maksimal eforları destekleyebilir. (10 sn'den az süren eforlar)
- Sıçramaya, 50 m'lik hız koşusuna ancak yetecek kadar enerji sağlar.
- PC, ATP den daha çok bulunur. Her iki fosfojenin verdiği enerji ancak 3-8 saniyelik eforlara dayanır. (10-15 sn'lik eforlar)
- 100 m koşusuna ancak yetecek kadar enerji sağlar.
- Sonuç olarak en çabuk harekete geçen sistemdir.

1. ATP-PC sistemi

- Otururken yürümeye başladığımızda enerji ihtiyacı 4 kat, koşmaya başladığımızda 120 kat artış gösterir.
- Acil enerjiye ihtiyaç vardır. ATP ve CP kısa sürede ve acil, maksimum gücü belirleyen en önemli etkidir.
- Sprint ve güç performansı, ATP ve CP depolarına bağlıdır.
- Eğer sprint tipi ve 6-10 sn'lik aralıklarla yapılan interval tipte antrenmanlar yapılırsa ATP ve CP depolarında artış görülür, bu da performans artışı sağlar.

Anaerobik Glikoliz (Laktik Asit Sistemi)

- Kaslarda ATP nin yenilenmesi için sadece karbonhidratların (glukozun) laktik aside O_2 olmaksızın dönüştüğü sisteme "anaerobik glikoliz" denir.
- Vücudumuzda karbonhidratlar ya hemen kullanılabilen basit şeker olan *glikoza* dönüştürülür ya da daha sonra kullanılmak üzere kaslarda ve karaciğerde *glikojen* olarak depolanır.



Şekil : Anaerobik glikoliz. Glikojen zincirleme kimyasal tepkimeler sonucunda parçalanarak laktik asite dönüşür. Bu parçalanma sırasında enerji açığa çıkar ve eşleşen tepkimeyle de ATP'nin yeniden sentezlenmesinde kullanılır.

Anaerobik Glikoliz (Laktik Asit Sistemi)

- Hücrenin stoplazmasında gerçekleşir.
- Basitleştirilerek anlatılsa da aslında bu sistem 12 ayrı tepkimeden oluşmaktadır ve her tepkimenin istenen hızda gerçekleşmesi için değişik enzimlere ihtiyaç vardır.
- En önemli enzim PFK (fosfotruktokinaz) dır.
- Son ürün olarak laktik asit oluşur. Laktik asitin artışı, kasta yorgunluğa sebep olur.

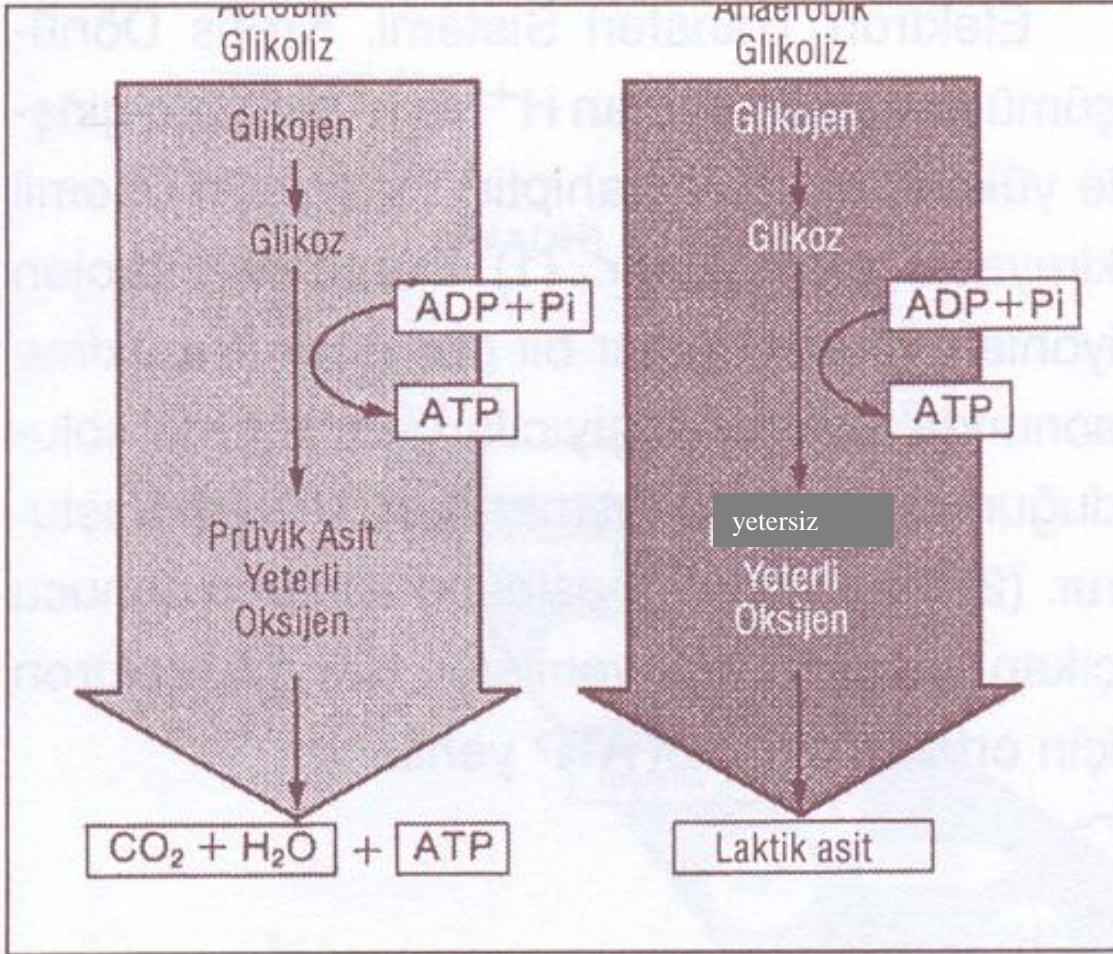
Anaerobik Glikoliz (Laktik Asit Sistemi)

- Reaksiyon sonunda 1 mol glikoz yıkımı ile 2 mol ATP üretilir, halbuki 1 mol glikoz aerobik ortamda parçalandığında 38-39 mol ATP elde edilir.
- Ama fosfojen sistemi kadar hızlı olmasa da, aerobik metabolizmadan 2,5 kat daha hızlı ATP üretir.
- Bu miktar da (20-30 sn) 2-3 dk'lık max bir efora imkan tanır.
- 400-800 m koşu daha çok bu enerji yoluna dayanır.

Anaerobik Glikoliz (Laktik Asit Sistemi)

- Sonuç olarak,
- Laktik asit, kas ve kanda yüksek yoğunluğa ulaşırsa kassal *yorgunluğa* neden olur.
- Asit ortam PH'ı düşürür, H⁺ birikimi kas içi PH'ı 6.5'e kadar düşürmekte (metabolik asidoz), bu da kas içinde bulunan glikojen deposunun kullanımını sınırlamaktadır.
- Mitokondrideki bazı enzim aktivitelerini engelleyerek KH'ın yıkım oranını (ATP oluşumu) azaltabilir.

Aerobik Enerji Sistemi



Glikojen ve yağın oksijenli ortamda su ve karbondioksite kadar giden parçalanması ve bu esnada ATP üretimine giden reaksiyona aerobik yol denir.

Aerobik Enerji Sistemi

- Bir mol glikojenin tamamen yıkılmasında 38 mol ATP meydana gelir.
- Kassaal egzersizde ATP nin devamlı olarak yenilenmesinde aerobik yol en avantajlı yol olmaktadır.
- Aerobik olaylar mitokondrilerde olur. Bu işlemde yüzlerce reaksiyon ve yüzlerce enzim sistemi rol alır.
- Bu sistemde yakıt olarak karbonhidrat ve yağlar kullanılır.

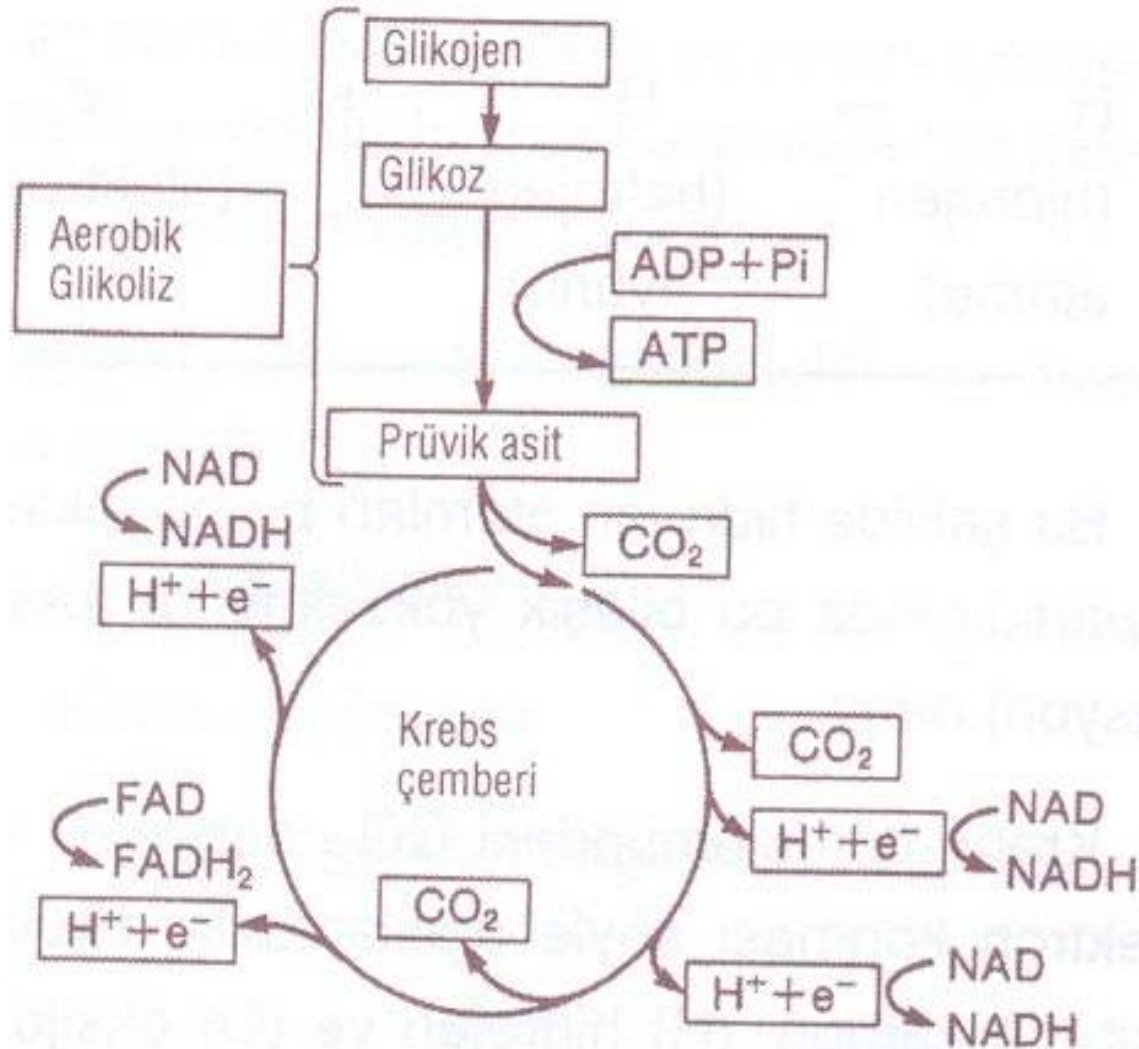
Aerobik Enerji Sistemi

- Aerobik sistemin reaksiyonlarını üç ana grupta inceleyebiliriz.
- **1. Aerobik glikoliz:** Aerobik glikoliz anaerobik glikolizdeki yolları izler, ancak ortamdaki yeterli O_2 varlığında laktik asit oluşmaz. O_2 laktik asidin pirüvik aside dönüşümünü artırır.

Aerobik Enerji Sistemi

- **2. Krebs Dönüşümü:** Aerobik glikolizde oluşan pirüvik asit, 2 C'lu yapı olan asetil koenzim A'ya dönüşerek bir dizi reaksiyona girer. Buna krebs döngüsü denir. Trikarboksilik asit (TCA) ve sitrik asit siklüsü olarak da bilinen bu döngüde 2 ana kimyasal değişim olur.
- 1. Karbondioksit üretimi,
- 2. Elektronların taşınması (oksidasyon)
 - H^+ atomu = (+)proton + e^- dan oluşur.

Aerobik Enerji Sistemi



Aerobik Enerji Sistemi

1. Aerobik metabolizma sonucu 1 mol glikojen başına 38-39 mol ATP, 1 mol yağ asidinin yıkımı ile 130 mol ATP üretilmektedir.
2. 1 mol ATP'nin aerobik yolla sentezlenmesi istirahatte 10-15 dakika sürerken maksimal bir egzersizde 1 dk' dır.

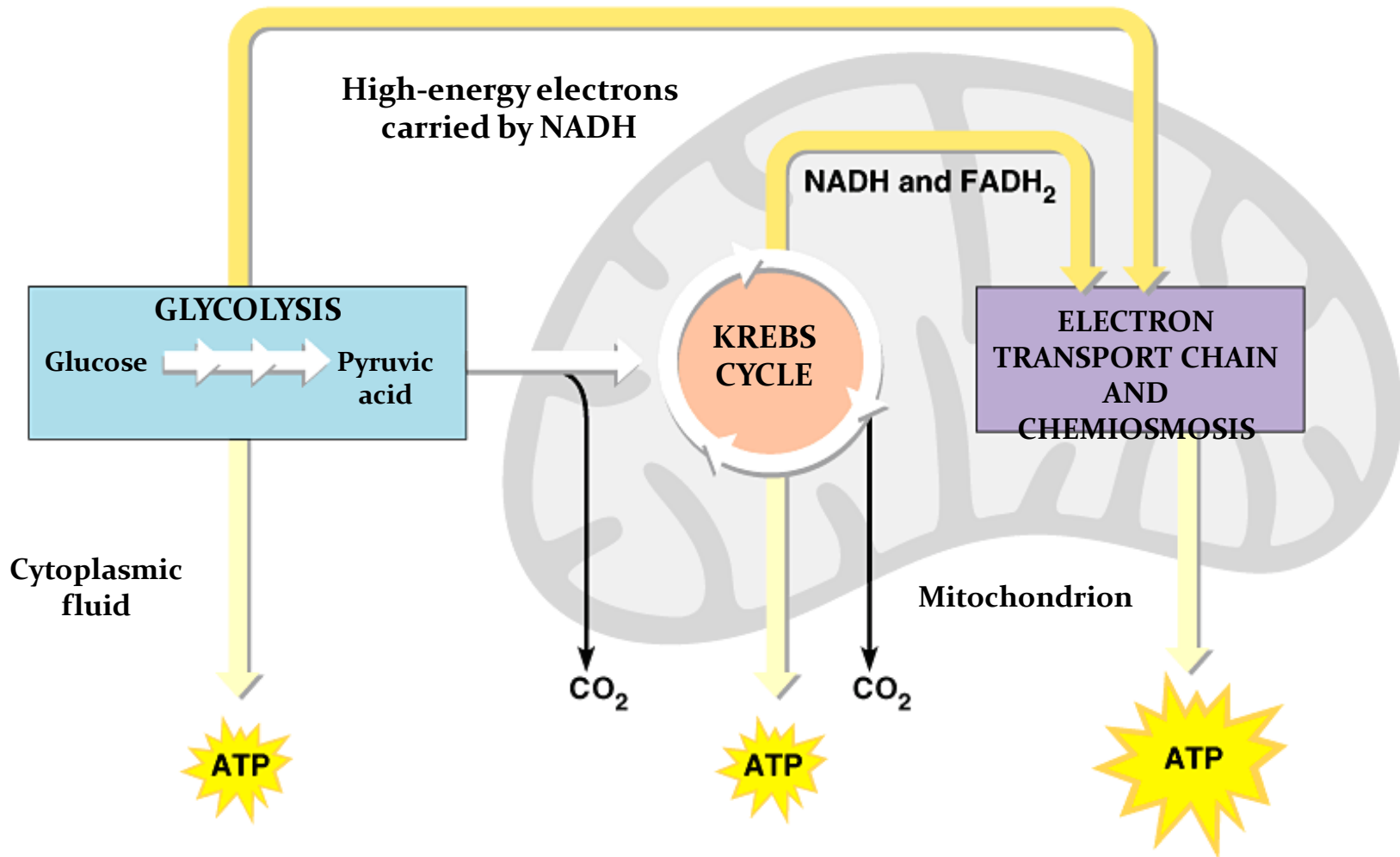
Aerobik Enerji Kaynakları

3. Aerobik yol tamamen submaksimal seviyedeki uzun süreli egzersizlerde kullanılır.

4. ATP üretiminde aerobik sistem en verimli yoldur.

Ör: Aerobik metabolizma ile tüm vücut kaslarından 87-89 mol ATP açığa çıkabilir. Bu, diğer 2 sistemin birleşmesiyle elde edilecek miktarın 50 katıdır.

- Hücresel solunuma bakış;



Aerobik Sistemde Yağ Metabolizması

- Yağlar, erişkin bir erkekte 90000-110000 kcal'lik enerjiyi sağlayabilirken, KH 2000 kcal'lik bir düzeye sahiptir.
- Yağların organizmada temel kaynağı trigliseridlerdir ve yağ hücrelerinde depo edilmektedirler.
- Lipolizis: trigliserid + 3 H₂O -----→ gliserol + 3 mol serbest yağ asidi (lipaz enzimi ile)

Aerobik Sistemde Yağ Metabolizması

- Karbonhidrat glikojen halinde depo edilirken aynı zamanda su da tutulur (1 gr glikojen 2.7 cc su tutar), yağın depolanmasında tutulan su çok azdır (1 gr lipid başına 0.8 cc).
- Bir karbonhidratın oksidasyonundan 4 kcal, yağın oksidasyonundan ise 9 kcal meydana gelir.

Aerobik Sistemde Protein Metabolizması

- Diğer besin kaynağı olarak *proteinler* aerobik yolla yıkılarak CO₂ ve O₂ ne dönerken enerji açığa çıkararak ATP sentezini sağlarlar.
- Normal şartlarda proteinler enerji kaynağı olarak kullanılmazlar. Çünkü; proteinler vücudun koruma mekanizmasında, büyüme ve hormon sisteminde yer alır.
- Uzun ve yoğun aerobik aktivitelerde veya uzun süren açlık sürecinde enerji kaynağı olarak kullanılabilir.

- **Egzersiz Sırasında Enerji Sistemlerinin Katılım Oranları;**
- EGZERSİZİN ŞİDDETİNE,
- SÜRESİNE,
- TİPİNE VE
- KİŞİNİN KONDİSYON DÜZEYİNE bağlıdır.

Enerji sistemlerinin genel özellikleri

ATP-PC	LA sistemi	O2 sistemi
anaerobik	anaerobik	aerobik
Çok süratli	süratli	Yavaş
CP	Glikojen	Glikojen, yağ
Çok sınırlı ATP üretilir	Sınırlı ATP	Sınırsız ATP
Kasta bulunuşu sınırlı	LA oluşumu kas yorgunluğuna neden olur	Yorgunluk ürünleri oluşmaz
Yüksek güç isteyen sporlarda	1-3 dk süren	Uzun süreli aktivitelerde

Pectoralis major

- Draws arm forward and toward the body

Serratus anterior

- Helps raise arm
- Contributes to pushes
- Draws shoulder blade forward

Biceps brachii

- Bends forearm at elbow

Rectus abdominus

- Compresses abdomen
- Bends backbone
- Compresses chest cavity

External oblique

- Lateral rotation of trunk
- Compresses abdomen

Adductor longus

- Flexes thigh
- Rotates thigh laterally
- Draws thigh toward body

Sartorius

- Bends thigh at hip
- Bends lower leg at knee
- Rotates thigh outward

Quadriceps group

- Flexes thigh at hip
- Extends leg at knee

Tibialis anterior

- Flexes foot toward knee



Deltoid

- Raises arm

Trapezius

- Lifts shoulder blade
- Braces shoulder
- Draws head back

Triceps brachii

- Straightens forearm at elbow

Latissimus dorsi

- Rotates and draws arm backward and toward body

Gluteus maximus

- Extends thigh
- Rotates thigh laterally

Hamstring group

- Draws thigh backward
- Bends knee

Gastrocnemius

- Bends lower leg at knee
- Bends foot away from knee

Achilles tendon

- Connects gastrocnemius muscle to heel



KAS FIZYOLOJİSİ

Kas Fibril Tipleri

Fibril Çeşitleri ve Spor Yönünden Önemi;

- İskelet kası hücreleri yani fibrilleri histoşimik özelliklerine göre:
- Tip I (veya ST-yavaş kasılan oksidatif fibriller) ve
- Tip II (veya FT- süratli kasılan glikolitik fibriller) olmak üzere iki ana gruba ayrılır,
- Tip II ayrıca
 - IIa (FTa-süratli kasılan oksidatif fibriller) ve
 - IIb (FTb-süratli kasılan glikolitik fibriller) diye iki alt gruba ayrılır.

Kas Fibril Tiplerinin Karakteristik Özellikleri

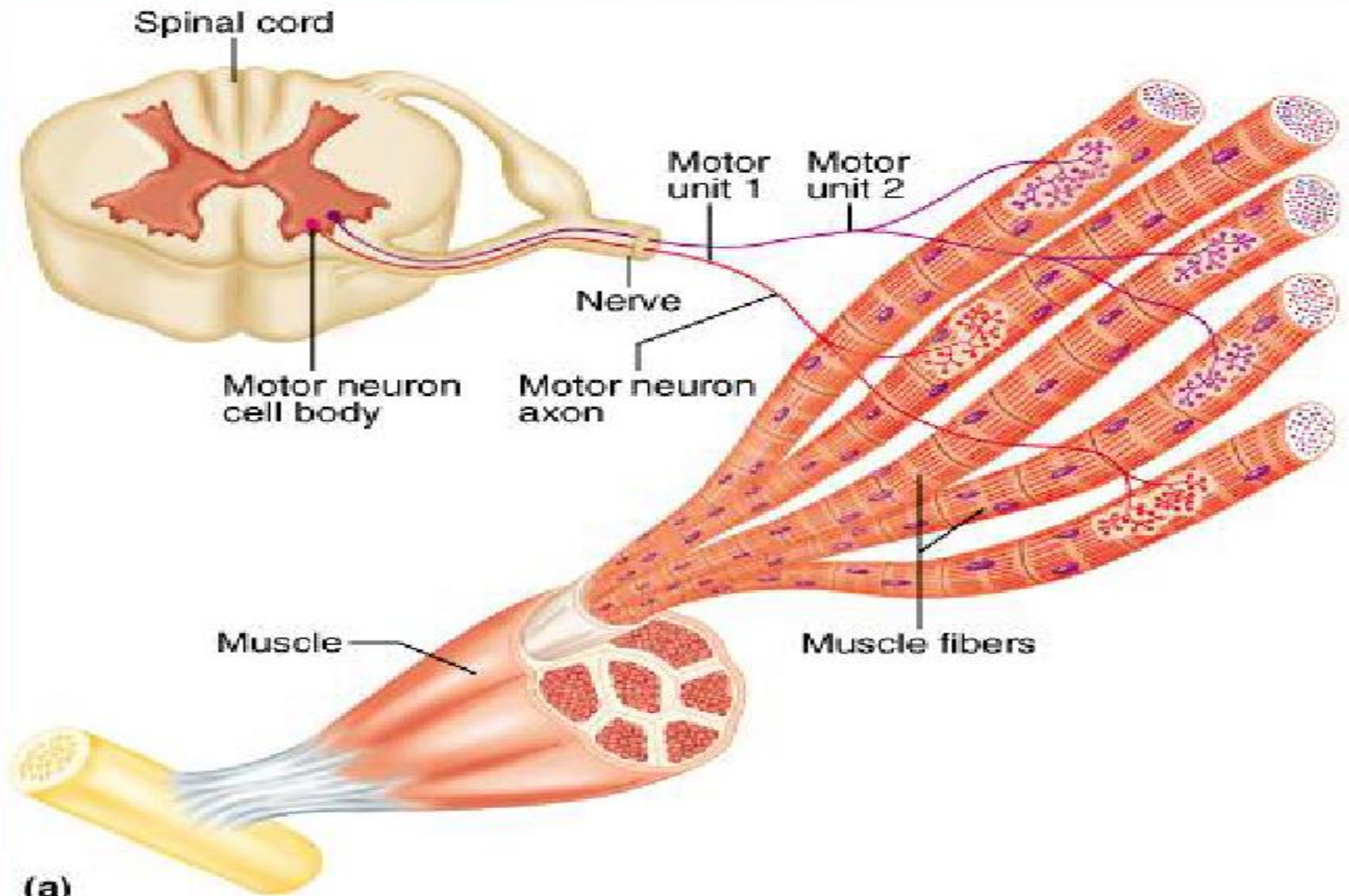
Fibril Tipi	Yavaş Kasılan (ST)Tipi	Hızlı Kasılan 2A (FT-A)	Hızlı Kasılan 2B (FT-B)
Kasılma zamanı	Yavaş	Hızlı	Çok hızlı
Motor nöron büyüklüğü	Küçük	Büyük	Çok büyük
Yorgunluğa Karşı Dayanıklılık	Yüksek	Orta	Düşük
Kullanılan Aktivite Çeşidi (Enerji Sistemi)	Aerobik	Uzun Süreli anaerobik	Kısa süreli anaerobik
Güç Üretimi	Düşük	Yüksek	Çok yüksek
Mitokondrial yoğunluk	Yüksek	Yüksek	Düşük
Kapiller yoğunluk	Yüksek	Orta	Düşük
Oksidatif kapasite	Yüksek	Yüksek	Düşük
Glikolitik kapasite	Düşük	Yüksek	Yüksek
Temel Enerji Kaynağı	Trigliseridler	CP, Glikojen	CP, Glikojen

Çizgili Kasların Sinirlenmesi

- İskelet kaslarında 3 tip sinir bulunur:
 1. Motor sinirler
 2. Duysal sinirler
 3. Sempatik sinirler

- **MOTOR SİNİRLER:** Merkezi sinir sisteminden gelen efferent sinirler refleks veya istemli emirleri kasa iletirler.
- Medulla spinalisin ön köklerinden çıkan her bir α -motor nöron kasın tipine göre, 5-2000 arasında değişik adette kas fibriline sinir dalları verir.
- Bir motor nöron, sinir dalları verdiği kas fibrilleri ile birlikte **MOTOR ÜNİTE** yi oluşturur.

MOTOR ÜNİTE

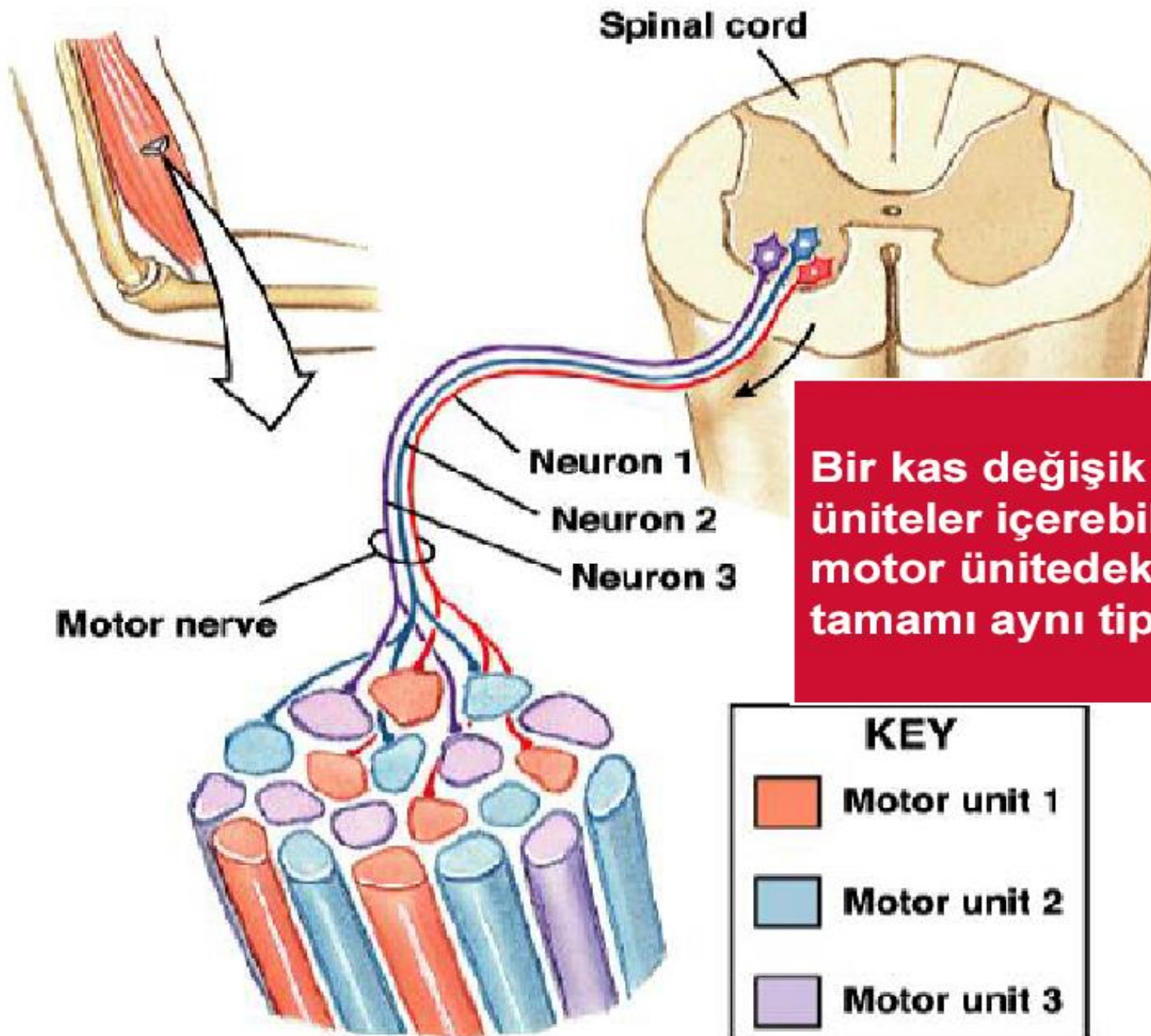


Motor Ünite, ÖZELLİKLERİ

1. Genelde kontrolünün hassas yapılması gereken ve hızlı reaksiyon veren küçük kaslarda, her bir motor üniteye birkaç kas lifi (2-3 fibril) (larenks, göz kası) vardır.
 - Diğer taraftan soleus kası gibi çok ince kontrol gerektirmeyen büyük kaslarda, bir motor üniteye birkaç yüz kas lifi bulunabilir. Vücuttaki bütün kaslar için ortalama bir sayı söylemek güçse de, motor üniteye yaklaşık 100 kas lifi düştüğü tahmin edilebilir.

Motor Ünite, ÖZELLİKLERİ

2. Bir motor ünite de aynı tip fibriller (tip I veya tip II) bulunur ve motor sinirinin getirdiği uyarana aynı şekilde cevap verirler ve aynı zamanda kasılırlar.
3. Motor ünite de ne kadar az fibril varsa o ünitelerden oluşan kas o kadar süratli kasılır. Motor ünite de bulunan kas fibril adedi arttıkça kasın kasılması yavaşlar.
4. Yavaş kasılan fibrillerin oluşturduğu motor ünitelerle süratli kasılan fibrillerin oluşturduğu motor üniteler bir kasta karışık bulunurlar.

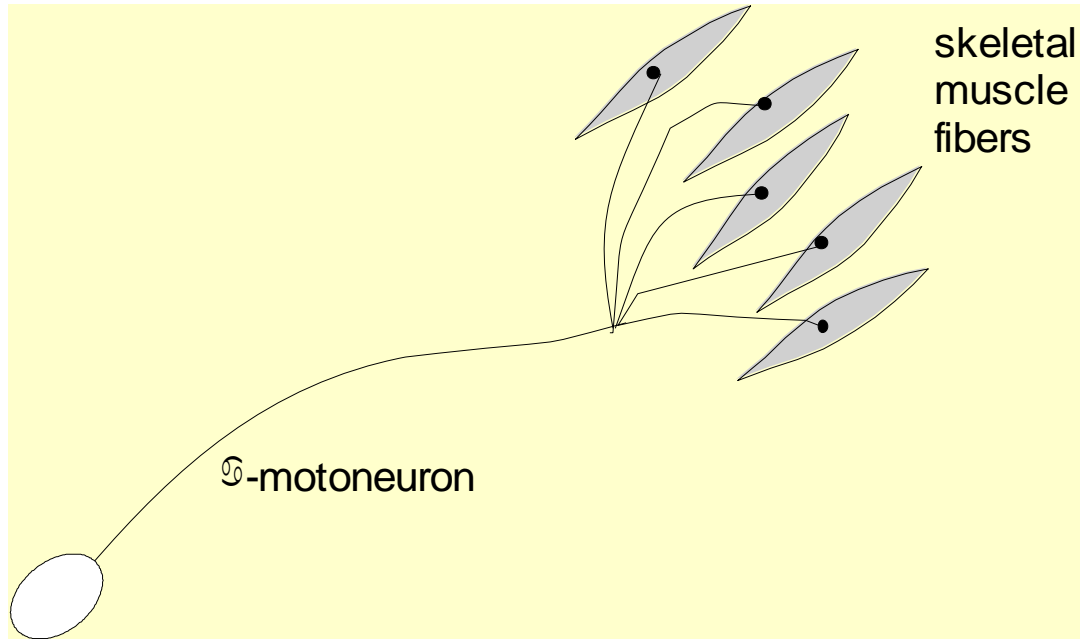


Bir kas değişik tipte motor üniteler içerebilir. Fakat bir motor ünitedeki fibrillerin tamamı aynı tiptedir.

KEY

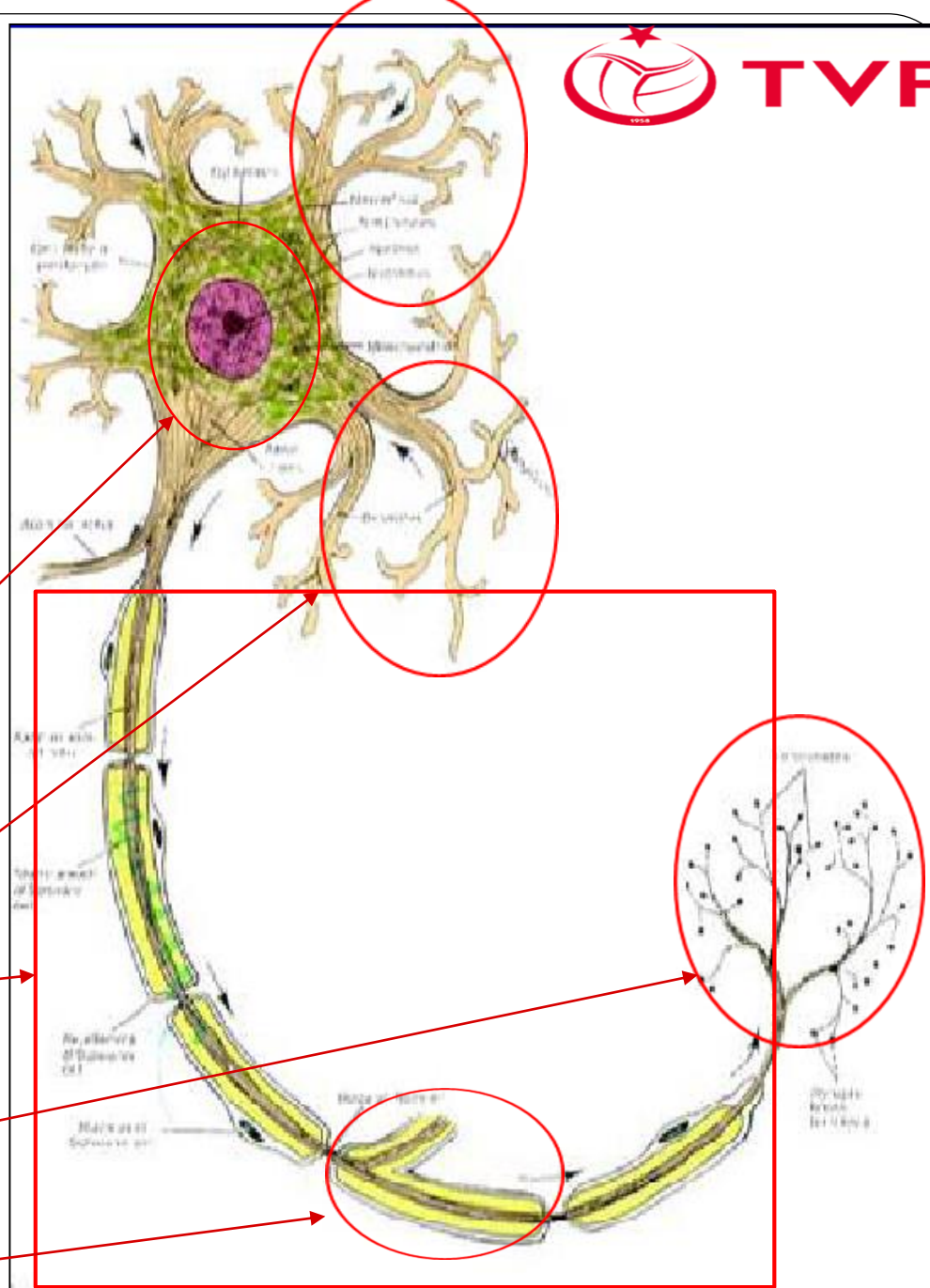
- Motor unit 1
- Motor unit 2
- Motor unit 3

- Tüm kas fibrilleri a-motor nöron ile innerve edilir.
- a-motor nöron eşik değerin üzerinde uyarıldığında, ona bağlı tüm kas fibrillerini aynı frekansla uyarır ve kasılma gerçekleşir.
- Uyarı şiddeti eşik uyarının altında kaldığında hiçbir fibrilde aktivite oluşmaz (**Hep-ya da-Hiç Prensibi**)



Nöronlar

- Sinir sisteminin fonksiyonel birimleridir.
- Birkaç tipi vardır.
- Sinirsel uyarıyı iletirler.
- Elektriksel olarak uyarılabilirler.
- Yapılarında:
- Hücre gövdesi
- Akson
- Dendritler
- Akson ucu
- Myelin kılıf



Küçük- Büyük Motor Ünite/Kas Fibrili Tipi

- Bazı motor nöronun aksonları daha **ince**dir,
- İnce motor nöronların akson uçları az sayıda dal verir. Bu nedenle daha az sayıda fibrile bağlanır ve az sayıda fibril aktive edebilirler (**Küçük Motor Ünite**).
- Motor ünite de fibril sayısı 2-3 kadar az (çok küçük MU) veya 2000 kadar çok (çok büyük MU) olabilir.

Küçük- Büyük Motor Ünite/Kas Fibrili Tipi

- İnce motor nöronlar sinirsel uyarıyı **yavaş** iletirler ve kendisine bağlı kas fibrillerinde düşük uyarı frekansları yaratırlar. Bunun sonucunda güçsüz fakat uzun sürdürülebilir kasılmalar oluşur.
- Doğal olarak, küçük MU'lerin ince motor nöronlarına bağlı fibriller **Tip I**, büyük MU'ların fibrilleri ise **Tip II** 'dir.

Motor Nöron ve Motor Ünite/Kas Fibrili Tipi

- **Fibrilin tipini belirleyen unsurun motor nöronların yapısı'dır.** (Buller ve ark.,1960)
- Motor nöronların ne kadarının kalın aksonlu ne kadarının ince aksonlu olacağı ise **genetik** olarak belirlenir.

Motor Nöron ve Motor Ünite/Kas Fibrili Tipi

- Bu sebeple kalın motor nöronu fazla olanların fazla sayıda toplam kas hücresi, fazla sayıda Tip II fibrili vardır.
- Bu kişiler kuvvet, güç, sürat antrenmanlarına daha iyi uyum gösterirler ve bu açılardan hızla gelişirler. Hipertrofik gelişimleri de daha hızlı olur.

Motor Nöron ve Motor Ünite/Kas Fibrili Tipi

- İnce nöronlu küçük motor ünitelerin uyarı eşiği düşüktür. Bu motor üniteler kolay uyarılırlar ve düşük kuvvet gerektiren hassas işlerde devreye girerler. Zaten uyarı frekansları ve kas fibrili sayıları düşük olduğu için yüksek kuvvet/güç üretemezler (Tip I).
- Büyük motor ünitelerin ise uyarı eşiği yüksektir ve daha şiddetli uyanlarla aktive olurlar. Daha fazla kuvvet gerektiren işlerde devreye girerler (Tip II).

Kas fibrillerinin devreye giriş sırası

1. Küçük motor ünitelerden oluşan yavaş kasılan fibril tipleri (ST) düşük uyarı eşiğine sahiptirler ve ilk önce devreye girerler.
2. İhtiyaç duyulan kuvvetin büyüklüğü oranında büyük motor üniteler devreye girer.
3. Büyük motor ünitelere sahip olan hızlı kasılan b fibril tipleri (FT b) en yüksek uyarı eşiğine sahiptirler ve en son devreye girerler.

Kas fibrillerinin devreye giriş sırası

4. Çalışmanın şiddeti ne olursa olsun ilk önce ST fibrilleri devreye girer.
5. Eğer çalışmanın şiddeti düşük ise sadece ST fibrilleri devreye girer ve çalışma süresince devrede kalır.
6. Eğer çalışmanın şiddeti yüksek ise (ağır kiloları kaldırırken veya interval yaparken) ST fibrilleri ilk önce, daha sonra FT a ve eğer gerek duyulursa FT b fibrilleri sırası ile devreye girer.

Fibrillerin egzersize uyumu

- DAYANIKLILIK ANTRENMANI
- Miyoglobin ve mitokondri sayısı, mitokodri içi enzim (aerobik enzim) miktarı, trigliserid ve lipoprotein lipaz içeriği, kasın kanlanması artar.
- Tip 1 ve 2a fibrillerinde oksidatif kapasite ve yağların kullanım kapasitesi artar.
- Yağların kullanımındaki artış glikolizi azaltarak yorgunluğun gecikmesine, dolayısıyla dayanıklılık performansının artmasına katkıda bulunur.

Fibrillerin egzersize uyumu

- KUVVET ANTRENMANI
- Tip2 fibrillerin (%60 yük) özelliklerinde gelişme olur. ST'ler gün içinde daha fazla aktive olurlar.
- Sarkoplazmaya daha etkili bir Ca çıkışı sağlanır.
- Myozin ATPaz ve diğer alaktasid anaerobik ve glikolitik enzimler artar.
- Cp ve ATP miktarında da artma görülür.
- Kontraktil ve kollojen (bağ) proteinlerde artış görülür.
- Miyozin proteinlerinde kalınlaşma olabilir.
- Sarkomer sayısında artış meydana gelir.

Fibril Tipi Dağılımı ve Antrenmanlarla Değişimi

- Kişilerin kol ve bacak kaslarındaki fibril tipleri benzerdir.
 - Soleus istisnadır; Bu kasta büyük oranda ST bulunur.
- ST ve FT fibril tipleri arasında bir dönüşüm olmadığı yaygın bir görüştür. Bununla beraber, aerobik antrenmanlarla FT'den ST'ye anaerobik antrenmanlarla da ST'den FT'ye dönüşümler saptanmıştır. Ancak, bu değişimin oranı sadece % 1-2 oranındadır.

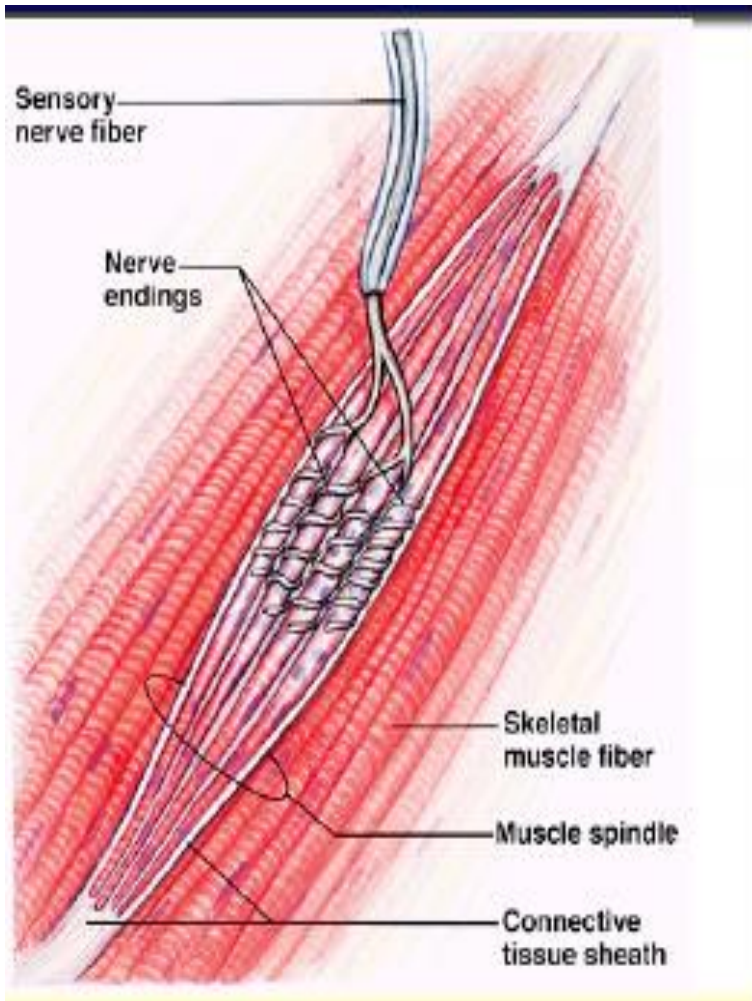
Kas Proprioseptörleri

- **Kas İğcikleri:** Kas iğciği fibrilin uzunluk değişmelerine, gerginlik değişmelerine duyarlı bir reseptördür. Kas iğciğinin gerilmesi kendisinden çıkan duysal siniri uyarır. Kas iğciği kas fibrilleri arasında uzunluğuna yer almış olup bağ dokusundan bir kılıf ile örtülüdür.
- **Görevleri:**
 1. Aktif veya pasif bir şekilde kasta meydana gelen gerim değişmelerinden merkezi sinir sistemini haberdar etmek.
 2. Özel reflekslerin meydana gelmesine yardımcı olmak.

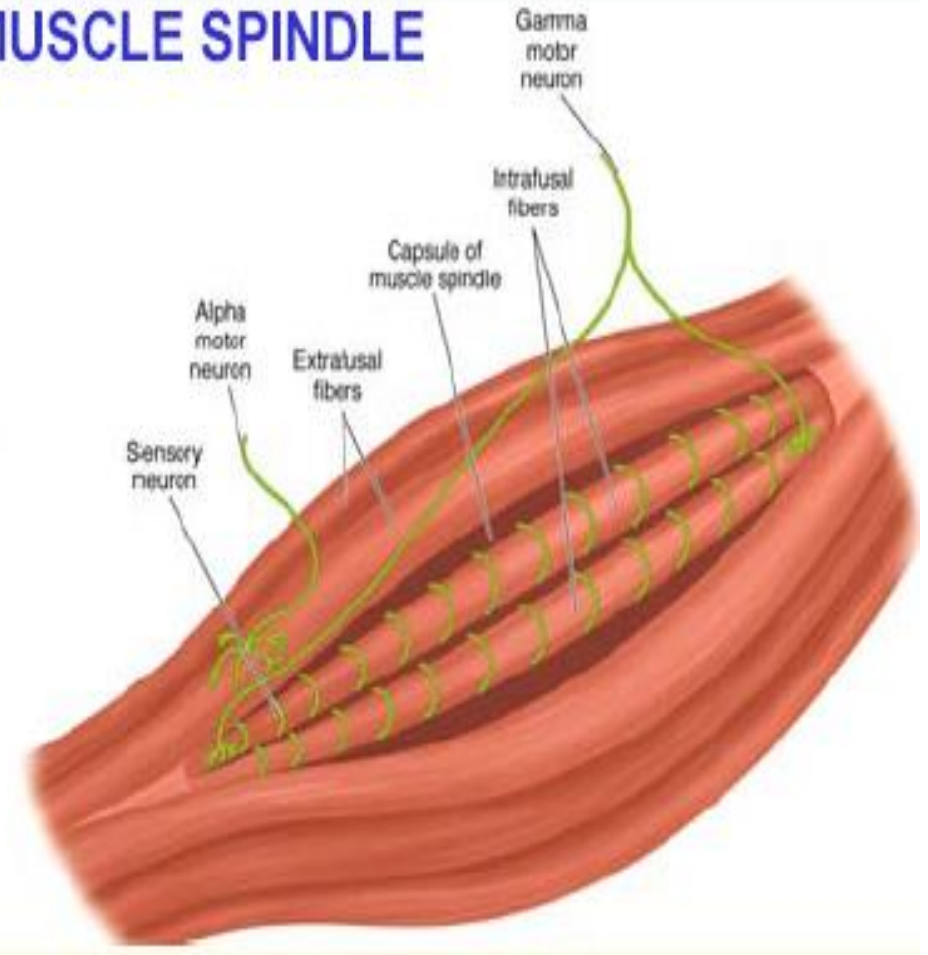
Kas Proprioseptörleri

- **Kas İğcikleri:** Kas iğciği çizgili bir takım ince kas liflerinden yapılmıştır ve bu liflerde afferent sinirler sonlanır.
- Kasın gerilmesiyle → içindeki kas iğciği uyarılır → bu afferent uyarı → medulla spinalise → önkök motor nöronlara → motor sinirlerle → aynı kasa döner → duruma göre değişik miktarda motor ünite uyarılarak → o kas harekete geçirilir. Bu bir özel reflektir.

KAS İĞCIĞI



MUSCLE SPINDLE



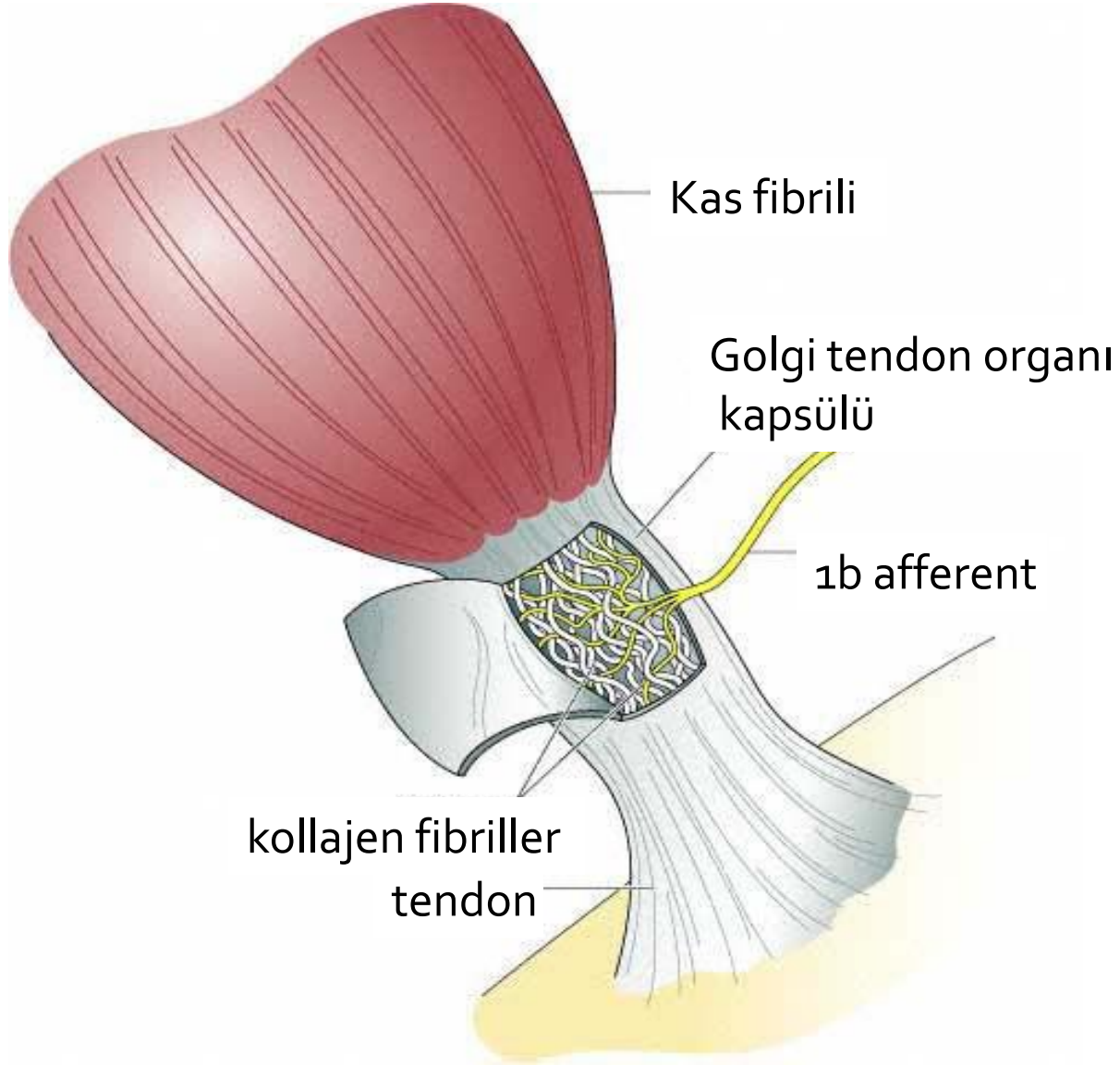
Kas Proprioseptörleri

- Kas iğciğinin uyarılabilmesi yüksektir, yani düşük şiddetteki uyanlarla uyarılabilme özelliğine sahiptir.
- Duyarlılığı 200 ile 201 gr lık ağırlıkları ayırt edecek kadardır.
- İşte bu özellik sayesinde insanların hareketleri dakik ve mükemmel olur.

Kas Proprioseptörleri

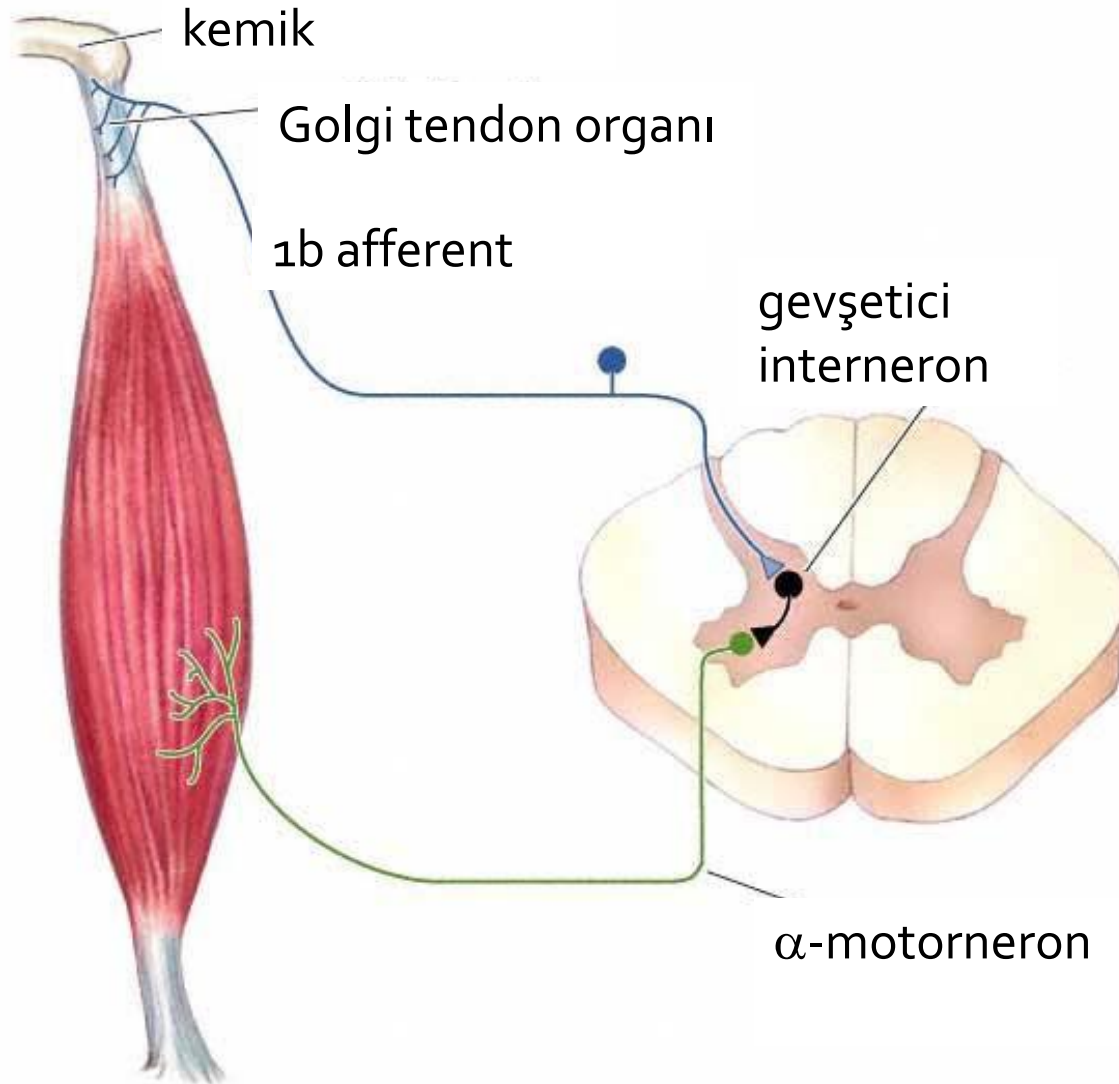
- *Golgi Tendon Organları:*
- Tendonun kasa yakın yerinde, tendonun fibrilleri arasında bulunan ve bir kapsülle örtülü bu reseptör organ, kasın kasılması veya kasın geriminin artması esnasında kas tendonuna uygulanan gerginliği yoklar, kas kasılıp kısalduğunda tendon gerilir, golgi tendon organı uyarılır ve kasta **gevşeme** meydana gelir.

GOLGITENDON ORGANI



ÖNEMLİ

- Kas içciklerinden doğan afferent impulslar kasın kasılmasına neden oldukları halde (kasılmayı kolaylaştırıcı etki)
- Kasta kasılma çok kuvvetli olduğu zaman golgi tendon organının uyarılması ile buradan doğan afferentler, kasın gevşemesine neden olurlar (kasılmayı zorlaştırıcı etki)



Kas Proprioseptörleri

- **Oynak (Eklem) Reseptörleri:**
 1. Paccini Reseptörleri
 2. Ruffini Cisimcikleri
 3. Krause Cisimcikleri
- Bu reseptörler oynanın durumu hakkında merkezi sinir sistemine devamlı bilgi taşırlar, aynı merkezde görme, işitme gibi diğer reseptörlerden gelen bilgiler entegre edilerek vücudumuzun ekstremitelerinin pozisyonunu bilmemize,
- refleks ile bilinç dışı postürümüzün sağlanmasına yardımcı olurlar.

KASILMA TIPLERİ

Kasılma Tipleri

- Statik Kasılma

1. **İZOMETRİK KASILMA**

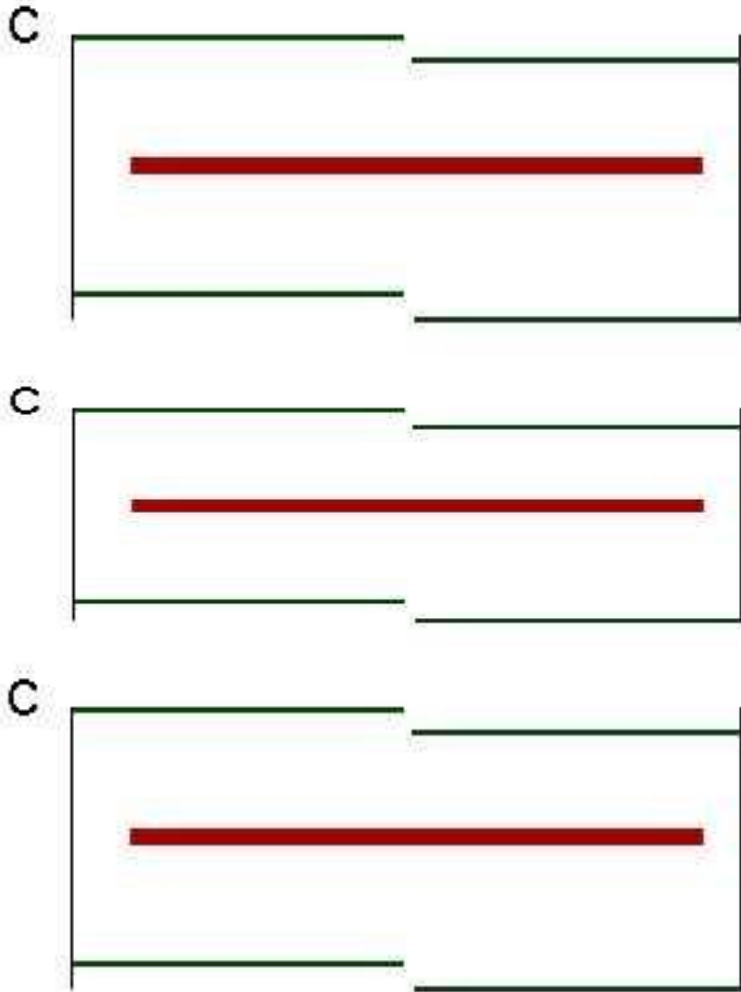
- Dinamik Kasılma

1. **KONSANTRİK KASILMA**

2. **EKSENTRİK KASILMA**

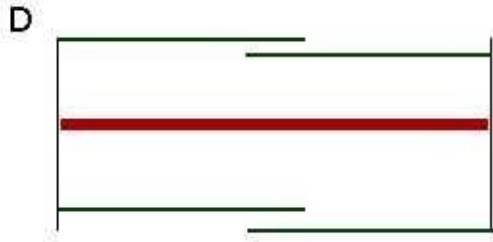
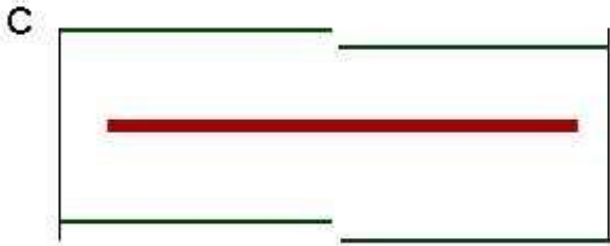
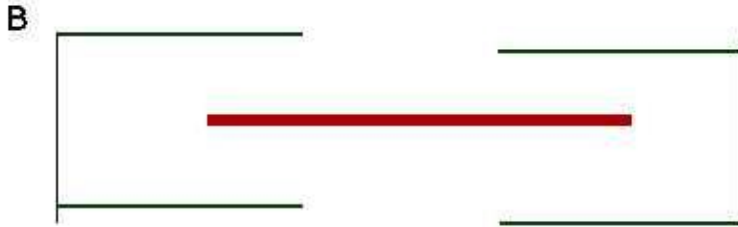
3. **İZOKİNETİK KASILMA**

İzometrik (Statik Kasılma)



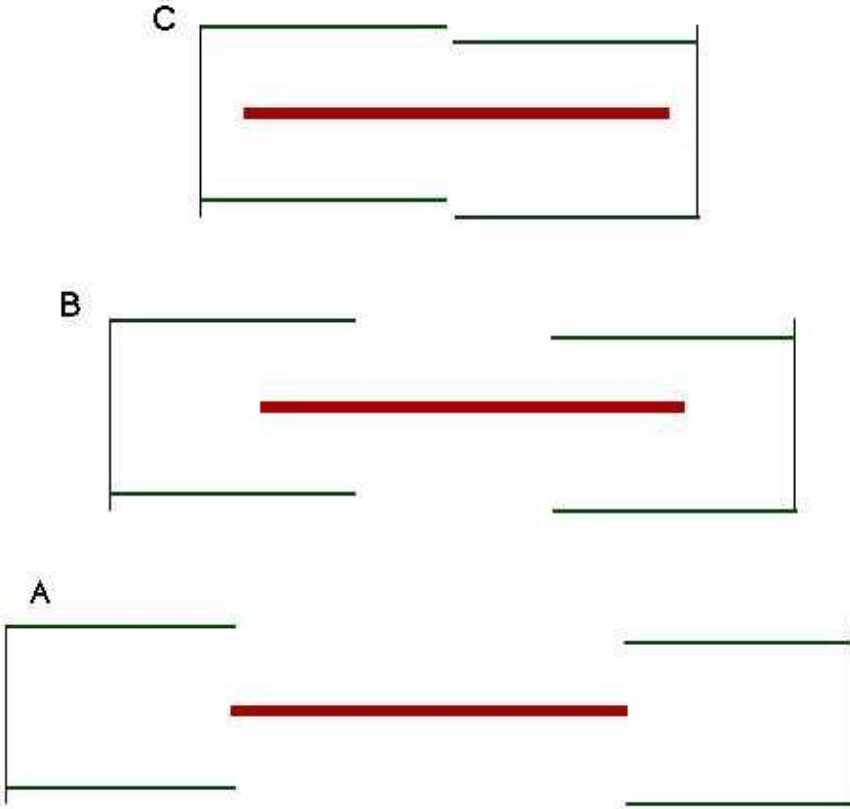
- Uzunluğu sabit kalan fakat tonusu (gerimi) artan, statik kasılma bir şeklidir.
- İzometrik çalışmada fizik kanunlarına göre mekanik bir iş yapılmış olmaz.
- Çiğneme kaslarının çalışmaları da hemen hemen izometrik kasılmalardan ibarettir. Ayakta dik durma da antigravite kaslarının izometrik kasılmaları ile mümkün olmaktadır.
- Bu tip kasılma, en çok güreşte görülen kasılma şekillerinden biridir.

Konsantrik Kasılma



- Dinamik bir kasılma şeklidir.
- Kasın tonusu (gerimi) hareket genişliği boyunca değişmekte ve boyu kısalmaktadır. Yani kısalarak kasılmaktadır.
- Bir ağırlığın bir yerden yukarı kaldırılması ancak bu tip bir kasılma ile olur.

Eksentrik Kasılma



- Dinamik bir kasılma şeklidir.
- Kasın tonusu (gerimi) artarken boyu uzar. Yani konsantrik kasılmanın aksine uzayarak bir kasılma şeklidir.
- Ağırlığın yere indirilmesi bu kasılma tipine örnek verilebilir.

İzokinetik Kasılma

- Hareket süratinin sabit tutulduğu bir kasılma şeklidir.
- Kas sabit bir süratle kasılırken kasta meydana gelen gerim bütün hareket boyunca eklemin bütün açılarında maksimal (örn: 60°/sn) tutulur.
- Pratik olarak izokinetik antrenman kas kuvvetini ve dayanıklılığını geliştirmede en iyisidir.

