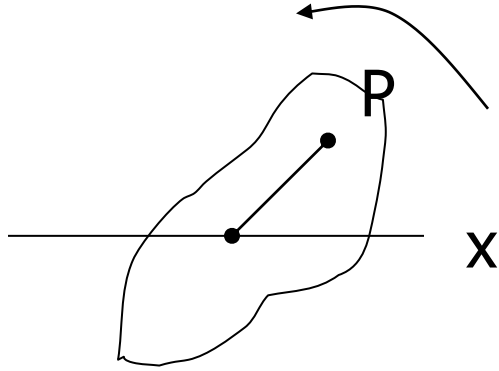


# Dönme Hareketi & İskelet–kas Biyomekaniği

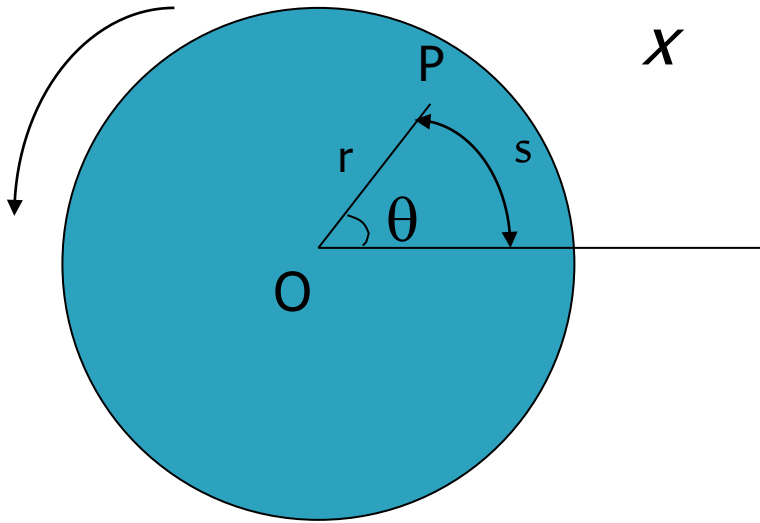
Yrd. Doç. Dr. Aslı AYKAÇ  
YDÜ Tıp Fakültesi  
Biyofizik AD

# Öğrenme Hedefleri

- ▶ Katı cisim hareketi
- ▶ Açısal hız ve açısal ivme tanımları
- ▶ Tork
- ▶ Kaslar ve kemikler için bu terimleri uygulamak



■ O noktası etrafında dönebilen herhangi bir şekle sahip katı bir cismi göz önüne alalım: Bu cismin üzerinde tanımladığımız bir P noktasının hareketini inceleyelim: aldığı yol  $s=r\theta$



■  $\theta$ 'ın birimi radyandır (rad). Bir radyan, yarıçapla eşit uzunlukta bir yay parçasının yarıçapa oranı ile elde edilen açıdır.

$$\theta(\text{rad}) = (\pi/180^\circ) \cdot \theta(\text{derece})$$

- ▶  $\theta = s / r$
- ▶  $360^\circ = 2\pi \text{ rad}$ ; bu nedenle
- ▶  $360 / 6.28 \approx 57.3^\circ$
- ▶ Radian boyutsuzdur

▶ *Ortalama Açısal Hız*

▶ Açısal yerdeğiştirmenin t zamanına oranıdır

▶  $w_{av} = \theta / t$

▶  $\theta$  Boyutsuz olduğundan açısal hızın boyutu

▶  $[\omega] = 1 / [T]$

▶ Birimi ise rad/s'dir.

# Ani Açısal Hız

- ▶ Ani açısal hız ( $\omega$ ),  $\Delta t$  zamanı limit durumunda sıfıra gittiğinde ( $\Delta t \rightarrow 0$ ) açısal yerdeğiştirmenin ( $\Delta\theta$ ) zamana oranıdır

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

# Açısal İvme

- ▶ t zaman aralığında açısal hızdaki değişim miktarının zamana oranıdır

$$\alpha_{av} = (w - w_0) / t$$

$$\alpha_{av} = \Delta w / t$$

$$\text{rad/s}^2$$

- ▶ Doğrusal ve açısal hareketleri tanımlamada kullanılan nicelikler

▶ Doğrusal	Açısal
$x$	$\theta$
$v$	$\omega$
$a$	$\alpha$



Örnek 1: Bir noktayı 4,0 s de tam bir devrim ile dönen merkezden uzaklı 1,2m olan cismin lineer hızı kaçtır?

- ▶ Periyodu kullanarak açısal hızı bulursak
- ▶  $f = 1 / T = 1/4 = 0,25 \text{ s}^{-1}$
- ▶  $\omega = 2\pi f = 6,28 \cdot 0,25 = 1,6 \text{ rad/s}$
- ▶  $v = r \omega = 1,2 \cdot 1,6 = 1,9 \text{ m/s}$

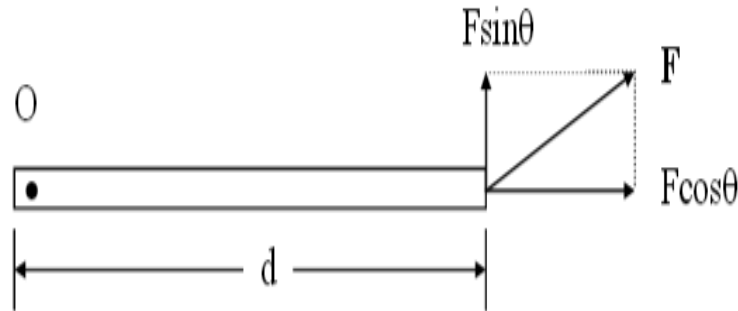
- ▶ Örnek 4: Yarıçapı 0,8 m olan bir tekerlek  $\alpha = 50 \text{ rad} / \text{s}^2$  açısal ivme ile dönmektedir.  $w = 10 \text{ rad} / \text{s}$  olduğundaki ivmenin teğet ve dik bileşenleri bulunuz.
- ▶  $a_T = w^2 \cdot r = (10 \text{ rad/s})^2 \cdot 0,8 \text{ m} = 80 \text{ m/s}^2$
- ▶  $a_{//} = r \alpha = 40 \text{ m} / \text{s}^2$
- ▶  $a = \sqrt{a_T^2 + a_{//}^2} = 89 \text{ m/s}^2$

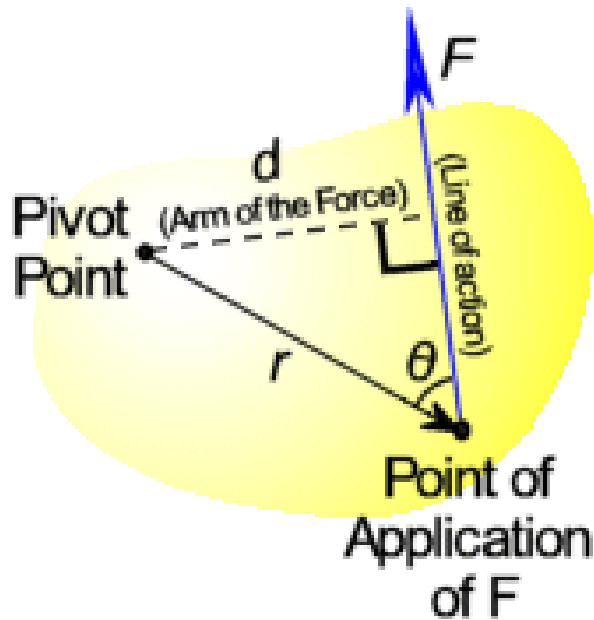
# Tork: Dönme Dinamiği

- ▶ *Bir  $F$  kuvvetinin bir cismi bir eksen etrafında döndürme etkisi tork ile ifade edilir.*

$\tau$

- ▶ Tork = kuvvet x kuvvetin uygulandığı nokta ile dönme eksenini arasındaki uzaklık yani kuvvet kolu
- ▶  $\tau = F \cdot d$
- ▶ Eğer uygulanan kuvvet ile kuvvet kolu arasındaki mesafe  $90^\circ$  farklı ise
- ▶  $\tau = F \cdot \sin\theta \cdot d$  (kuvvetin kuvvet koluna dik bileşen)

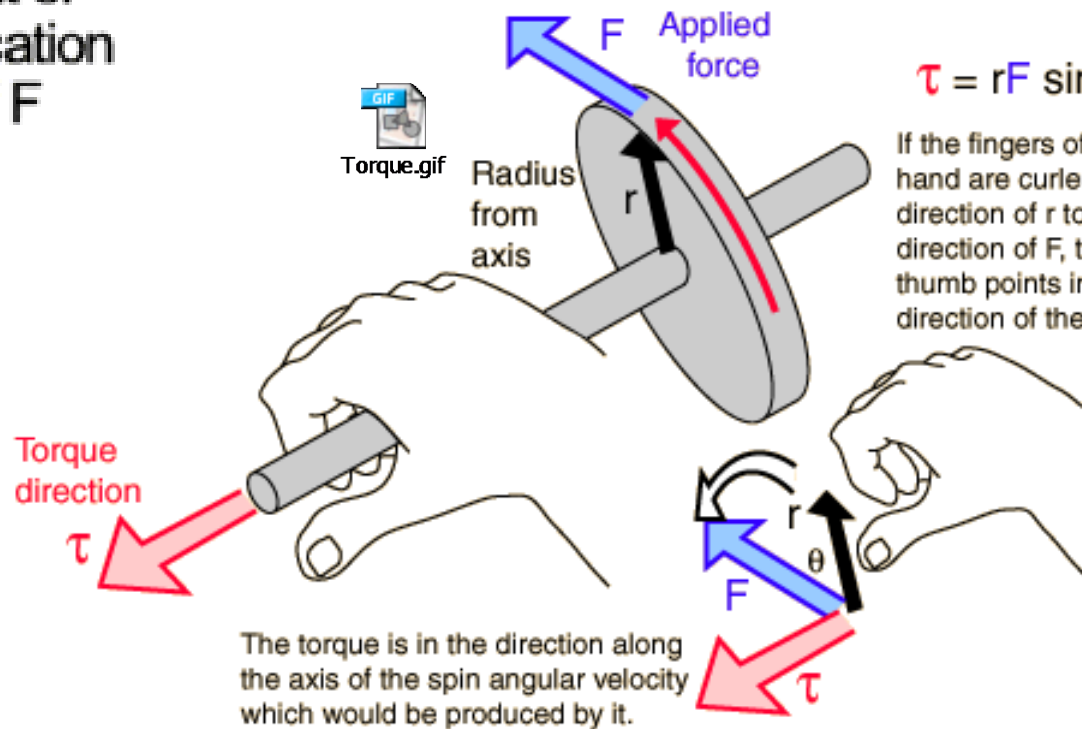




$$\tau = rF \sin \theta = Fd$$

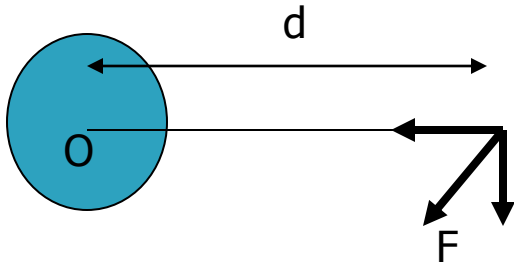


Torque.gif

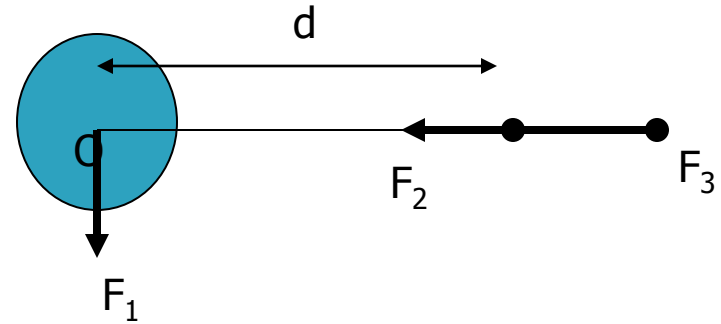


- ▶ Bu mesafeye manivela kolu veya moment kolu denir.
- ▶ Tork ( $\tau$ ), bir cismi döndürmek için bir güç eğiliminin bir ölçüsüdür
- ▶ Bu kuvvet dik olmalı ya da en azından rotasyon hattına dik bileşeni olmalıdır

$$\tau = F \cdot d \cdot \sin \theta$$



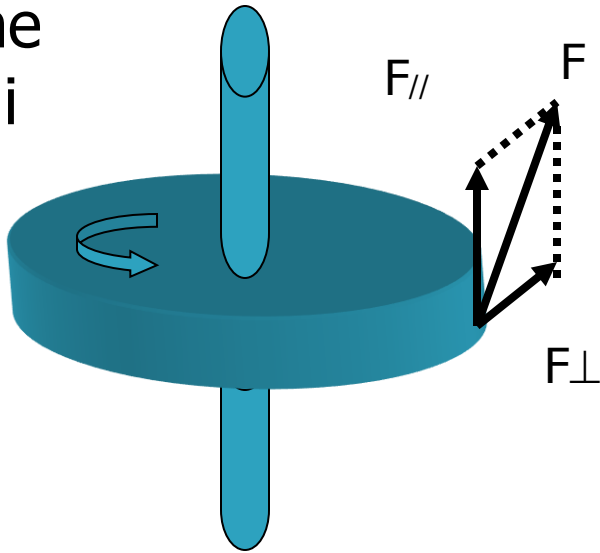
Sıfır torka sahip kuvvet



- ▶  $\tau \propto \alpha$  (tork açısal ivmeye neden olur)
- ▶ Bir açı ile uygulanan kuvvet doğrudan uygulanan bir kuvvetten daha az etkilidir
- ▶  $\tau = F_{\perp} r$
- ▶ Tork birimi N.m

- Tüm torklar aynı doğrultuda ise toplam alınır; farklı doğrultularda ise farkı alınır.

Dönme  
ekseni



Sadece eksene dik bir kuvvet  
dönmeye sebebiyet verir

Dönen bir cismin açısal ivmesi  $\alpha$ , cisme uygulanan tork ile D.O'dır

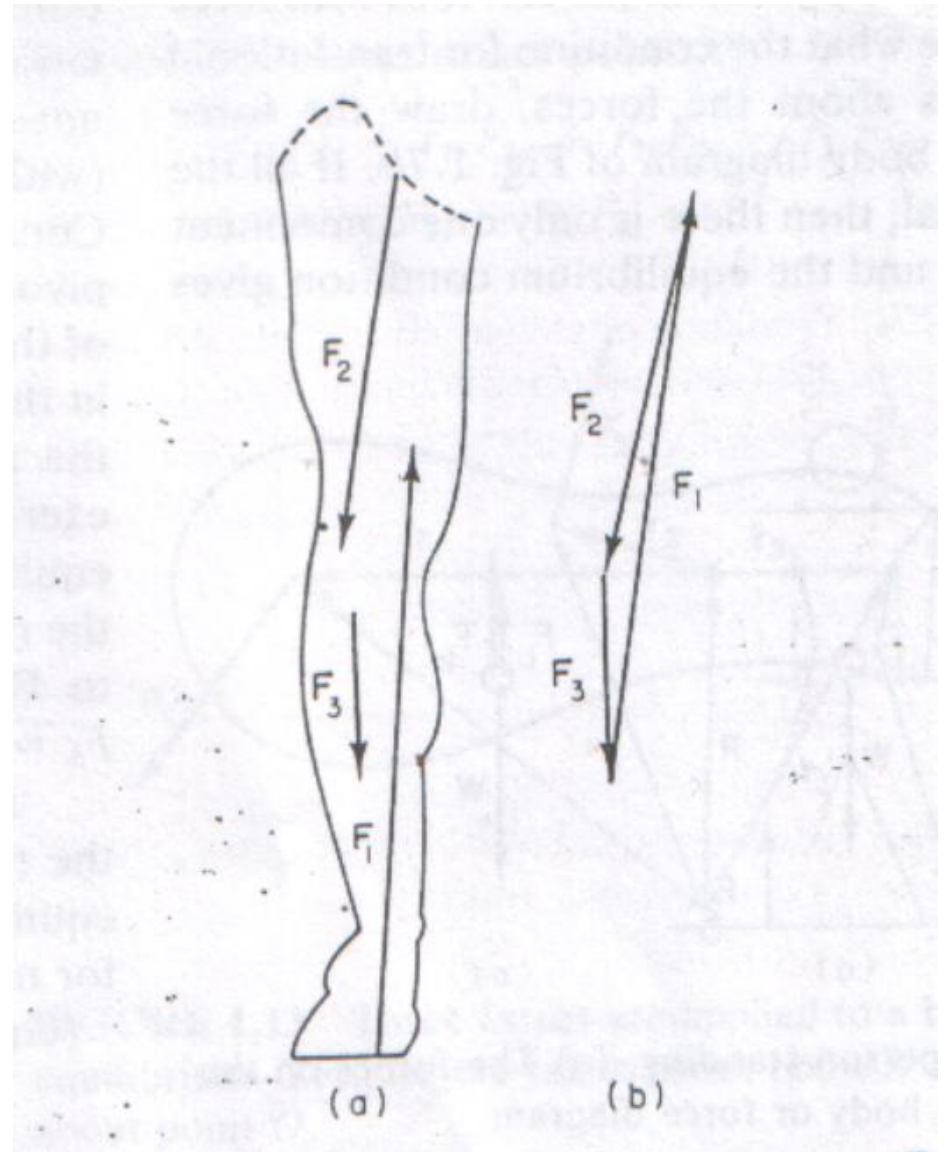


- Öteleme denklemi

- $\sum_i F_i = 0$

- Dönme denklemi

- $\sum_i \tau_i = \sum_i r_i F_i = 0$



# Biyomekanik

**Bio** = Yaşam

**Mekanik** = Kuvvetleri & Etkileri

Canlı organizmaya mekaniğin uygulanması

## Çalışma, Araştırma ve Uygulama Alanları

- Spor ve egzersiz bilimi
- Antrenörlük
- Ergonomi
- Ekipman tasarımı
- Hareket
- Ortopedi – Rehabilitasyon–Fizyoterapi,
- Motor kontrol (Nöroloji, Nörobilim vb.)
- Protez ve Ortez

# Kas ve kuvveti

- ▶ Fizikçiler dört temel kuvveti tanımlar:
  - Yerçekimi
  - Elektrik
  - Zayıf Nükleer
  - Güçlü Nükleer

Sadece yerçekimi ve elektriksel kuvvetler insan vücuduna etkilerinden dolayı bizim için önemli

# 1. Kuvvetler vücudu nasıl etkiler

- ▶ Dış ortamdan gelen kuvvetlerin örneğın; herhangi bir darbeyi farkına varma
- ▶ Ancak vücudun içindeki önemli kuvvetleri genellikle farkına varamayız.

# Vücudümüzün içinde farkına varamadığımız önemli kuvvetler nelerdir?

Örneğin,

- Kas kuvveti hava alabilmemizi sağlamak amacıyla kanın akciğerlere ulaşabilmesi için gereklidir
- Kemiklerde
  - Çok sayıda kemik mineralini ( $\text{Ca}^{2+}$ ) oluşturan kristal bulunur
  - $\text{Ca}^{2+}$  atomu doğal ortamında kristal formunu korur
  - Eğer  $\text{Ca}^{2+}$  doğal ortamına yakın bir alanda bulunur ise elektriksel kuvvetler onun kristal formunu korumasında yardımcı
  - Ortamdaki şartların değişmesi sonucunda bu elektriksel kuvvetler bu formun korunmasındaki özelliklerini kaybederler. Örneğin: kanser nedeni ile kemik yapıda oluşan hasarlar

- ▶ Bu derste, vücudumuzdaki bütün farklı karakterdeki kuvvetleri incelemek isteseydik, bu imkansız bir görev olurdu

# Yerçekiminin vücuda etkileri

- ▶ Yerçekiminin önemli bir tıbbi etkisi; yerçekimine karşılık venler ile kalbe taşınan venöz kan akımını azaltan oluşum, bacaklardaki variköz genişlemelerdir
- ▶ Eğer bir insan yörüngedeki uydu gibi “ağırlıksız” olursa kemik minerallerini kaybetmeye başlar. Uzay yolculuklarında ciddi problemlerin sebebi
- ▶ Uzun süreli yatağa bağımlı kalmak, kemik minerali üzerine vücudun ağırlığının uyguladığı elektriksel kuvvetin ortadan kalkması nedeni ile kemik kaybı ile sonuçlanır.



# Vücutumuzdaki elektriksel kuvvetler

- ▶ Kaslarımızın kontrolü ve hareketleri elektrikseldir
- ▶ Bir kasın kasılması ile üretilen elektriksel kuvvet diğer kasın gevşemesine neden olmaktadır.

# Vücutumuzdaki elektriksel kuvvetler

- ▶ Vücutumuzda bulunan trilyonlarca canlı hücrenin her birinin hücre membranı elektriksel potansiyele sahip
- ▶ Bu elektriksel potansiyel ise hücre içi ve dışında bulunan negatif ve pozitif yüklü iyonların dengede bulunması ile sağlanmaktadır

## 2. Sürtünme kuvvetleri

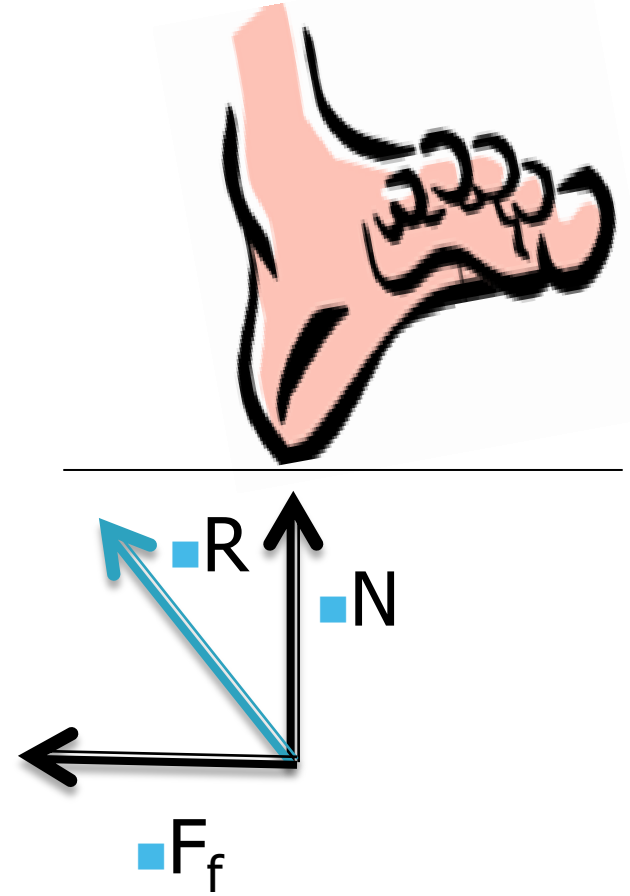
- ▶ Sürtünmeden kaynaklanan enerji kaybı günlük yaşamımız sırasında her zaman ortaya çıkar
- ▶ Sürtünmeler makinelerin verimliliğini sınırlandırmaktadır.
  - Bir otomobilin frenleri gibi bizlerde ellerimizle bir halatı kavrama, yürüme ve koşma sırasında sürtünme ile enerji kaybederiz.
- ▶ Bir insanın yürümesi esnasında sürtünme önemli bir rol oynar. Topuk yere değerken kuvvetin yönü ayaktan yere doğrudur.

# Normal yürüme

- ▶ Kuvvetin dikey ve yatay bileşenleri
- ▶ Kuvvetin yüzeye dik bileşeni  $N$
- ▶ Kuvvetin yatay bileşeni  $F_H$
- ▶ Sürtünme kuvveti  $F_f$

$$F_f = \mu N$$

$\mu$  iki yüzey arasındaki sürtünme katsayısı



- ▶ Bir kişi yürürken yere uyguladığı darbe ağırlığının yaklaşık olarak 0.15 katıdır. Buda yürürken topuğun kaymasını engelleyen sürtünme kuvveti
- ▶  $N \approx W$ , sürtünme kuvveti  $F_f = \mu W$



- ▶  $F_f$  Topuk ve yüzey arasındaki sürtünme ayağın ileri doğru kaymasını engeller.

- $F_f$ , ayağın geriye kaymasını ve vücudun ileriye doğru hızlanmasını engeller.

- ▶ Tükürük, yemekleri çiğnememiz sırasında kayganlaştırıcılığı sağlar. Eğer kuru bir ekmeği ısırırsanız, kayganlaştırıcı olmaması durumunda ağrı duyarsınız.
- ▶ Vücudumuzdaki iç organların tümü sürekli hareket halindedir ve kayganlaştırıcılara ihtiyaç duyarlar.
- ▶ Bütün bu kayganlaştırıcılar organların sürtünme kuvvetini minimize etmek içindir.

# 3. Kas ve eklem kuvvetleri

- ▶ İskeleti kemiklere ve tendomları kaslara bağlayan kuvvetler

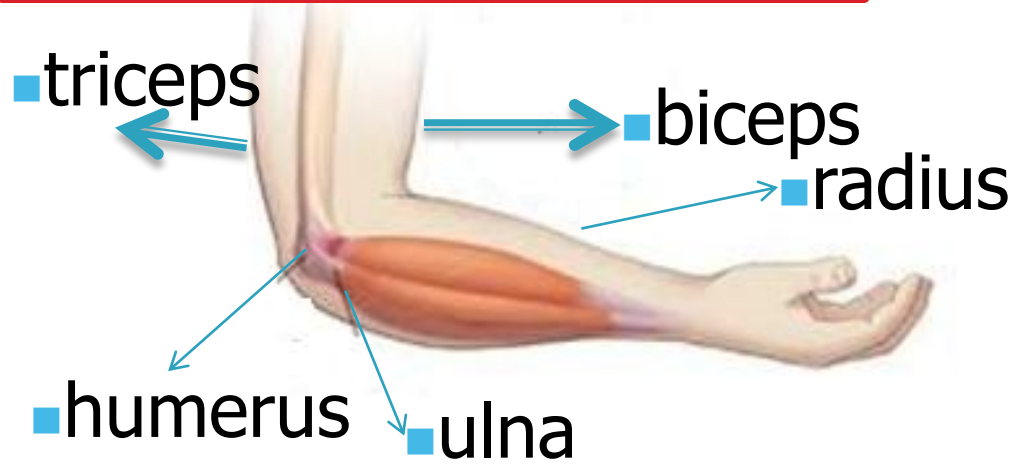
Hareket ve yaşam kas kasılmalarına bağlı olduğundan, kasları inceleysek:



# Kasların sınıflandırılması

- ▶ İskelet kasları koyu ve açık bantlara sahip, çizgili kaslar
- ▶ Düz kaslar

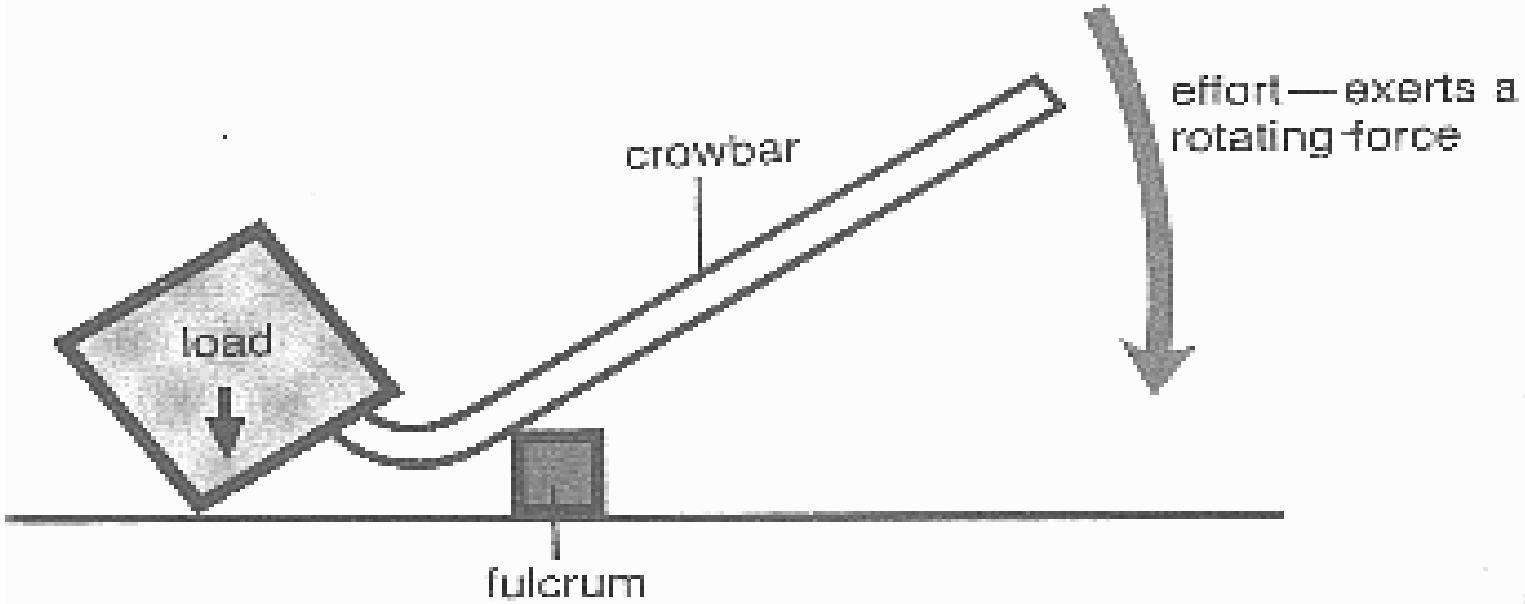
Bicep dirsek  
bükülüyken, triceps  
dirsek düzken



- ▶ Kasılma sırasında bantlar arasında elektrostatik çekim kuvveti ile bantların uzunluğunun kısalmasıyla kayma başlar
- ▶ istirahat uzunluğunun % 15–20 bir daralma bu şekilde elde edilir
- ▶ Düz kasların fiberleri yoktur ve genellikle çizgili kaslardan daha kısadırlar
  - anus, mesane ve intestines

# Vücut Statiği

- ▶ Kemikler – iskelet kaslarının kasılması ve gevşemesi ile hareket eder
- ▶ İskelet kasları bir kaldıraç sistemi olarak kemikler üzerinde hareket eder
- ▶ Her kemik veya kas grubunda başka kas ya da kas grupları olduğundan, antagonist kas (biceps ve triceps) olarak adlandırılan zıt bir harekete neden olurlar



- ▶ **Vücuttaki kaldıraç tipleri**
- ▶ Kaldıraç, dayanma/destek olarak adlandırılan sabit bir nokta etrafında dönebilen esnek olmayan/katı bir çubuk

# Kaldıraç parçaları

- ▶ Taşınması ya da aşılması gereken kuvvet-yük. Vücutta taşınacak olan yük ağırlıktır
- ▶ Kuvvet kolu, dayanak noktası ve uygulanan kuvvet noktası arasındaki mesafedir. Vücutta kemikler kaldıraç kolu gibi davranır; eklemler ise dayanak noktası olarak
- ▶ Kuvvet (tork) anı dönme kuvveti. Uygulanan kuvvet: kasların kasılması

- ▶ Bir kuvvetin momenti sadece kuvvetinin büyüklüğüne değil, aynı zamanda kuvvet uygulandığında dayanak noktasından olan uzaklığa da bağlıdır:
- ▶ **Kuvvet momenti= Kuvvet x Kuvvet kolu**  
**Ya da**  
**= yük x yük kolu**



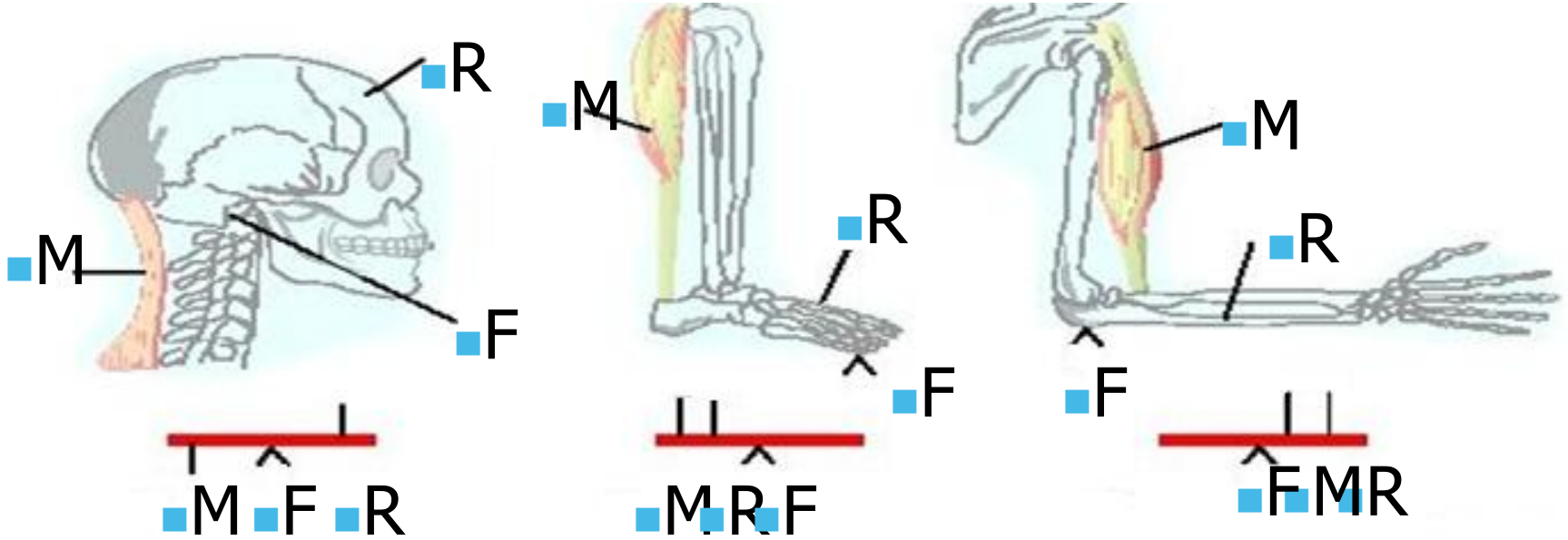
# Kaldıraç mekanizmalarını içeren kas kuvvetleri

- ▶ Vücudun dinlenimde olması için, üzerinde herhangi bir yönde etkiyen kuvvetlerin toplamı ve herhangi bir eksen etrafındaki torkların toplamı sıfıra eşit olmalıdır.
- ▶ Vücutta bir çok kas ve kemik kaldıraç olarak çalışır
- ▶ Kaldıraçlar üçe ayrılır



# Kaldıraçların sınıflandırılması

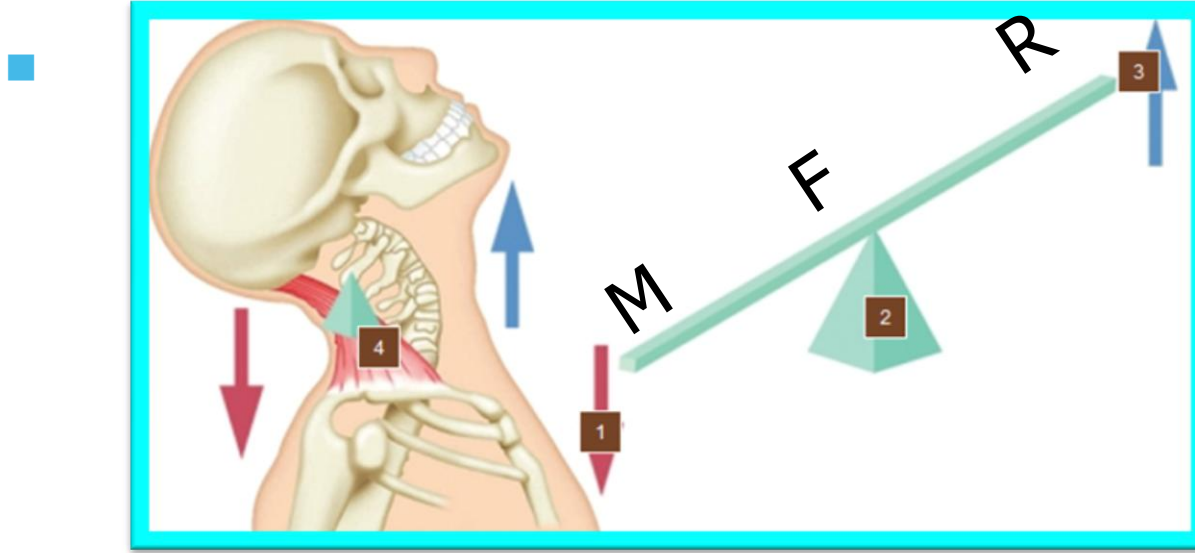
- En yaygın kaldıraç sistemi 3. sınıf
- En nadir olan 1. sınıf



- (a) 1. sınıf kaldıraç: destek noktası (F), direnç (R) ve efor (çaba) (M) arasında
- (b) 2. sınıf kaldıraç: direnç, destek noktası ve efor arasında
  - (c) 3. sınıf kaldıraç: efor, destek ve direnç arasında

## 1. Sınıf Kaldıraç Diagramı

- Vertebra üzerinde başı arkaya eğdiğinizde posterior boyun kaslarında görülür.



1 kuvvetin yönü

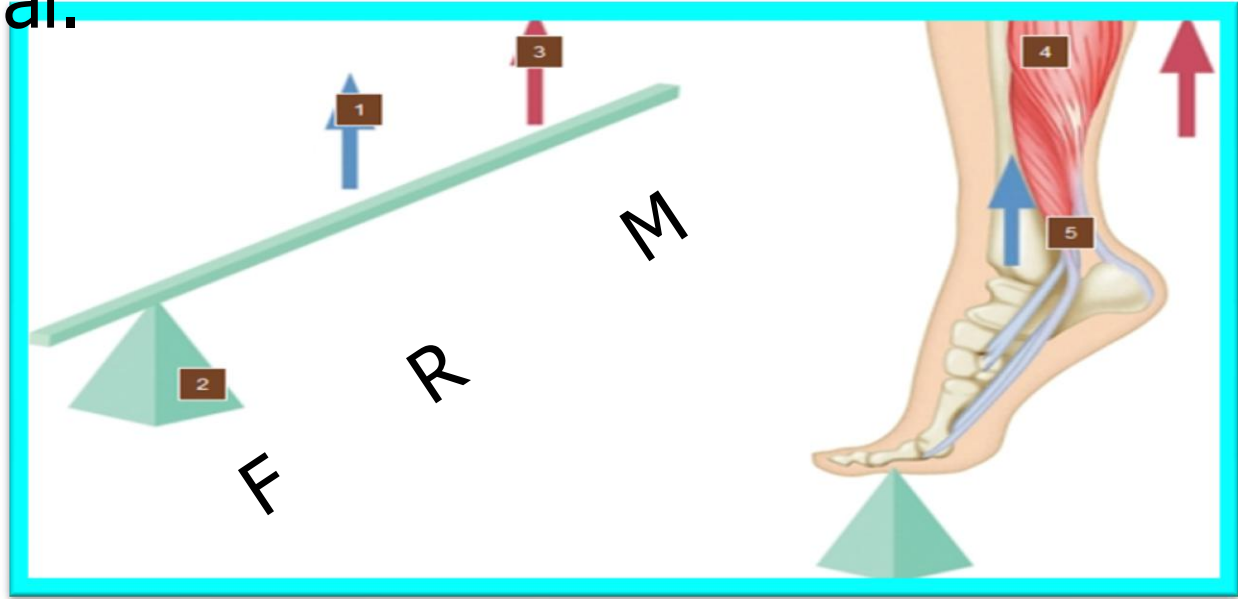
2 destek

3 yük hareketi

4 Trapezius kasları

## 2. Sınıf Kaldıraç Diagramı

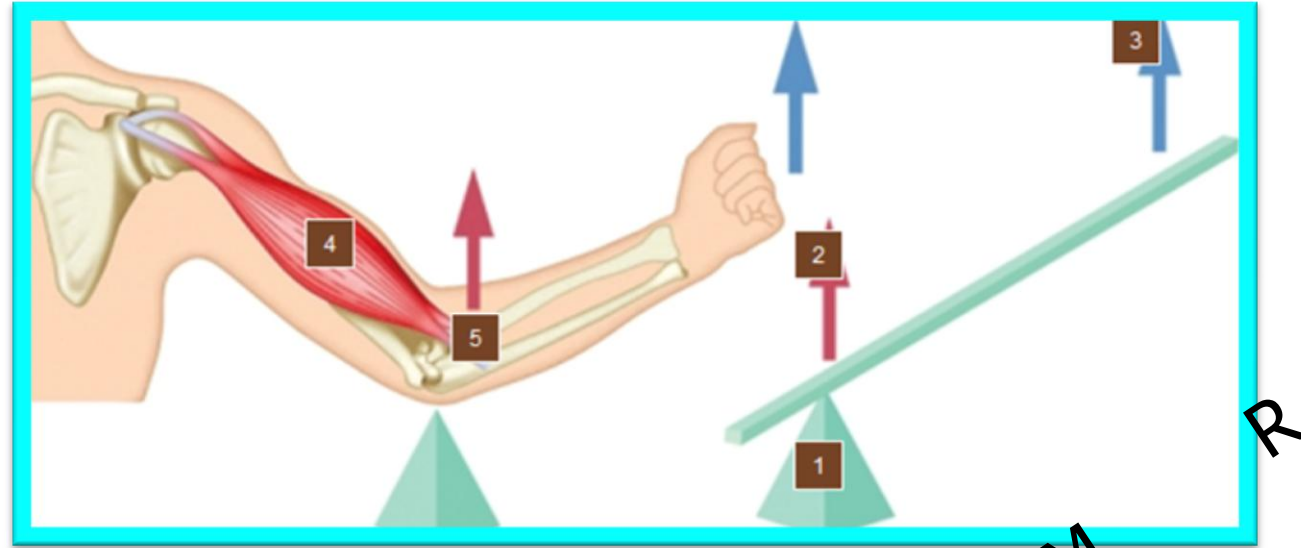
- Yük, kuvvet ve destek noktası arasında bulunur.
- Ayakucunda duran, baldır kasları kuvveti, kaldıraç topuk ve ayaklardan, ayak parmakları destek noktası sağlar.



- 1 yük
- 2 destek
- 3 kuvvetin yönü
- 4 Gastrocnemius kası
- 5 Tendon

### 3. Sınıf Kaldıraç Diagramı

- Kuvvet, yükü ve destek noktası arasına uygulanır..
- Örnek, Biceps kası kasılarak dirsek eklemine (destek) esnetme



1 dayanak

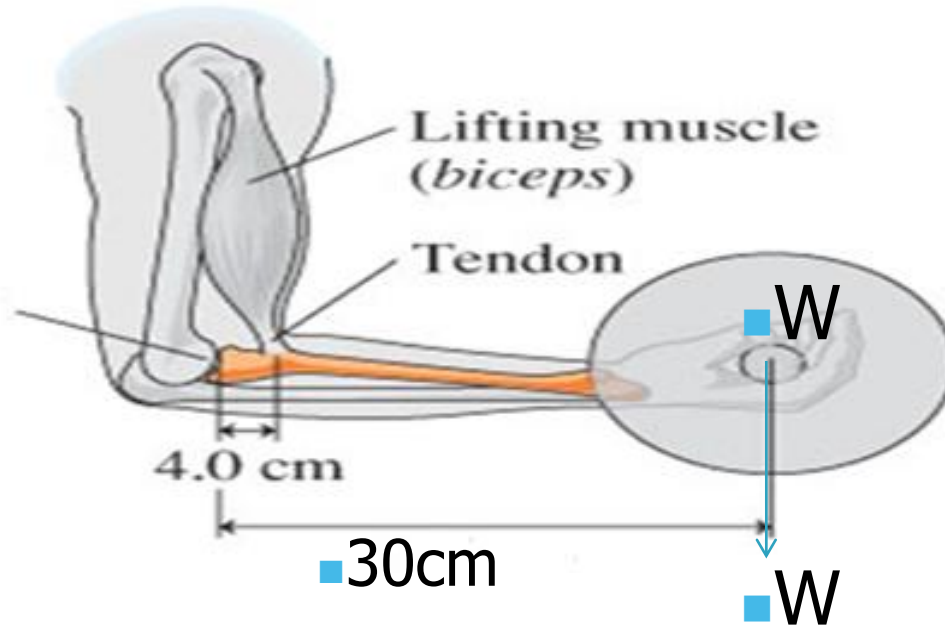
2 kuvvetin yönü

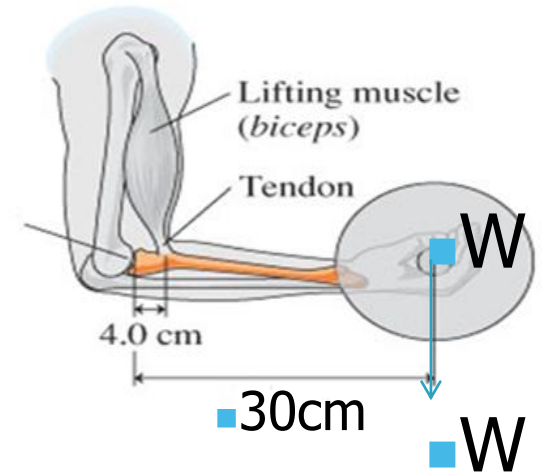
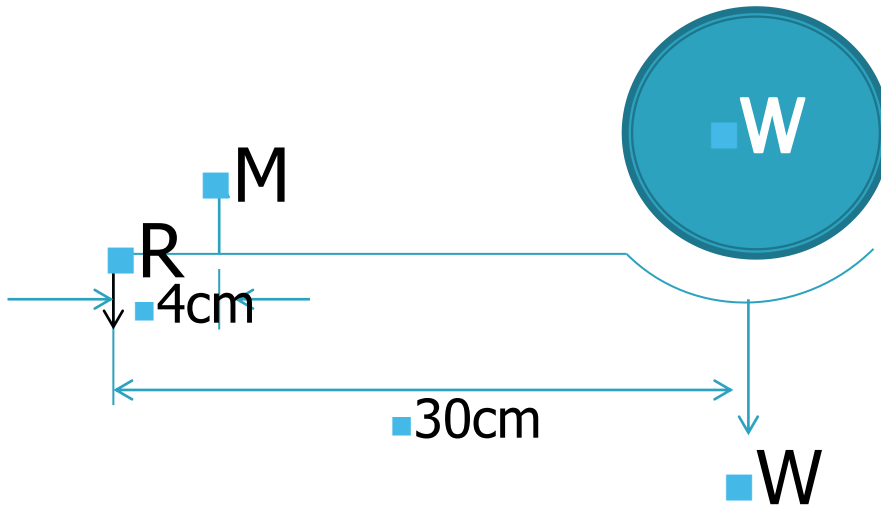
3 yük

4 Biceps brachialis kası

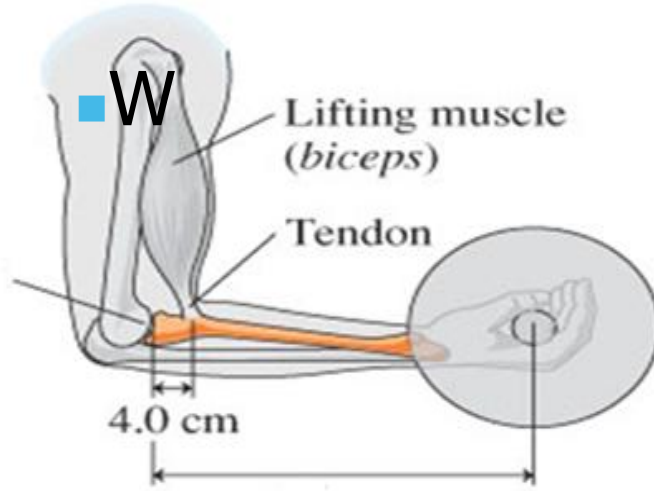
5 Tendon

- ▶ Elde  $W$  ağırlığı destekleme hareketi için biceps kası ve radius kemiğini düşünelim

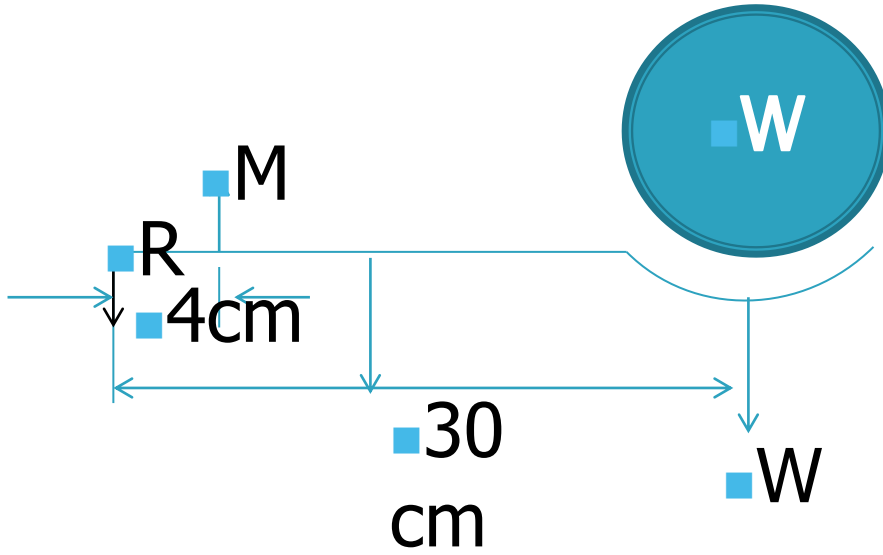




- Tipik bir kolunun boyutları ve kuvvetleri: R Humerus'un reaksiyon kuvveti,
- M biceps tarafından desteklenen kas kuvveti, W eldeki ağırlık
- ▶ Biceps tarafından sağlanan kuvveti bulabiliriz:
- ▶ Ağırlıktan ( $30W$  saat yönünde) ve kas kuvvetinden ( $4M$  saat yönünün tersi) kaynaklanan 2 tork var
- ▶ Denge  $4M - 30W = 0$  ve  $M = 7.5W$ .
- ▶ Bu durumda, bir kas gücü 7,5 kat ağırlık gereklidir.
  - 100N ağırlığı için kas kuvvet 750N

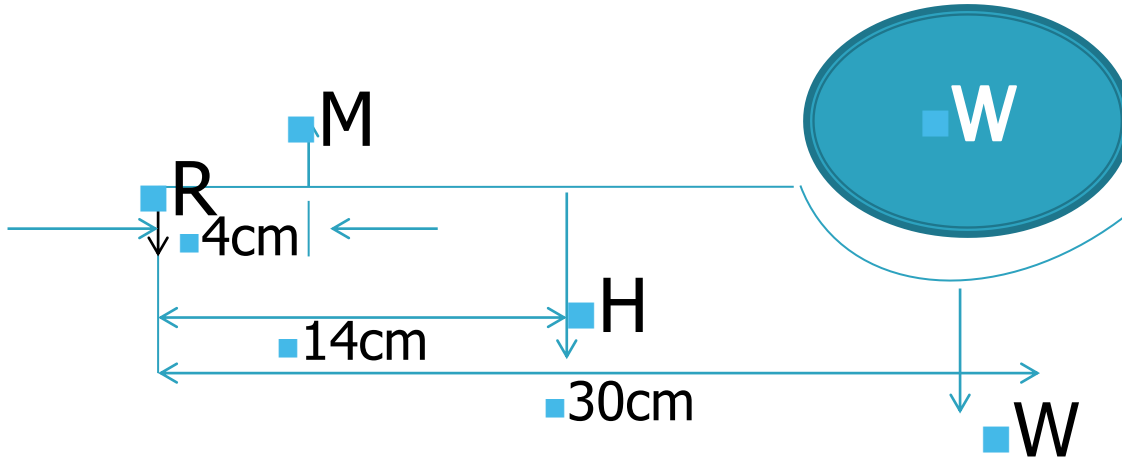


- ▶ Ağırılık kaldırma yoluyla kas yapmaya çalışan kişiler için, şekilde görüldüğü gibi bir dumbbell kaldırma egzersizi bir dumbbell curl (bükme) olarak adlandırılır. Sporcu muhtemelen 1500N sağlamak için bicepsi yaklaşık 200N'luk bükmesi gerekir



- ▶ Elin ve önkolun ağırlığı ihmal edilmiş
- ▶ Ağırlık muntazam olmayan bir şekilde önkola ve ele dağılır
- ▶ Küçük segmentlere ayrıldığını ve her bir segmentin tork içerdiğini düşünelim
- ▶ Daha iyi bir metod olarak elin ve önkolun ağırlık merkezini bularak tüm segmentlerde bu ağırlığa sahip olduğunu düşünebiliriz





- ▶ Şekil 2: önkol ve elin ağırlığı probleminin daha doğru gösterimi. H eklenmiş.  $H=15$  N.
- ▶ Eklem etrafındaki tork
 
$$4M = 14 H + 30 W$$

$$M = 3.5 H + 7.5 W$$

$$3.5 H = (3.5).(15) = 52.5 \text{ N}$$

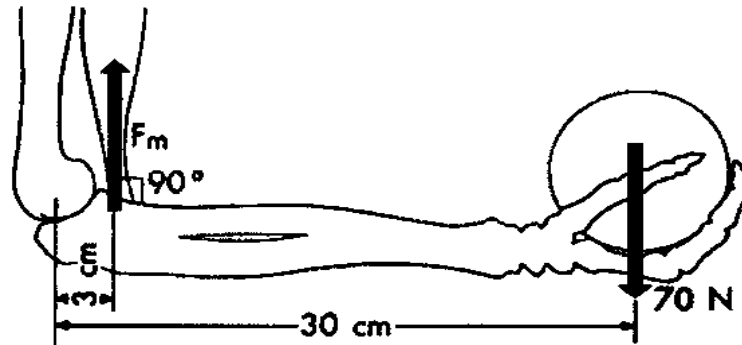
How much force must be produced by the biceps brachii, attaching at  $90^\circ$  to the radius at 3 cm from the center of rotation at the elbow joint, to support a weight of 70 N held in the hand at a distance of 30 cm from the elbow joint? (Neglect the weight of the forearm and hand, and neglect any action of other muscles.)

### Known

$$d_m = 3 \text{ cm}$$

$$wt = 70 \text{ N}$$

$$d_{wt} = 30 \text{ cm}$$



### Solution

Since the situation described is static, the sum of the torques acting at the elbow must be equal to 0.

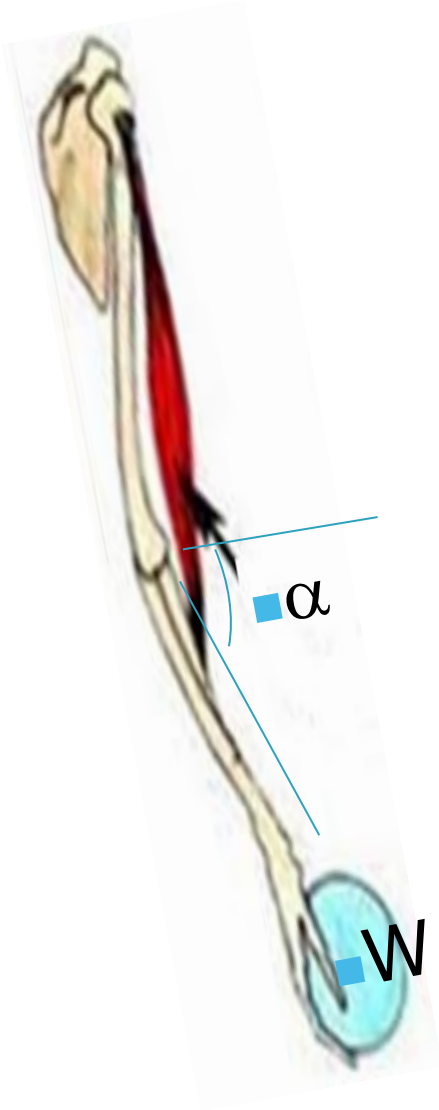
$$\Sigma T_e = 0$$

$$\Sigma T_e = (F_m)(d_m) - (wt)(d_{wt})$$

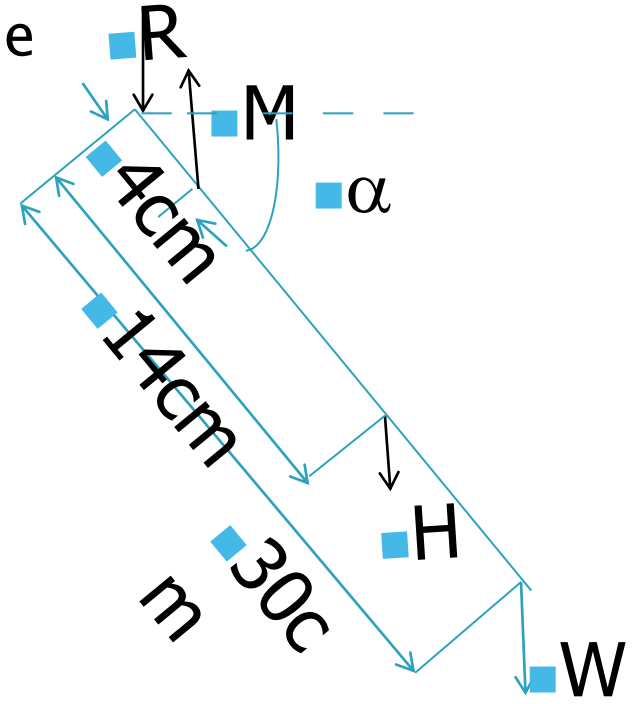
$$0 = (F_m)(0.03 \text{ m}) - (70 \text{ N})(0.30 \text{ m})$$

$$F_m = \frac{(70 \text{ N})(0.30 \text{ m})}{0.03 \text{ m}}$$

$$F_m = 700 \text{ N}$$



- ▶ Biceps kas uzunluęu açi ile deęiřir
- ▶ Minimum uzunluk kasılıyken
- ▶ Maximum uzunluk gerginken



# Kol kaldırma



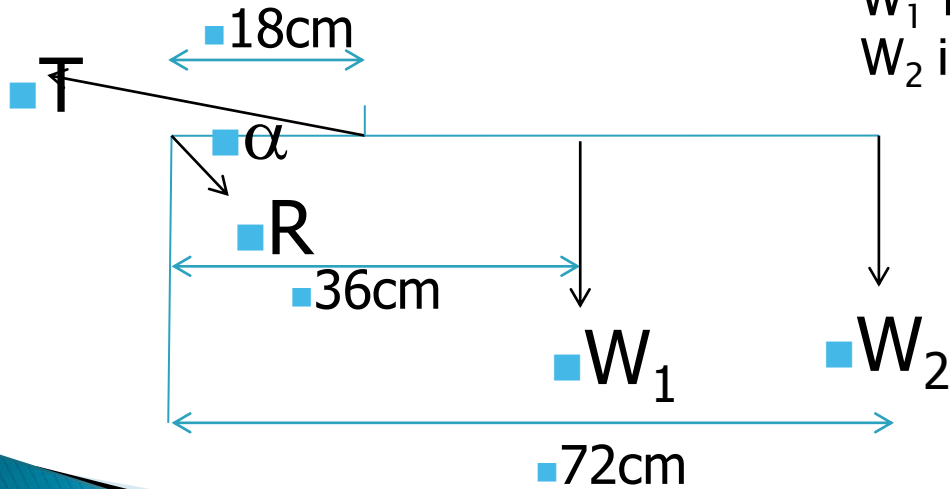
## *Kuvvetler*

$T$   $\alpha$  açısında sabitlenmiş deltoid kas gerilimi

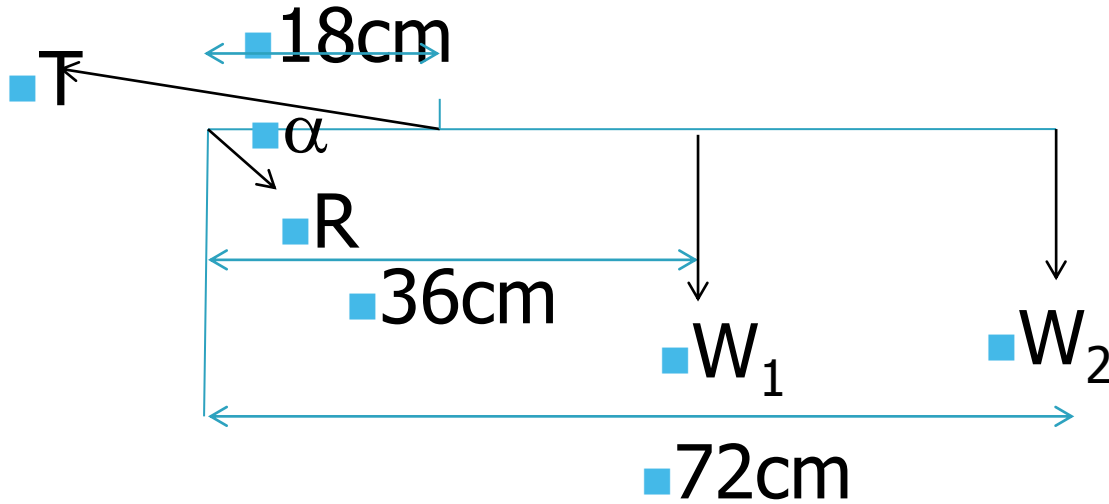
$R$  omuz eklemi üzerindeki reaksiyon kuvveti

$W_1$  kolun ağırlığı

$W_2$  is eldeki ağırlık



- Kolu yana doğru açtığımızda, deltoid kası tarafından sabit tutulduğunda etkili olan kuvvetler



- Omuz eklemine göre tork alınarak gerilme hesaplanırsa:
- $18 \cdot T \cdot \sin \alpha = 36 W_1 + 72 W_2$
- $T = (2W_1 + 4W_2) / \sin \alpha$
- eğer  $\alpha = 16^\circ$ , kolun ağırlığı  $W_1 = 68\text{N}$ , eldeki ağırlık  $W_2 = 45\text{N}$  ise  $T = 1145\text{N}$  olur
- Kolu bu şekilde tutmak için gereken kuvvet şaşırtıcı olarak çok büyük

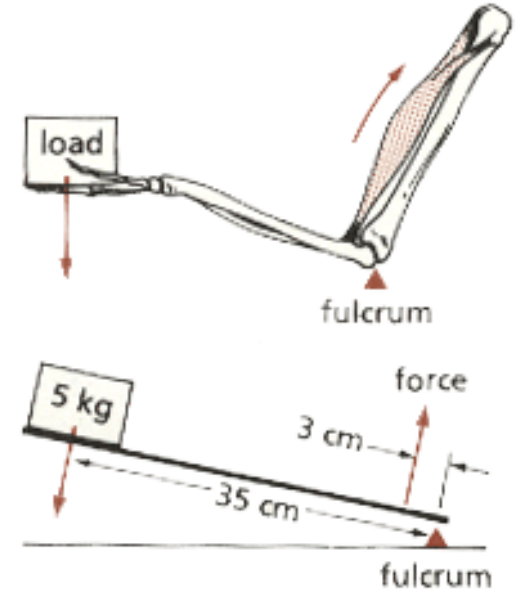
► Dirsek dayanak noktası.

- 5 kg yük elde, destek ile yük arasındaki mesafe 35cm, biceps kası dirsekten 3 cm uzaklıkta.

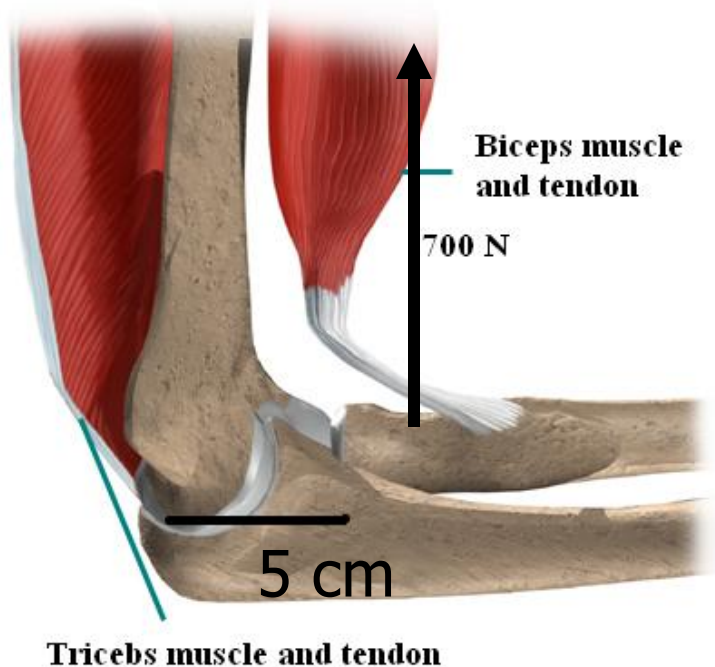
- 5kg'lık yükü kaldırmak için gereken kuvvet 5 X 10 N.

$$\begin{aligned} 3 x &= 35 \text{ cm} \times 50 \text{ N} \\ &= 1750 \text{ cm-N} \\ x &= 583 \text{ N} \end{aligned}$$

- 5 kg lık yükü yükseltmek için biceps kası 583N luk kuvvet uygular



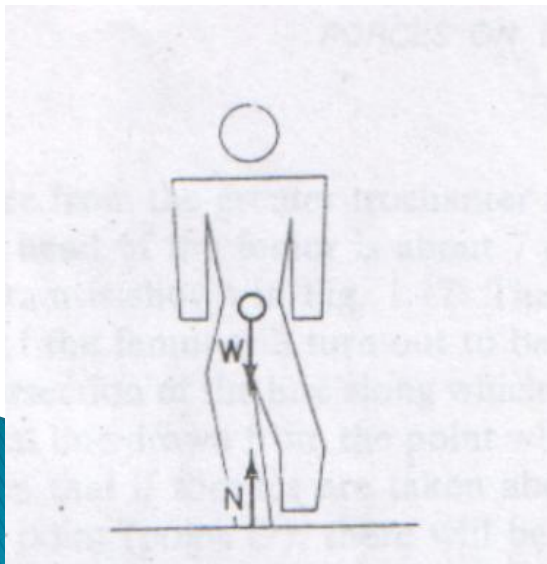
The biceps muscle exerts a vertical force on the lower arm as shown. Calculate the torque about the axis of rotation through elbow joint.



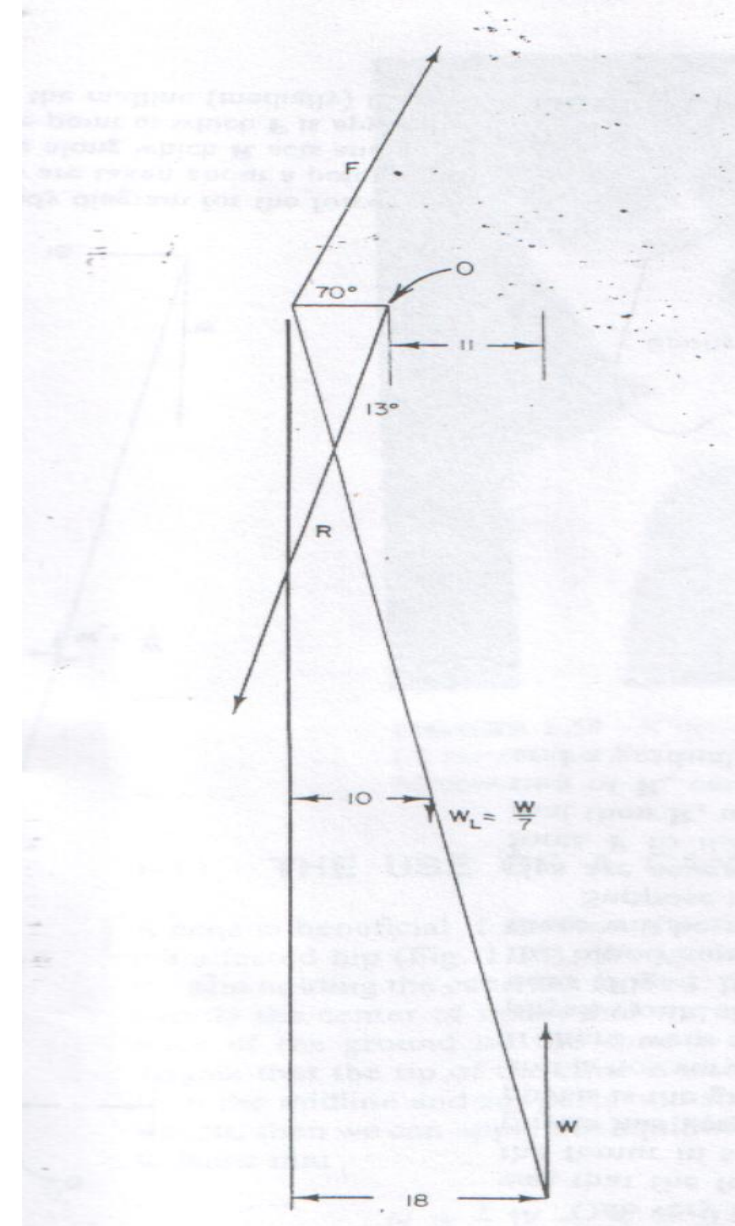
- ▶  $F = 700 \text{ N}$
- ▶  $r_{\perp} = 0.050 \text{ m}$
- ▶ So  $\tau = 35 \text{ N.m}$
- ▶ If lower arm is at  $45^{\circ}$
- ▶ Lever arm will be shorter:
- ▶  $r_{\perp} = (0.050) (\sin 45)$
- ▶  $\tau = 25 \text{ N.m}$

## ■ Kalça üzerindeki kuvvetler

- F: abductor kasların net kuvveti, great trochanterde daha etkili
- R: The force of the acetabulum (the socket of the pelvis) on the head of femur

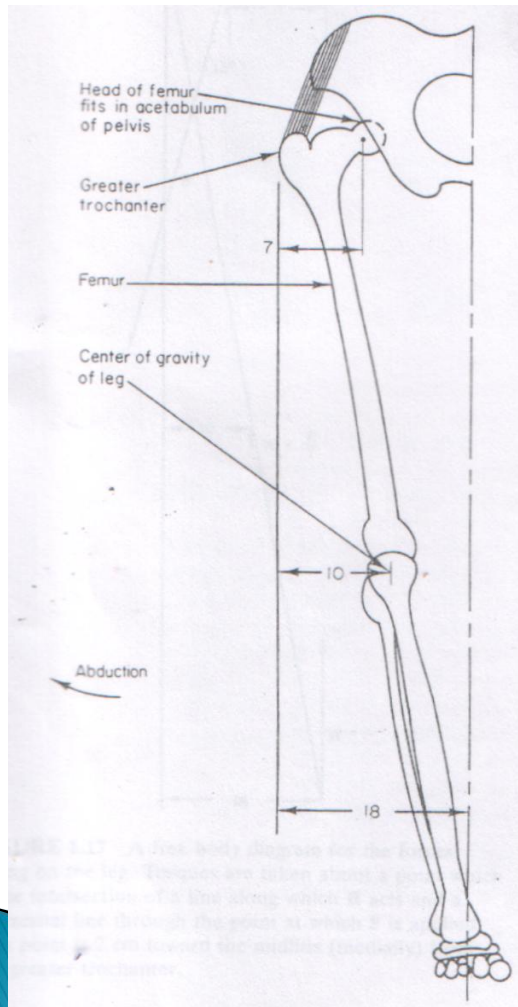


- N: upward force of the floor on the bottom of foot





■  $W_L$ : bacağın ağırlığı



$$\sum F_y = F \sin (70^\circ) - R_y - W/7 + W = 0$$

$$\sum F_x = F \cos (70^\circ) - R_x = 0$$

$$\sum \tau = -(F)(\sin 70^\circ)(7) - (W/7)(10 - 7) + W(18 - 7) = 0$$

The last of these equations can be written as

$$(11)W - \frac{3}{7}W - (6.6)F = 0$$

from which

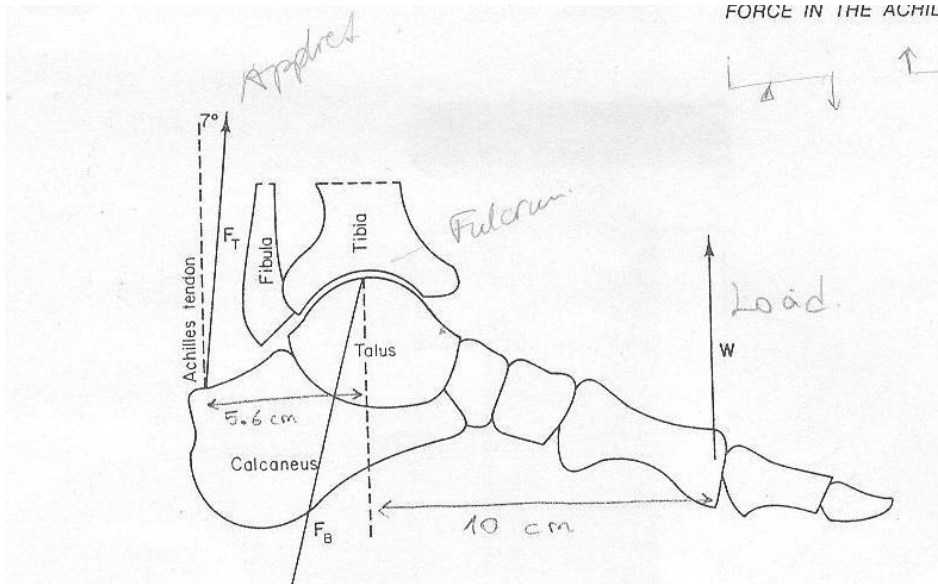
$$F = 1.6W$$

$$R_x = F \cos (70^\circ) = (1.6)(W)(0.342) = 0.55W$$

$$R_y = F \sin (70^\circ) + (6/7)W = (1.6)(W)(0.94) + (0.86)W = 2.4W$$

- ▶ The magnitude of the force in the abductor muscles is about 1.6 times the body weight.
- ▶ If patient had not had to put the foot under CG, F will be smaller. This can be done by using a cane.
- ▶ Abduktor kaslarda kuvvetin büyüklüğü vücut ağırlığının yaklaşık 1,6 katıdır. Hasta ağırlık merkezine ayaklarını koymak zorunda olmasaydı, F daha küçük olacaktı. Bu bir baston kullanarak yapılabilir.

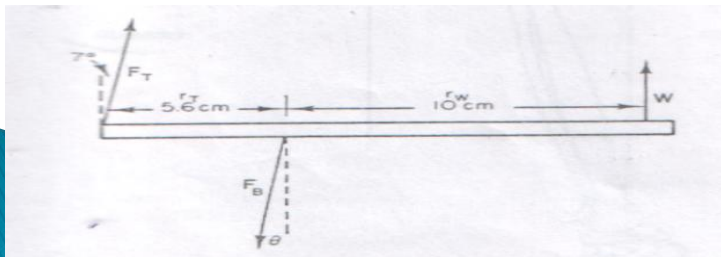
# FORCE IN THE ACHILLES TENDON



$$F_T \cos (7^\circ) + W - F_B \cos \theta = 0$$

$$F_T \sin (7^\circ) - F_B \sin \theta = 0$$

►  $10 W - 5.6 F_T = 0$



This equation can be solved to give the tension in the tendon:

$$F_T = \frac{10W}{5.6} = 1.8W \quad (1.20)$$

This result can now be used in Eq. 1.18 to find  $F_{By} = F_B \cos \theta$ :

$$(1.8)(W)(0.993) + W = F_B \cos \theta \quad (1.21)$$

$$2.8W = F_B \cos \theta$$

From Eqs. 1.19 and 1.20, we get

$$(1.8)(W)(0.122) = F_B \sin \theta \quad (1.22)$$

$$0.22W = F_B \sin \theta$$

Equations 1.21 and 1.22 are squared and summed to give

$$2.8W = F_B$$

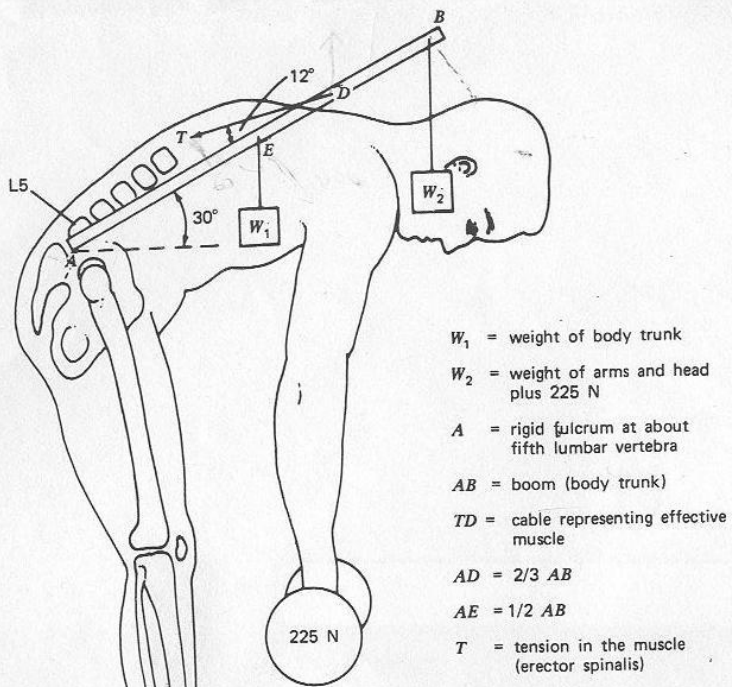
while they can be divided to give

$$\tan \theta = \frac{0.22}{2.8} = 0.079$$

$$\theta = 4.5^\circ$$

The tension in the tendon is nearly twice the weight, while the force exerted by the leg on the talus is nearly three times the body weight.





(a)

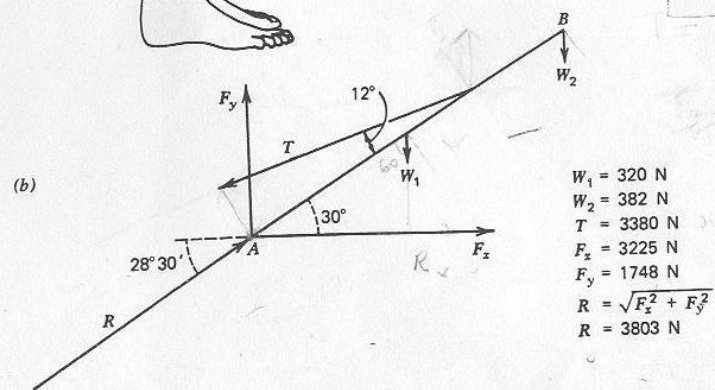


Figure 2.6. Lifting a weight. (a) Schematic of forces used. (b) The forces. Note that the reaction force  $R$  at the fifth lumbar vertebra is quite substantial. (Adapted from L.A. Strait, V.T. Inman, and H.J. Ralston, *Amer. J. Phys.*, 15, 1947, pp. 377-378.)

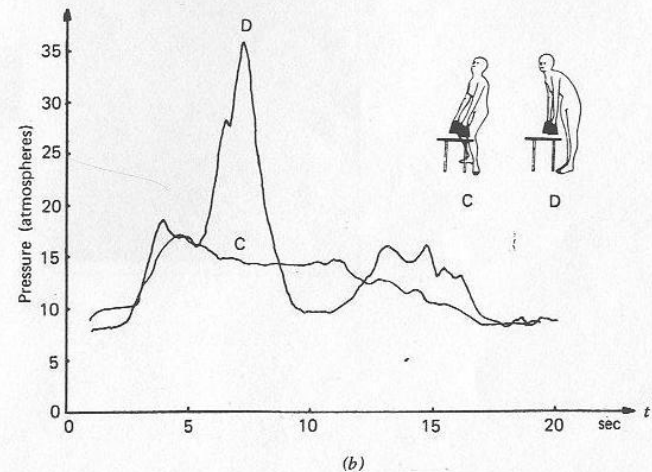
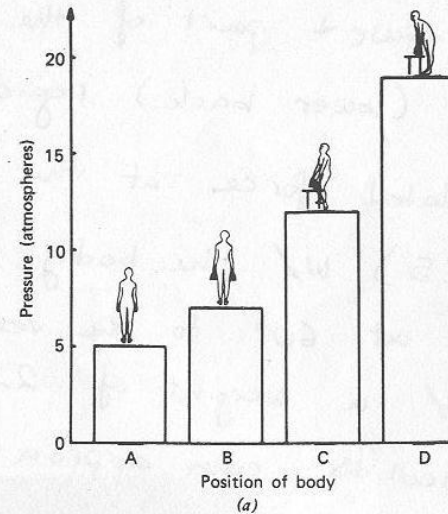


Figure 2.7. Pressure on the spinal column. (a) The pressure on the third lumbar disc for a subject (A) standing, (B) standing and holding 20 kg, (C) picking up 20 kg correctly by bending the knees, and (D) picking up 20 kg incorrectly without bending the knees. (b) The instantaneous pressure in the third lumbar disc while picking up and replacing 20 kg correctly and incorrectly. Note the much larger peak pressure during incorrect lifting. (Adapted from A. Nachemson and G. Elfstrom, *Scand. J. Rehab. Med.*, Suppl. 1, 1970, pp. 21-22.)

# Omurga



- ▶ Omurga kararlılık için normal curvate sahiptir. Sağ taraftan görüntü ile omurganın alt kısmı, bir 'S' harfi gibi bir şekildedir.



## Omurga řeklinde spinal sapmalar



- *Kifoz*
- *arkada kambur*



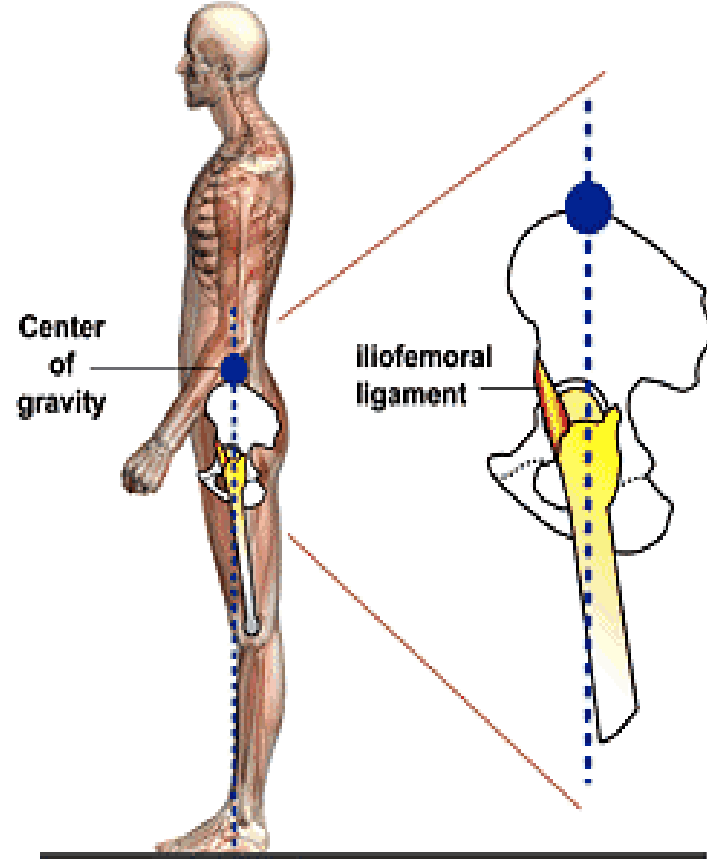
- *Lordoz*
- *Çok curvate*



- *Skolyoz*
- Arkadan görüldüğü gibi 'S' şeklinde omurga eğrilikleri

# Ayakta dururken kararlılık

- ▶ Dik bir insanda arka ağırlık (cg) merkezine bakıldığında, zemin üzerindeki kişinin yüksekliğinin yaklaşık % 58 ile sakrum üst kısmının önünde pelvisde yer almaktadır. Cg'ye gelen dikey bir çizgi ayakların arasından geçer.





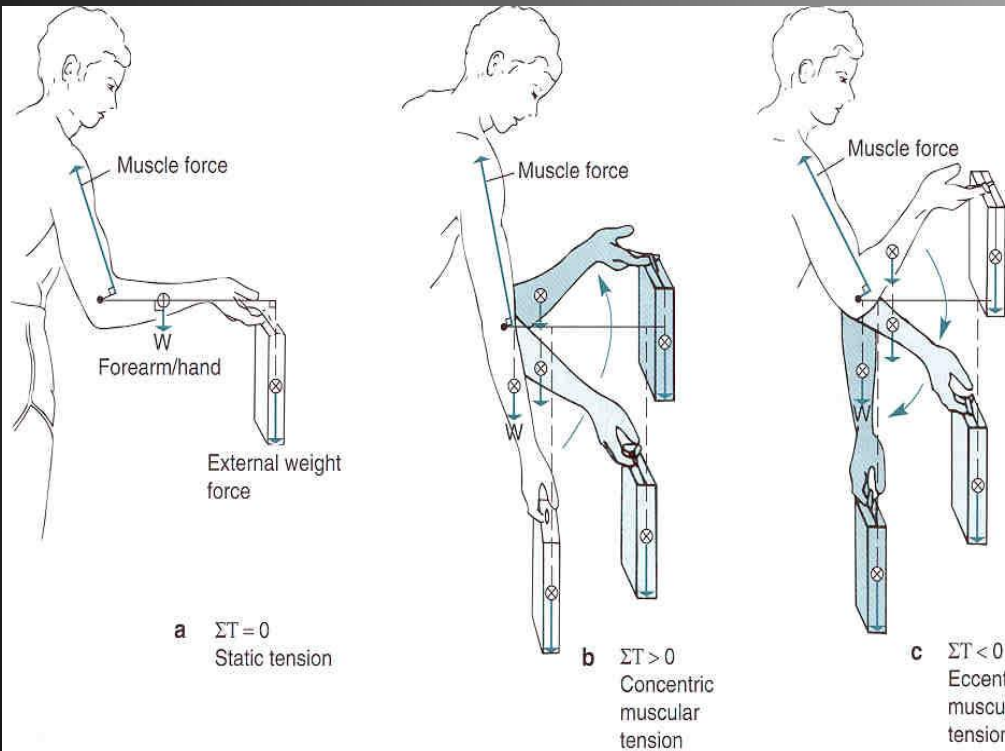
- ▶ Zayıf kas kontrolü, kaza, hastalık, aşırı kilo koşulları, ya da kötü duruş vücutta doğal olmayan bir konuma koşullandırdığı için cg konumunu değişir.
- ▶ Kilolu bir kişinin dengesi daha az kararlı
- ▶ ayak topukları altında bunun dikey projeksiyon çizilirse cg kaymasını kişiye hafif geriye doğru devrilme ile telafi edilebilir.



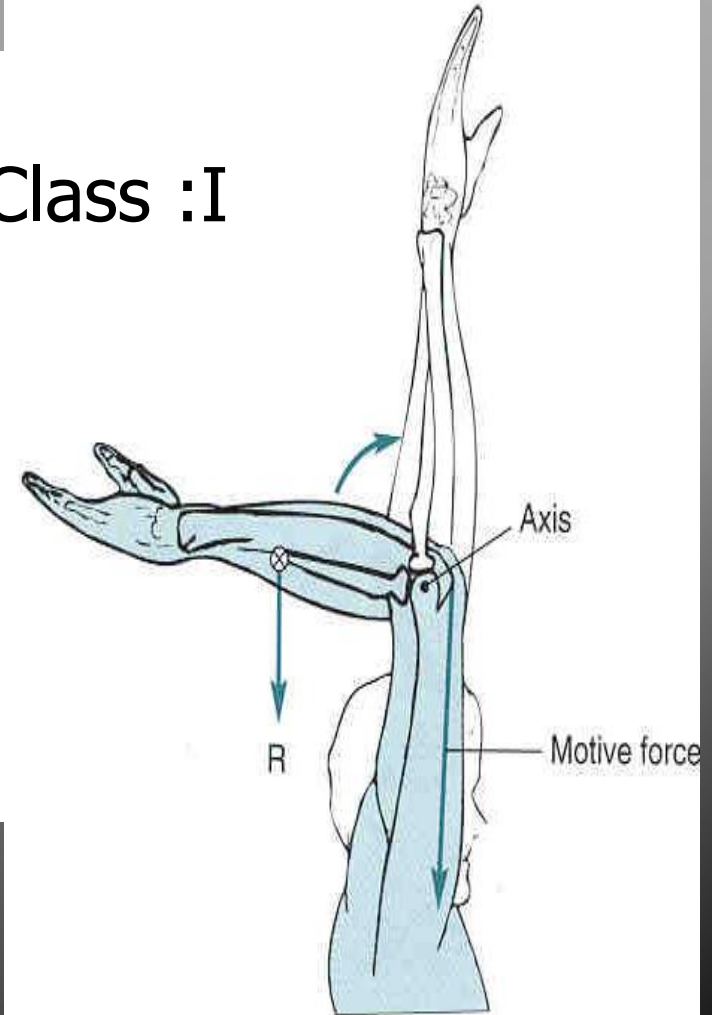


- ▶ Tek kolla bavul taşırken????
- ▶ Ampute kişiler??

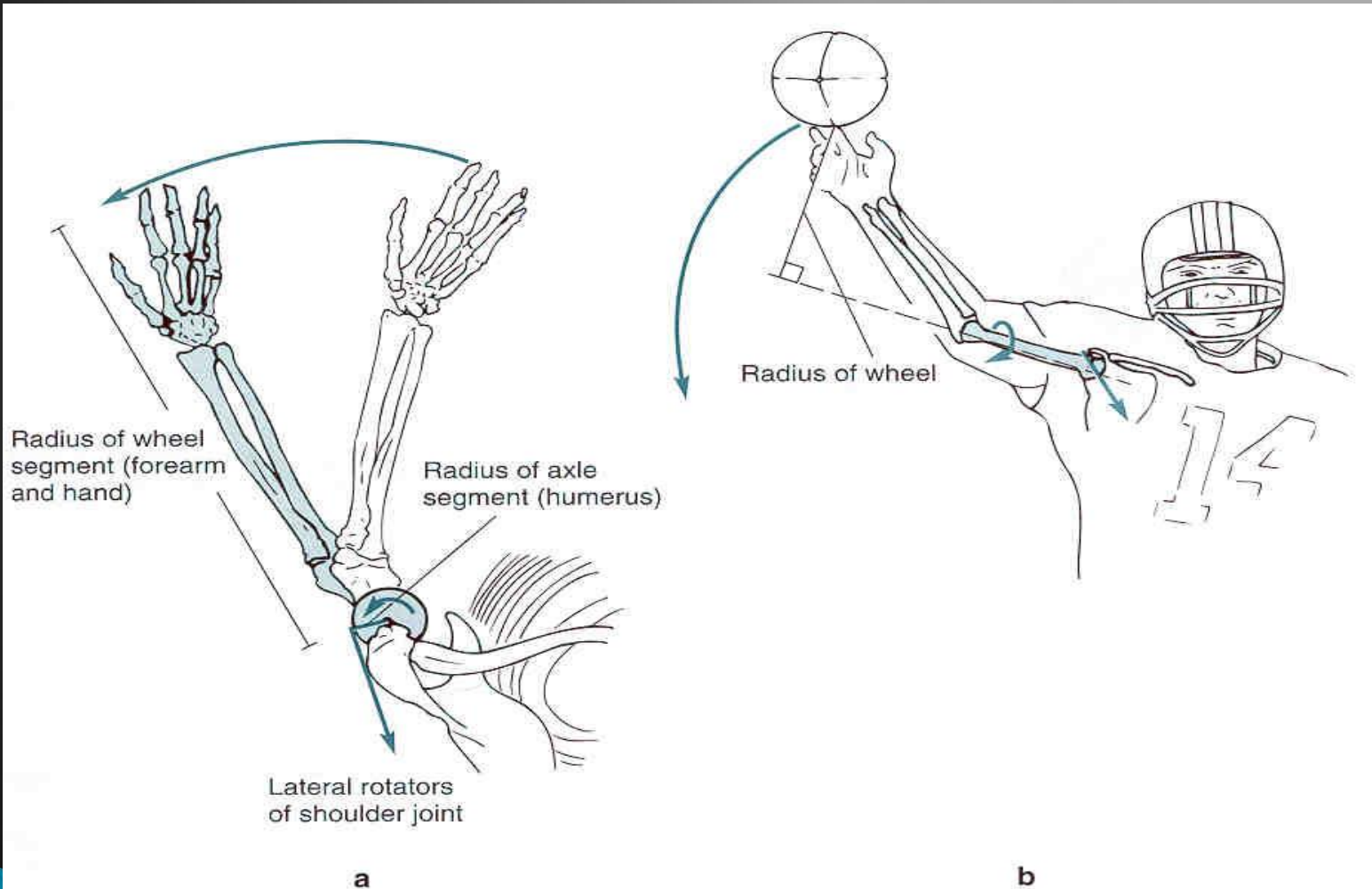
# ■ III sınıf

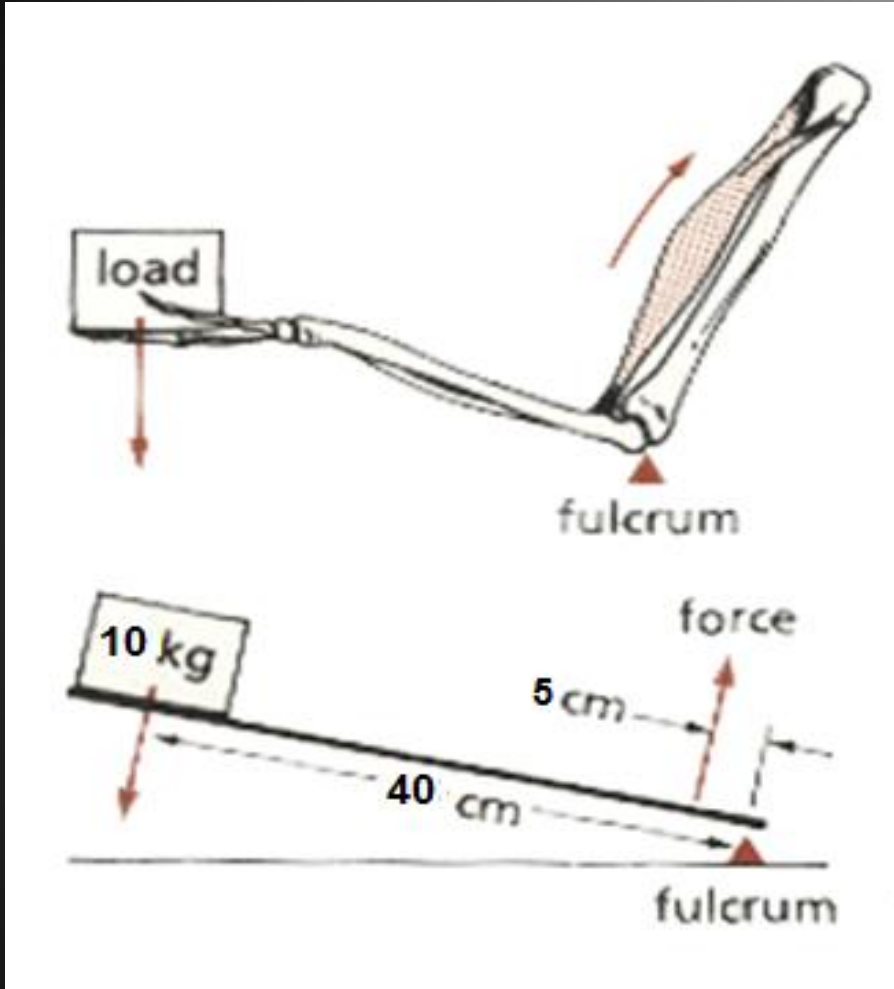


# ■ Class :I



# Wheel & Axle





Dirsek, bir dayanak noktası olarak işlev görür. Eldeki 10 kg bir yük, merkezi olan biceps 5cm genişliğinde olup, ulna 40 cm'dir. Ne kadarlık kuvvet, 10 kg bir yükü yükseltmek için biceps kası tarafından sarf edilir?

- A) 80 Newton
- B) 800 kg
- C) 800 Newton
- D) 80 metre x Newton
- E) 800 metre x Newton

**Answer: C**