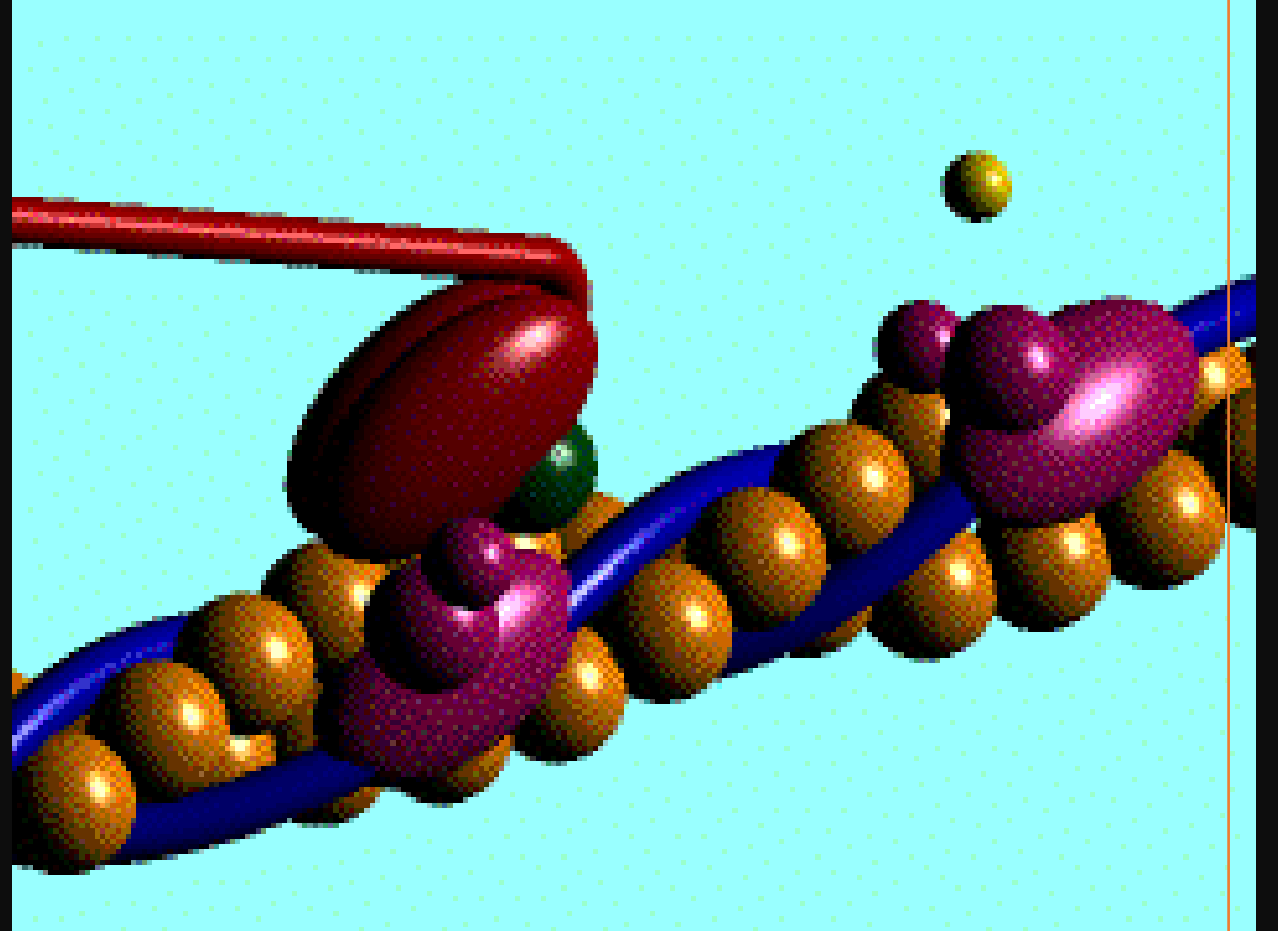


Kasın Mekanik Özellikleri ve Isı Üretimi

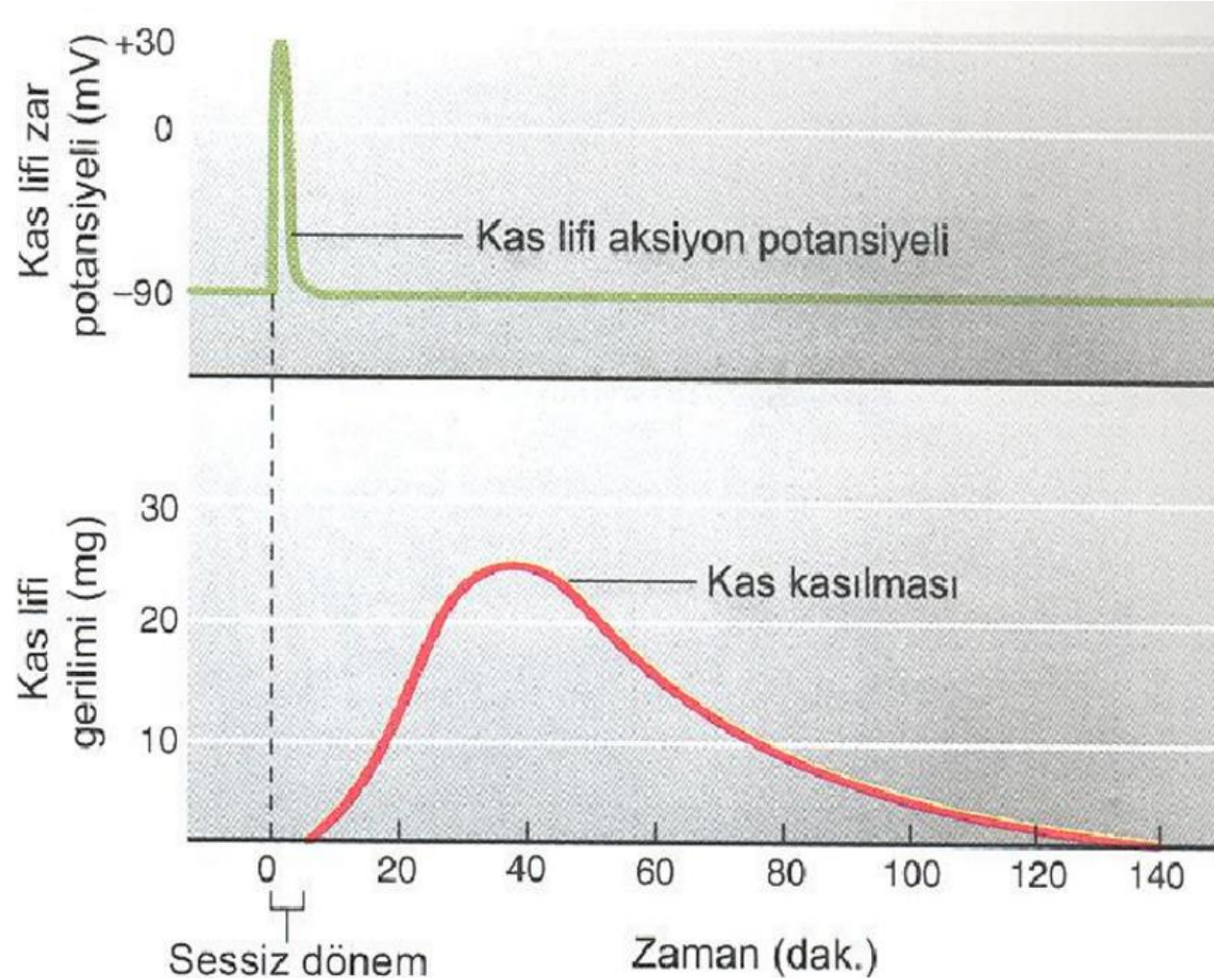
Doç.Dr. Erkan TUNCAY



Uyarılma ve Kasılma İlişkisi

- Bir kas lifinin tek bir AP'ye verdiği mekanik cevaba **sarsı** denir. AP'den sonra kas lifi içindeki gerim artmaya başlamadan önce, birkaç milisaniye süren **latent (sessiz) dönem** vardır. Bu dönemde uyarılma-kasılma eşleşmesi ile ilgili işlemler gerçekleşir. Sessiz dönemden sonra gerimin başlamasından, gerimin en yüksek noktaya çıkmasına kadar geçen zamana **kasılma süresi** denir.

Aksiyon potansiyeli ve kasılma arasındaki ilişki:



Kasılma Tipleri

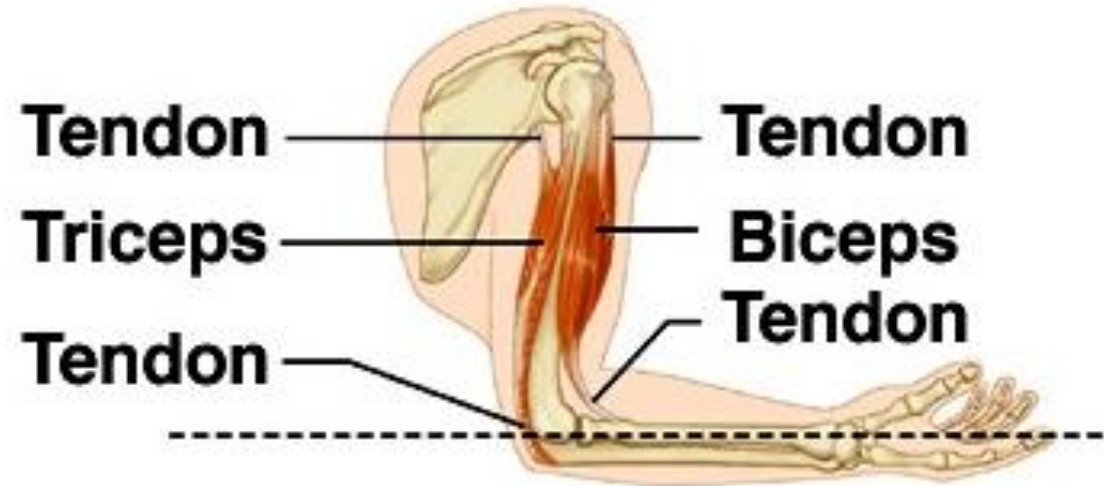
- Kasılan bir kasın bir nesne üzerine uyguladığı kuvvete **kas gerimi**, bir nesnenin kas üzerine uyguladığı kuvvete ise **yük** denir.
- Kas lifinin hareketi **gerim** ve **yükün** göreceli büyüklüklerine bağlıdır.
- **Gerim > Yük ise** Kas lifleri kısalır ve yük hareket eder.

Kasılma Tipleri

- **Isometrik (Statik kasılma)**

-Kasın boyu sabit, gerimi artar.

-Kas gerim oluşturduğu halde boyunda bir değişiklik olmaz.



Kasılma Tipleri

İzotonik (dinamik) kasılma:

- Mekanik bir iş yapılır
- İzotonik kasıla kasın boyunun değişim olur

Kontraktıl element kısalırken, elastiki element bir düzen içerisinde belli bir gerilimi ve uzunluğu korur. Ancak, kasın tümünde kısıalma olur.

İzotonik kasılma konsentrik veya egzantrik olabilir.

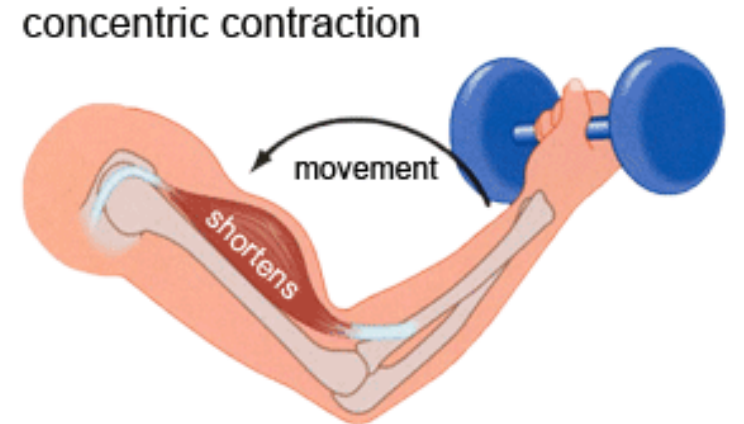
Kasılma Tipleri

Konsentrik kasılma:

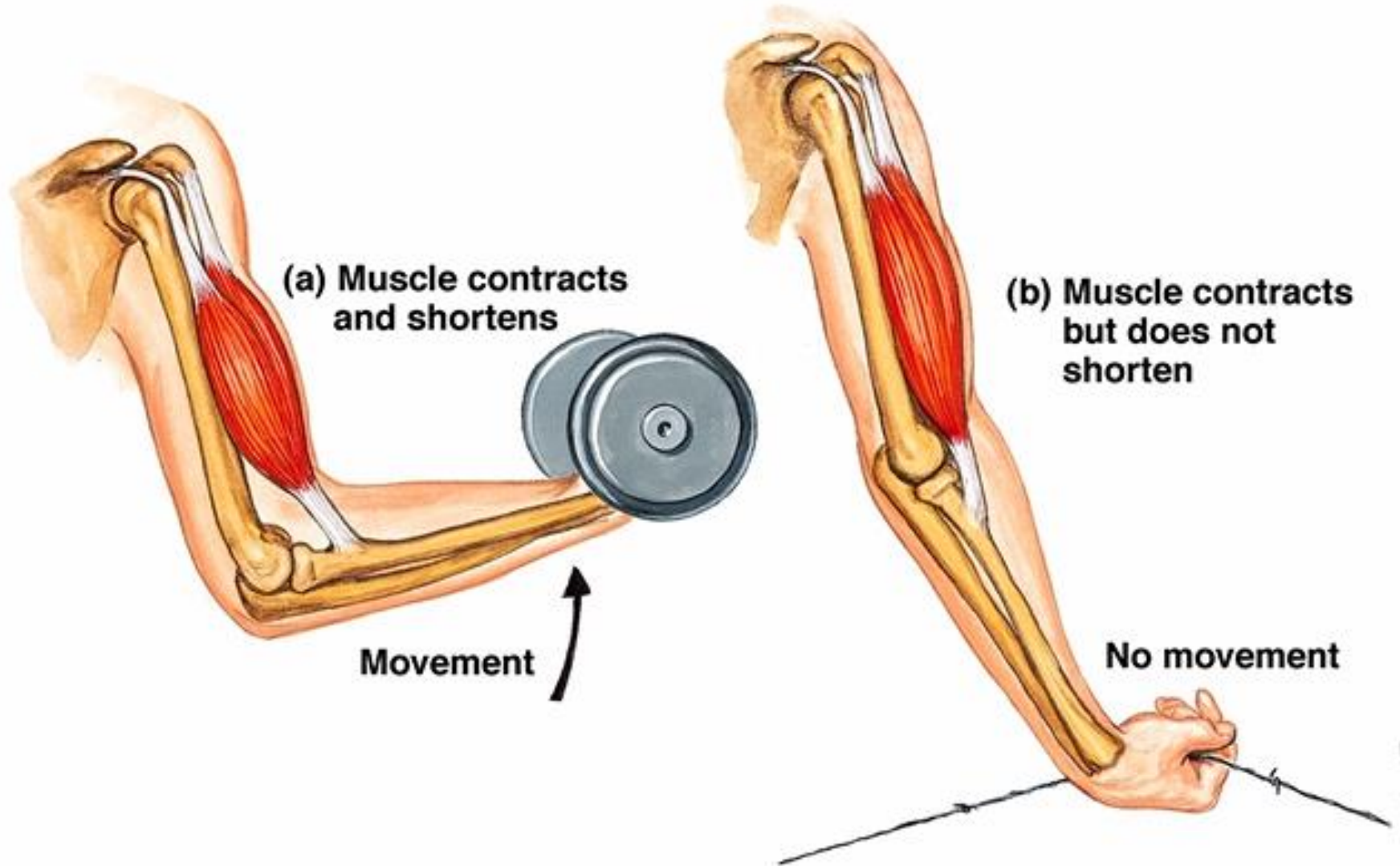
Bu kasılma türünde kas boyunda kısalma meydana gelir. Oluşan kuvvet kasta oluşan dirençten daha fazladır.

Egzentrik kasılma

- Bu kasılma türünde kas hala kuvvet oluştururken, kasın boyunda uzama meydana gelir. Buna karşın direnç oluşan kuvvetten daha büyüktür.
- İstemli ve istemsiz olabilmektedir.

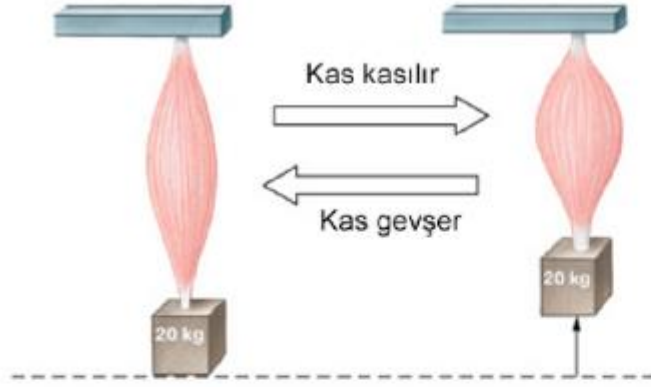


Izotonik ve izometrik kasılma

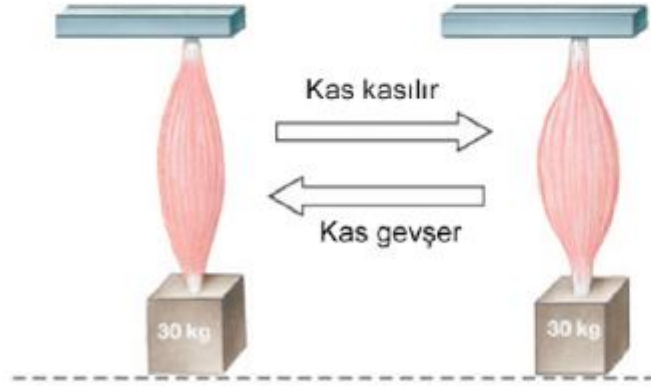


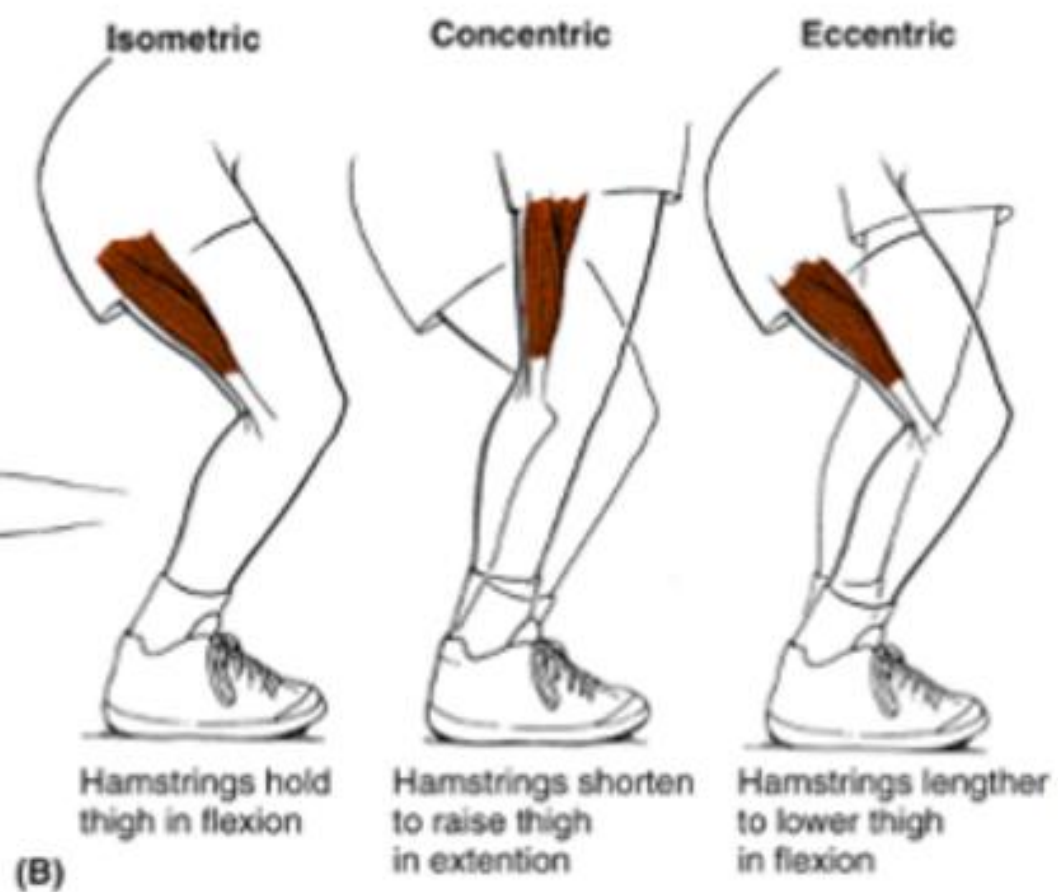
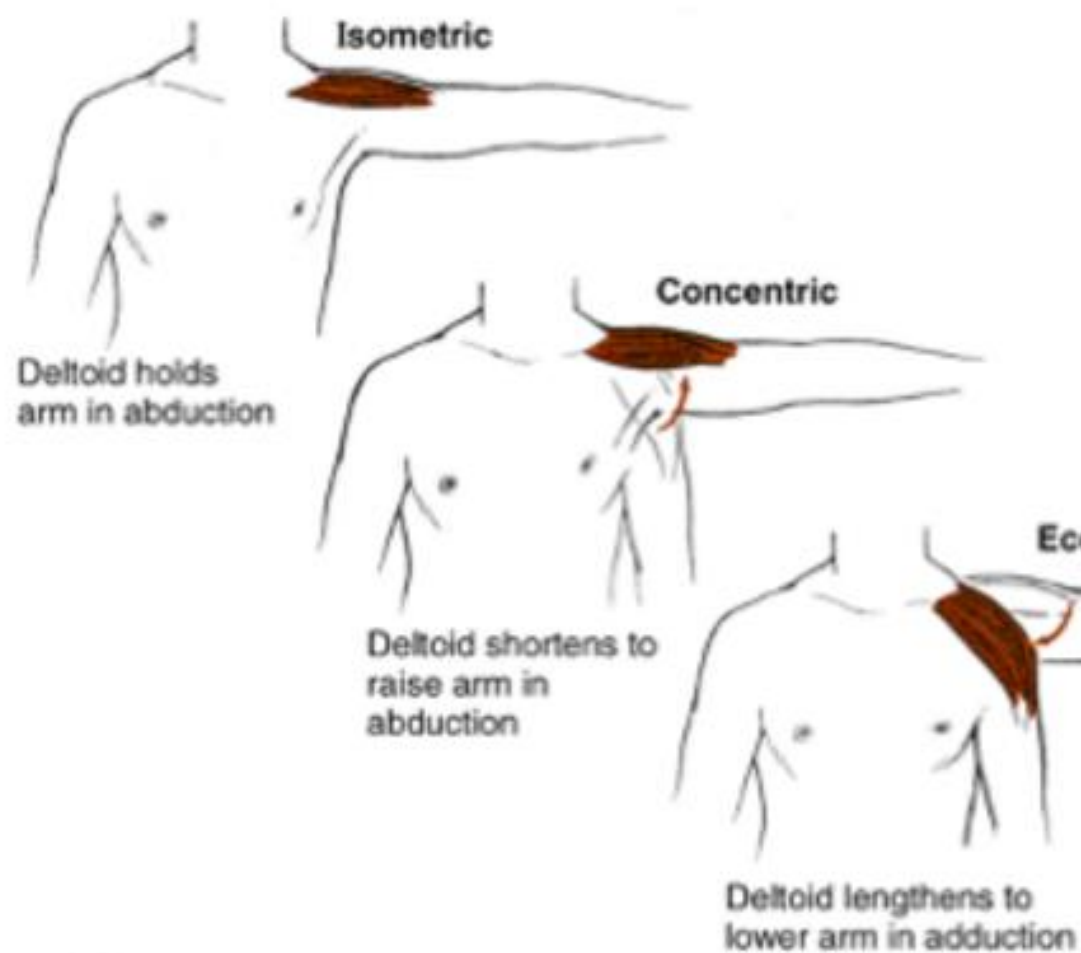
Kasılma Tipleri

a) İzotonik kasılma: Kas kasılır, kısalır ve yükü kaldırmaya yeterli gücü üretir.



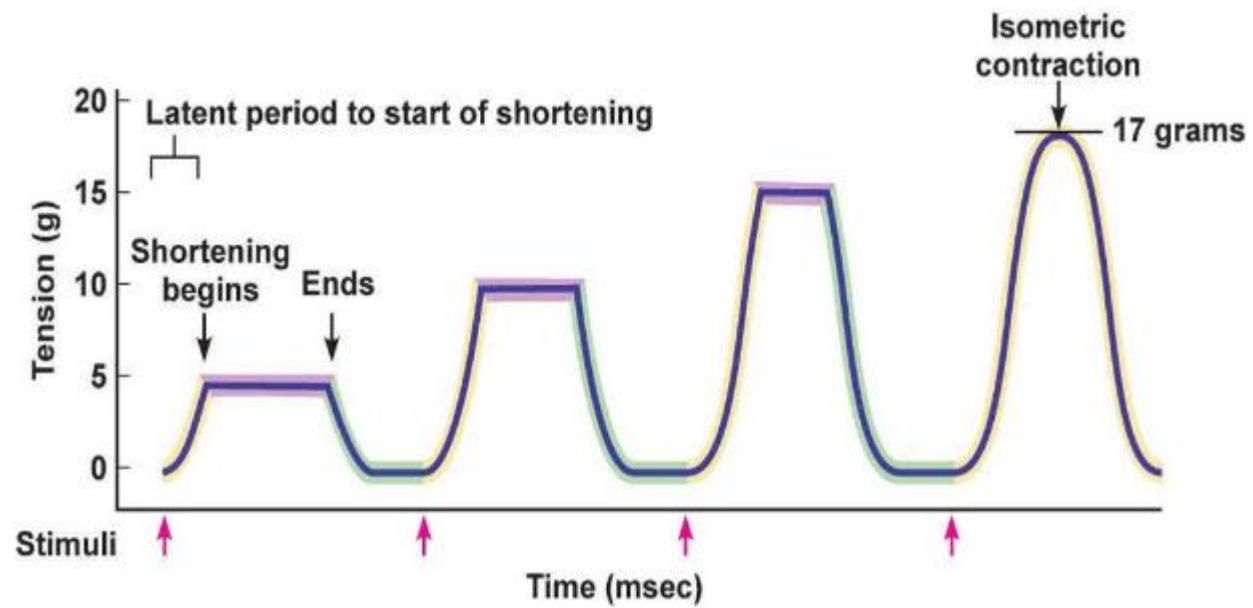
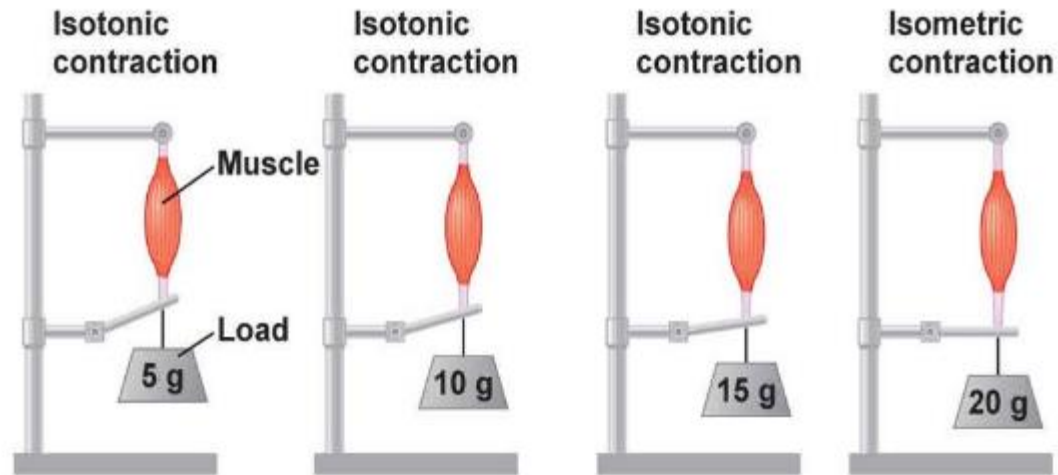
b) İzometrik kasılma: Kas kasılır fakat kısalmaz. Güç, yükü kaldıramaz.



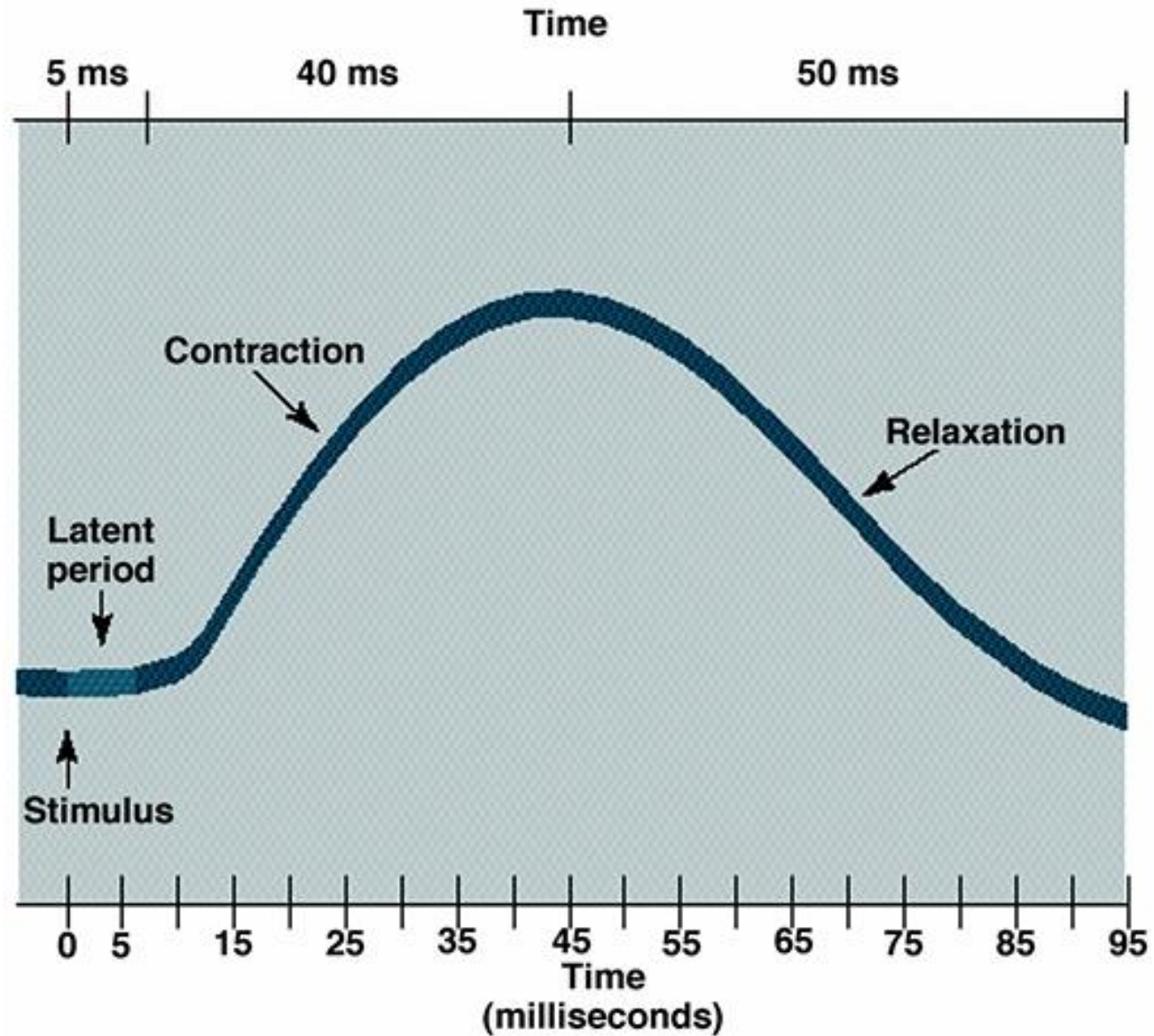


(A)

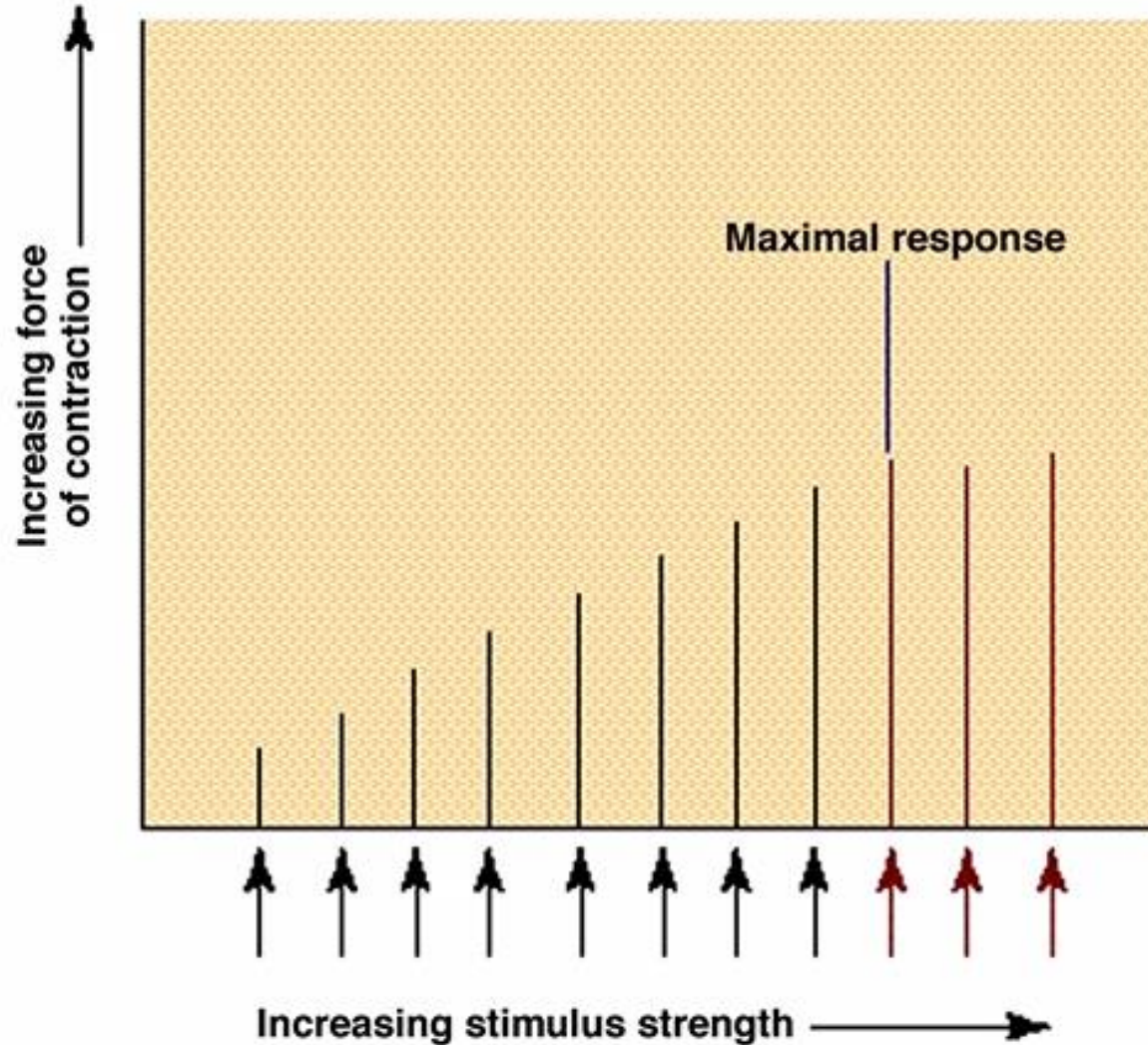
(B)



Kasılma eğrisi



Uyarı frekansı kuvvet ilişkisi



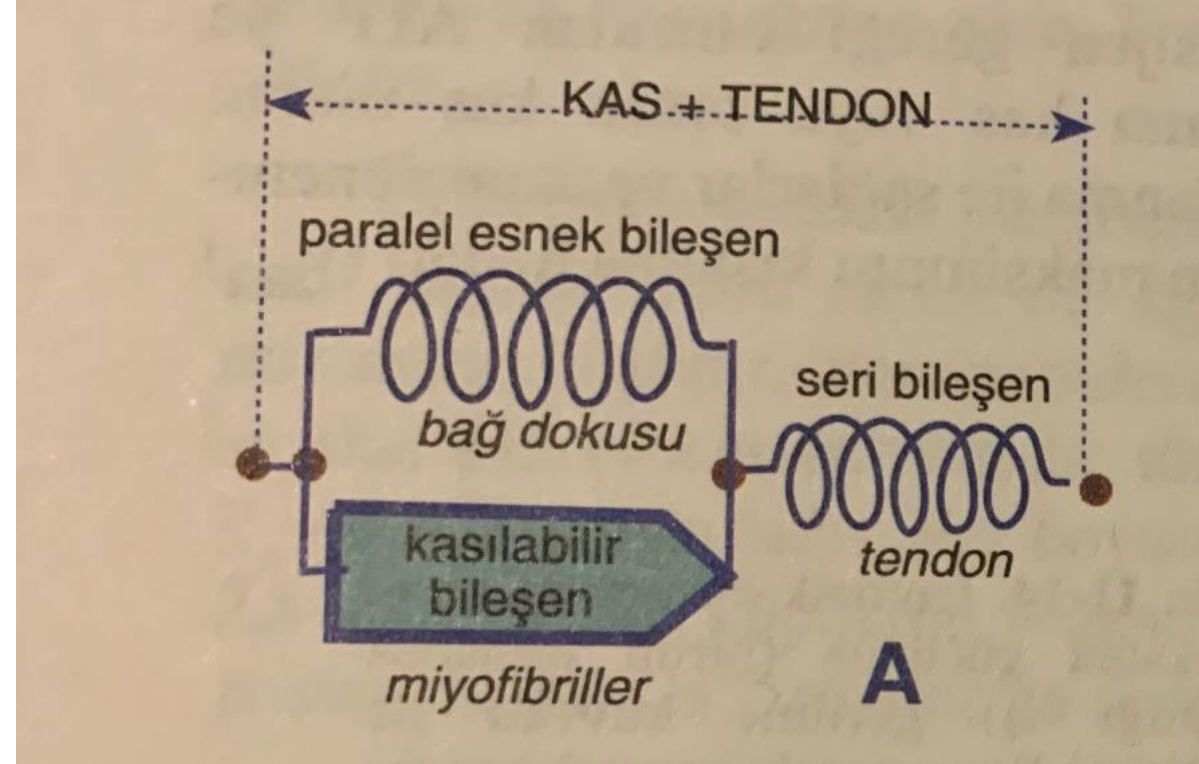
Kasılmada BOY-GERİM ilişkisi

Mekanik açıdan kas 3 bileşenli bir sistem olarak görülebilir.

1-kas tendonlarından kaynaklanan seri bileşen

2- bağ dokusundan kaynaklanan paralel bileşen

3-miyofibrillerden kaynaklanan kasılabilen bileşen



Kasılmada BOY-GERİM ilişkisi

Gerim (tension) miktarı **izometrik kontraksiyon** durumunda belirlenir; Sabit bir uzunlukta (preload) oluşan gerim.

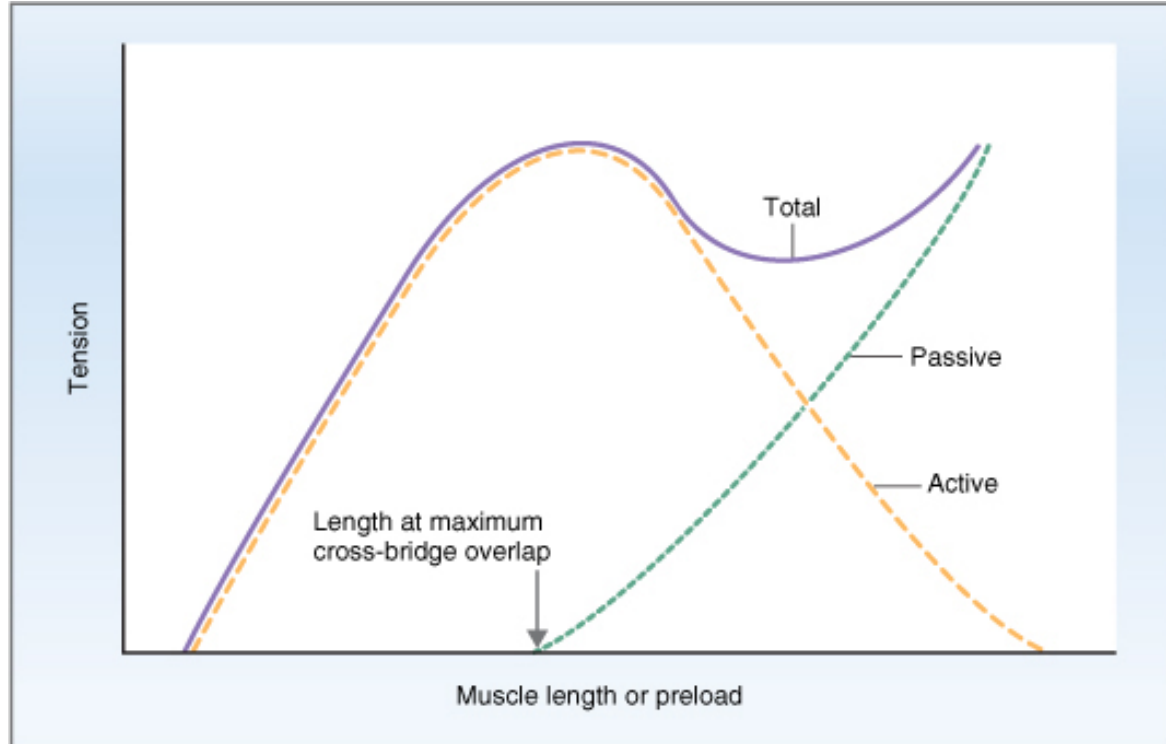
Pasif gerim, kas farklı uzunluklarda çekildiğinde oluşan gerimdir (lastik çekildiğinde oluşan gerim gibi).

Toplam gerim, farklı preloadlar sırasında kasın uyarılarak kasılması ile oluşan gerim. Çapraz köprülerin sarkomerlerde oluşturduğu aktif gerim ile uzamanın oluşturduğu pasif gerimin toplamıdır.

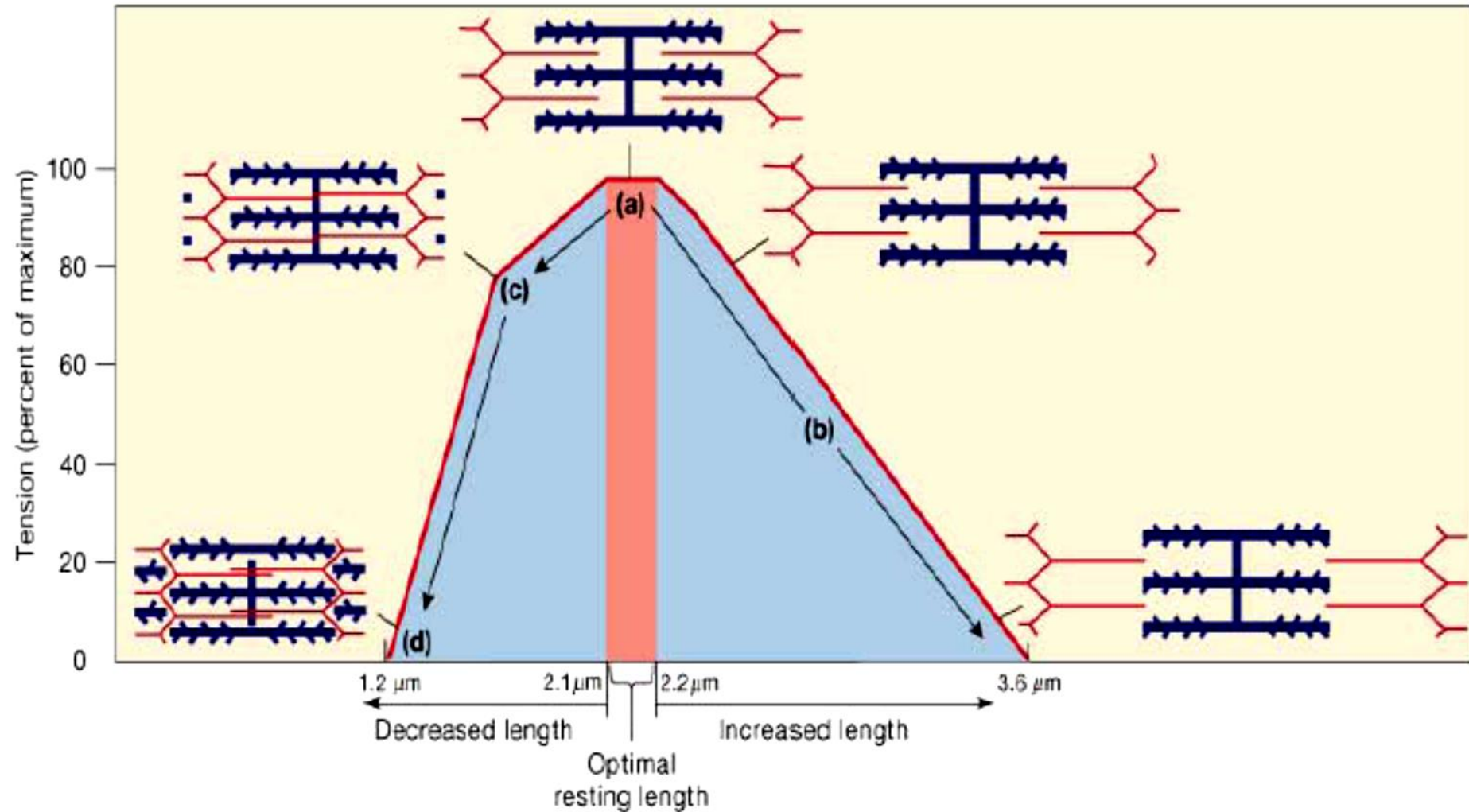
Aktif gerim =

toplam gerim — pasif gerim.

Çapraz köprülerin çevrimi sırasında oluşan aktif kuvveti gösterir



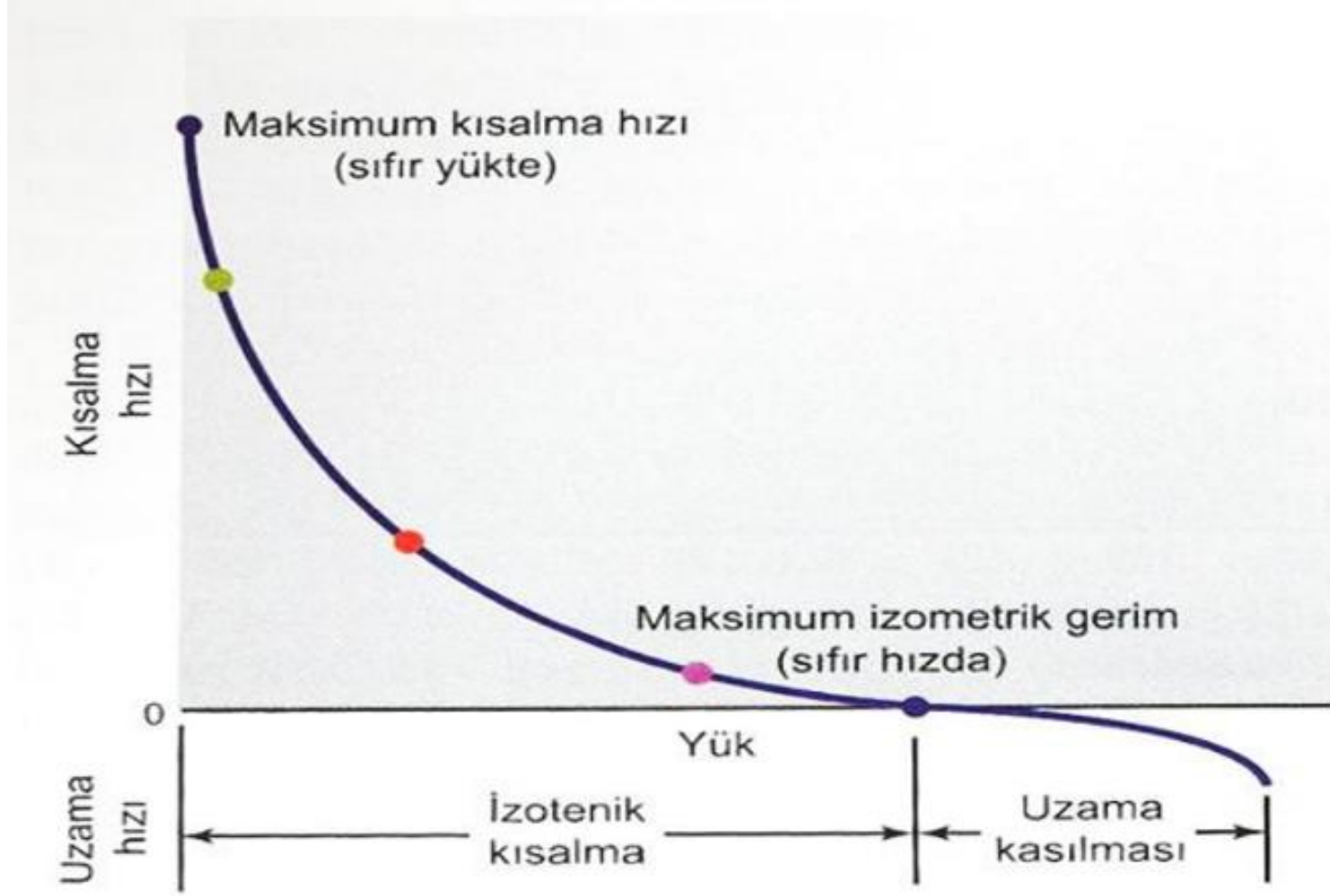
Kasılmada BOY-GERİM ilişkisi



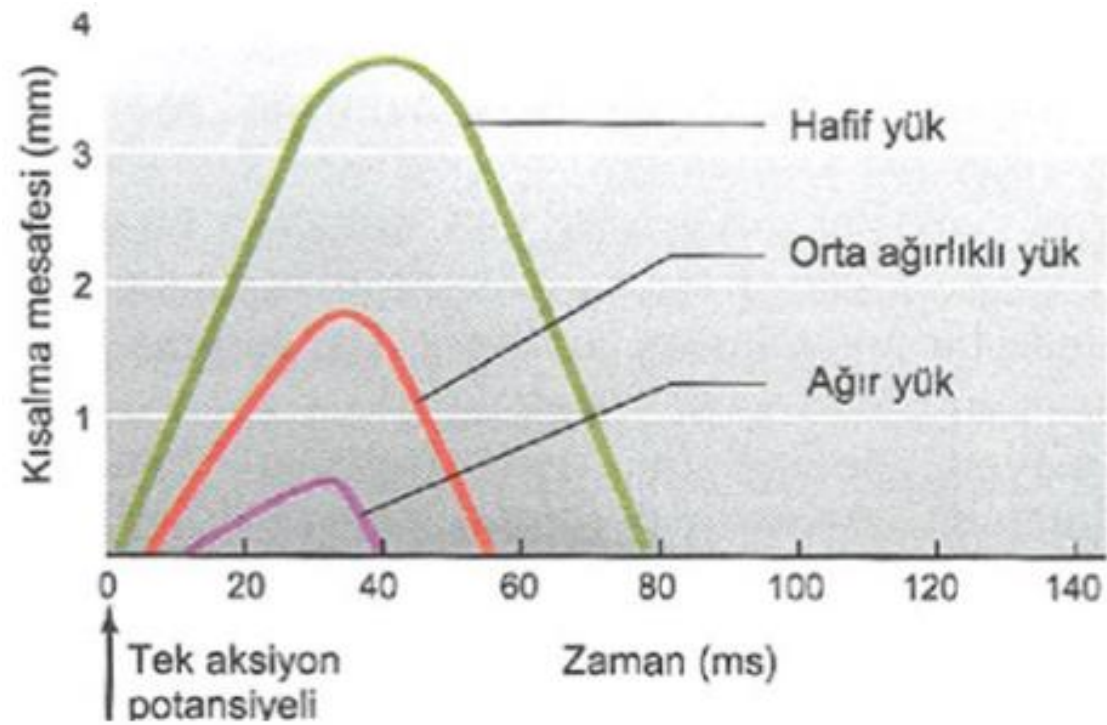
Yük-Hız ilişkisi

- Yükün artması ile bir kas lifinin kısalma hızı azalır. Kısalma hızı yük yok iken maksimaldir; yük maksimal izometrik gerime eşit olduğunda ise kısalma hızı sıfırdır. Daha büyük yüklerde, kas lifleri yükteki artış ile artan bir hızda uzarlar.

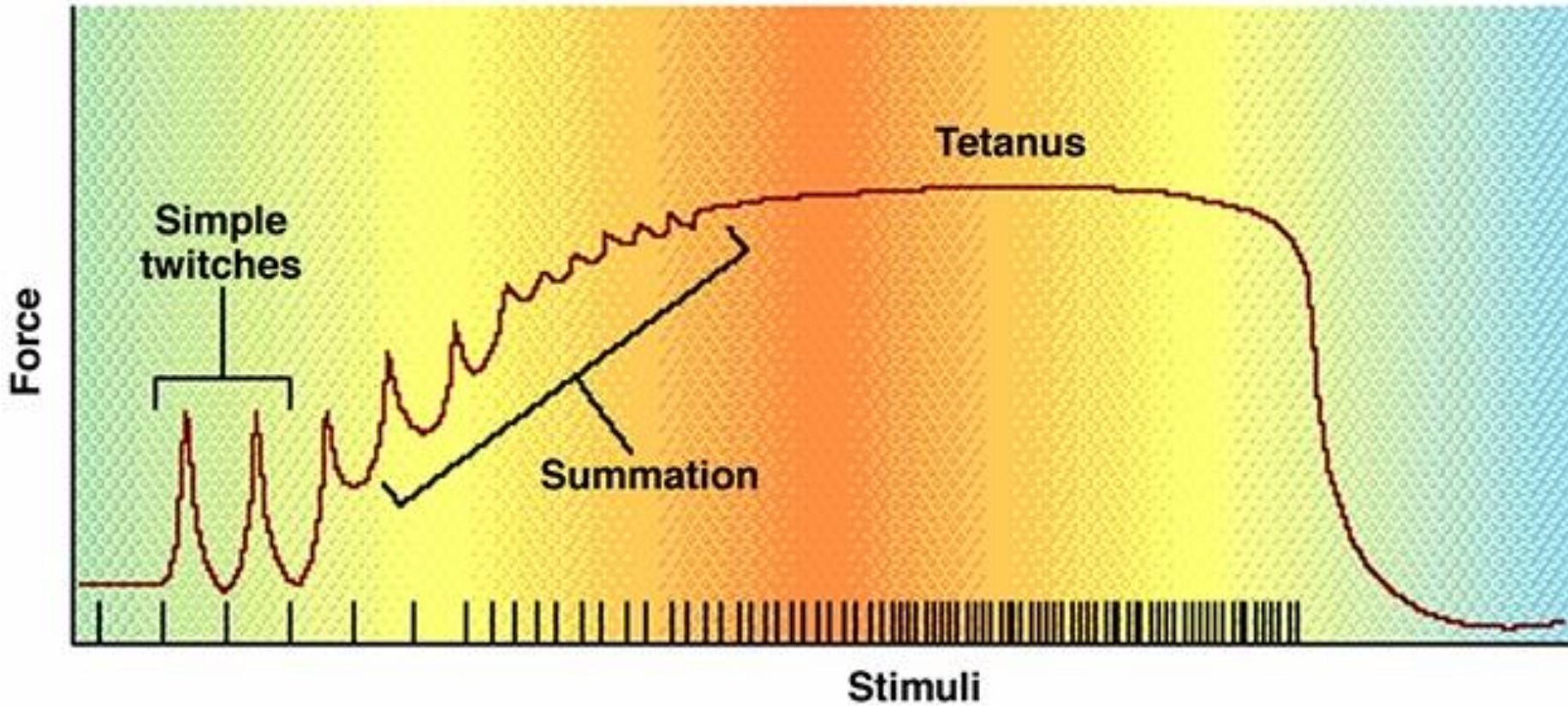
Yük-Hız ilişkisi



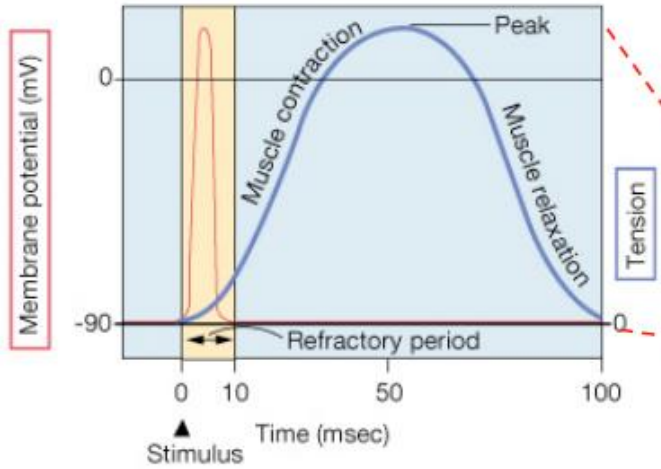
- Yük ağırlaştıkça,
 - Latent dönem uzar
 - Kısalma hızı yavaşlar
 - Sarsı süresi daha kısa
 - Kısalma mesafesi daha az



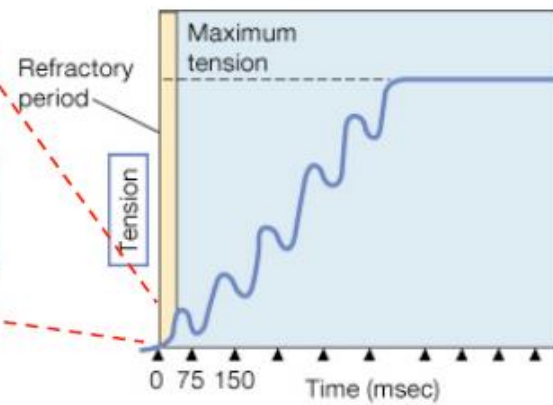
Liflerin Koordinasyonu: Toplama ve Tetanus



(a) Skeletal muscle fast-twitch fiber: The refractory period (yellow) is very short compared with the amount of time required for the development of tension.

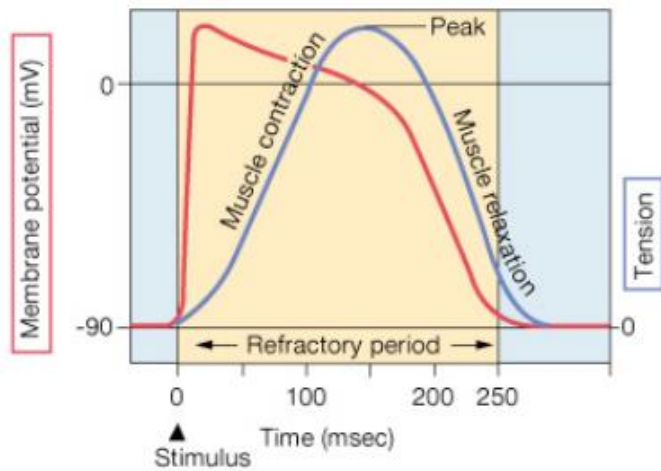


(b) Skeletal muscles that are stimulated repeatedly will exhibit summation and tetanus (action potentials not shown.)

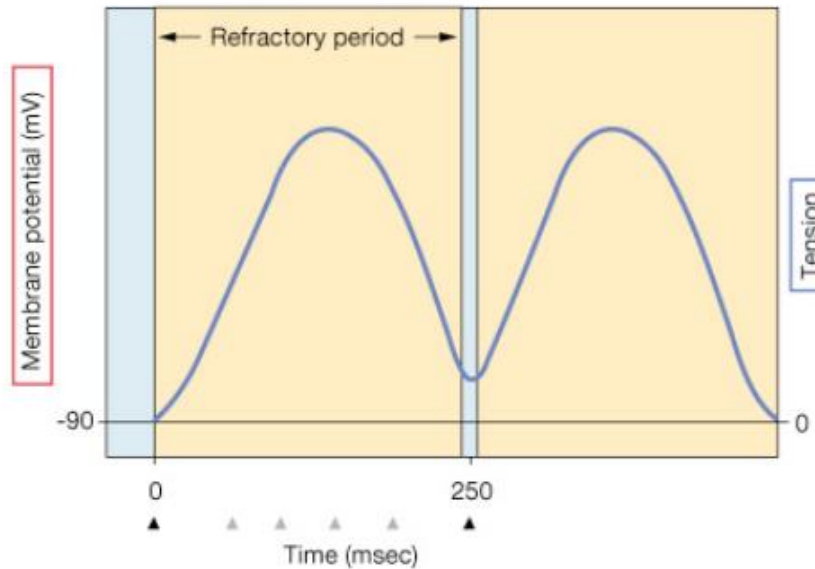


KEY
▲ = Stimulus for action potential

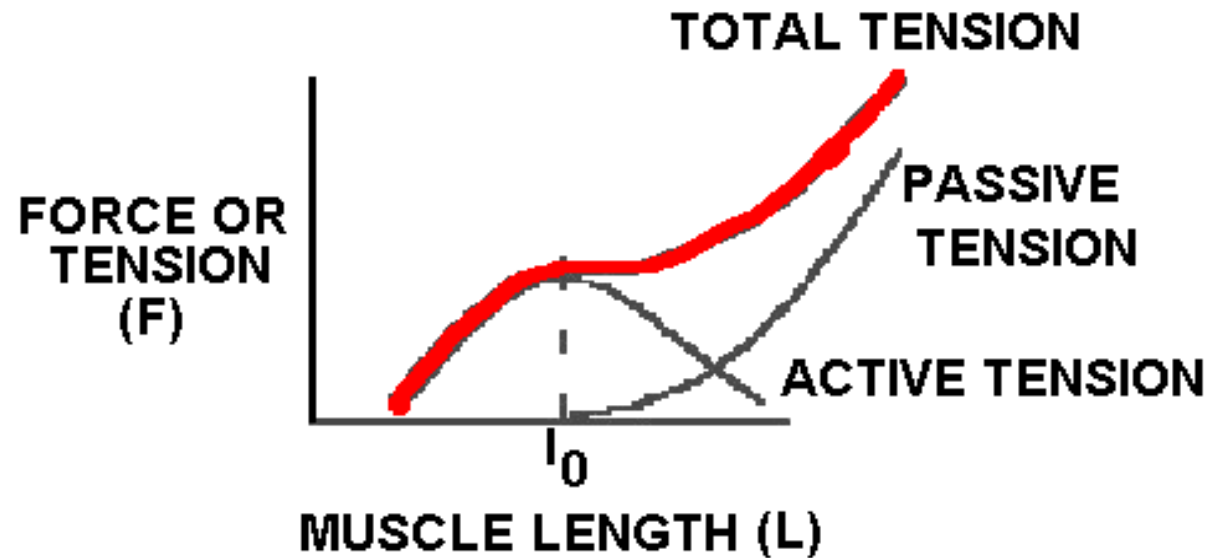
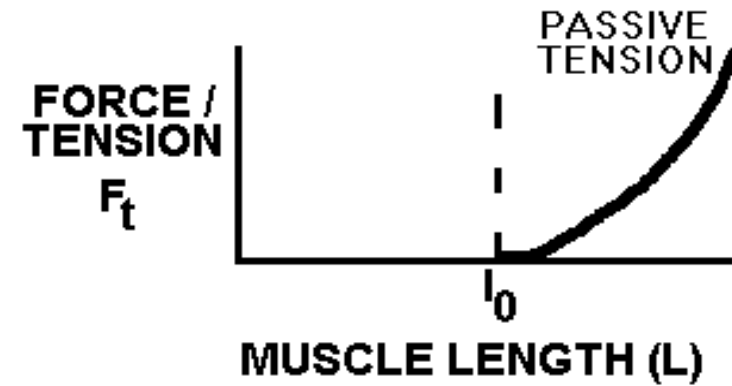
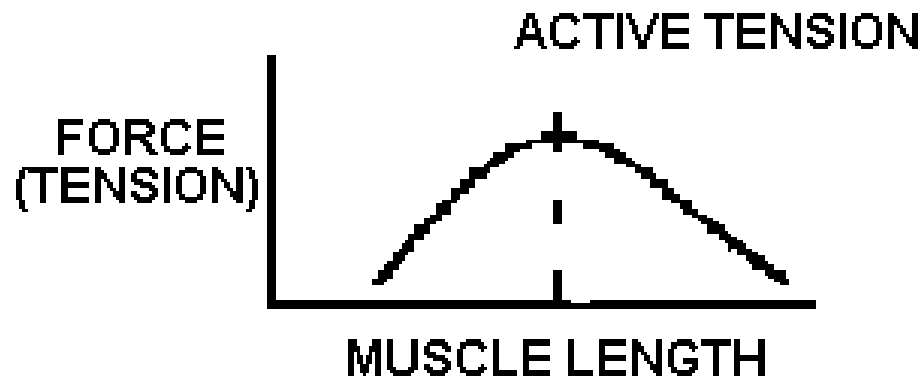
(c) Cardiac muscle fiber: The refractory period lasts almost as long as the entire muscle twitch.



(d) Long refractory period in a cardiac muscle prevents tetanus.

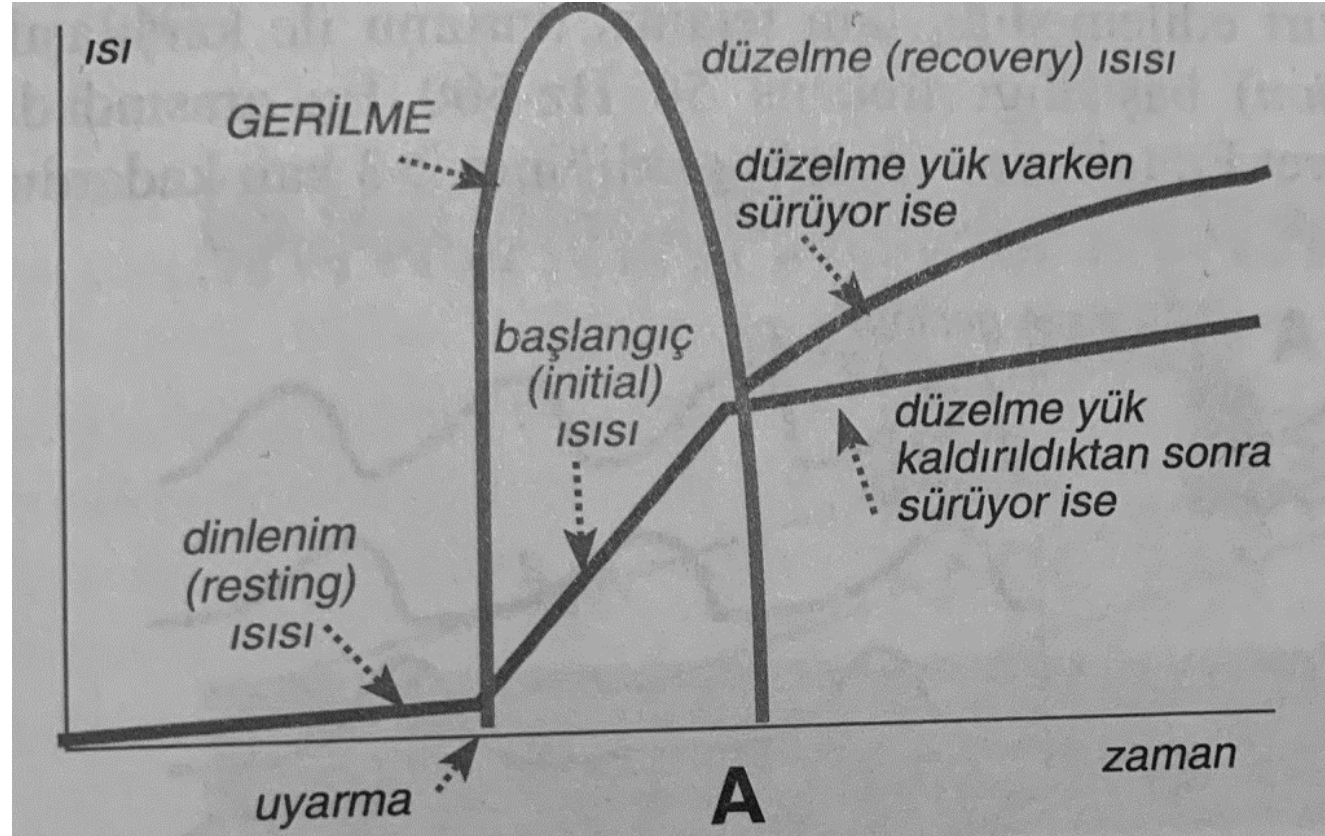


Kaslarda Kuvvetler: Aktif ve Pasif kuvvetler



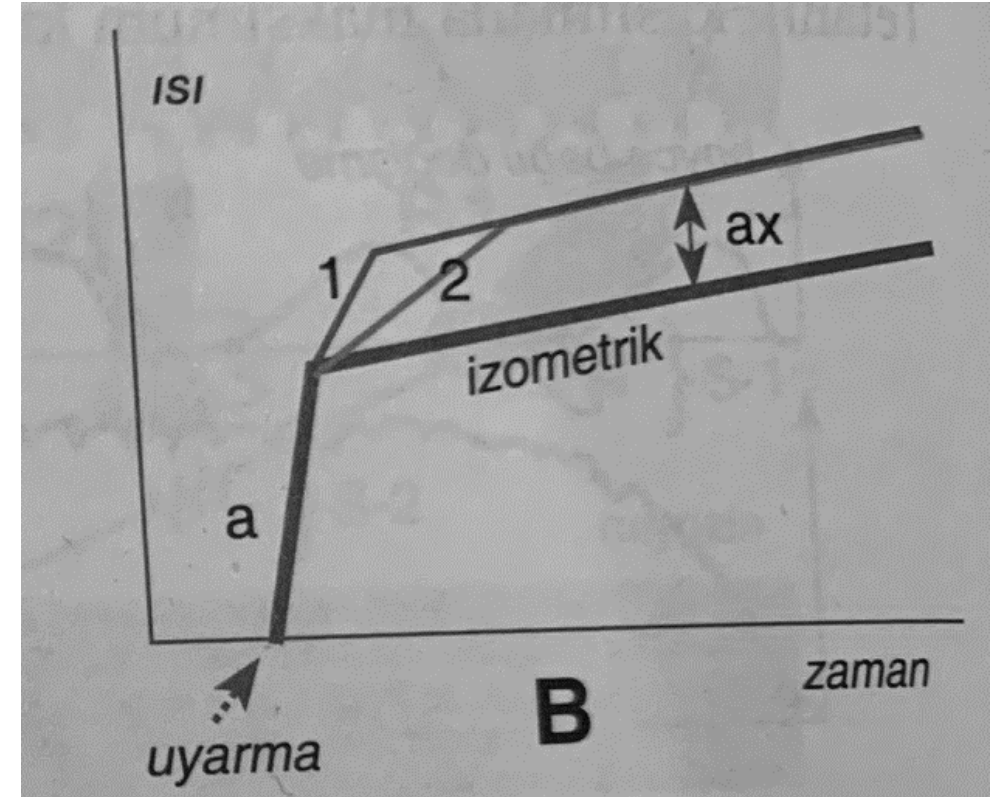
KASTA ISI ÜRETİMİ

- Kas faaliyetinin farklı evrelerinde farklı niteliklerde ısı üretildiği saptanmıştır.
 - Dinlenim ısı
 - Başlangıç ısı
 - Aktivasyon ısı
 - Kasılma veya kısılma ısı
 - Gevşeme ısı
 - Düzeltme ısı veya gecikmiş ısı

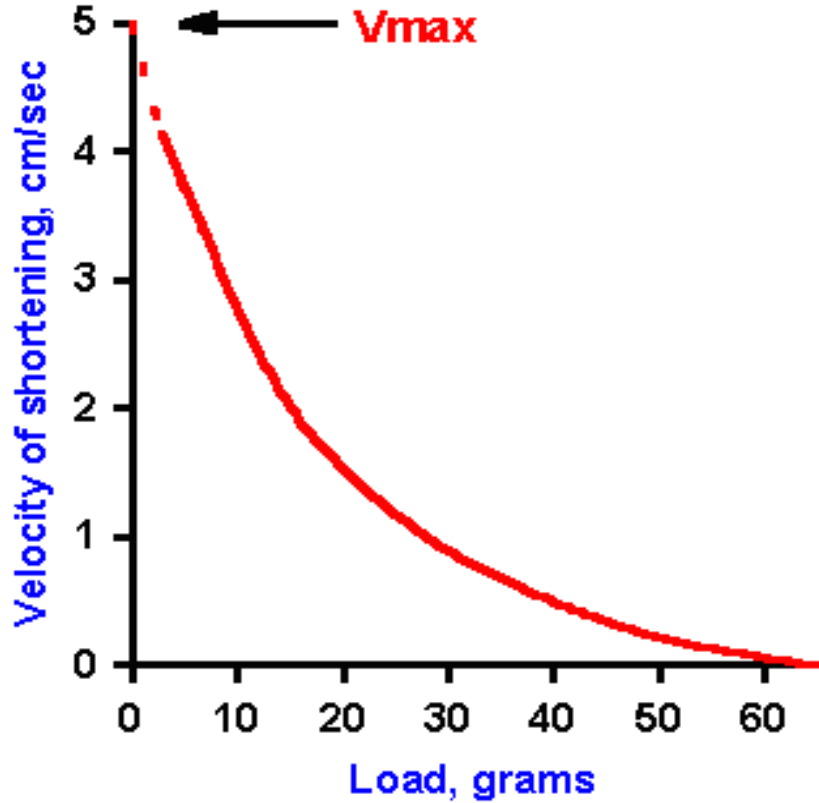


KASTA ISI ÜRETİMİ

- Kas faaliyetinin farklı evrelerinde farklı niteliklerde ısı üretildiği saptanmıştır.
 - Dinlenim ısı
 - Başlangıç ısı
 - Aktivasyon ısı
 - Kasılma veya kısılma ısı
 - Gevşeme ısı
 - Düzeltme ısı veya gecikmiş ısı



Kaslarda kısalma hızı - yük ilişkisi



Hill denklemi:

$$V = b(F_0 - F) / (F + a)$$

F= kasa uygulanan yük kuvveti

F₀= kasın oluşturabileceği maksimum gerilme veya boyu kısalmadan kaldırabileceği maksimum yüküdür.

a=kasa ait bir orantı sayısı

b= hız boyutunda bir sabit

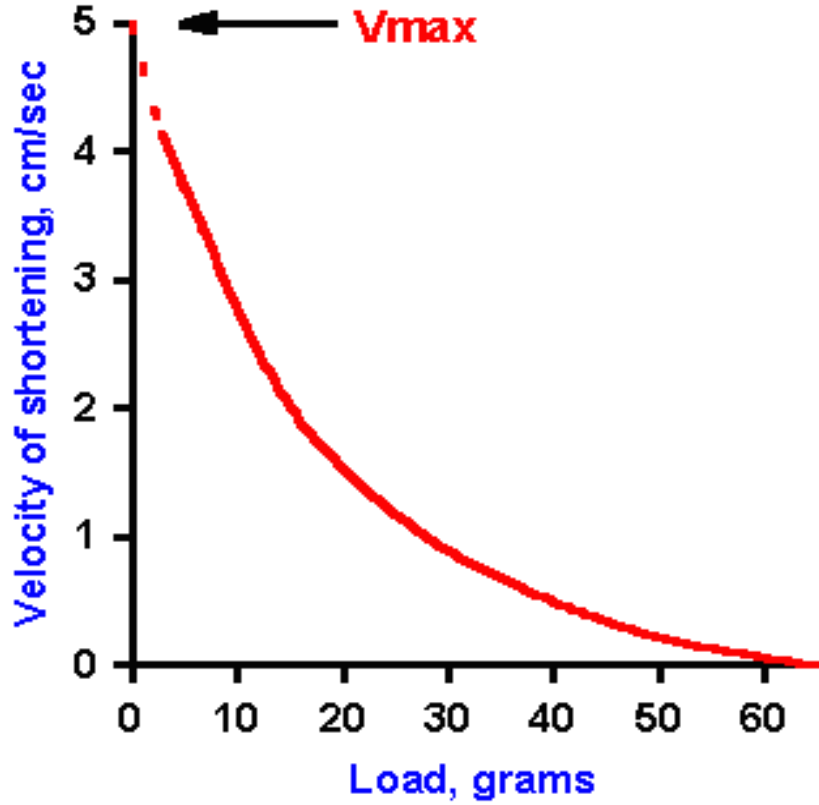
F=0 için hız maksimum

F= F₀ için hız sıfırdır

F= aktif çapraz köprü sayısı ile ilişkili olup troponinC'ye bağlanabilecek mevcut Ca²⁺ miktarına bağlıdır.

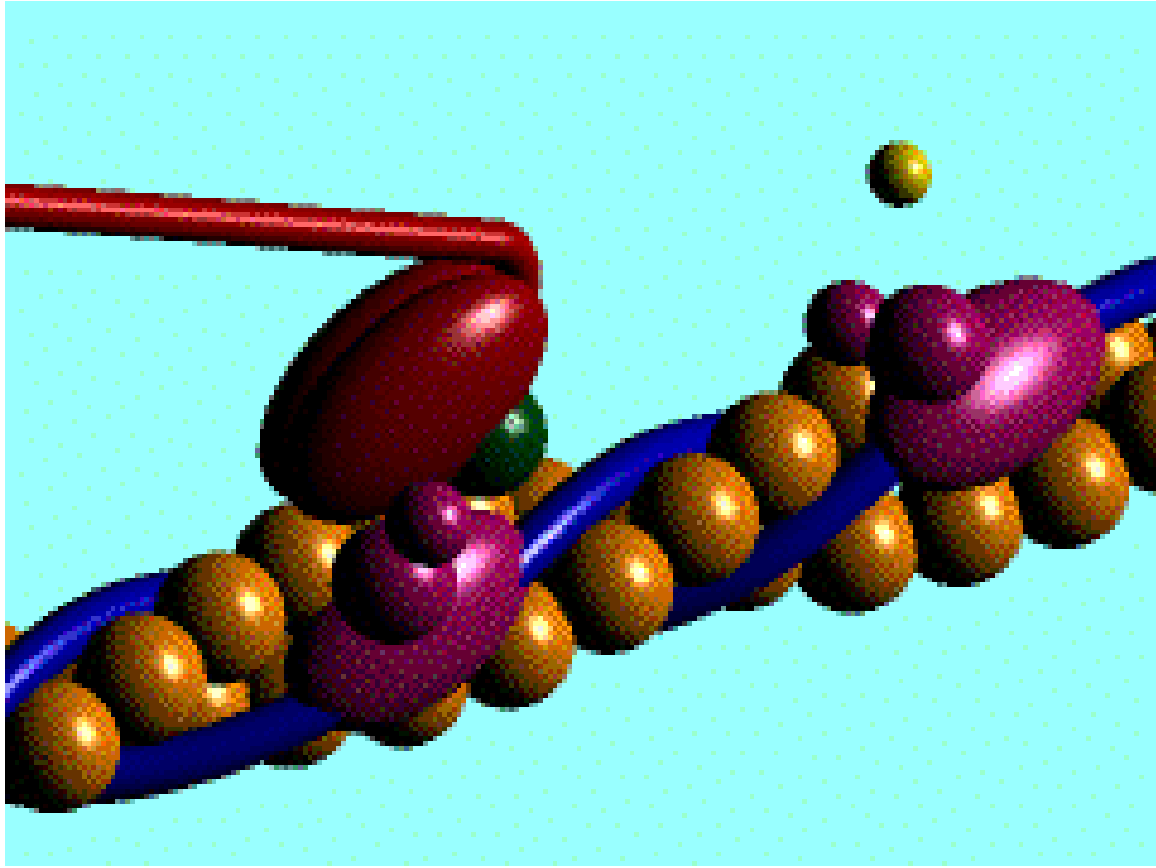
V_{max}= yalnızca çapraz köprü çevrim temposuna bağlıdır, Ca²⁺ miktarına doğrudan bağlı değildir

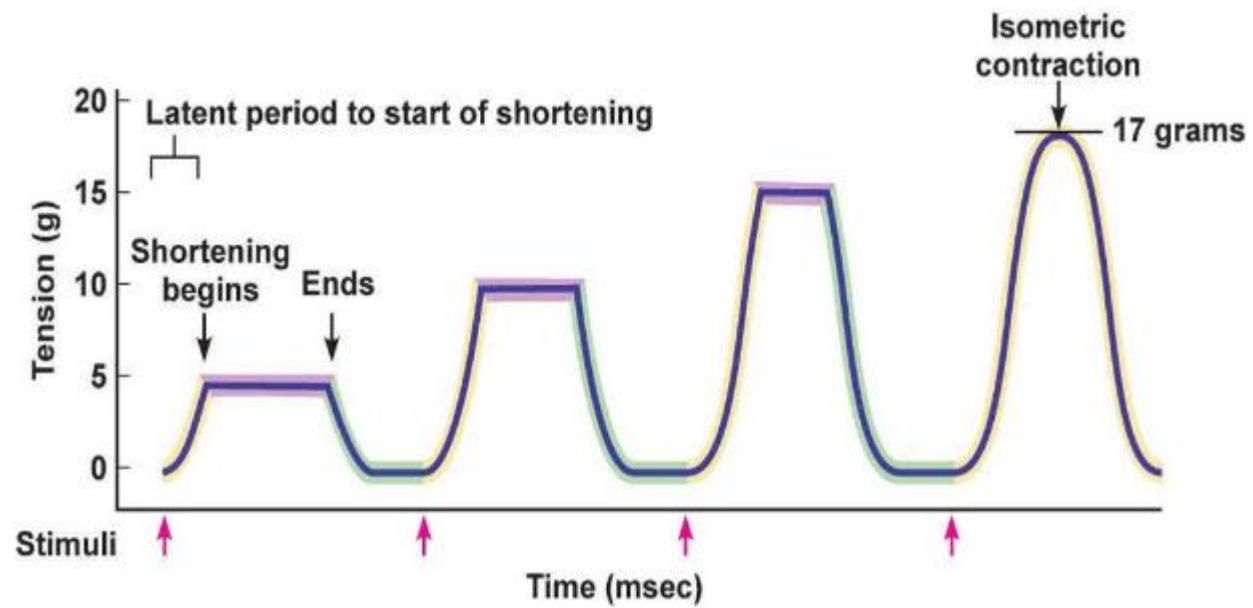
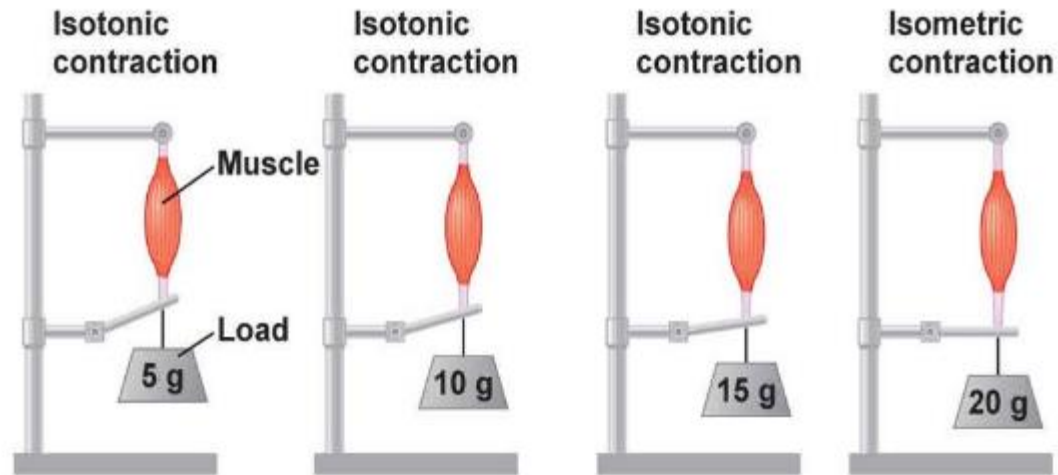
Kaslarda kısalma hızı - yük ilişkisi



Kasın etkinliği:

- i. Aktif çapraz köprülerin sayısına
- ii. Çapraz köprülerin çevrim hızına





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

