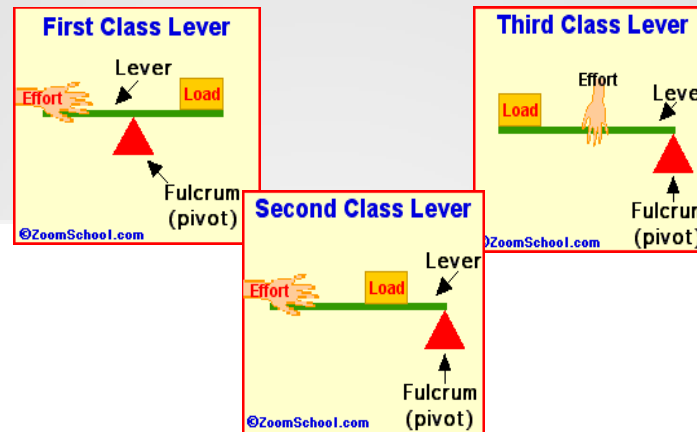
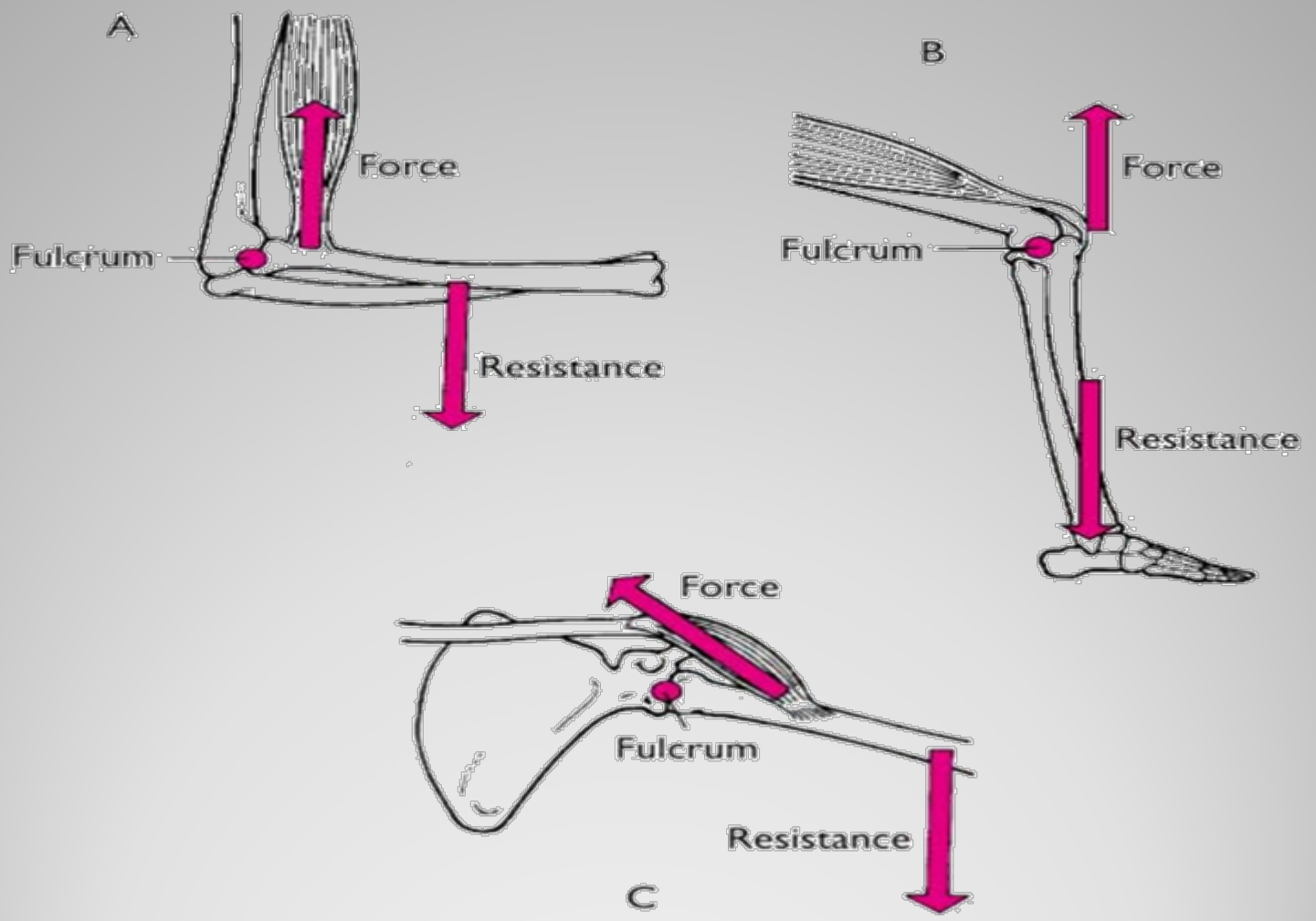
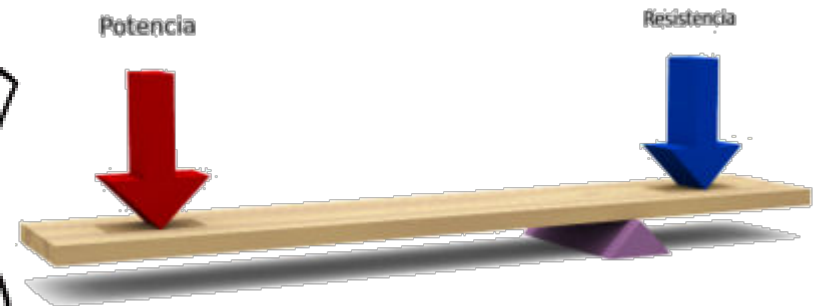
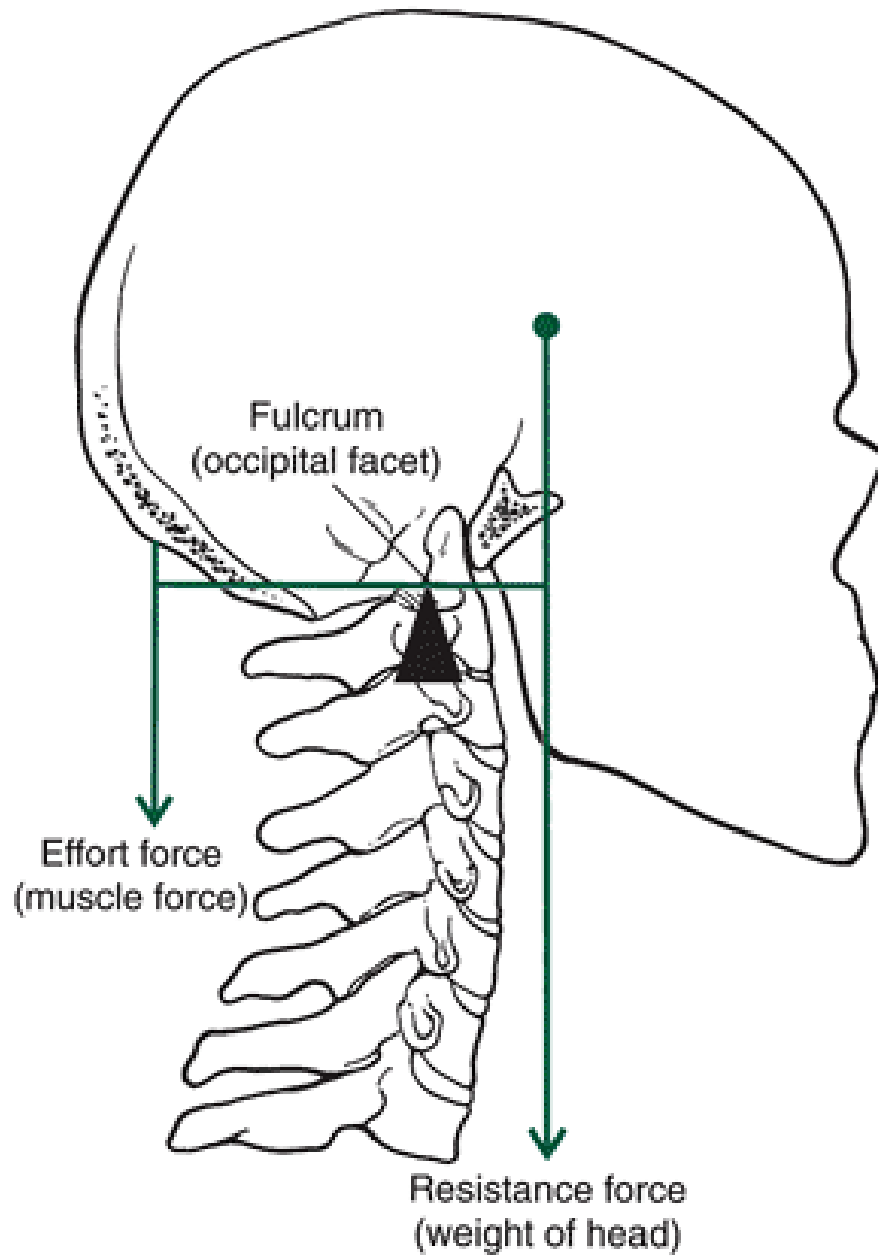


# PALANCAS y DESEMPEÑO MUSCULAR

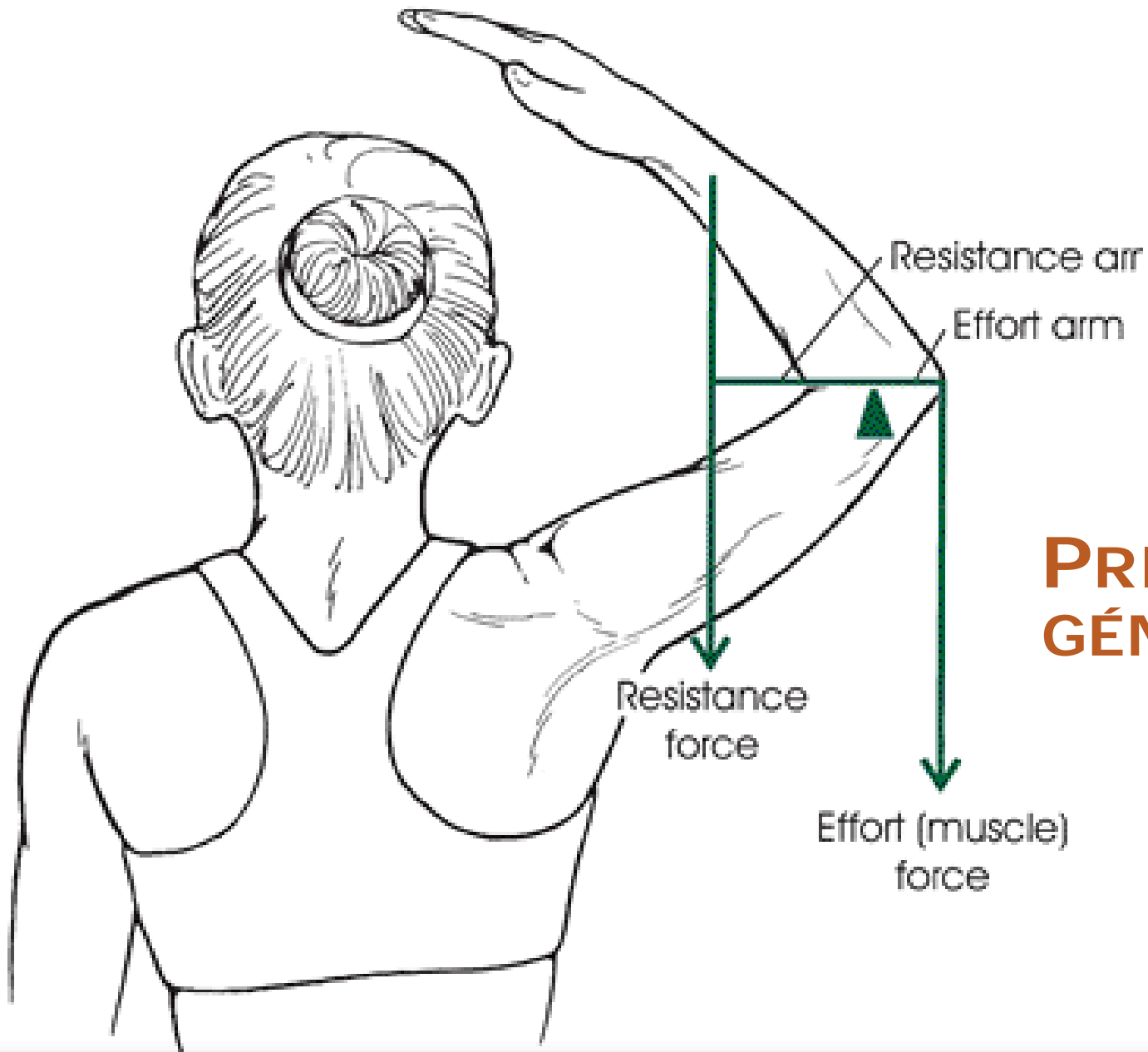


Ft. MARIA SOLANGE PATIÑO SEGURA  
Docente Escuela de Fisioterapia  
Maestría en Fisioterapia

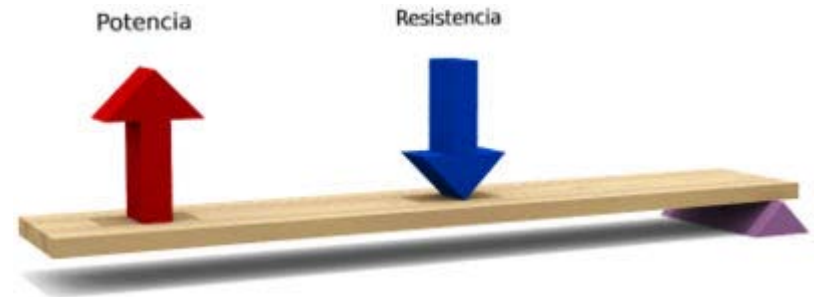
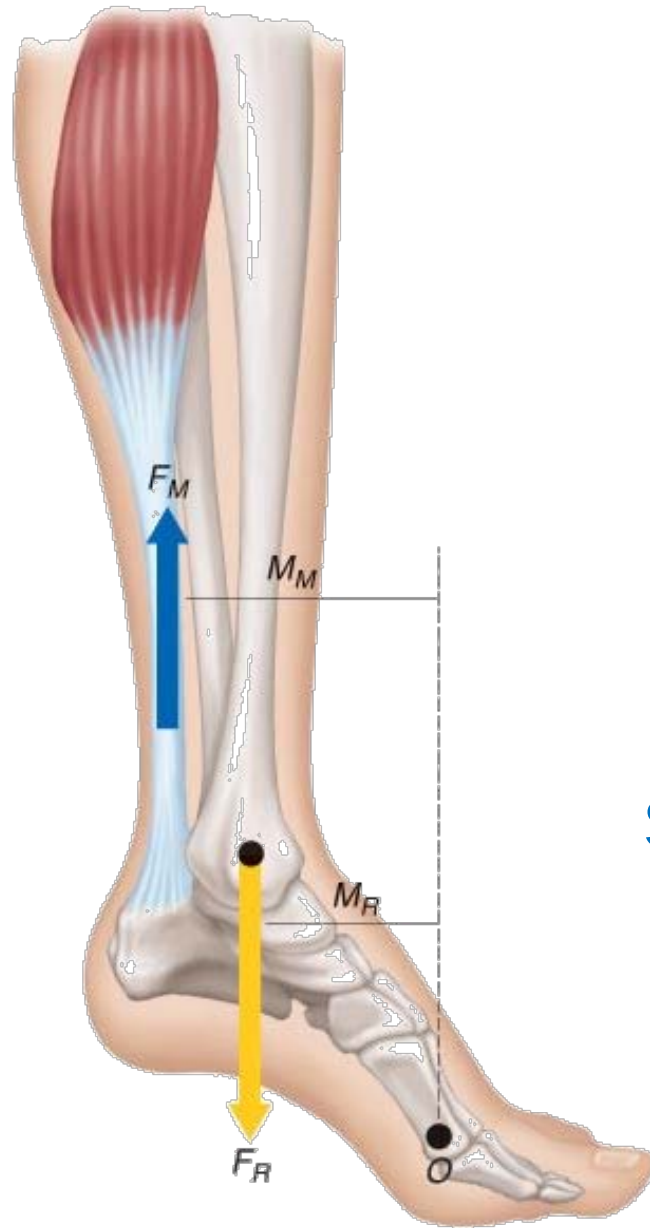




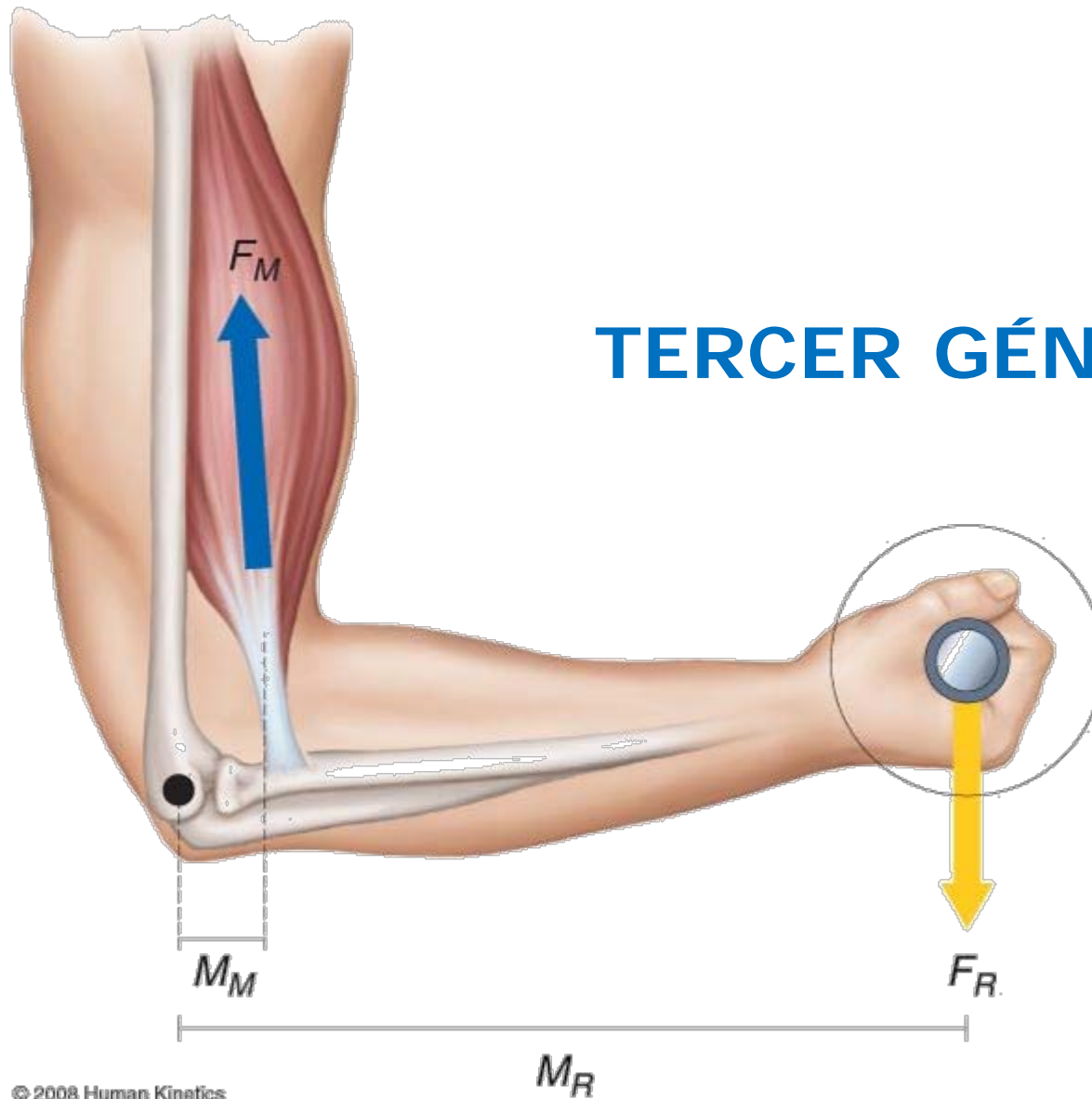
**PRIMER  
GÉNERO**



**PRIMER  
GÉNERO**



## SEGUNDO GÉNERO



# VENTAJA MECÁNICA

- Matemáticamente, la ventaja mecánica puede expresarse como la razón del brazo de potencia (BP) y el brazo de resistencia (BR):

$$VM = \frac{BP}{BR}$$

- Cuando (BP) es mayor que (BR), la ventaja mecánica será mayor de uno; en este caso, **la palanca será eficiente** para mover cargas pesadas.

# VENTAJA MECÁNICA

- **Un BR largo es una desventaja para levantar cargas pesadas, pero es ventajoso para los movimientos veloces y para imprimir aceleración a los objetos livianos.**
- El ángulo de tracción del músculo y el arco de movimiento favorecen la generación de un movimiento más eficiente.



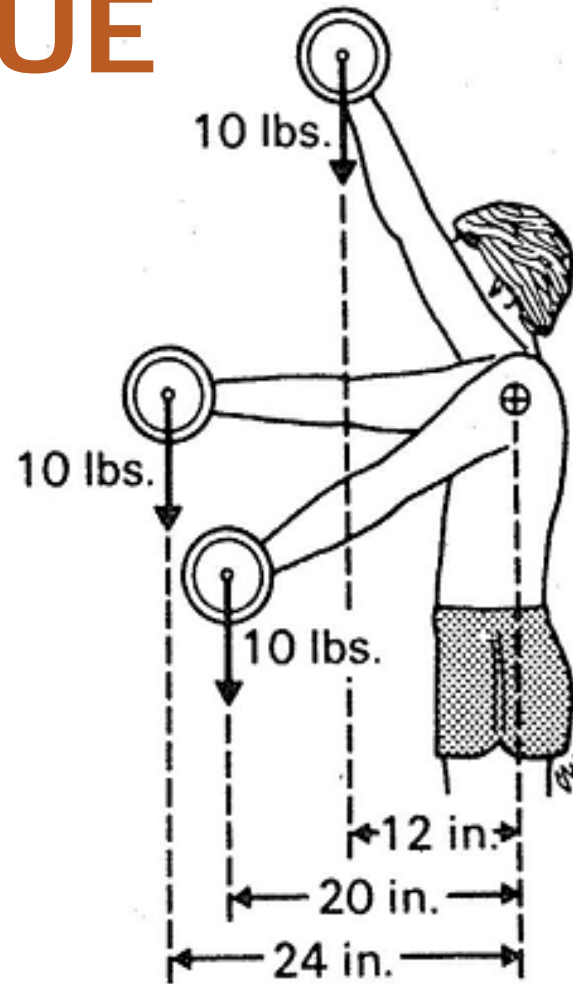
# TORQUE

$$\tau = F \times \perp d$$

$$\tau_{60^\circ} = 10 \text{ lbs.} \times 20 \text{ in.} = 200 \text{ in.lbs.}$$

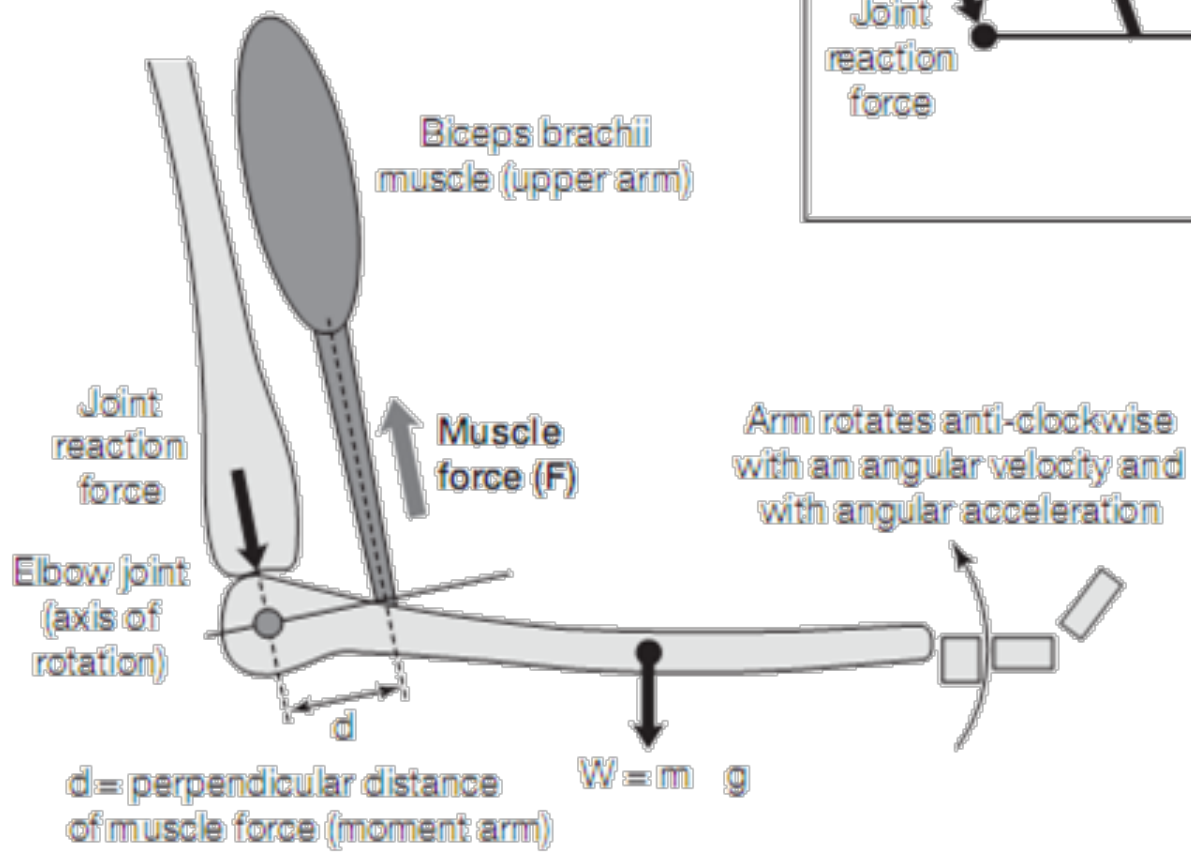
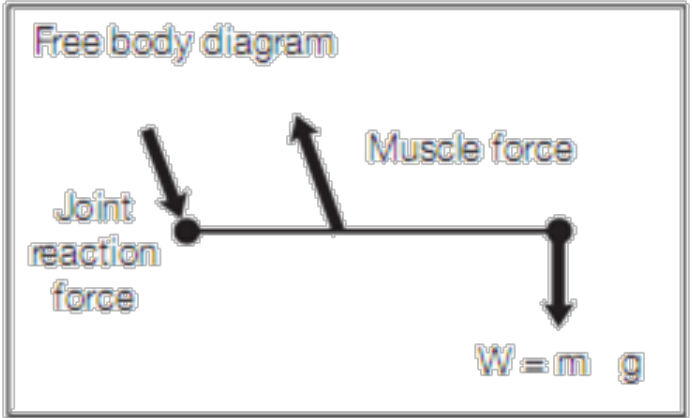
$$\tau_{90^\circ} = 10 \text{ lbs.} \times 24 \text{ in.} = 240 \text{ in.lbs.}$$

$$\tau_{150^\circ} = 10 \text{ lbs.} \times 12 \text{ in.} = 120 \text{ in.lbs.}$$

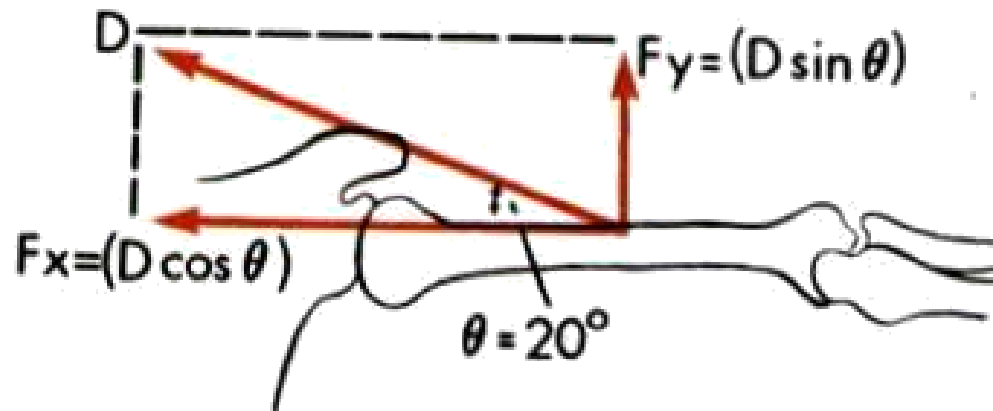
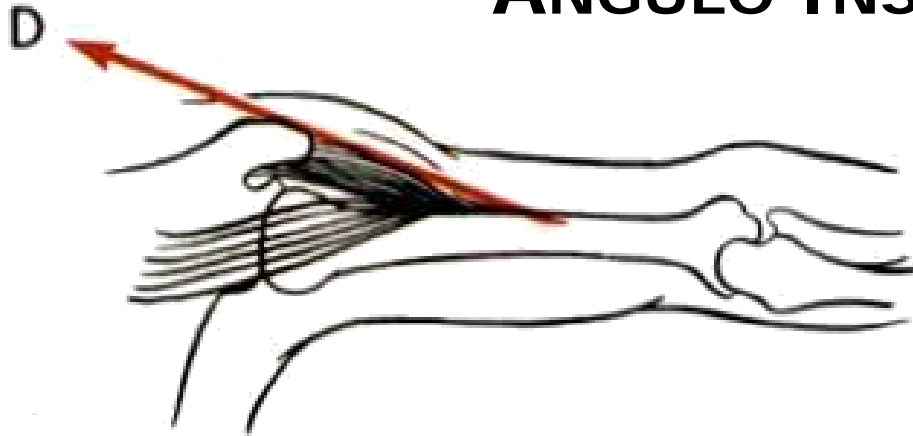


Length of the  
resistance arms

# DIAGRAMA CUERPO LIBRE

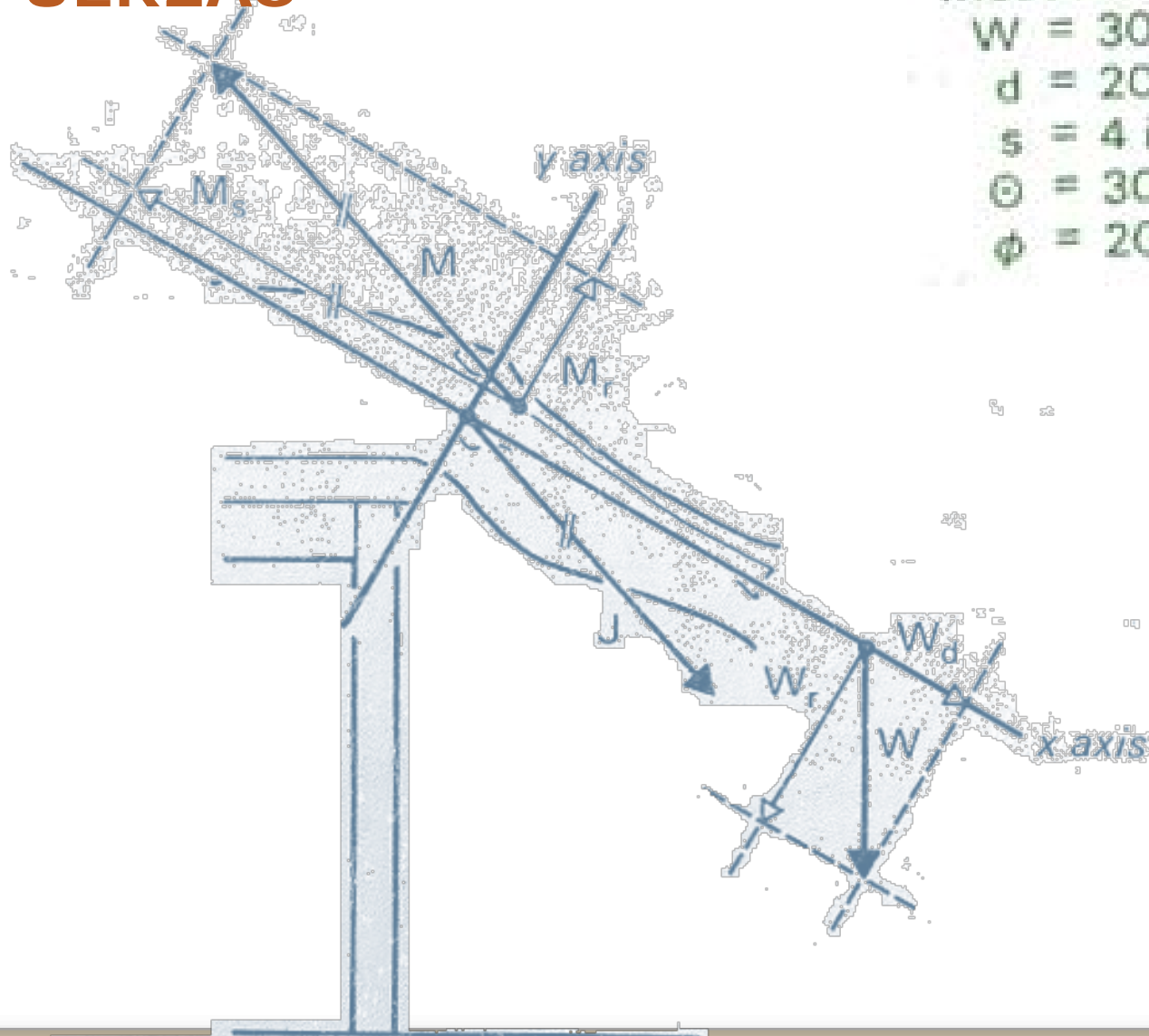


# ANGULO INSERCIÓN



From: LeVeau, B.F. (1992). *William & Lissner's biomechanics of human motion* (3<sup>rd</sup> ed). Philadelphia: W.B. Saunders. Fig. 4-31. p. 77.

# RESOLUCIÓN DE FUERZAS



Measurements:

$$W = 30 \text{ lbs.}$$

$$d = 20 \text{ in.}$$

$$s = 4 \text{ in.}$$

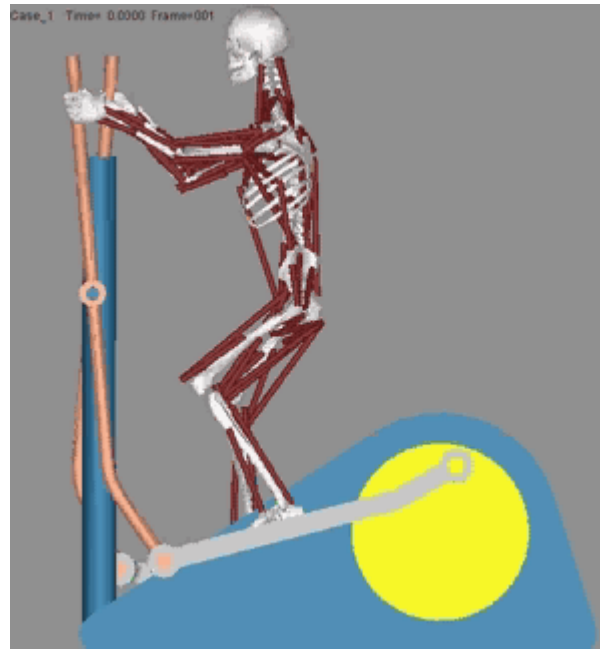
$$\Theta = 30^\circ$$

$$\phi = 20^\circ$$

# DESEMPEÑO MUSCULAR

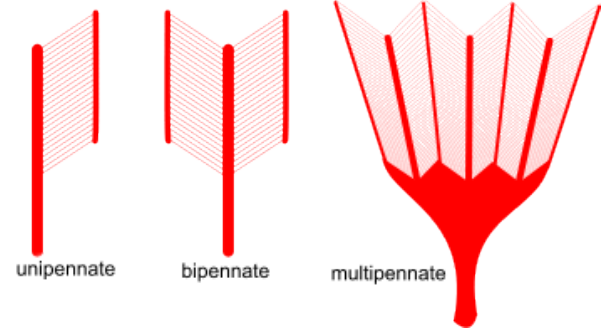
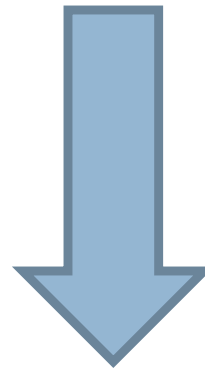
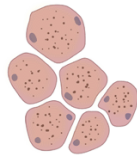
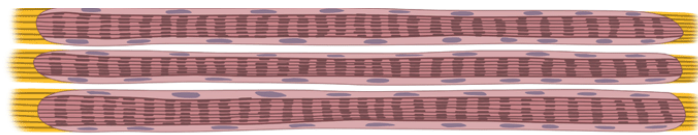


- Como trabaja el músculo?
- Como cambia la fuerza, con la longitud y la velocidad?
- Como reacciona el tejido muscular frente a la carga?

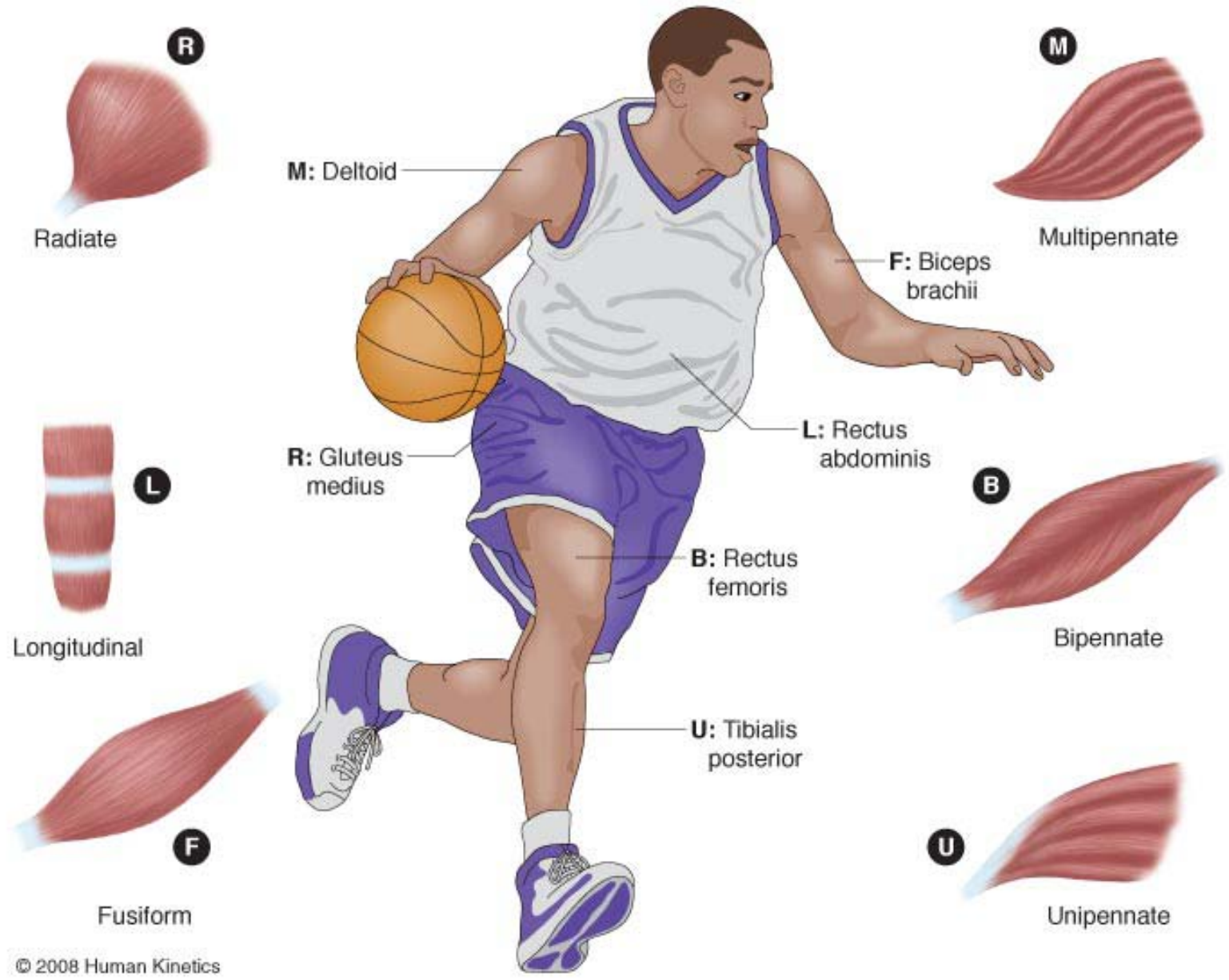


# 1-MORFOLOGÍA MUSCULAR

- Longitud de la fibra muscular
- Angulo de las fibras
- Area de corte transversal



Momento o torque



**R**



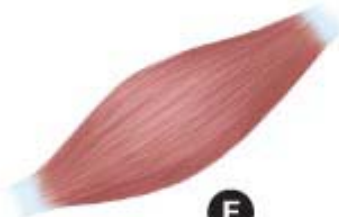
Radiate

**L**



Longitudinal

**F**



Fusiform

**M**



Multipennate

**B**



Bipennate

**U**



Unipennate

**M:** Deltoid

**F:** Biceps brachii

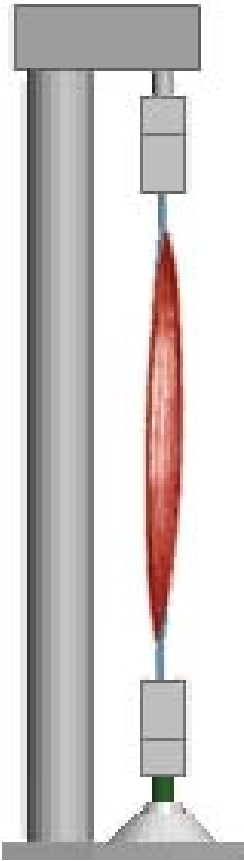
**L:** Rectus abdominis

**R:** Gluteus medius

**B:** Rectus femoris

**U:** Tibialis posterior

# Excursión vs Fuerza



**Fibras**

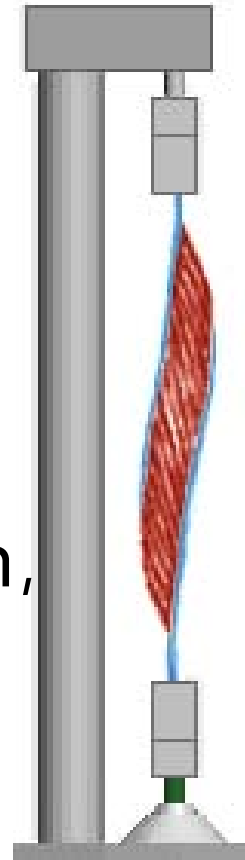
**Fusiformes:**

Paralelo

Gran excursión,

Baja fuerza

Alta velocidad



**Fibras**

**penniformes:**

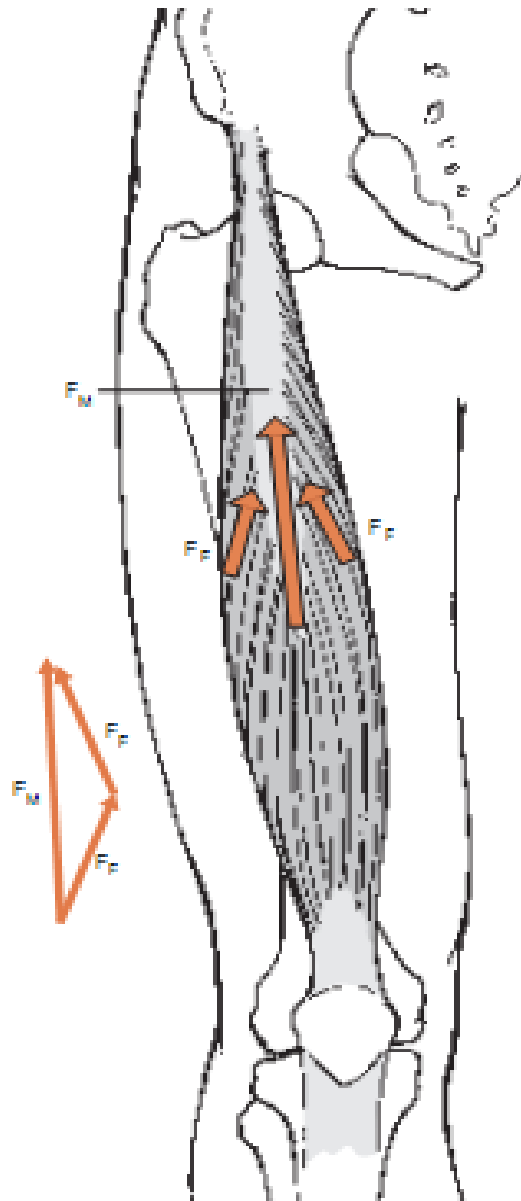
Diagonal

Corta excursión,

Gran fuerza

Baja velocidad

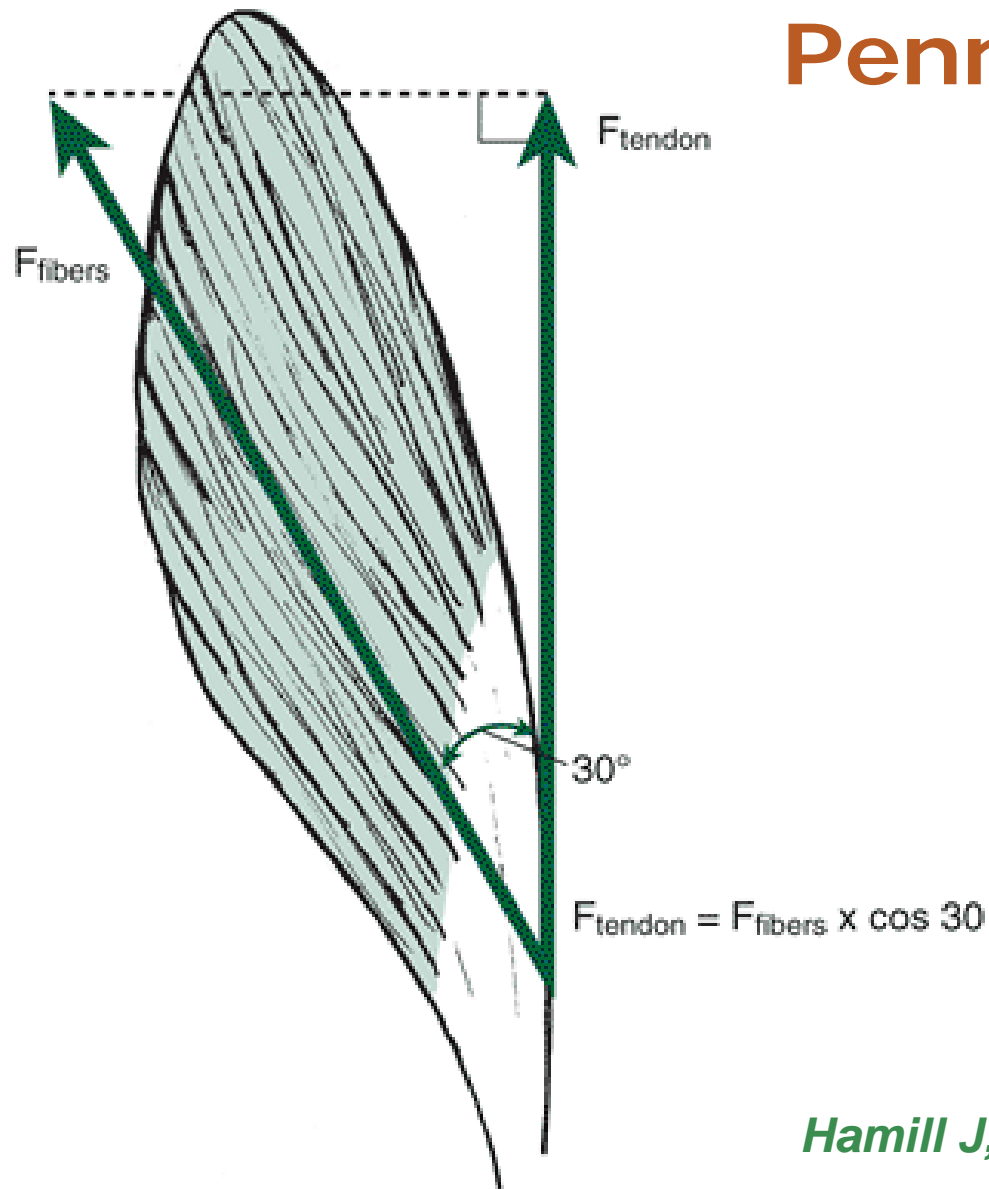




## Penniforme:

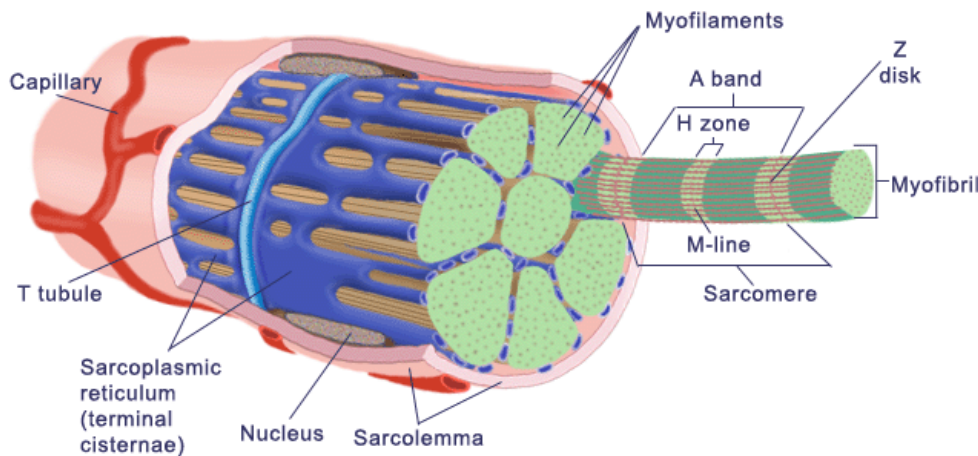
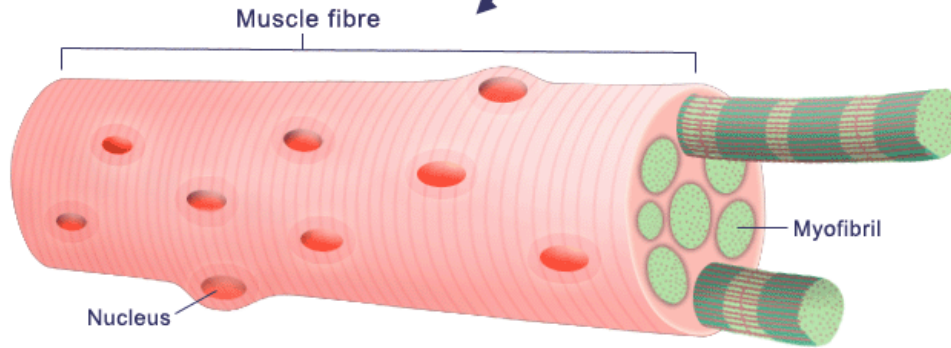
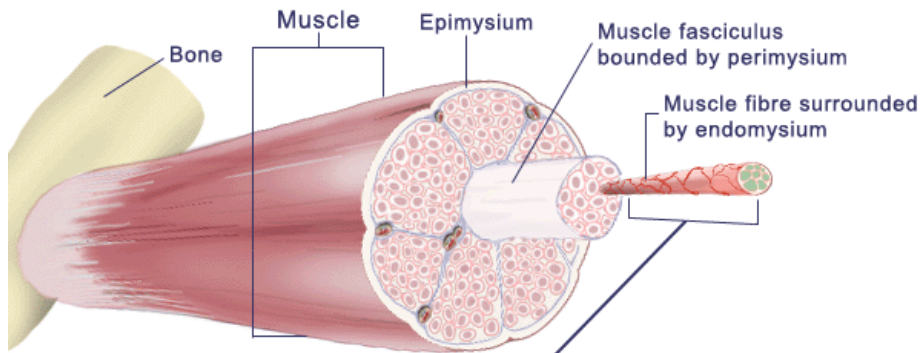
La  $F_M$  total es la resultante de la sumatoria vectorial.

# Penniforme



*Hamill J, Knutzen K, 2009*

# FIBRA MUSCULAR



**Diámetro:**

10-100 micrometros

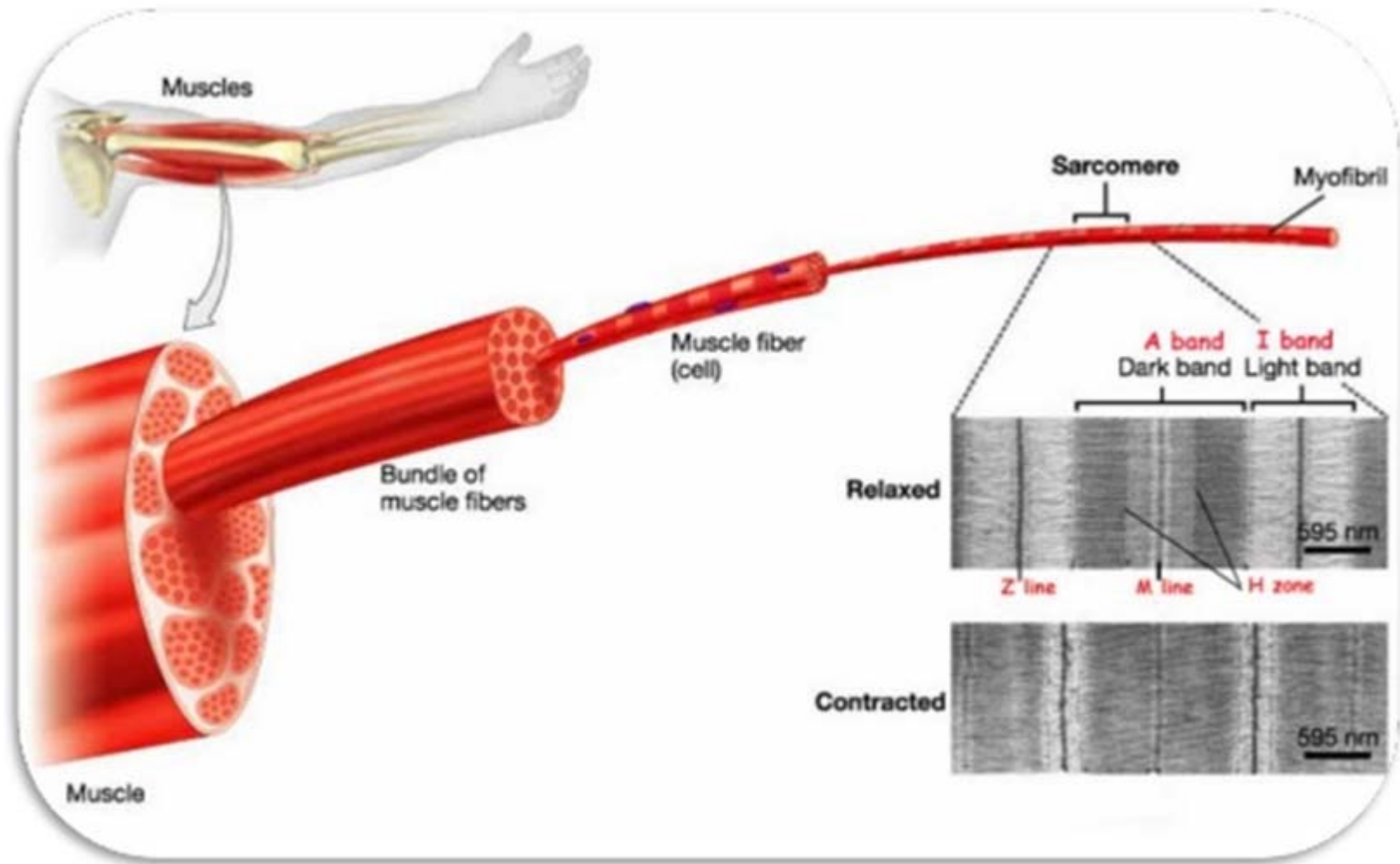
Glúteos: 87,5  $\mu\text{m}$

Lumbrical: 18,7  $\mu\text{m}$

**Longitud:**

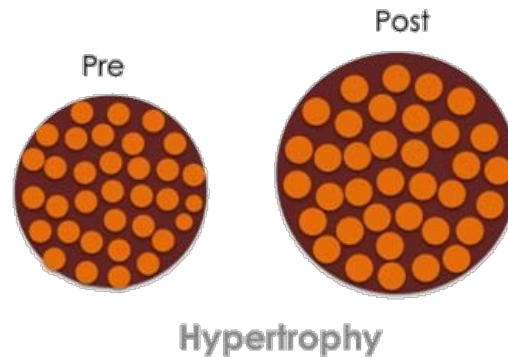
1-50 cm.

*Spielholz N, 1990*

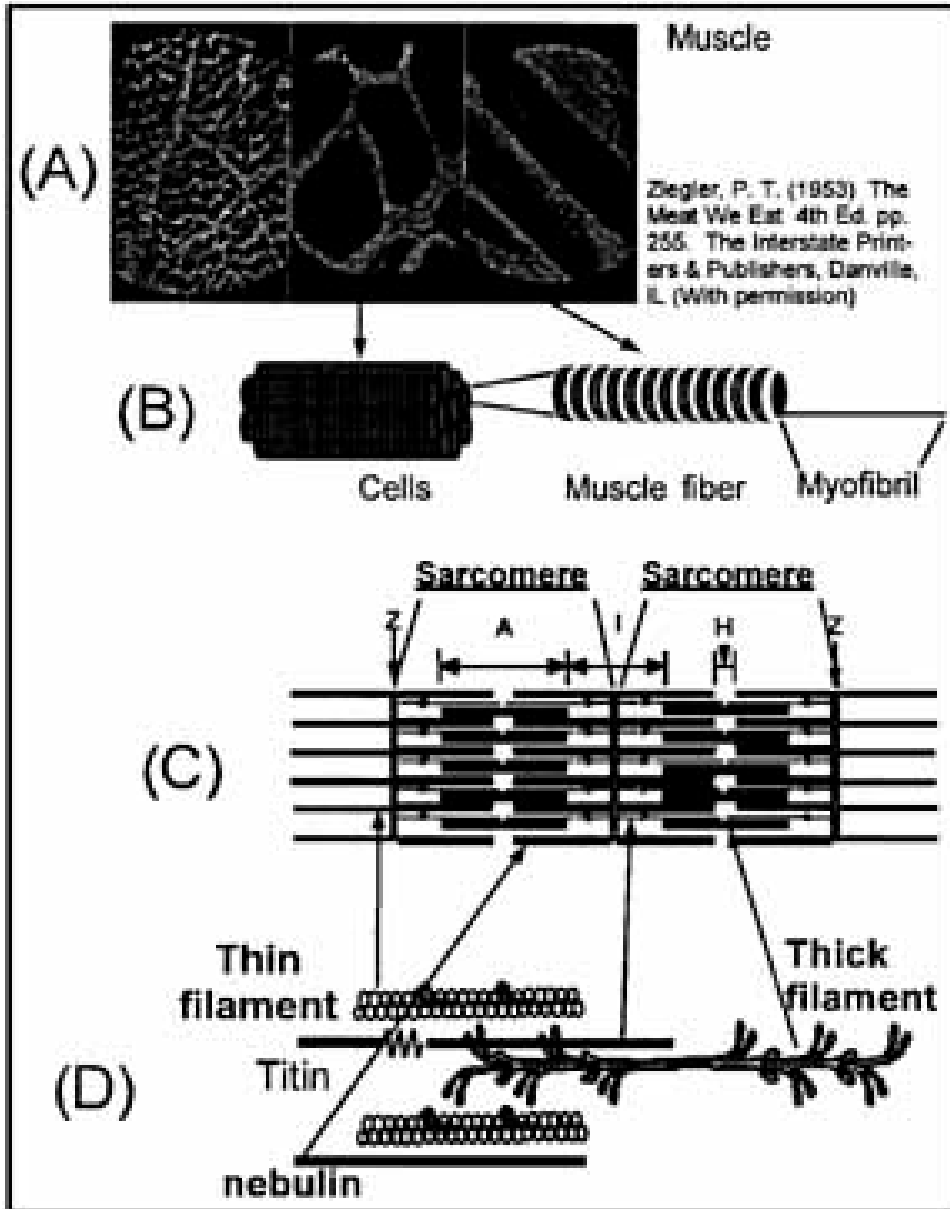


La arquitectura del músculo predice su rol funcional.

# AREA DE CORTE TRANVERSAL (cm<sup>2</sup>)



- ✓ Refleja la cantidad de proteína contráctil disponible para generar fuerza.
- ✓  $\Sigma$  del área de todas las fibras =  $F_{max}$



**Área corte transversal**

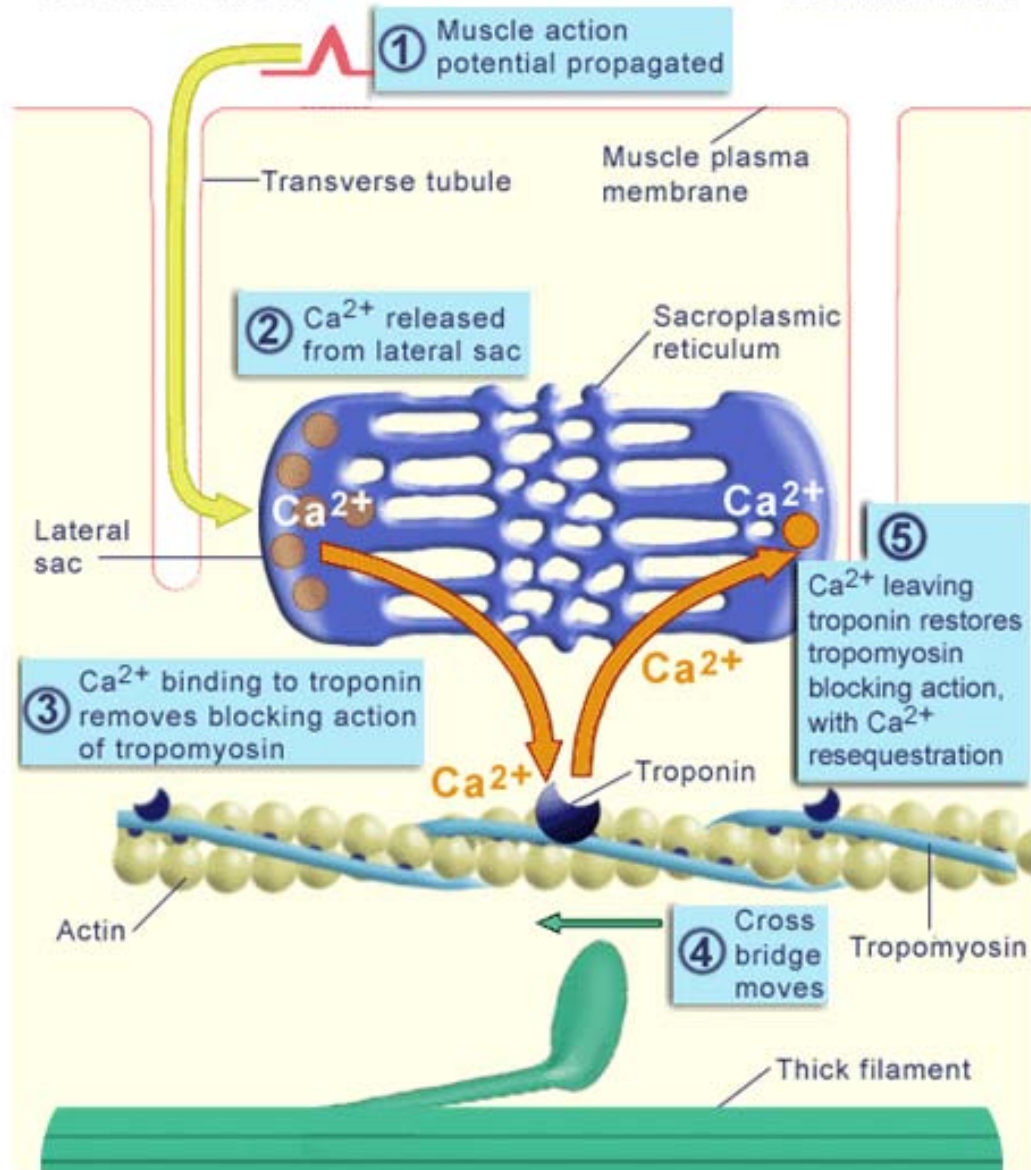
**Fibra muscular**

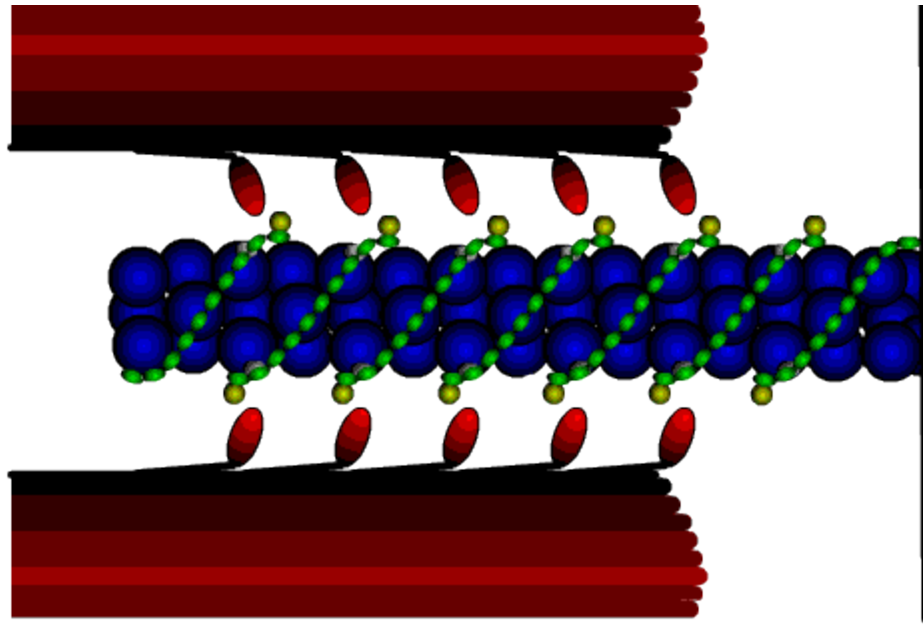
**Sárcomera**

**Filamentos delgados y gruesos**

# CONTRACTION

# RELAXATION

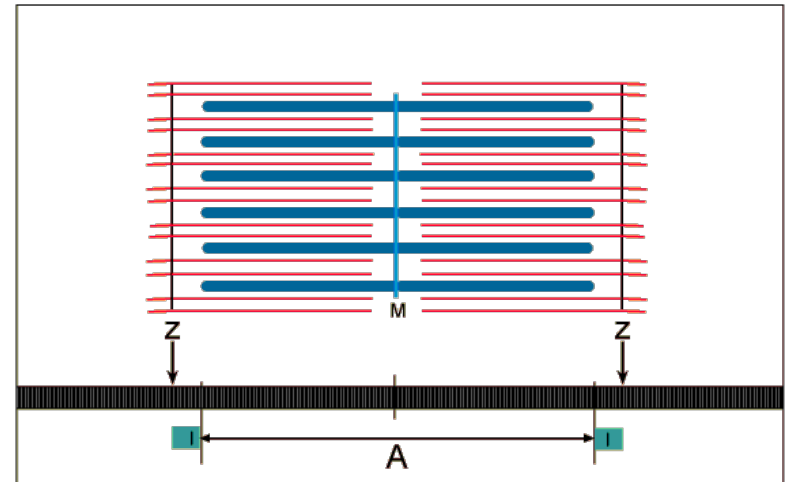
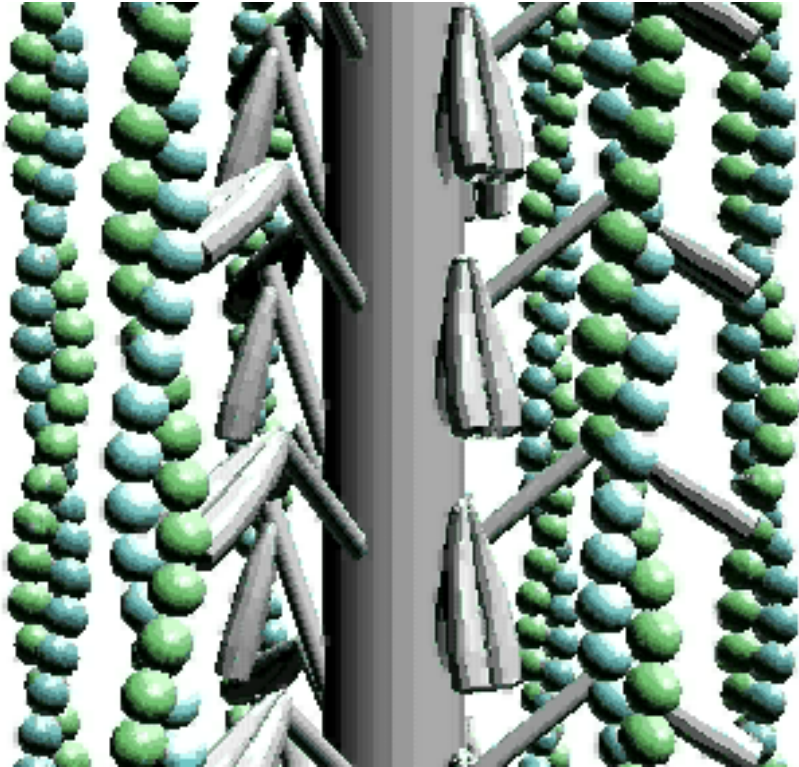




The action potential inhibits the calcium pumps, and calcium escapes from the sarcoplasmic reticulum.

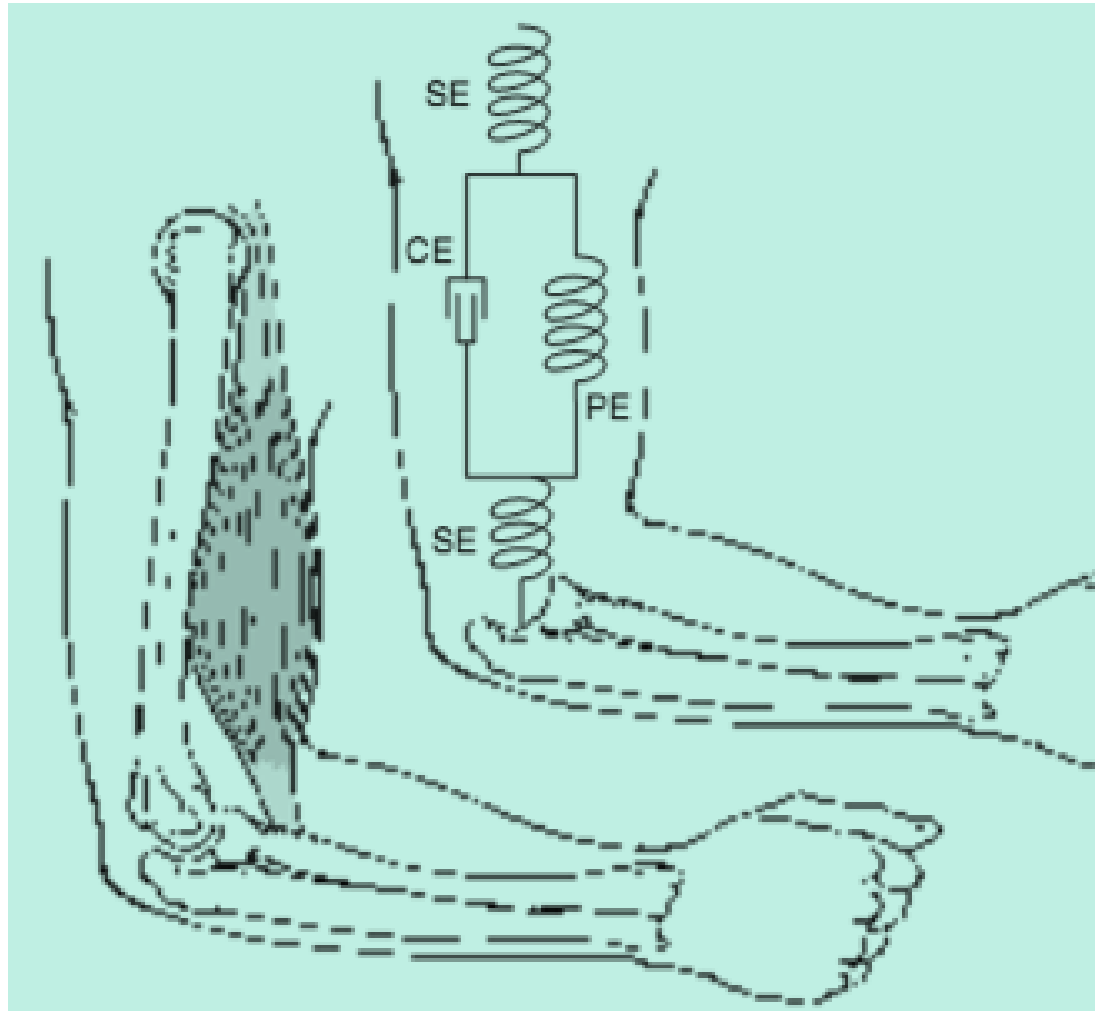


# PUENTES CRUZADOS

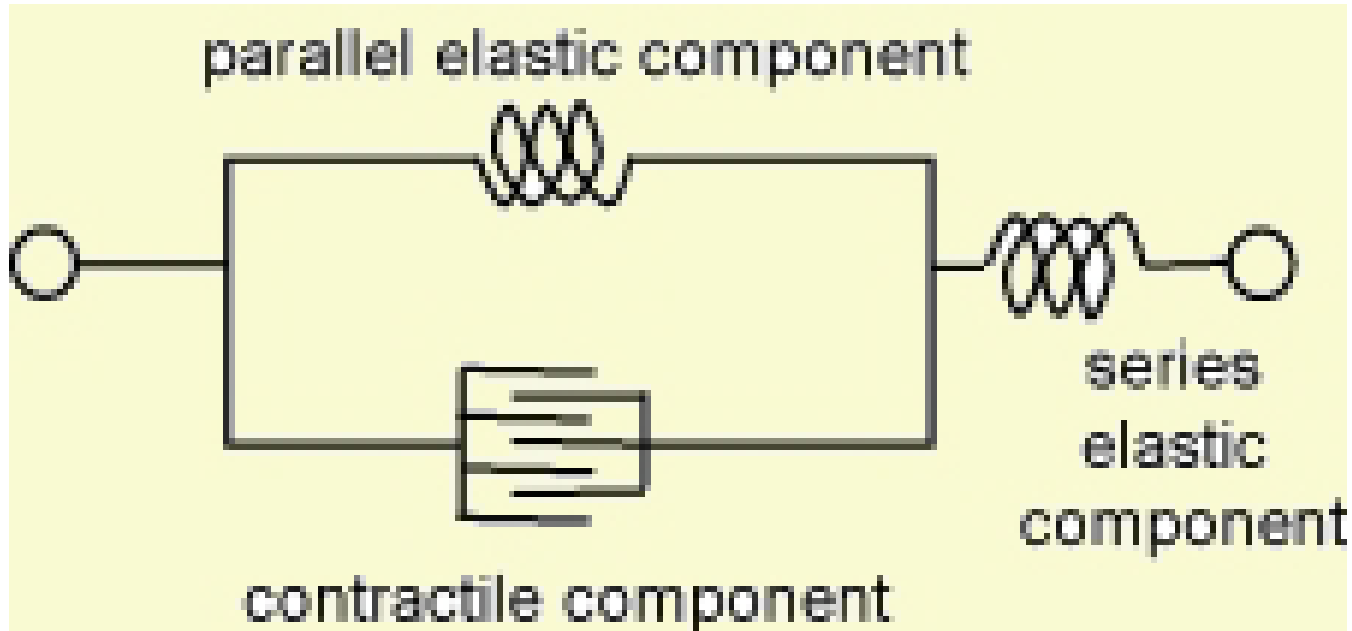


La fuerza se deriva de los puentes cruzados y es directamente proporcional.

## 2-RELACIÓN TENSION-LONGITUD

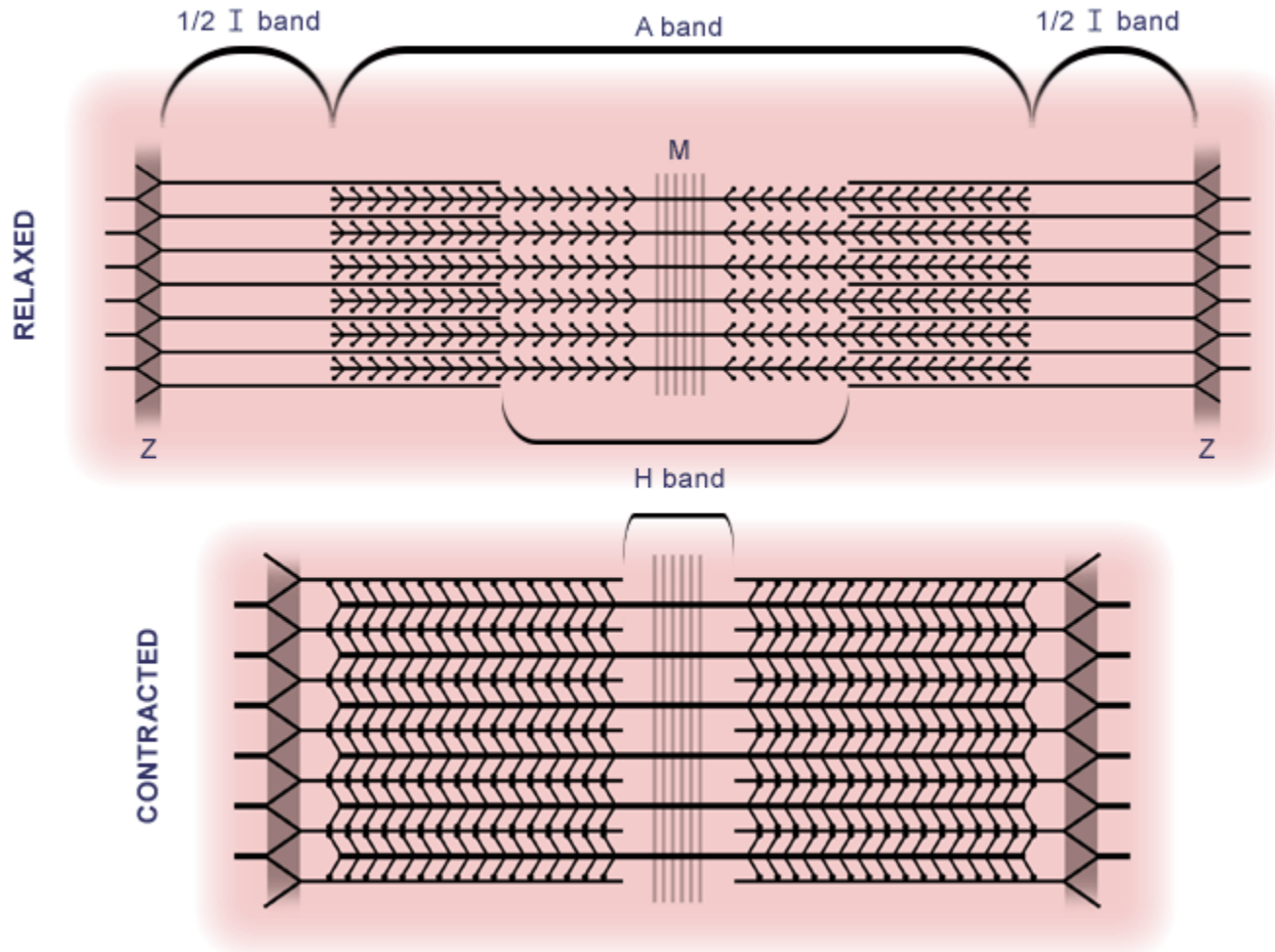


# Relación tensión-longitud

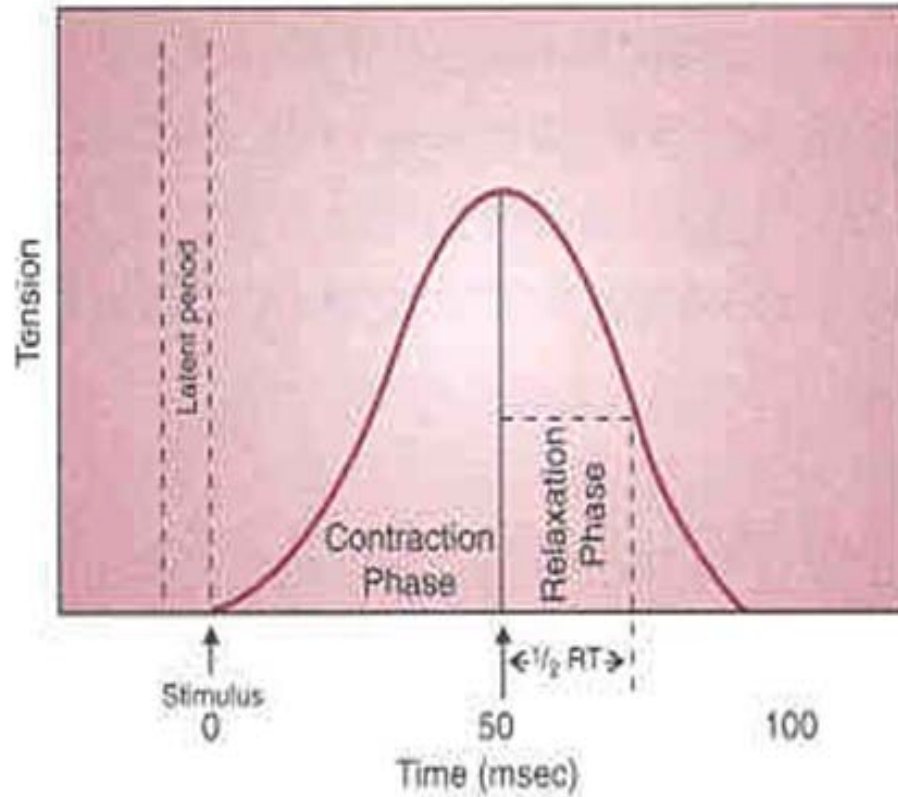


- **Componente contráctil:** puentes actina-miosina.
- **Componente elástico:** tejido conectivo músculo y el tendón.

# Contracción vs Relajación

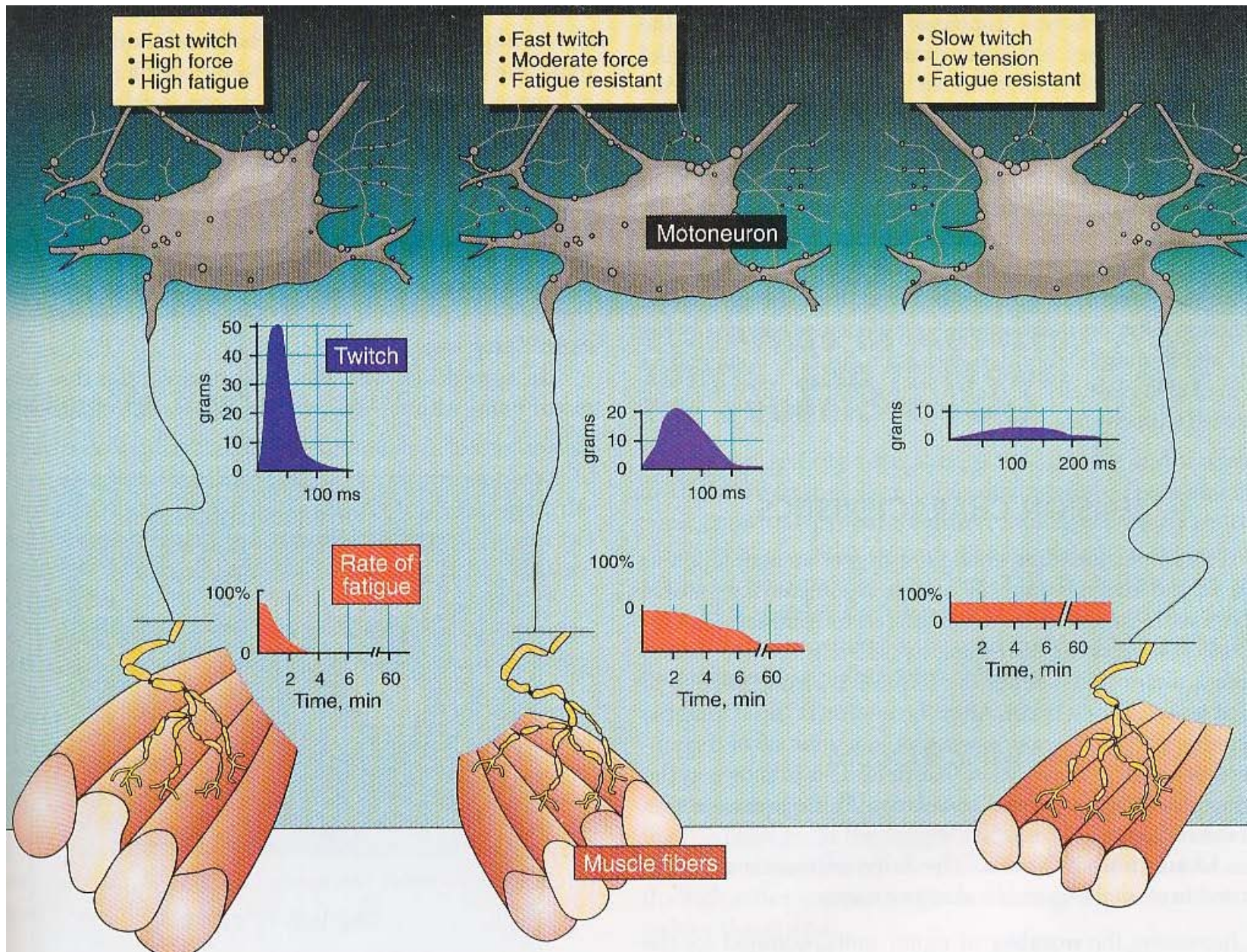


# Contracción vs Relajación



*Hamill J, Knutzen K, 2009*

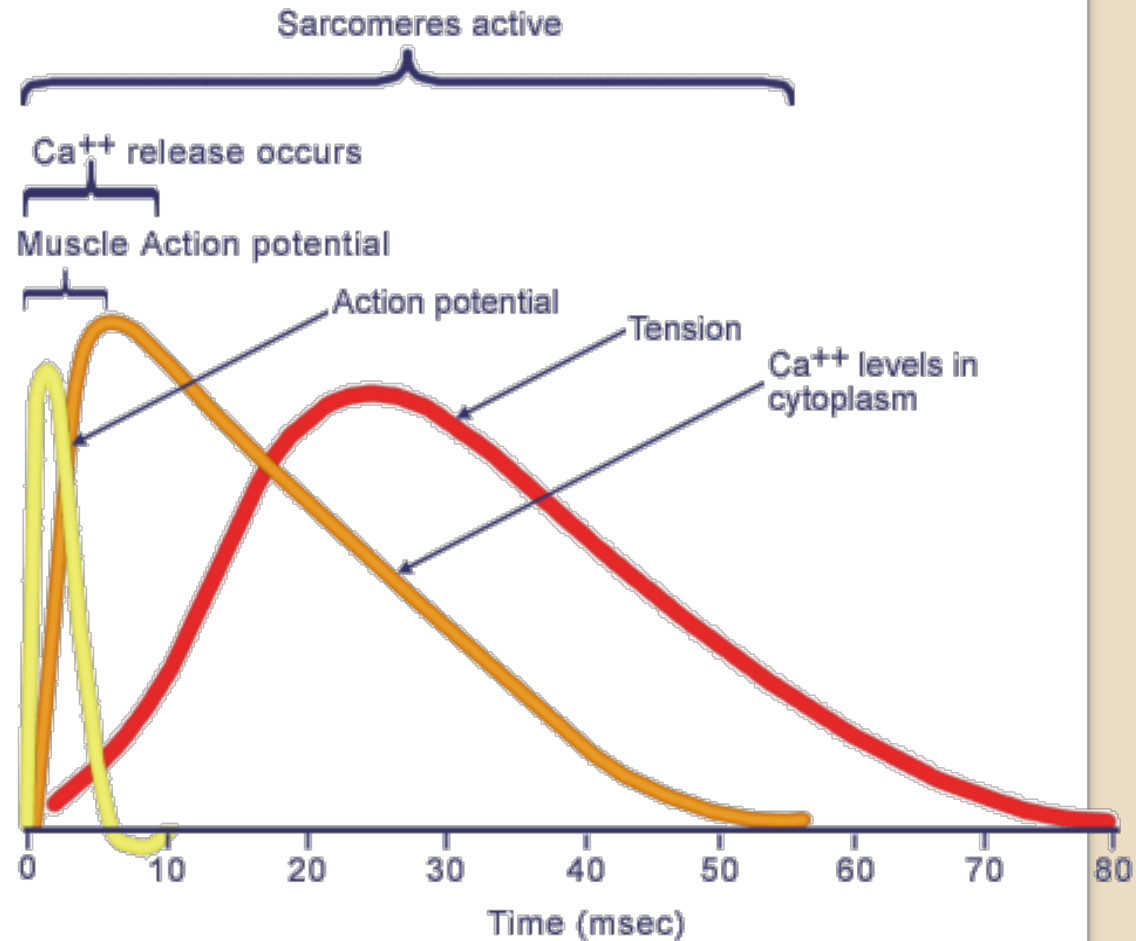




# TIPO DE FIBRA MUSCULAR

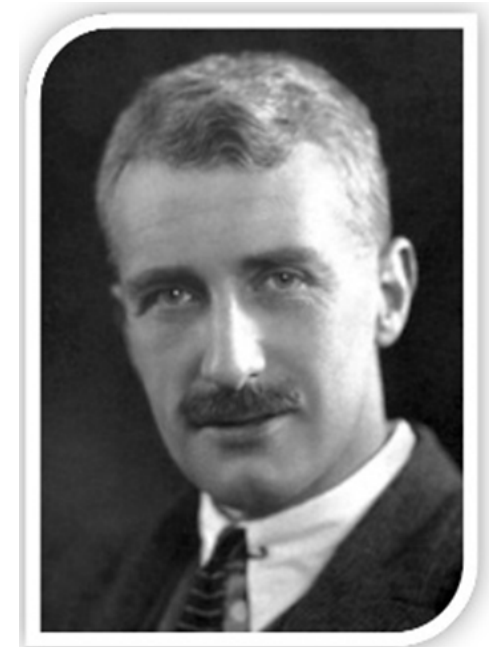
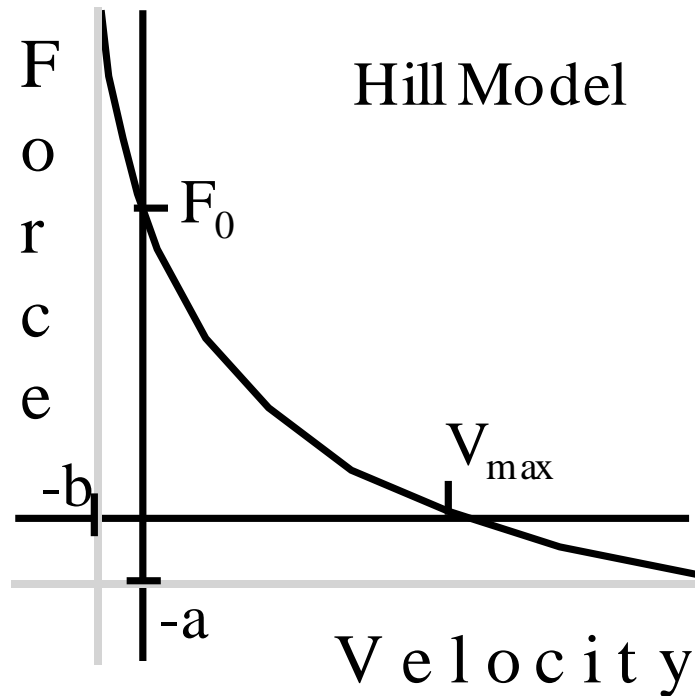
➤ Fibras rápidas:  
10 msec y se relajan rápido.

➤ Fibras lentas:  
80 msec.





# 3-RELACIÓN FUERZA-VELOCIDAD

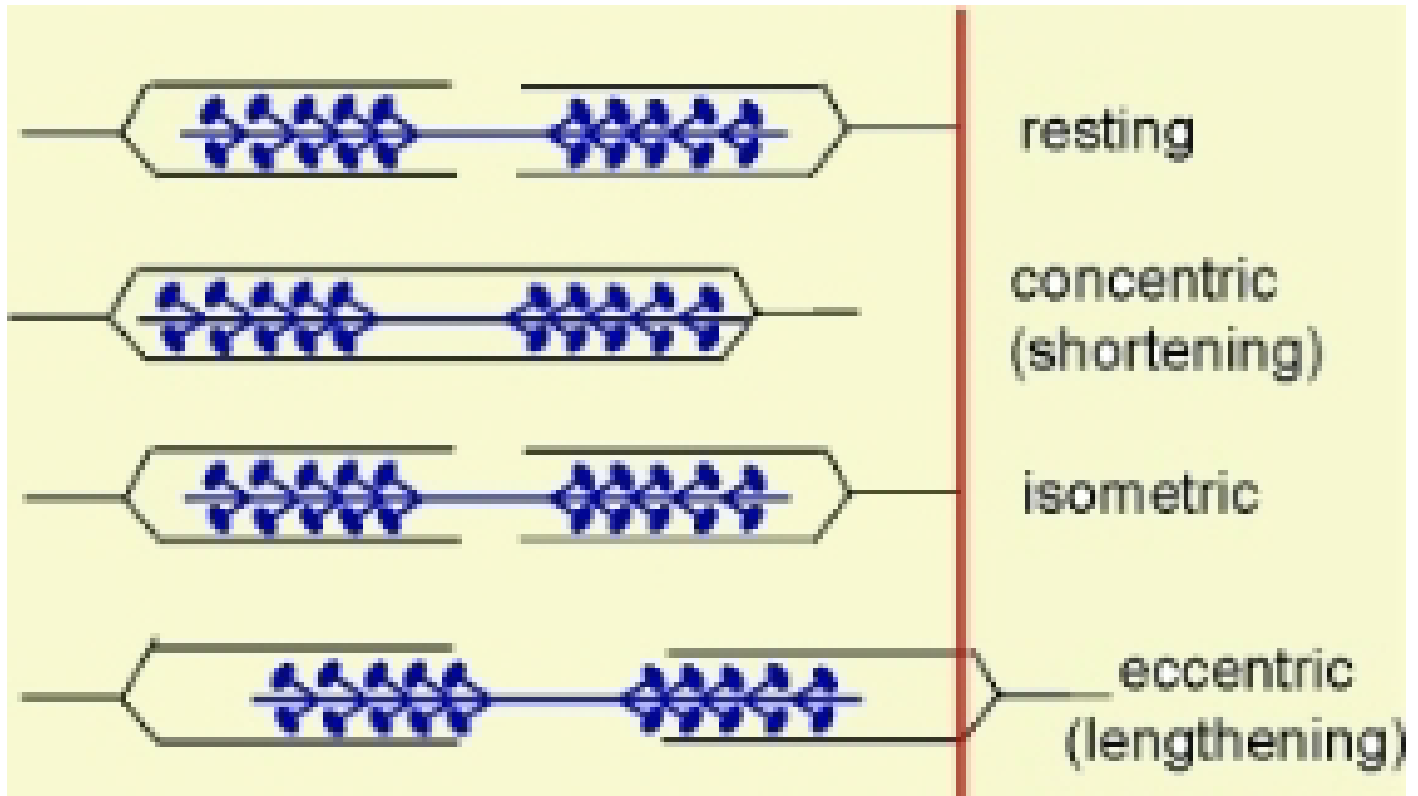


**Archibald Hill**  
1886 – 1977

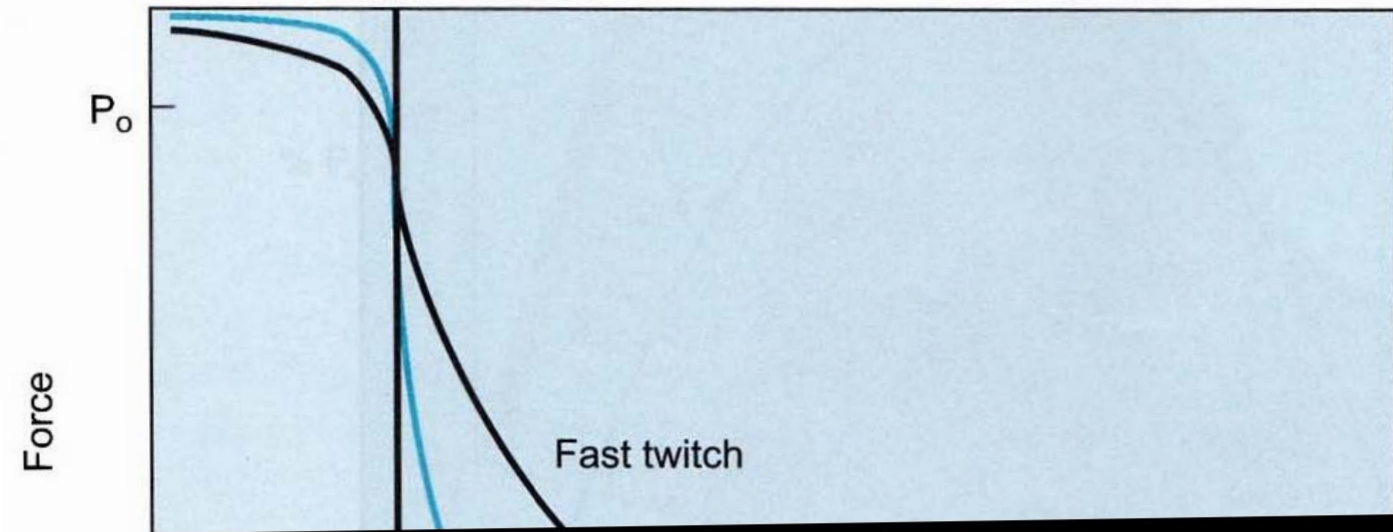
- $(F + a)v = b(F_0 - F)$
- $a$  y  $b$  son constantes,  
 $F_0$  fuerza máxima,  $F$  fuerza, y  $v$  velocidad.



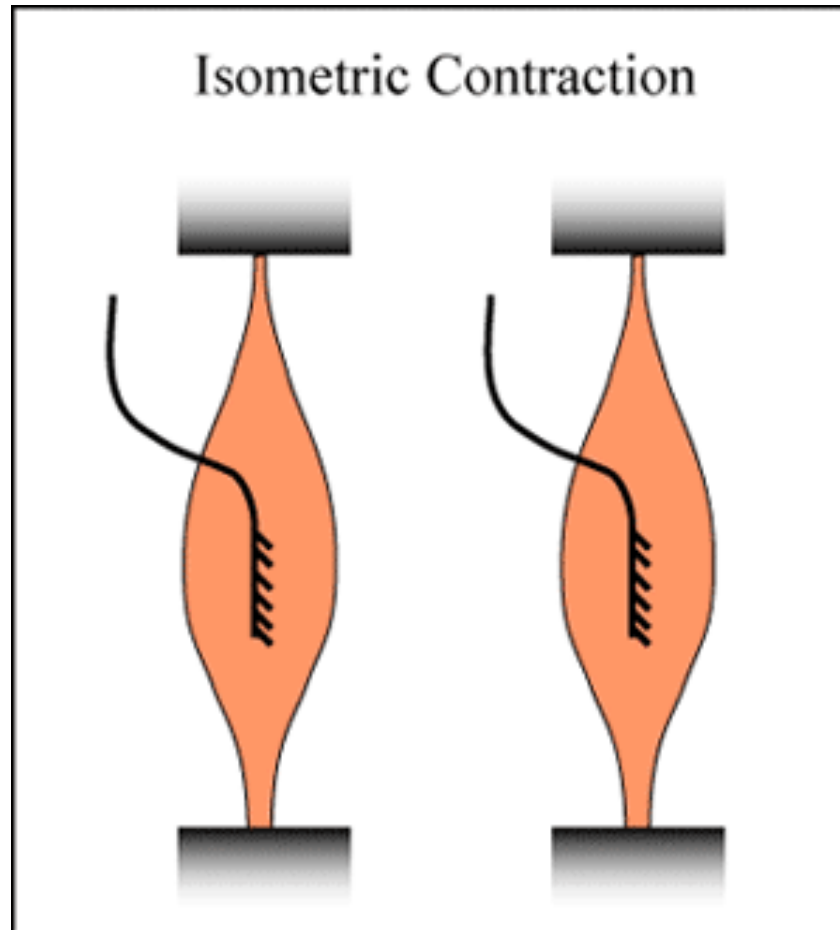
# Relación fuerza-velocidad



# Relación fuerza-velocidad

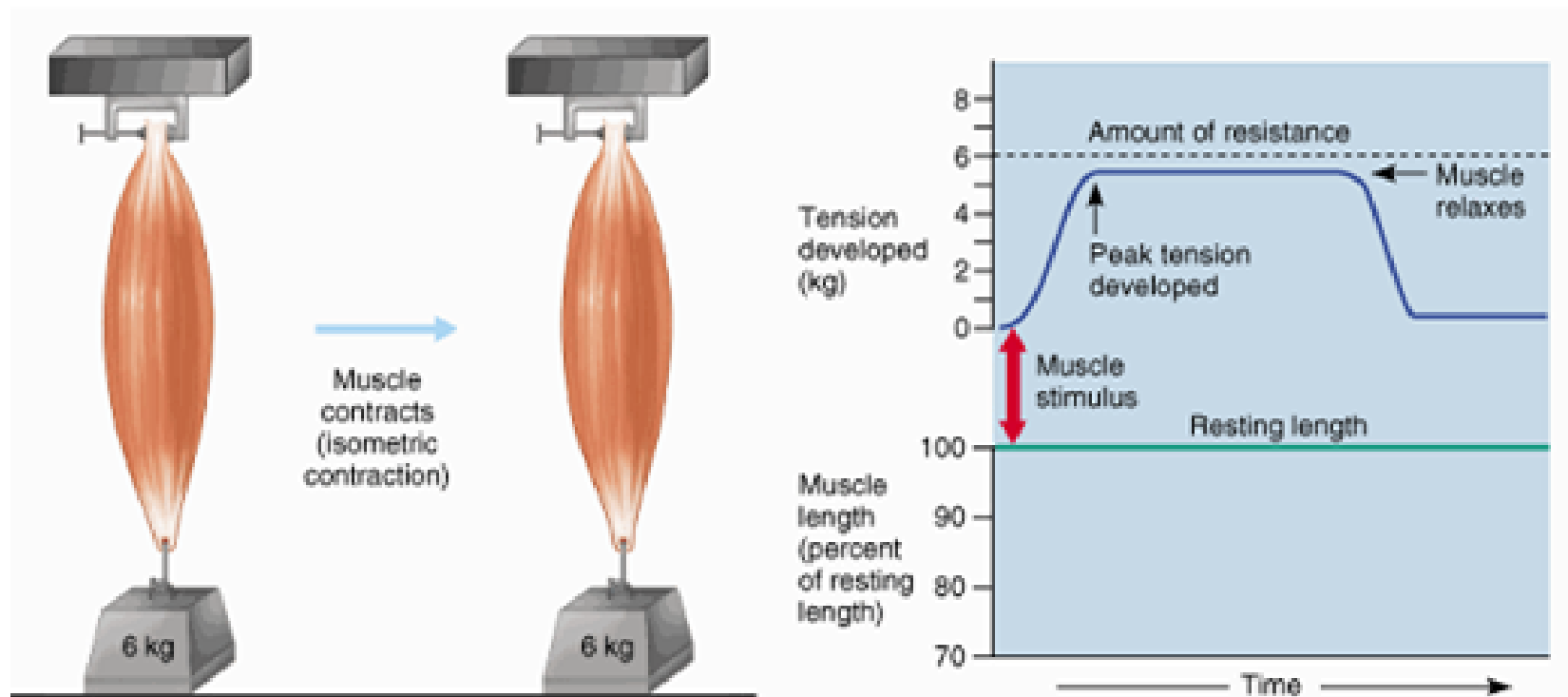


# Contracción isométrica

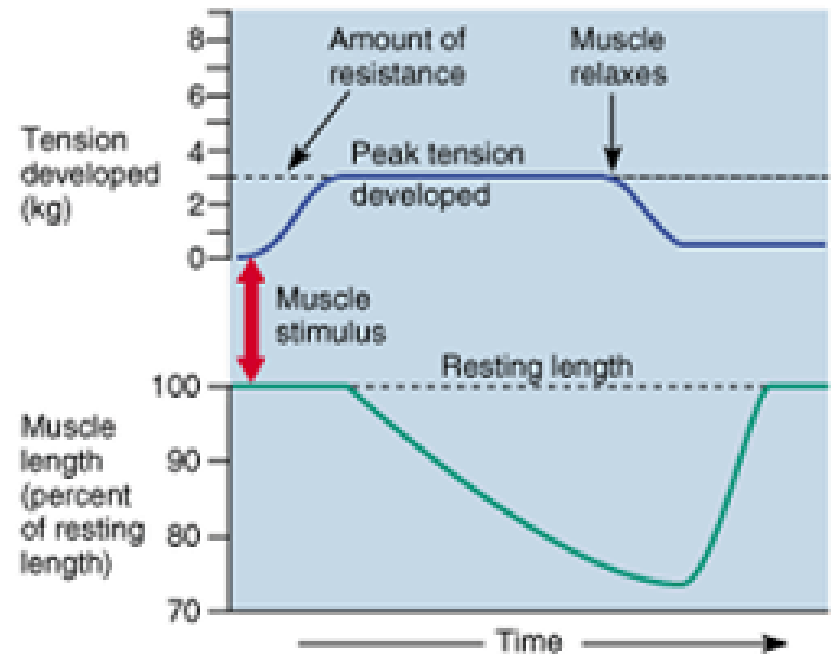
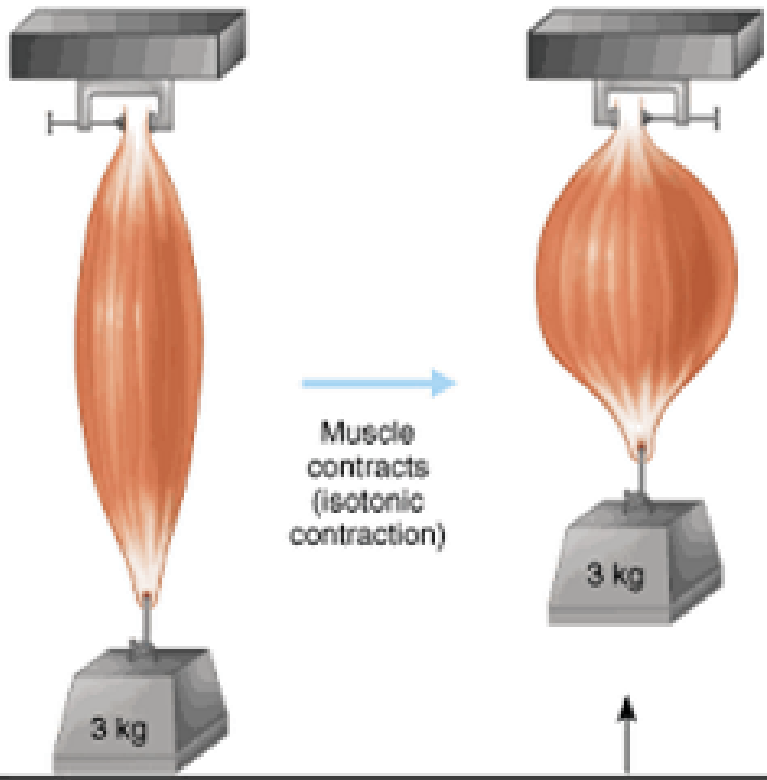


# Contracción isométrica

- No hay cambios en la longitud
- La fuerza contráctil es igual a la resistencia.
- Las fuerzas internas son iguales a las externas.

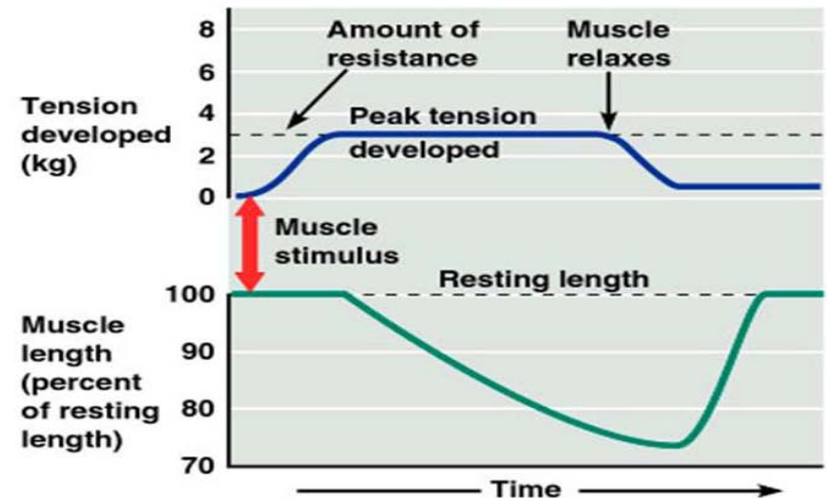
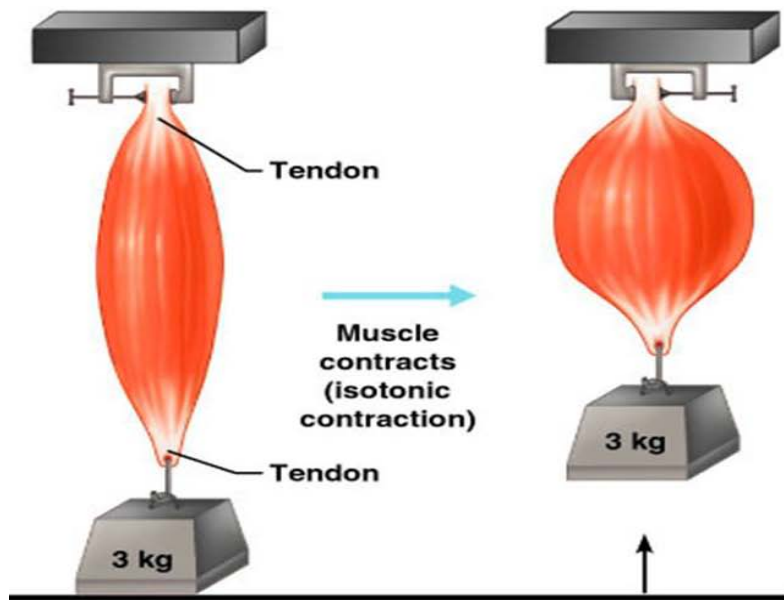


# Contracción isotónica

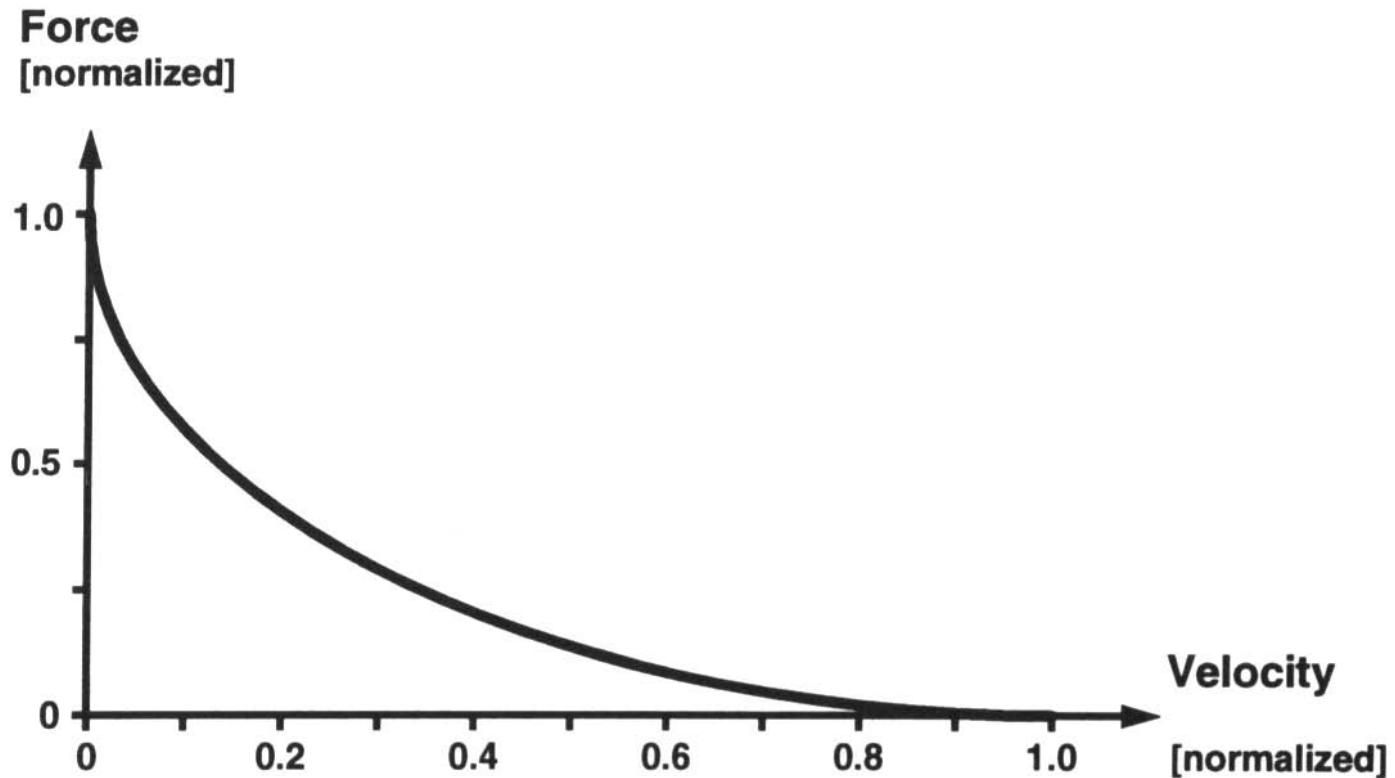


# Contracción concéntrica

- El músculo se acorta.
- La fuerza contráctil es mayor que la resistencia.
- Las fuerzas generadas dentro del músculo son mayores que las fuerzas externas.



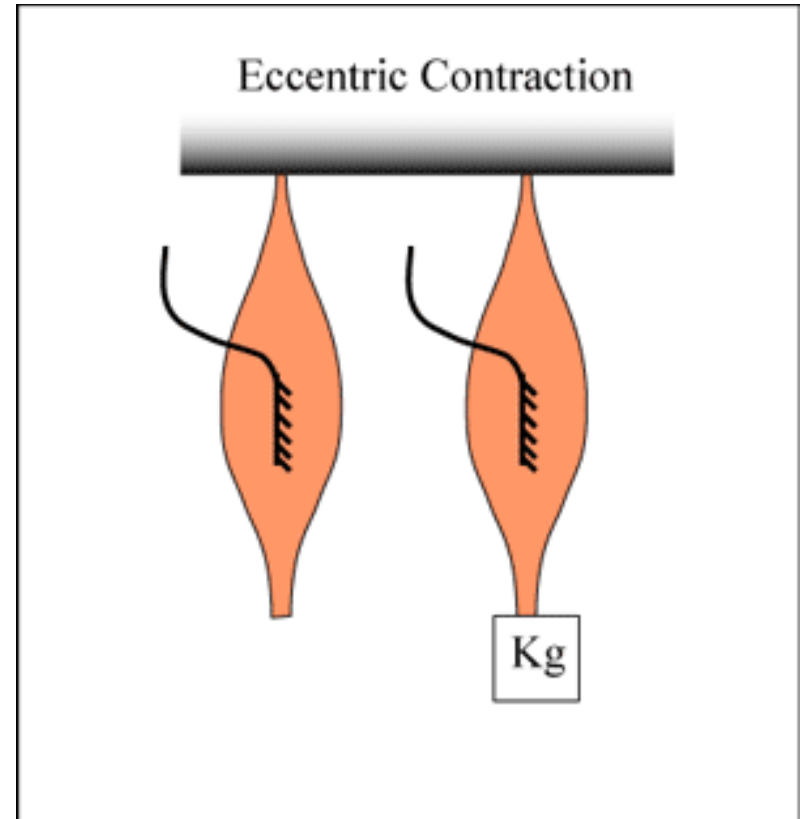
# Contracción concéntrica



- Relación inversa entre fuerza y velocidad.

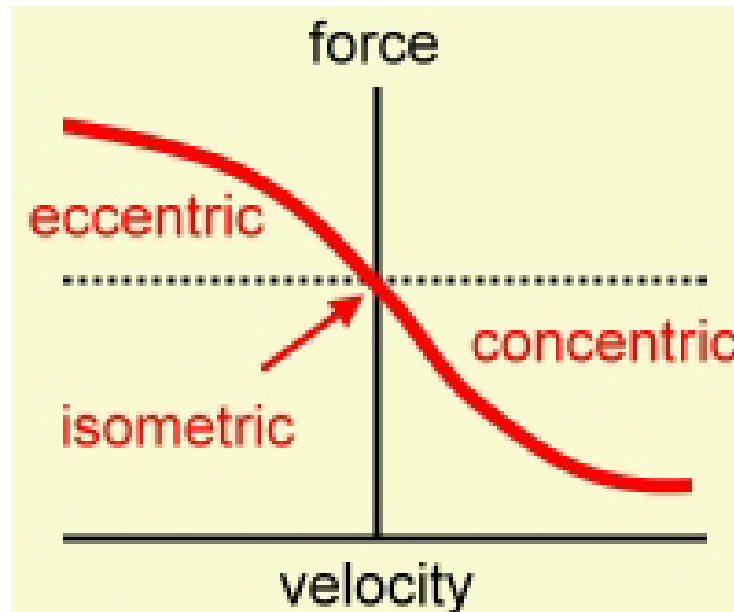
# Contracción excéntrica

- La acción muscular genera tensión en alargamiento.
- La fuerza contráctil es menor que la resistencia.
- Las fuerzas internas generadas en el músculo son menores que las fuerzas externas.



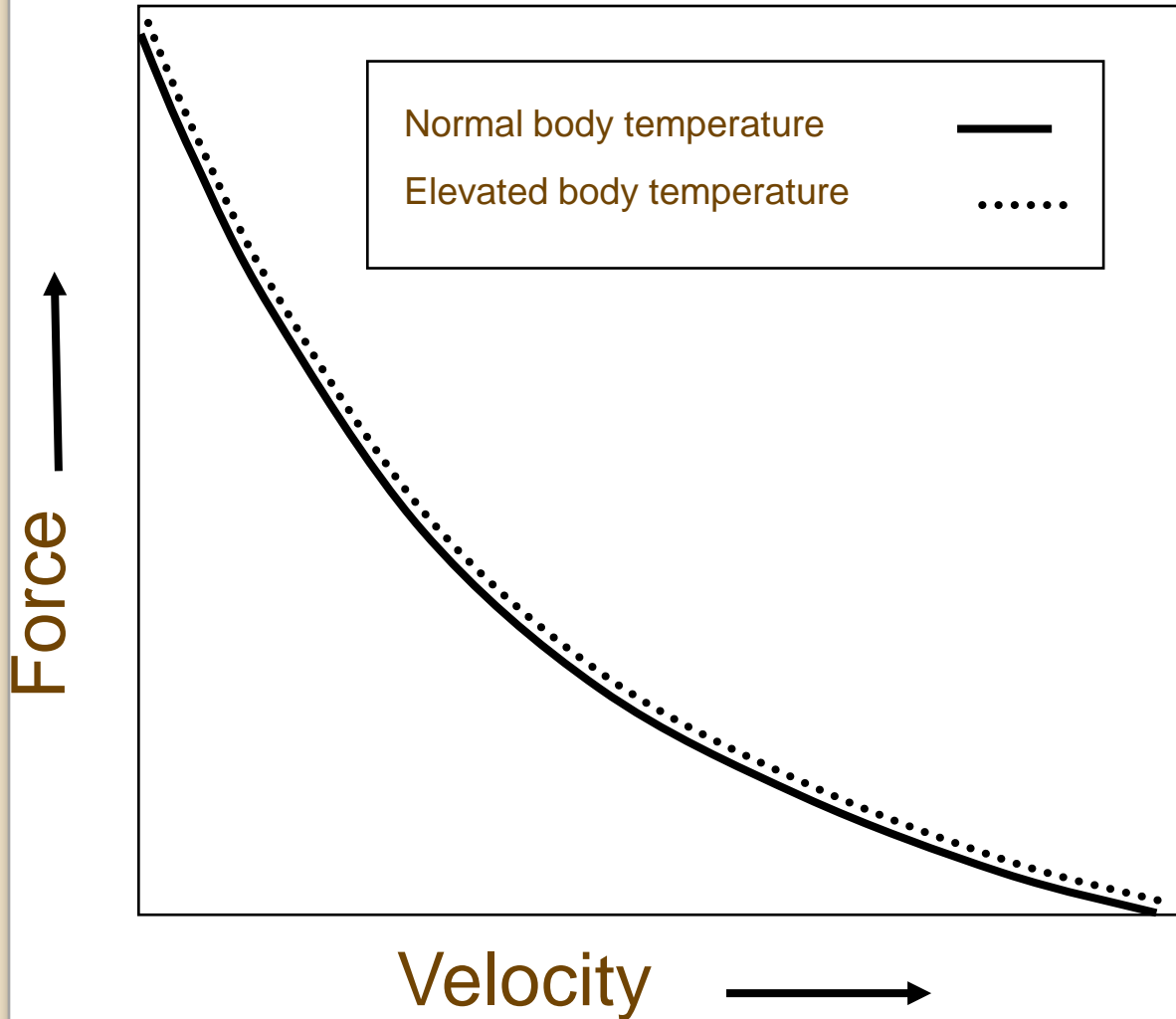


# Relación fuerza-velocidad



- La fuerza disminuye y la velocidad aumenta: **concéntrica**
- La fuerza aumenta y la velocidad disminuye: **excéntrica**
- La fuerza = 0 en la contracción **isométrica**

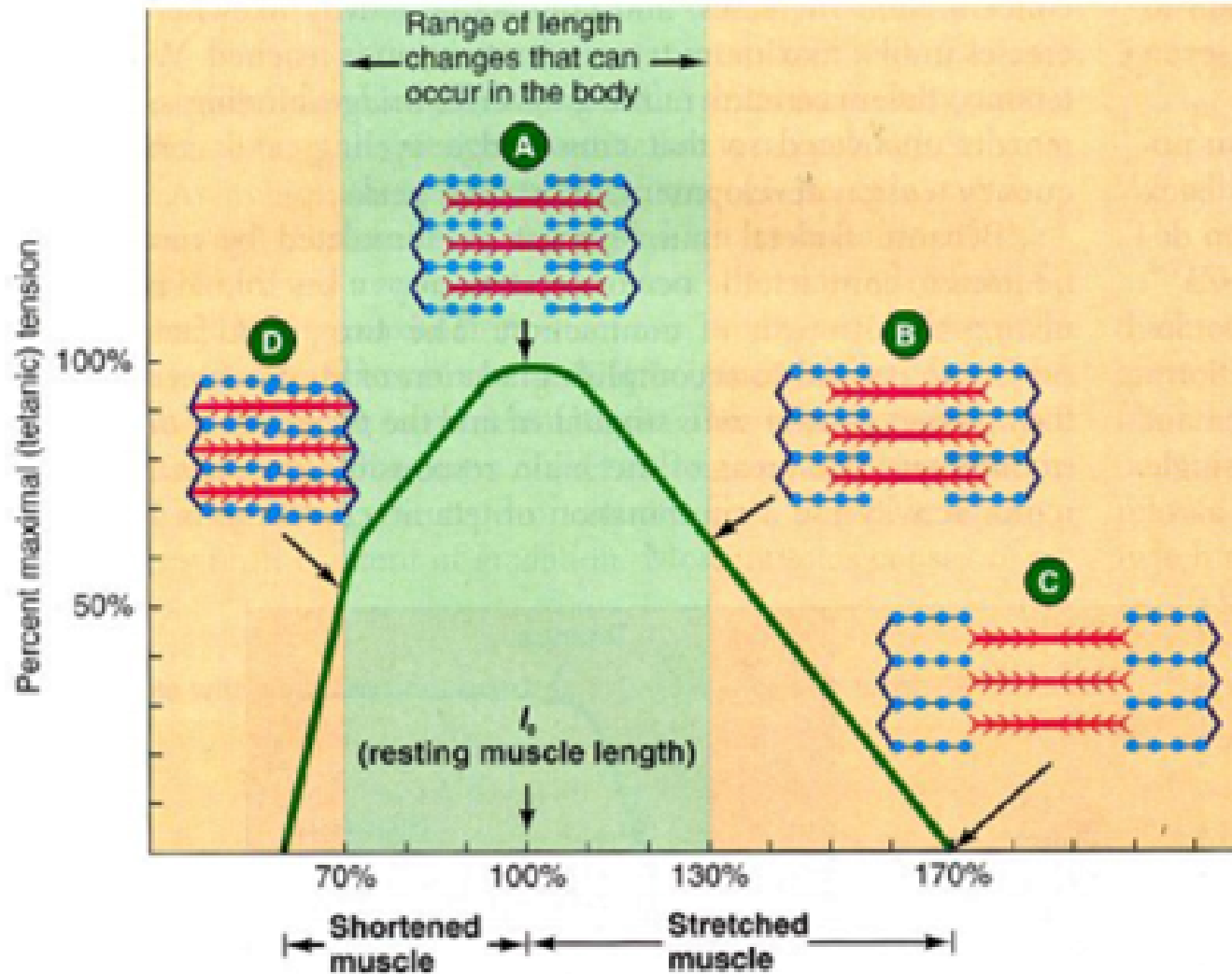
# Relación fuerza-velocidad



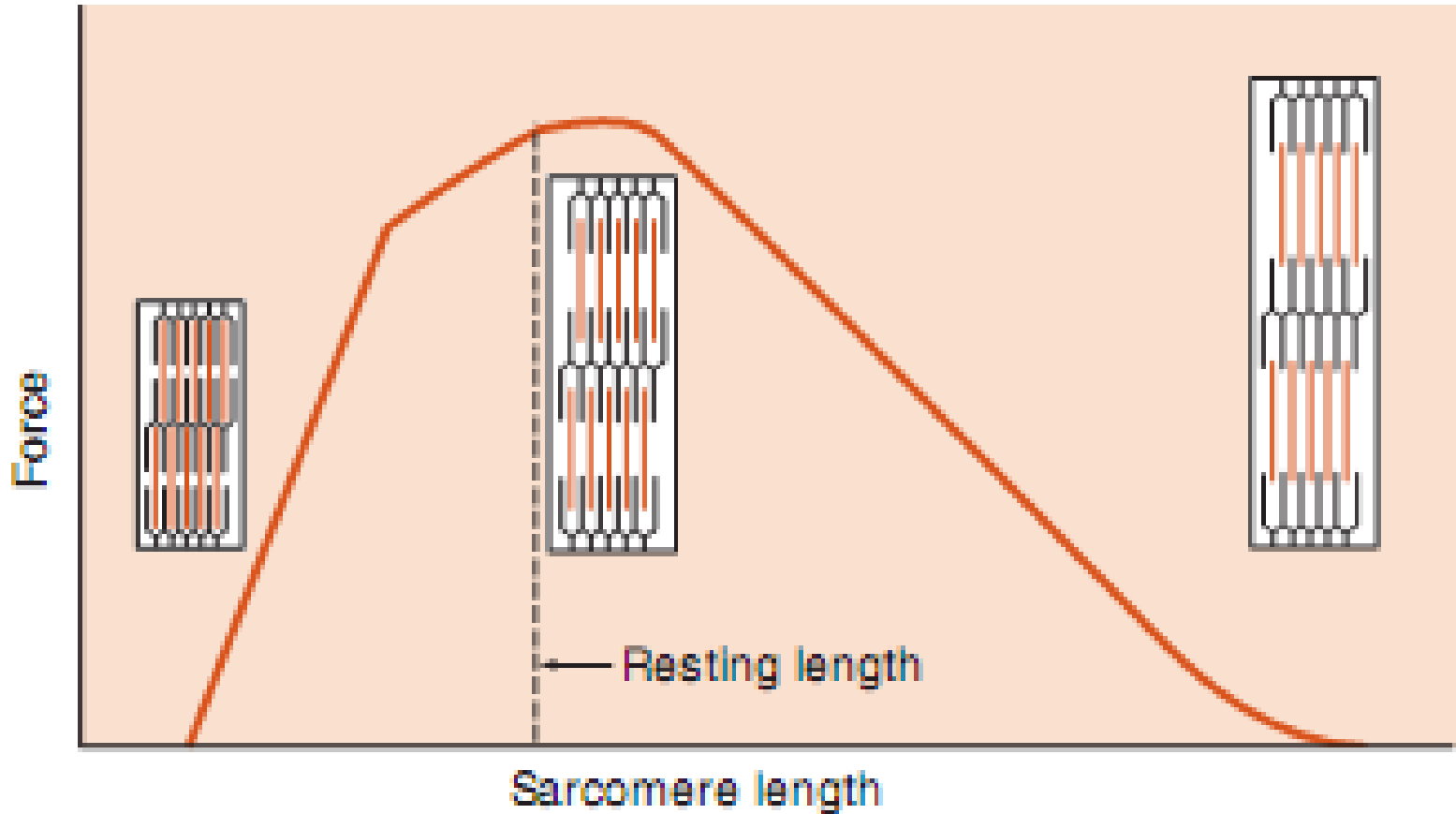
T aumenta →  
curva F-V

La función  
muscular es  
mas eficiente  
en 38,5° C.

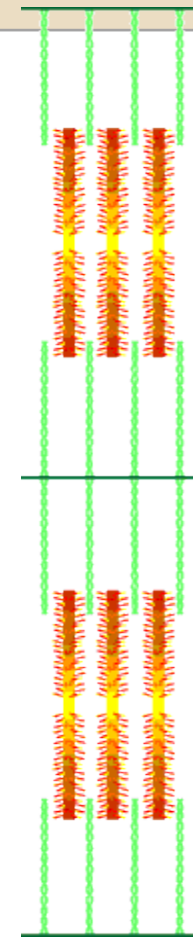
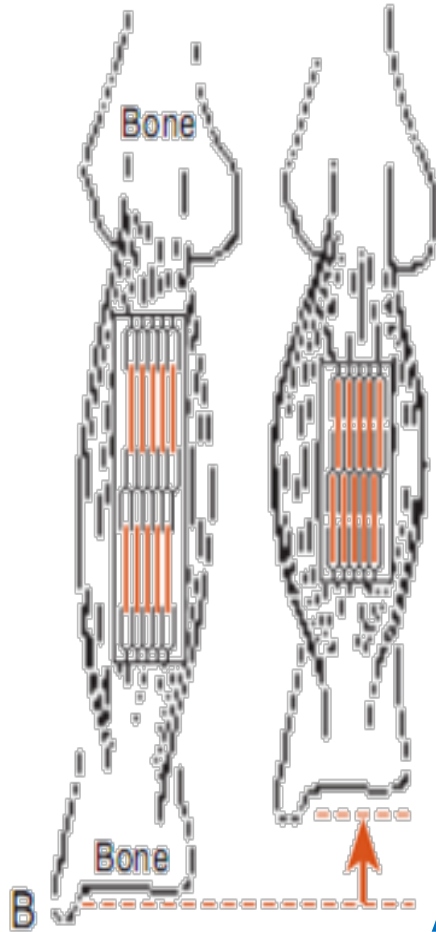
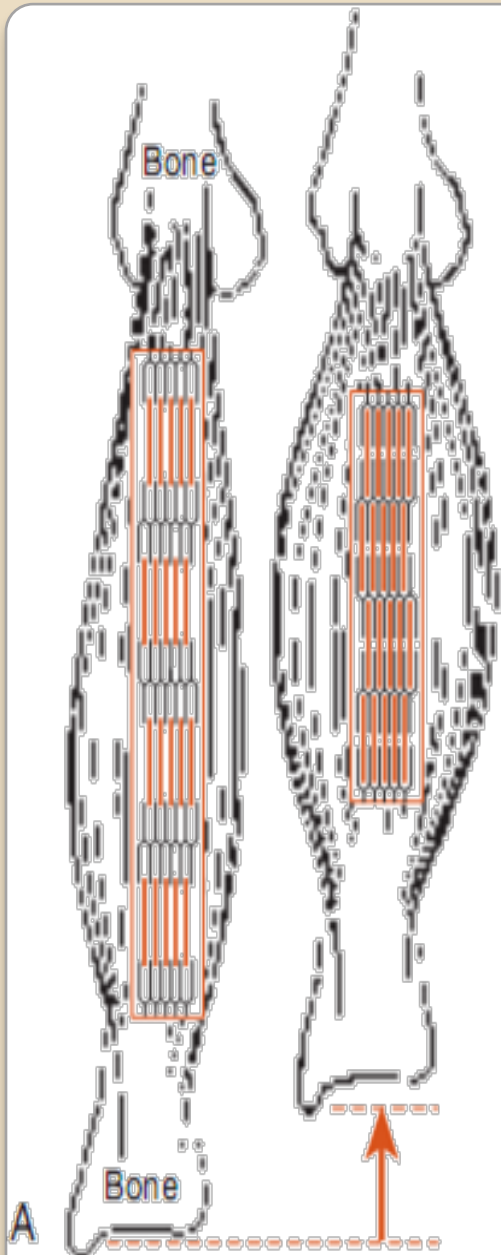
# PROPIEDADES MECÁNICAS



# 4. RELACIÓN TENSIÓN-LONGITUD

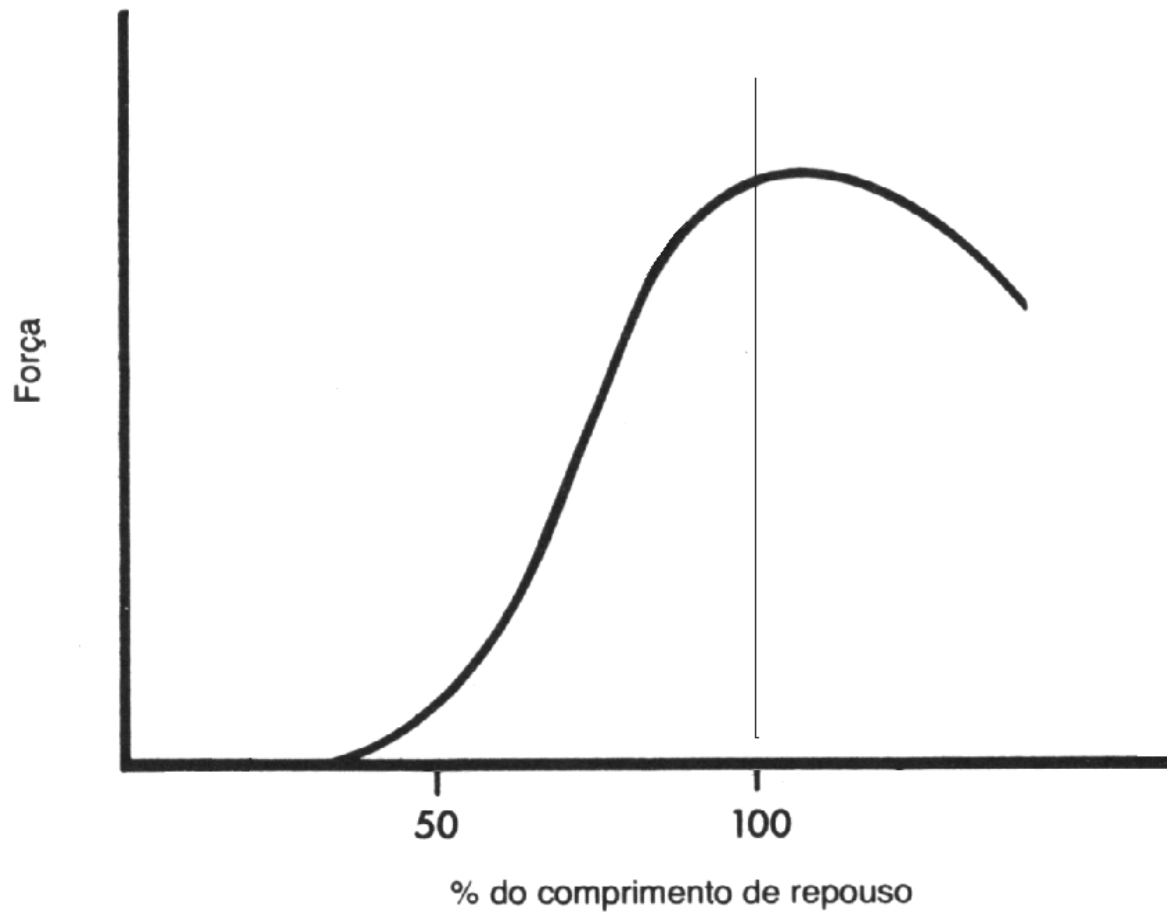


La longitud de la sarcómera influye en la producción de fuerza.

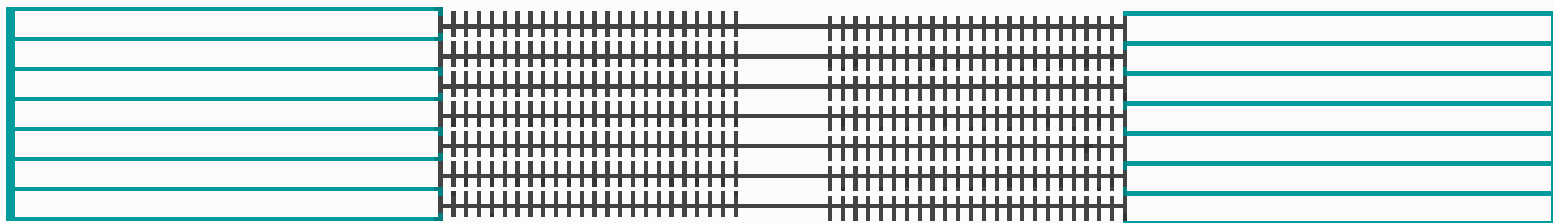
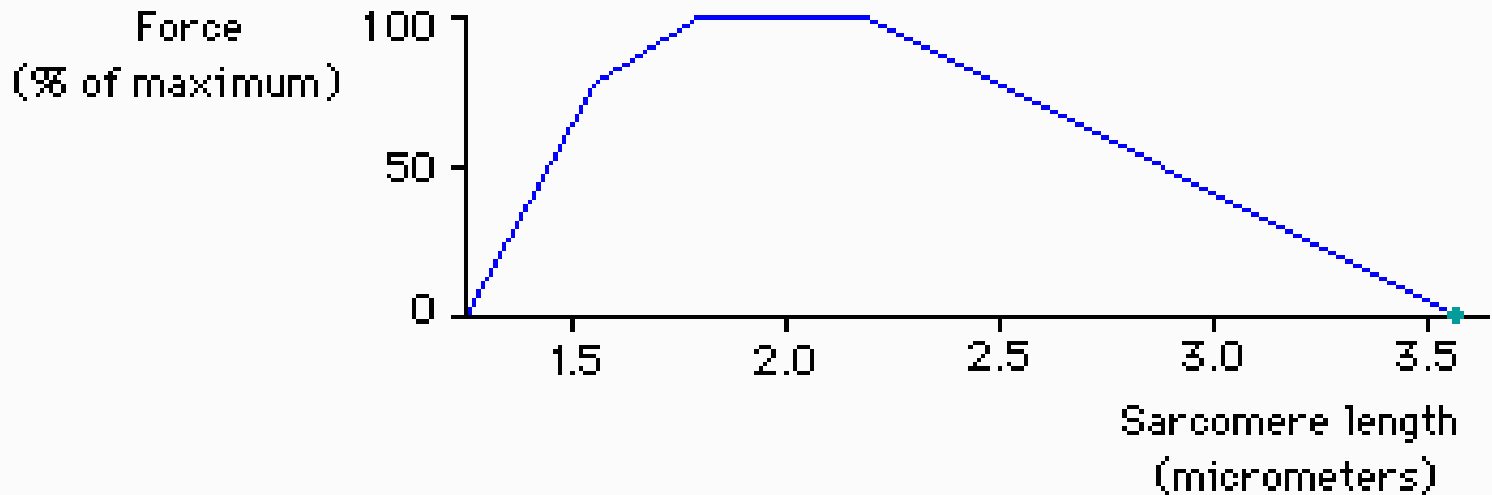


**Acortamiento:**  
 Es mayor, cuando el músculo tiene mas sarcómeras (A).

# Relación tensión-longitud

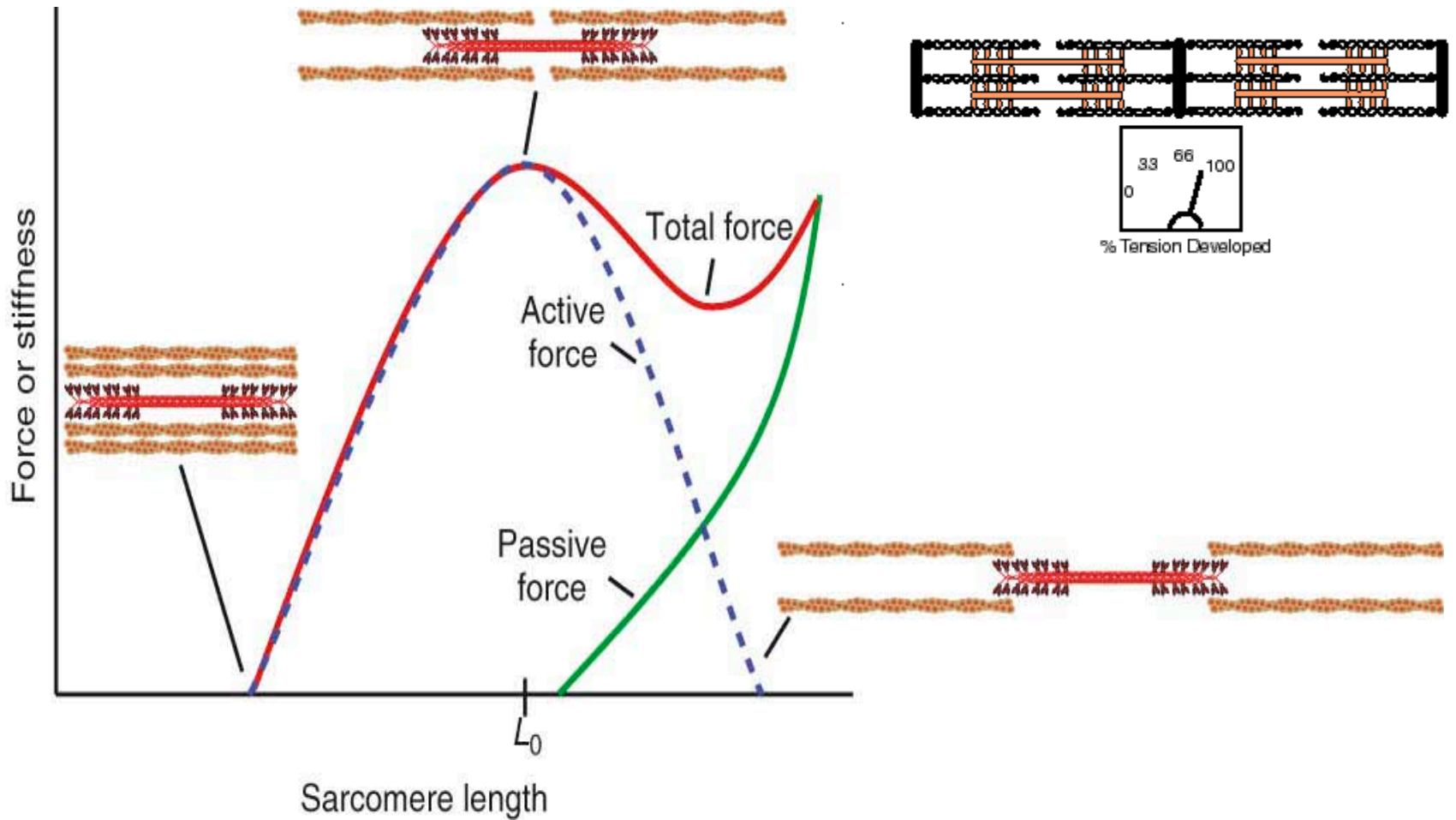


# Curva tensión-longitud



El pico de generación de fuerza ocurre cuando el músculo está levemente estirado.

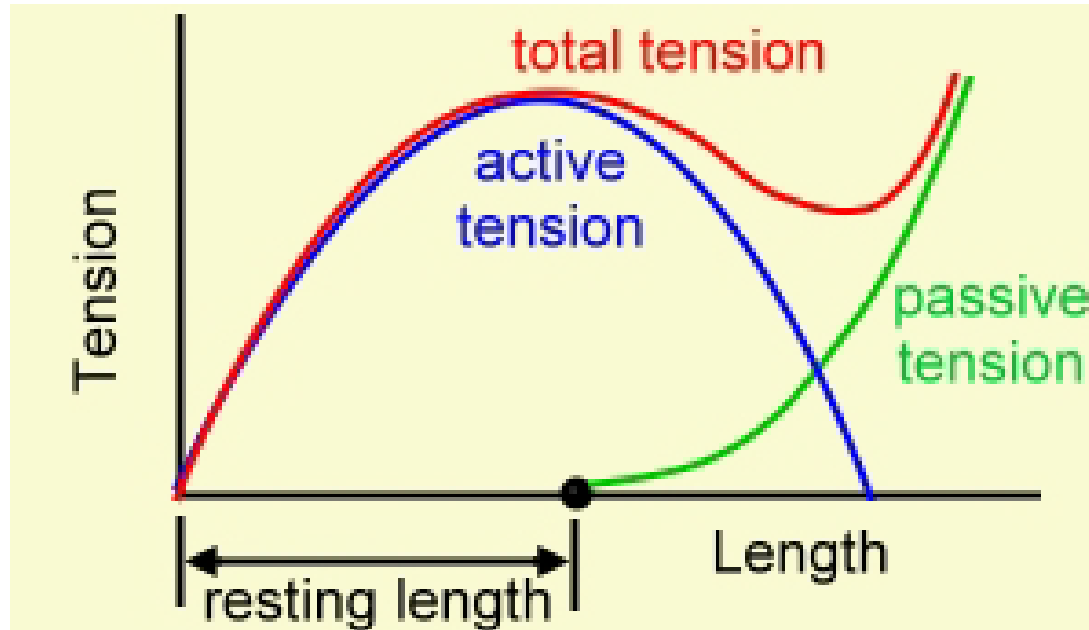
# Curva tensión-longitud



Leiber RL. Skeletal muscle structure, function, and plasticity.



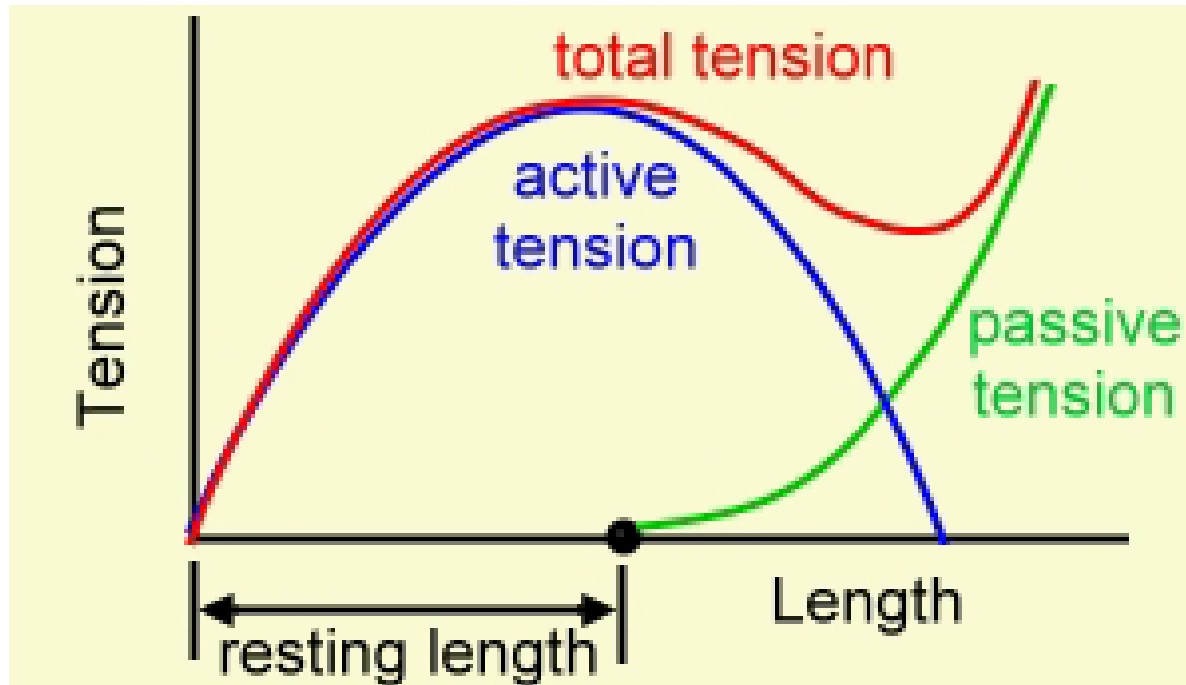
# Curva tensión-longitud



## Tensión activa

- Longitud reposo sarcómera: mayor número de puentes cruzados y mayor fuerza.
- Pico curva activa: longitud de reposo

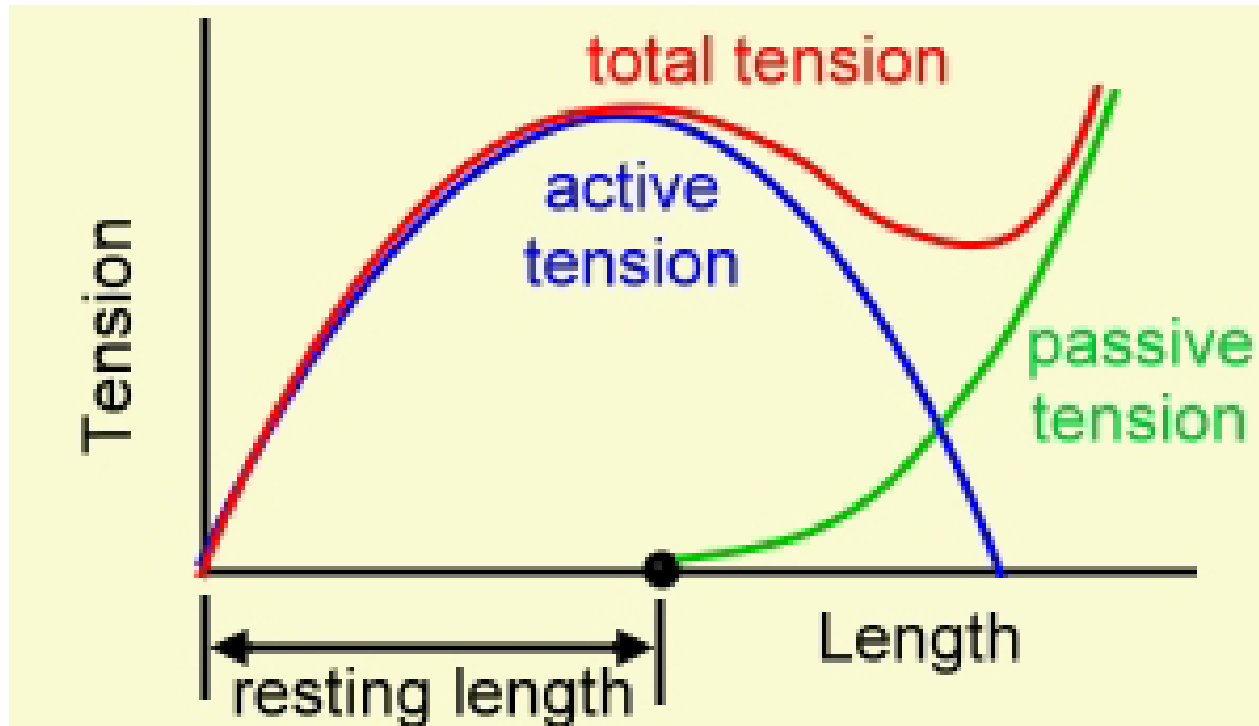
# Curva tensión-longitud



## Tensión pasiva

- Componentes elásticos en serie y paralelo se estiran
- Curva pasiva: tensión es exponencial

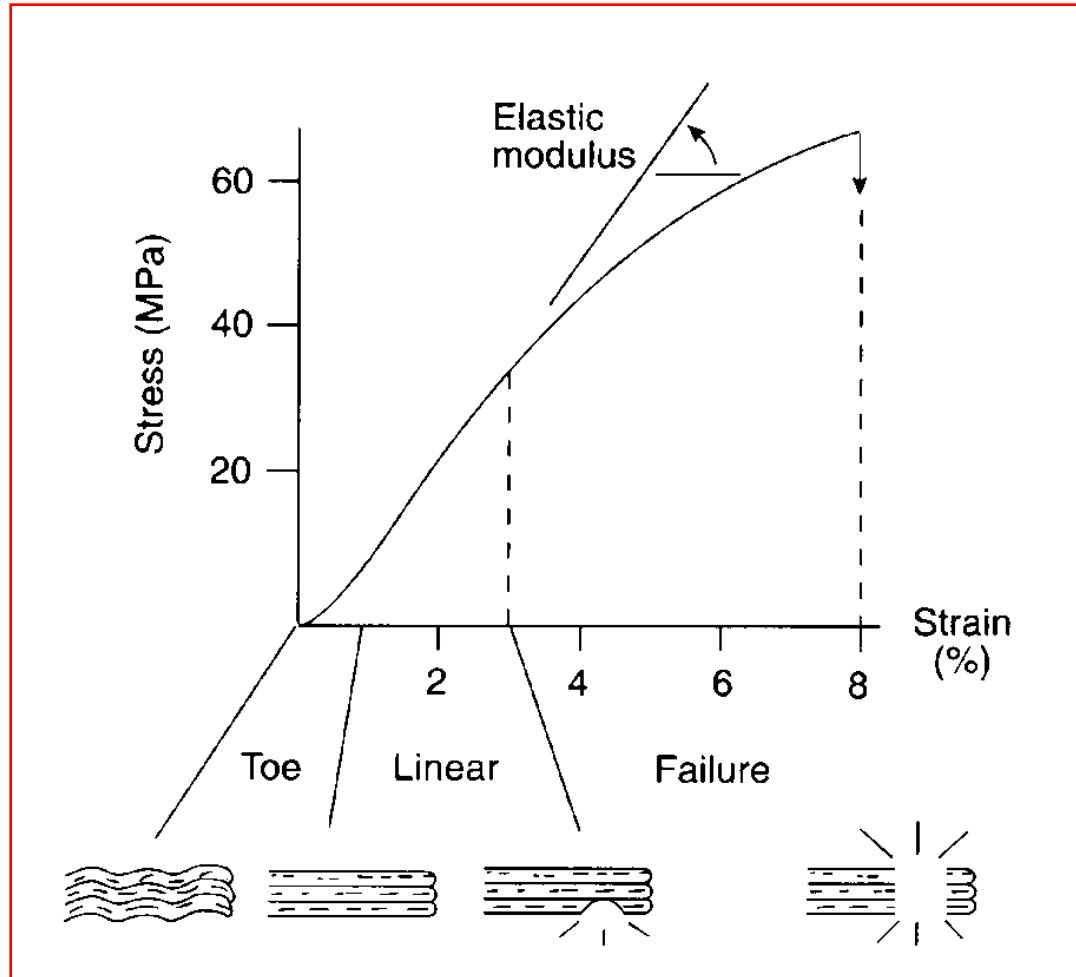
# Curva tensión-longitud



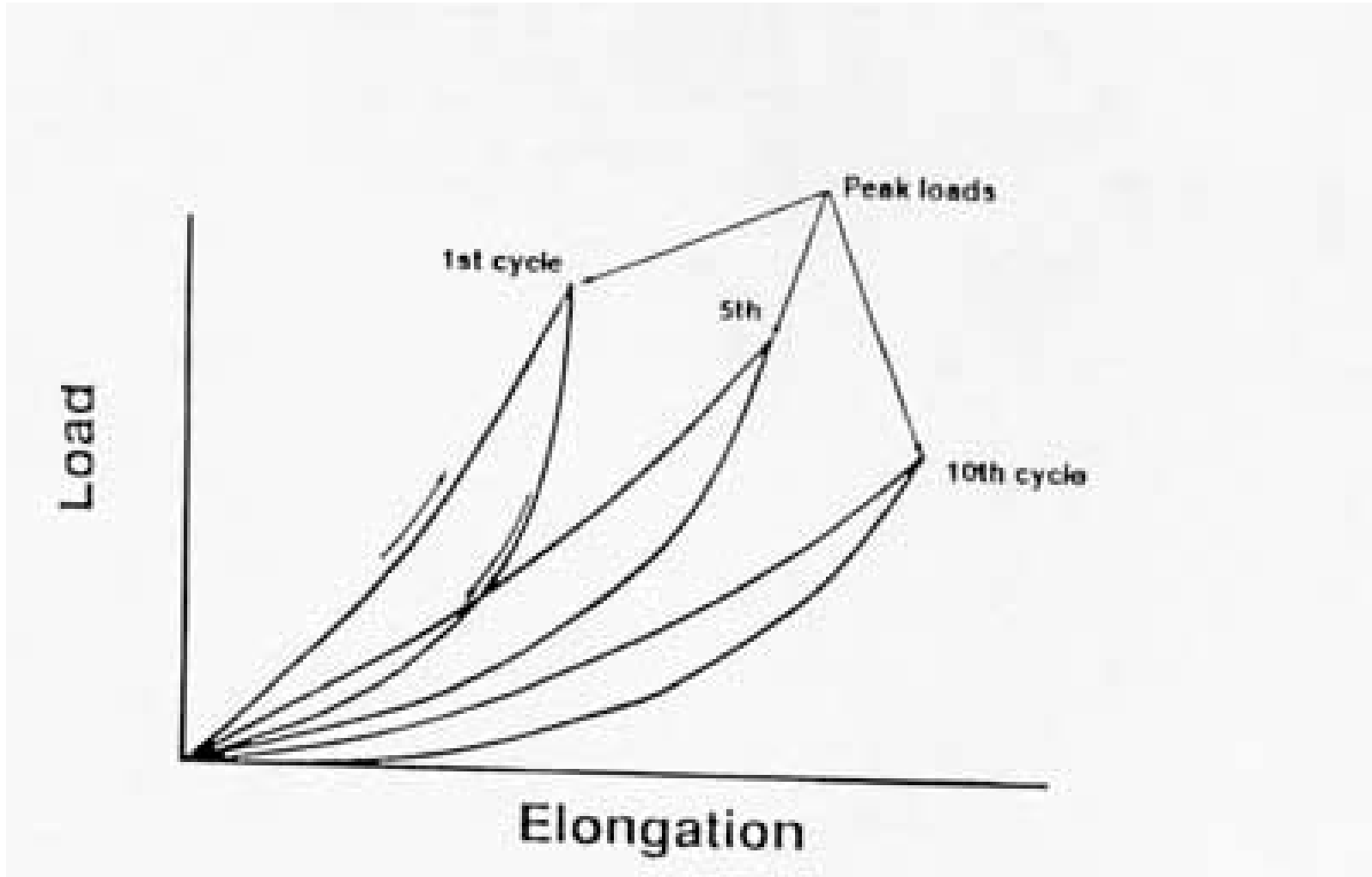
## Curva tensión total

- En la longitud de reposo es mayor la tensión activa
- La tensión pasiva se incrementa cuando la activa disminuye y mantiene la tensión total.

# Curva tensión-deformación



# Relación carga-elongación

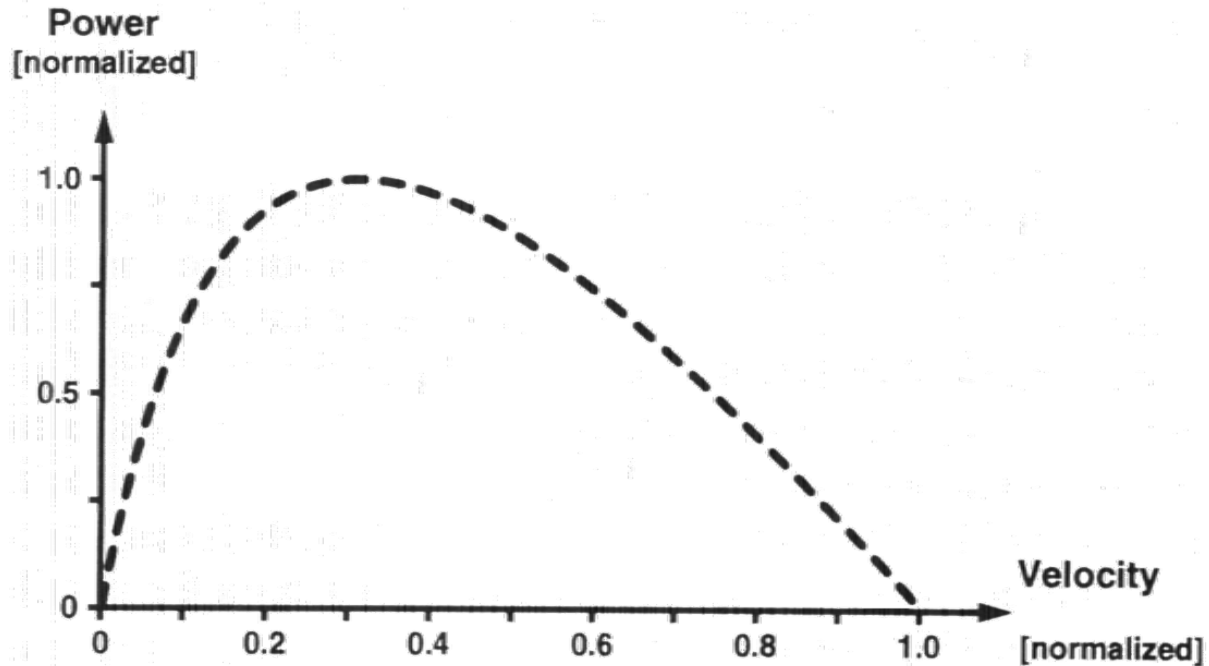


# DEFORMACIÓN DEL TEJIDO MUSCULAR

**Extensibilidad:** capacidad de aumentar la longitud.

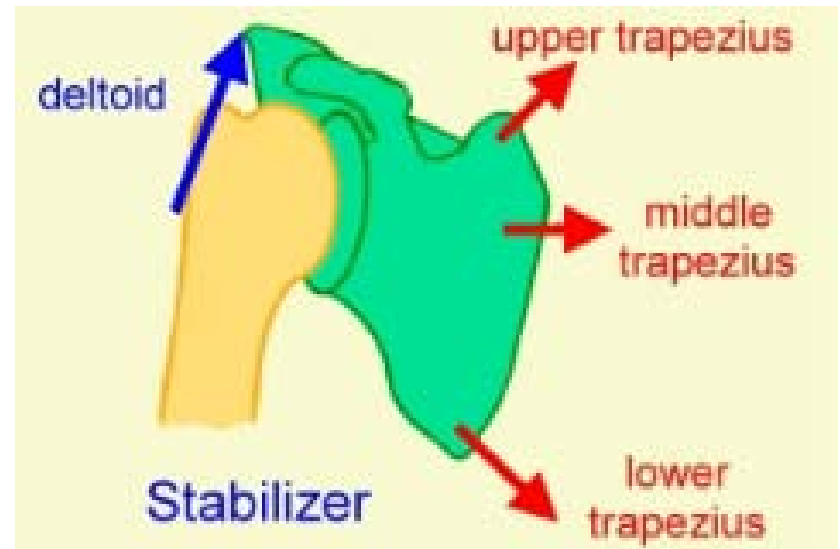
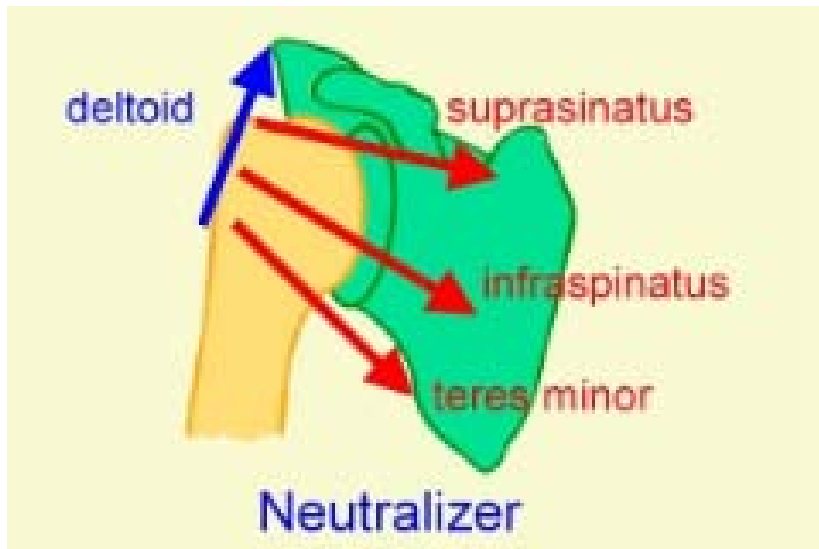
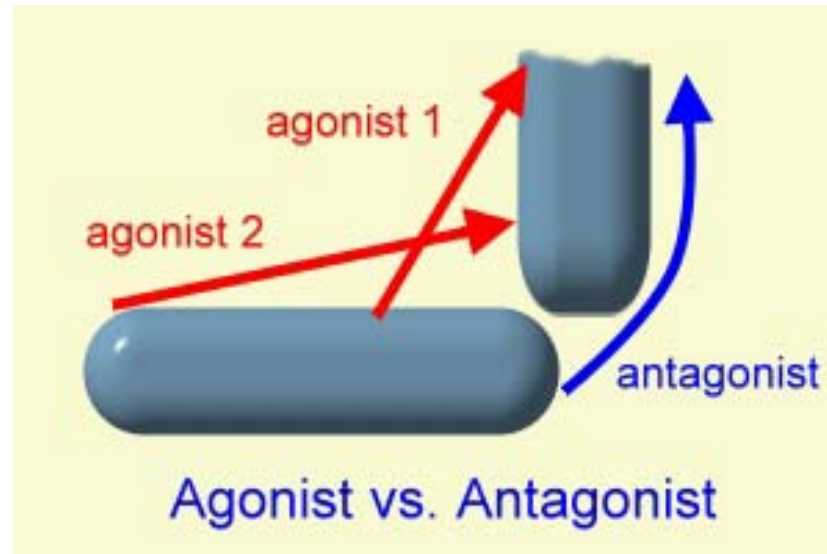
**Elasticidad:** capacidad de retornar a la longitud original después de la deformación

# POTENCIA MUSCULAR



La potencia máxima ocurre aprox. a un tercio de la velocidad máxima de acortamiento del músculo.

# Función Muscular





# VENTAJA MECÁNICA

- Mantiene la distancia al eje articular.
- Trabajo eficiente fuerza-velocidad.
- Redistribuye el torque y la potencia en la extremidad.

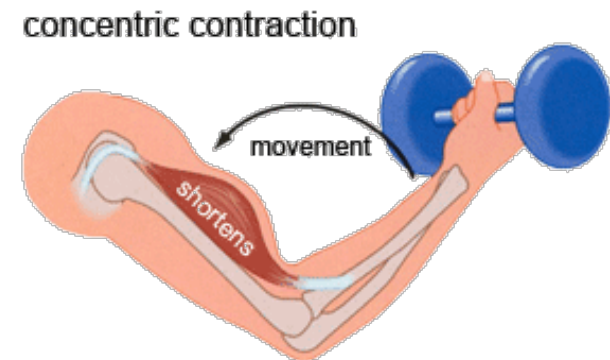
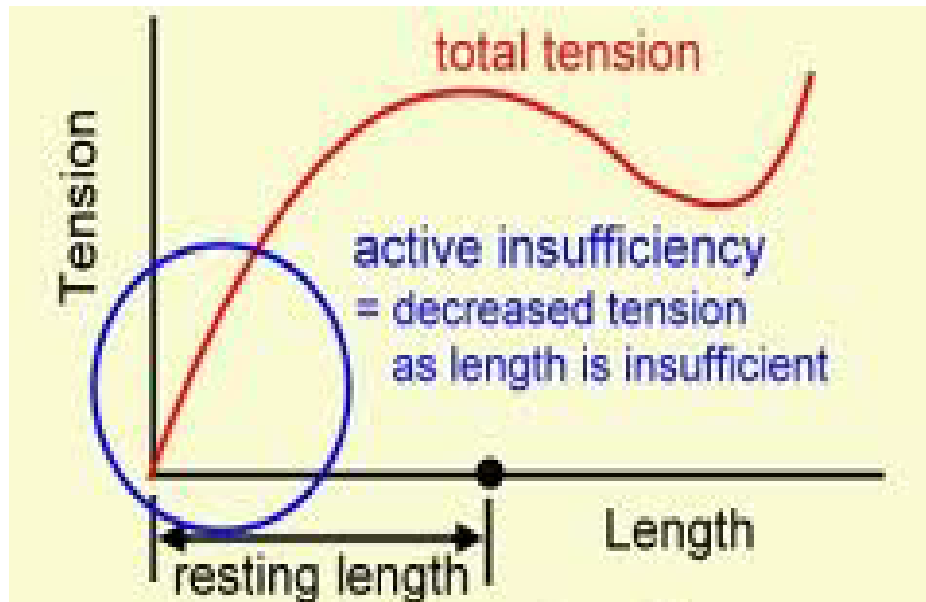


© 2008 Human Kinetics

# DESVENTAJA MECÁNICA

## Músculos biarticulares

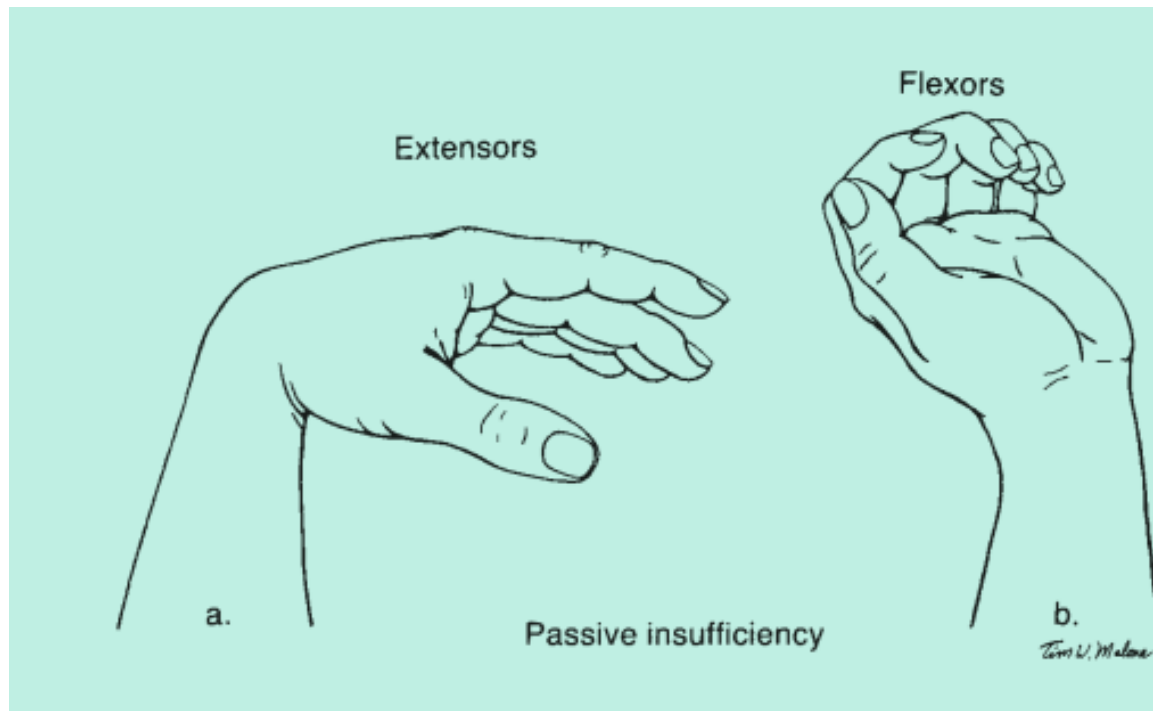
Insuficiencia activa: incapaz de acortarse activamente lo suficiente para producir un movimiento completo en cada articulación que atraviesa.



# DESVENTAJA MECÁNICA

## Músculos biarticulares

Insuficiencia pasiva: incapaz de lograr el máximo arco de movimiento, debido a una limitación en la longitud muscular.



***Gracias***