

# *Bases Fisiológicas del entrenamiento con Pesas*

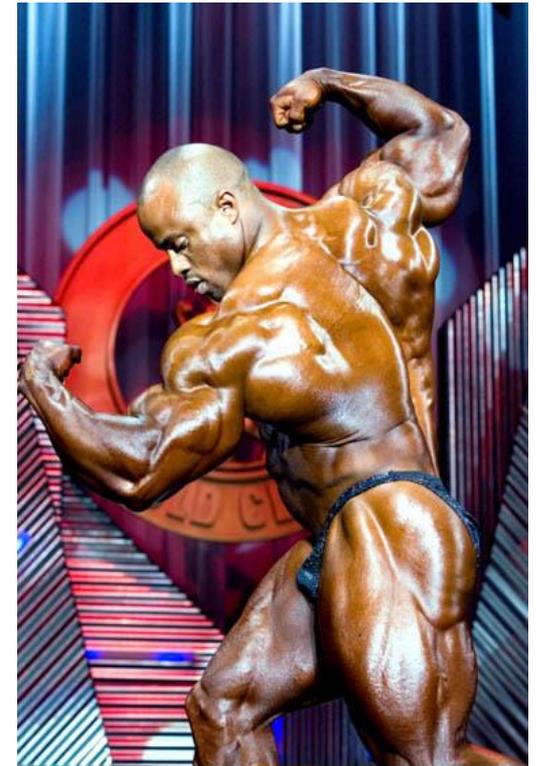
*José Carlos Giraldo T. MD  
Esp. Medicina Deportiva  
Mg en Fisiología*

*Carlos Eduardo Nieto G. MD  
Esp. Medicina Deportiva  
Esp: Salud Ocupacional*

Se consideraba que los programas de resistencia con pesas, ideados para el desarrollo de la fuerza muscular, producían en quien los practicaba una incapacidad para llevar a cabo de manera satisfactoria la mayor parte de las actividades deportivas.



Se describía a quienes se  
entrenaban con expresiones  
tales como individuos con  
"músculos agarrotados",  
"rígidos" y "no flexibles".



Cuando se trataba de una mujer, se creía que sin duda desarrollaría muchas **características masculinas.**





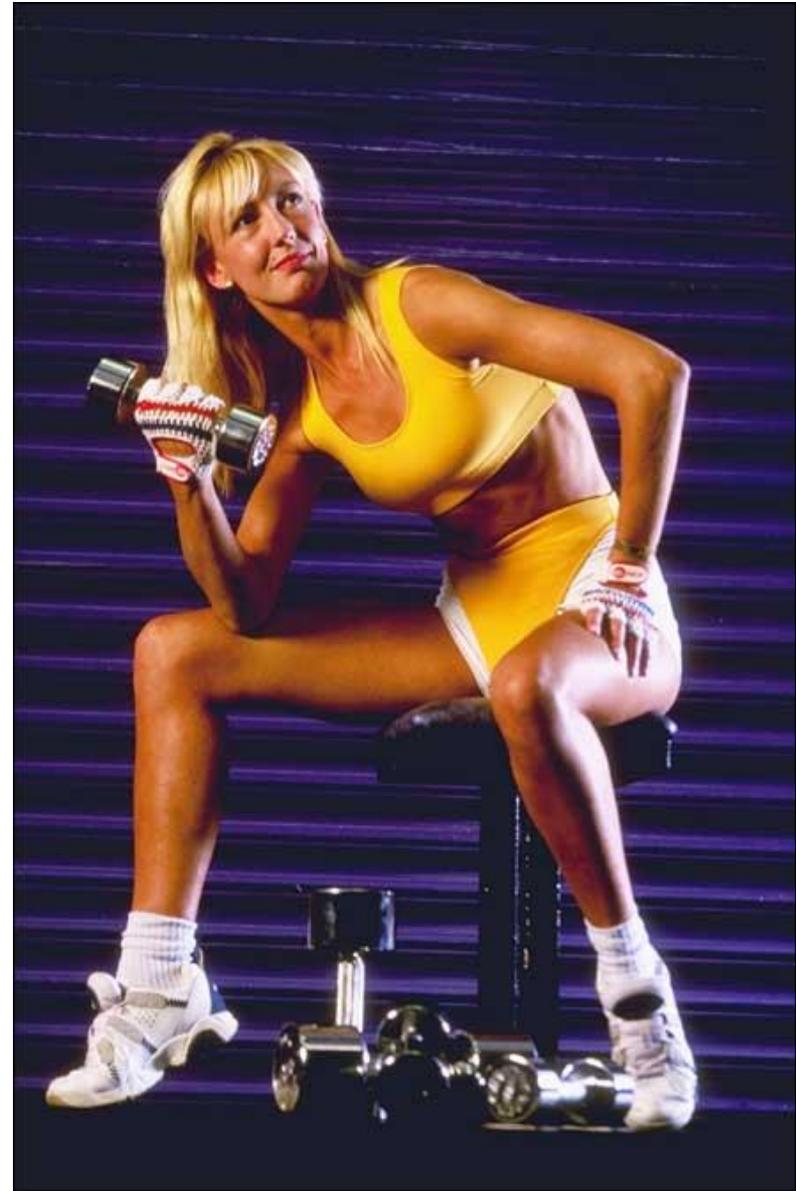
El entrenamiento de resistencia con pesas ha sido uno de los conceptos peor comprendidos, a pesar de que se han realizado miles de estudios sobre el tema.

**PRINCIPIOS BÁSICOS  
RELACIONADOS CON LOS  
PROGRAMAS DE  
ENTRENAMIENTO CON  
PESAS.**

Existen cuatro principios (programas de resistencia con pesas):

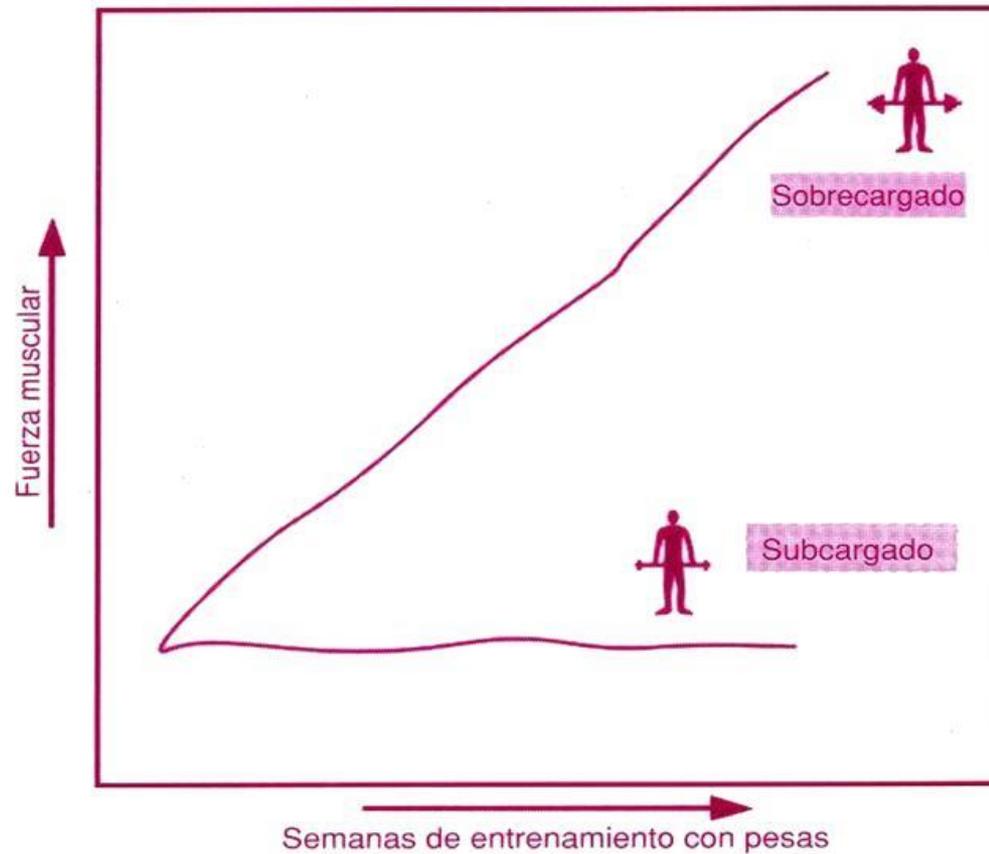
1. El principio de la sobrecarga.
2. El principio de la resistencia progresiva.
3. El principio del ordenamiento del programa.
4. El principio de especificidad (patrones de movimiento y efectos).

Una sobrecarga mínima se obtiene con una resistencia que equivale por lo menos al 30% del esfuerzo máximo.



# Principios básicos del entrenamiento con pesas:

## *Sobrecarga*



**Fig. 7-1.** La fuerza muscular se desarrolla de manera más efectiva cuando el músculo está sobrecargado, es decir, cuando se ejercita contra una resistencia que excede la que encuentra normalmente. La fuerza de un músculo subcargado, es decir, aquel que se ejercita contra la resistencia que encuentra normalmente, se mantendrá pero no aumentará.



# Principio de la resistencia progresiva

Un **músculo sobrecargado gana fuerza** durante el desarrollo de un programa de entrenamiento con pesas, => que **la carga inicial** (resistencia) **ya no resultará adecuada** para continuar ganando fuerza.



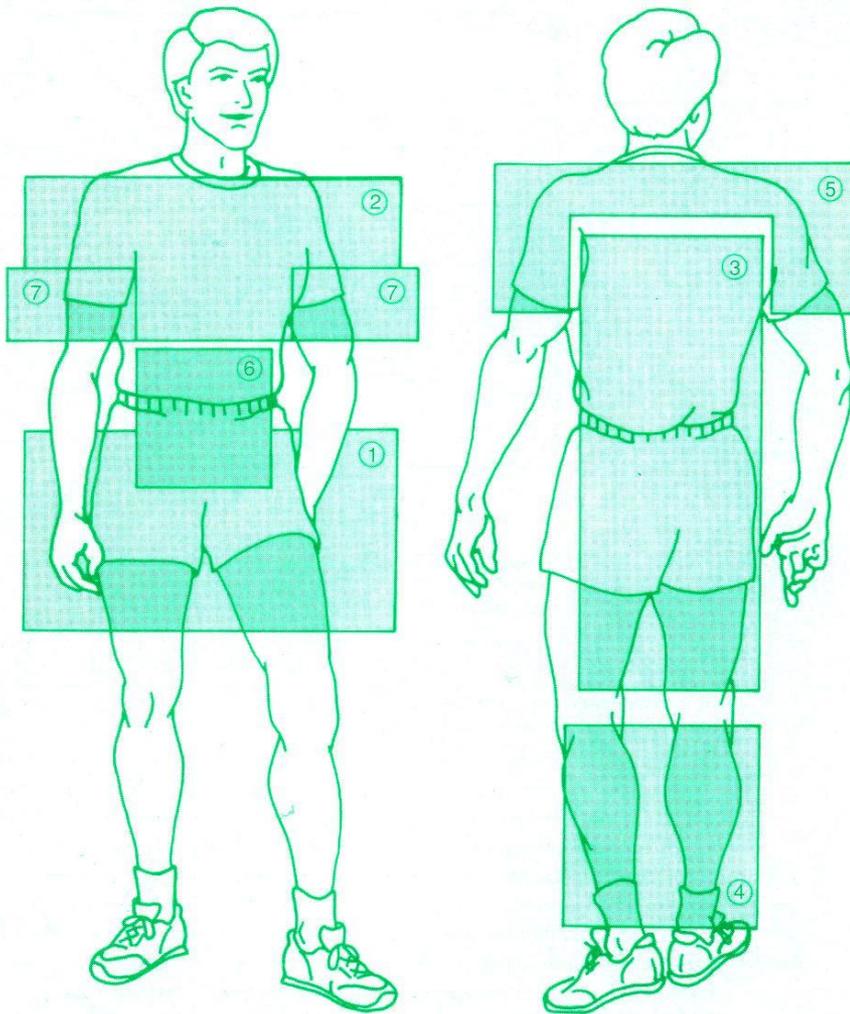
**3 kg ocho  
veces antes  
de sentir  
fatiga.**

Se puede usar  
esa cantidad de  
sobrecarga  
hasta que => **12**  
**levantamientos**  
**antes de sentir**  
**fatiga.**

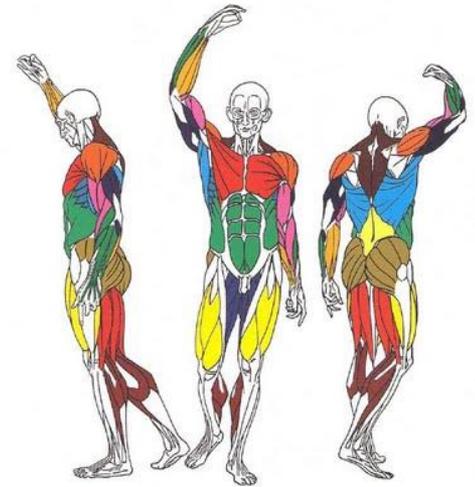
**=> aumentar la carga  
hasta se reduzca una  
vez más a 8. (3,5kg)**

**El músculo siempre trabajará en la zona de sobrecarga.**

# Principio del ordenamiento de los ejercicios



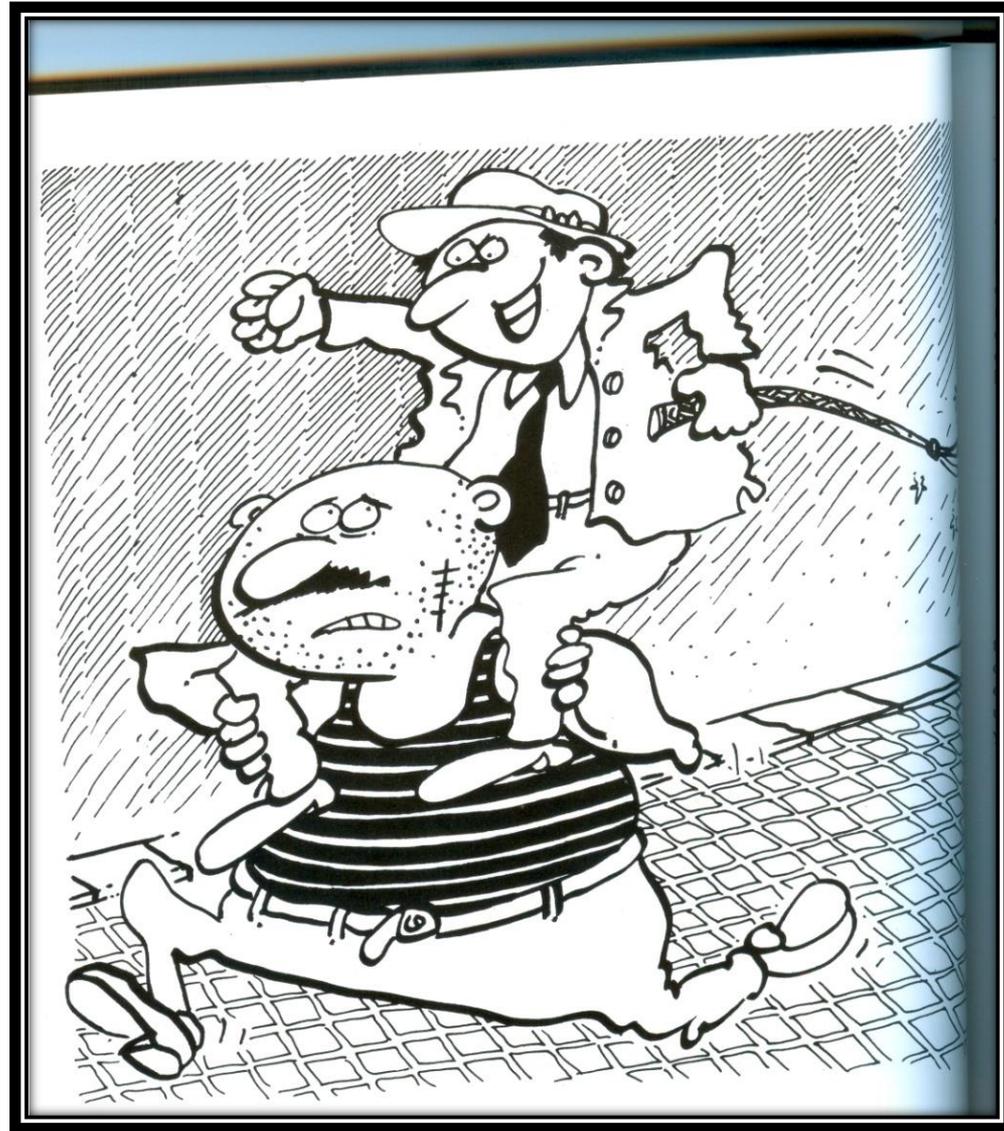
**No involucren el mismo grupo muscular**



**Tiempo adecuado de recuperación**



# *Especificidad*



# Elaboración de programas de resistencia con pesas

- No existe programa único
- Tener en cuenta los principios básicos
- Isotónicos concéntricos, isotónicos excéntricos, Isométricos, Isocinéticos

# Principio de especificidad

Para:

1. El grupo(s) de músculos.
2. Los patrones de movimiento

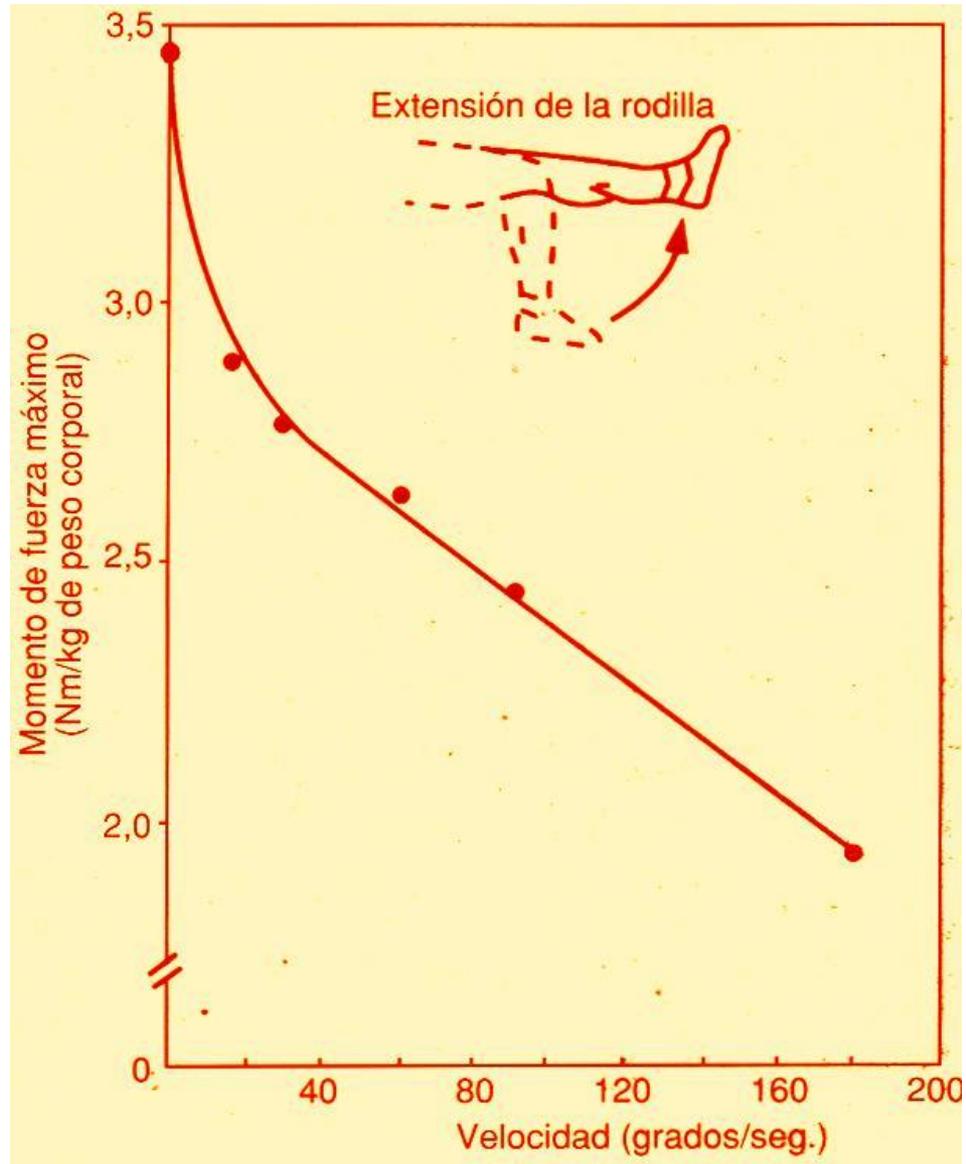
**PATADA EN EL FUTBOL** en el programa de entrenamiento con pesas deben participar todos los músculos que trabajan en los patrones de movimiento







Ambas actividades implican la participación de los mismos grupos de músculos y los mismos patrones de movimiento generales.

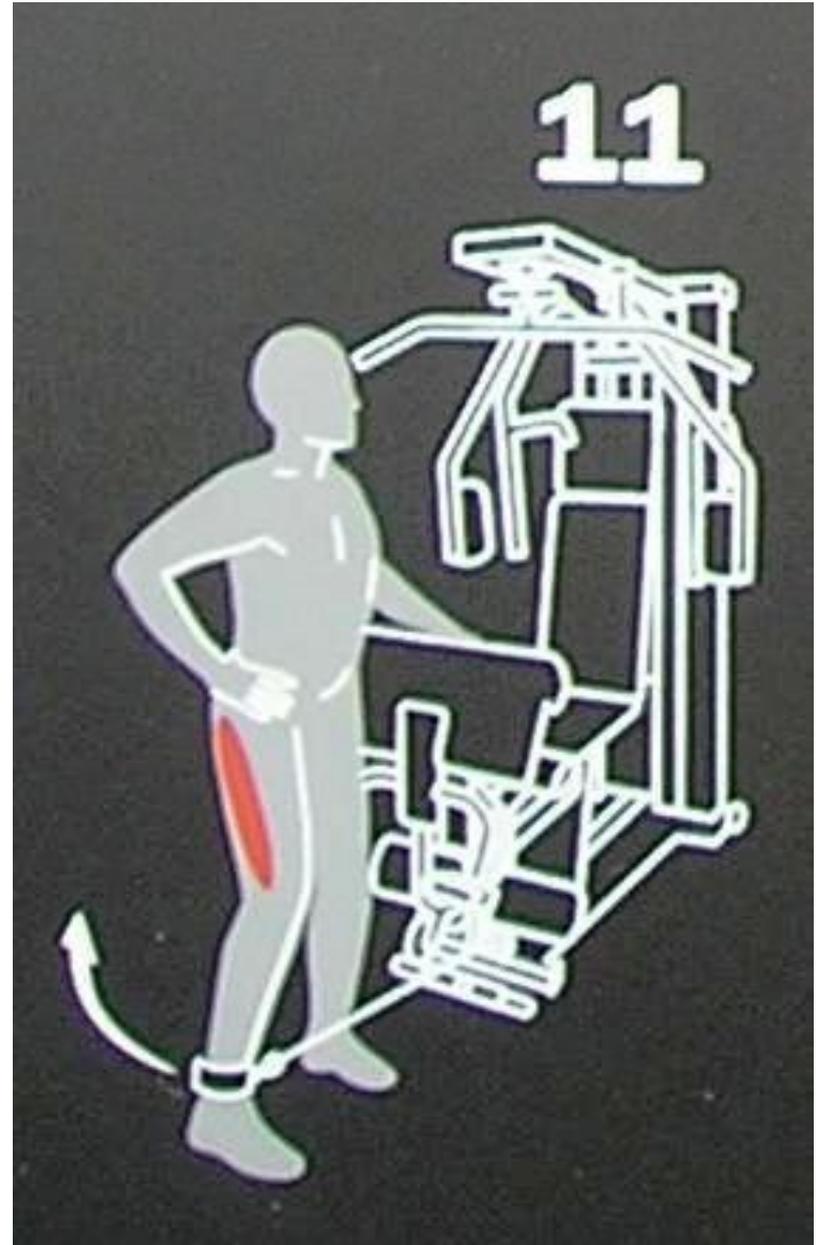


**Fig. 7-3.** Curva de fuerza-velocidad

Los mecanismos fisiológicos de especificidad no han sido totalmente definidos. Las evidencias recientes apoyan la importante participación de factores neuromusculares,  $\Rightarrow$  mejor **coordinación**

- Diferentes músculos
- Diferentes unidades motoras dentro del mismo músculo. El **ángulo articular** (entrenan Isométrico)

**Los programas isotónicos de entrenamiento con pesas**  
**=> aumentarán más la fuerza isotónica que la fuerza isométrica.**





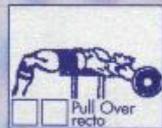
**ANTEBRAZO**



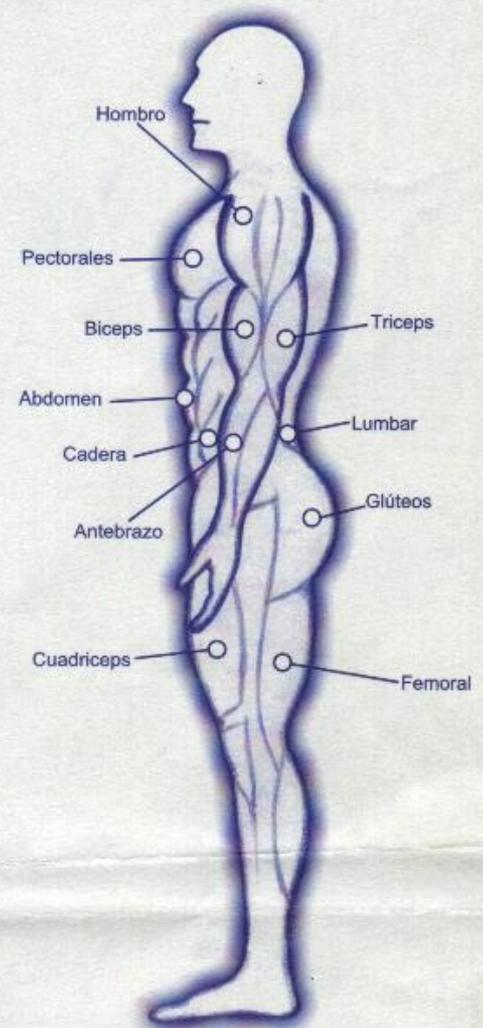
**ABDOMEN**



**DORSAL**



**CADERA**

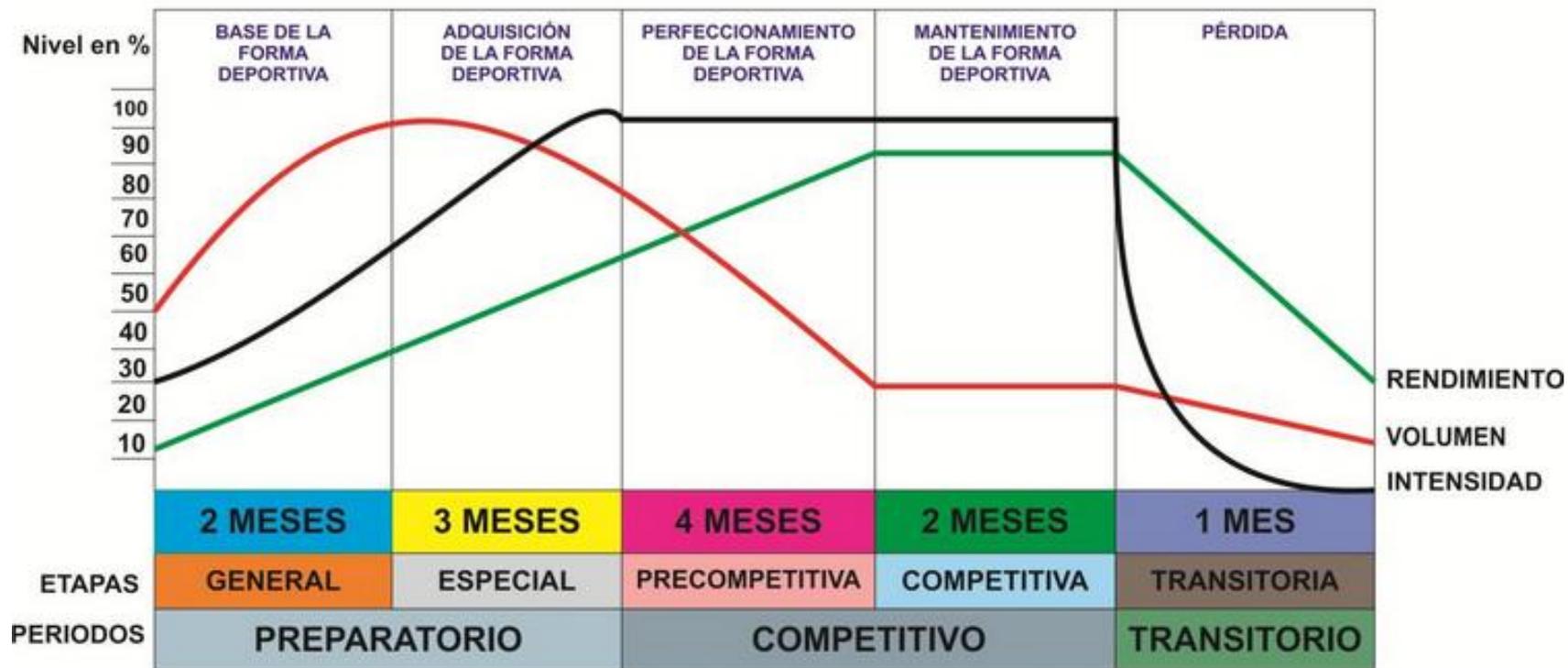


Para asegurar los mayores beneficios de cualquier programa de entrenamiento con pesas se deben Tener en cuenta varios

## Parámetros. **Periodización**

### Principios del entrenamiento con pesas

CICLO ANUAL DE PERIODIZACION SIMPLE



# Periodización

**TABLA 3.2** Periodización del entrenamiento de fuerza/potencia para deportes que usan dos ciclos al año

Variable	Fase I: hipertrofia	Fase II: fuerza	Fase III: potencia	Fase IV: punto máximo	Reposo activo
Tandas	3 a 5	3 a 5	3 a 5	1 a 3	2 semanas de actividad
Repeticiones	8 a 20	2 a 6	2 a 3	1 a 3	general o de
Intensidad	Baja	Alta	Alta	Muy alta	entrenamiento contra
Duración	6 semanas	6 semanas	6 semanas	6 semanas	resistencia leve

Adaptado de Stone, O'Bryant y Garhammer (1991).

# Periodización ó Ciclicidad

Implica levantamiento de pesas durante un período que varía desde dos semanas hasta un año.

Por lo general el patrón (protocolo) se prepara para un período de 3 a 4 meses.

La teoría básica consiste en tomar los grupos musculares a través de fases de hipertrofia, fuerza, potencia, máximos y **reposo activo** (Fleck y Kraemer).

# Clasificación de los mesociclos según el modelo contemporáneo (II)



## **Principios del entrenamiento con pesas**

- 1. Los músculos deben estar sobrecargados.**
- 2. La sobrecarga debe ser progresiva.**
- 3. Dos ejercicios sucesivos no involucren.**
- 4. Ir desde los grandes grupos musculares hasta los pequeños.**

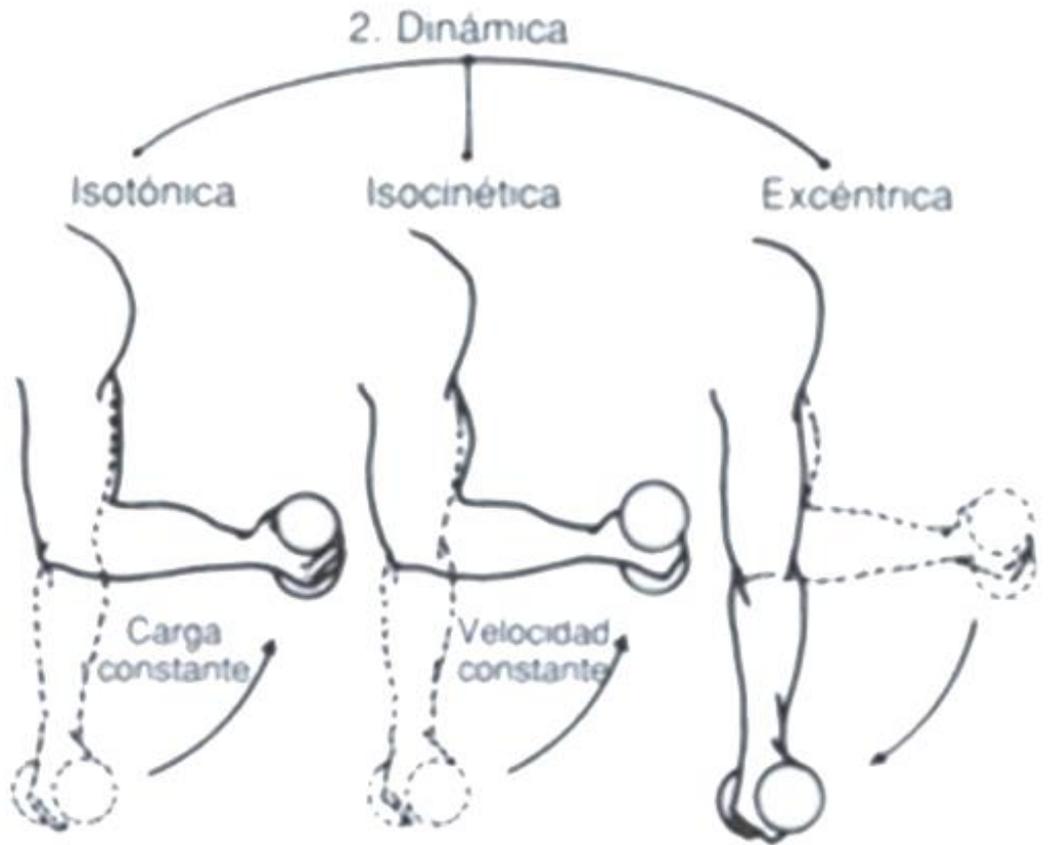
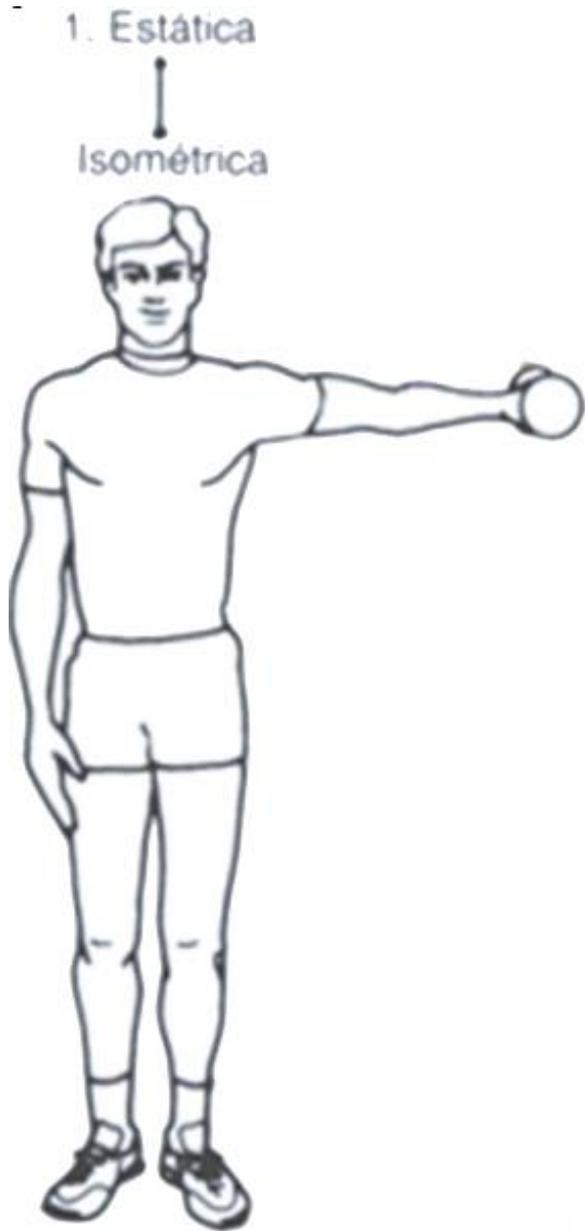


**ELABORACIÓN  
DE PROGRAMAS  
DE RESISTENCIA  
CON PESAS  
PARA DIVERSOS  
DEPORTES**

Se ha identificado 21  
"sistemas" diferentes de  
entrenamiento de  
resistencia.

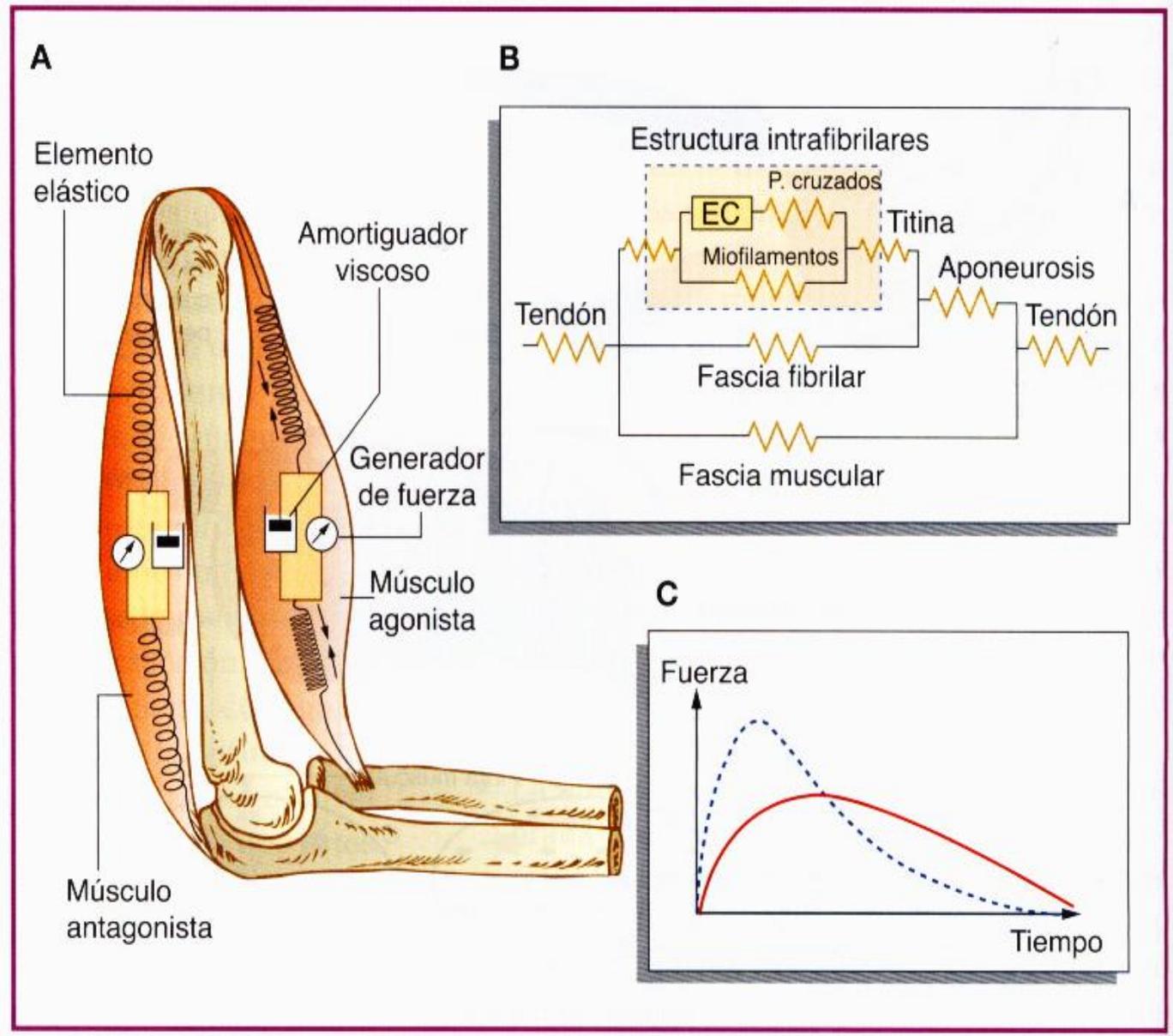
*No existe un único  
enfoque.*



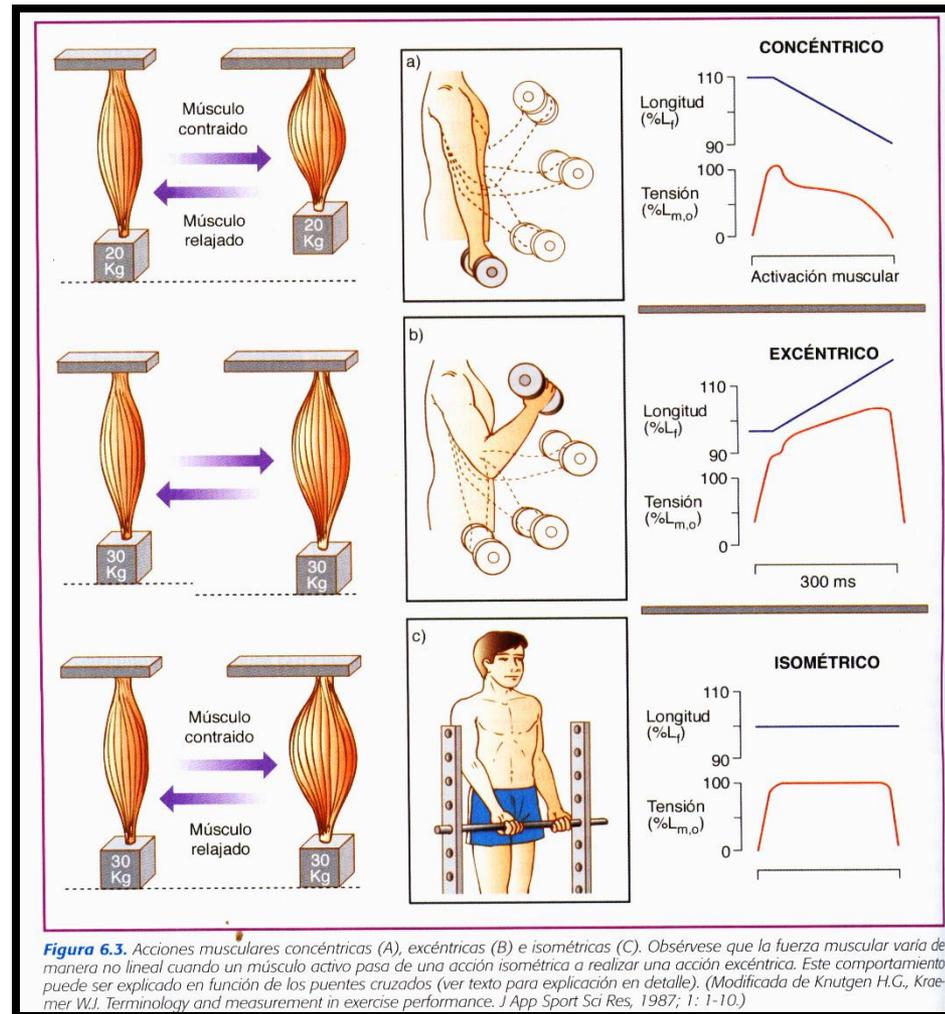


Los cuatro tipos básicos de contracción muscular.

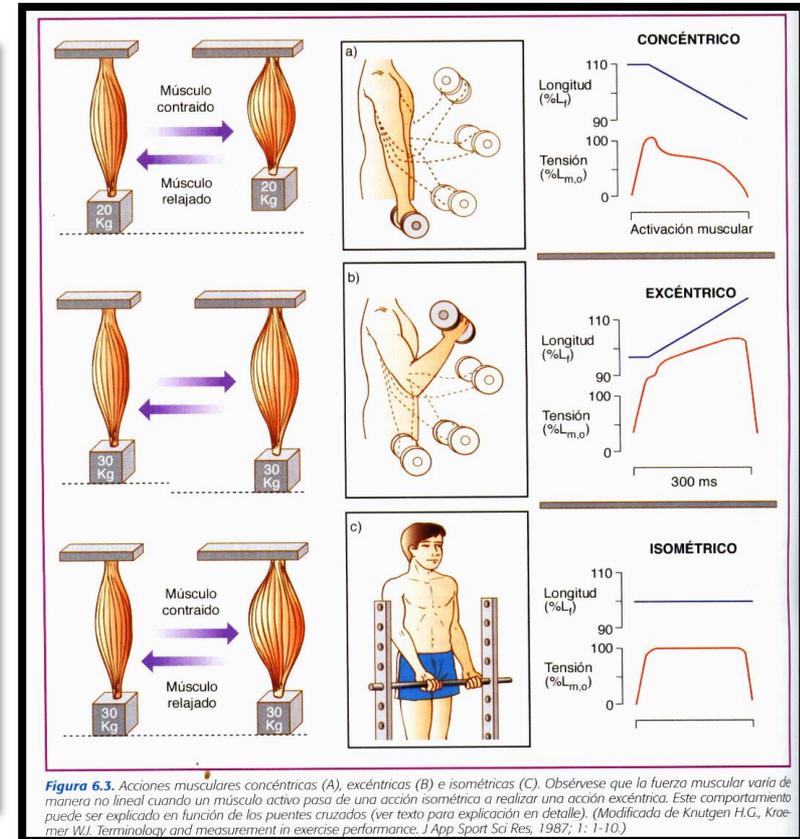
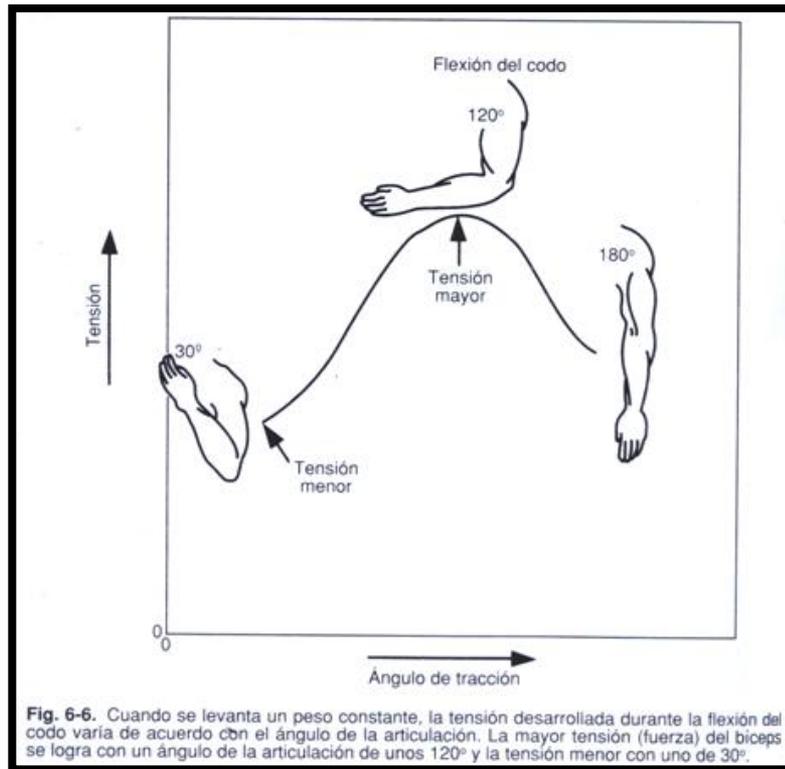
**Figura 6.8.** Representación esquemática de los elementos contráctiles y elásticos en el músculo esquelético. **A.** Elementos contráctiles, generadores de fuerza, unidos por elementos elásticos al esqueleto. **B.** Esquema de los múltiples elementos elásticos y el contráctil en la estructura muscular. **C.** Diagrama esquemático de la evolución temporal de la fuerza durante una contracción hipotética sin elementos elásticos (línea discontinua) y con elementos elásticos (línea continua). (Modificada de González-Badillo y Ribas, 2002.)



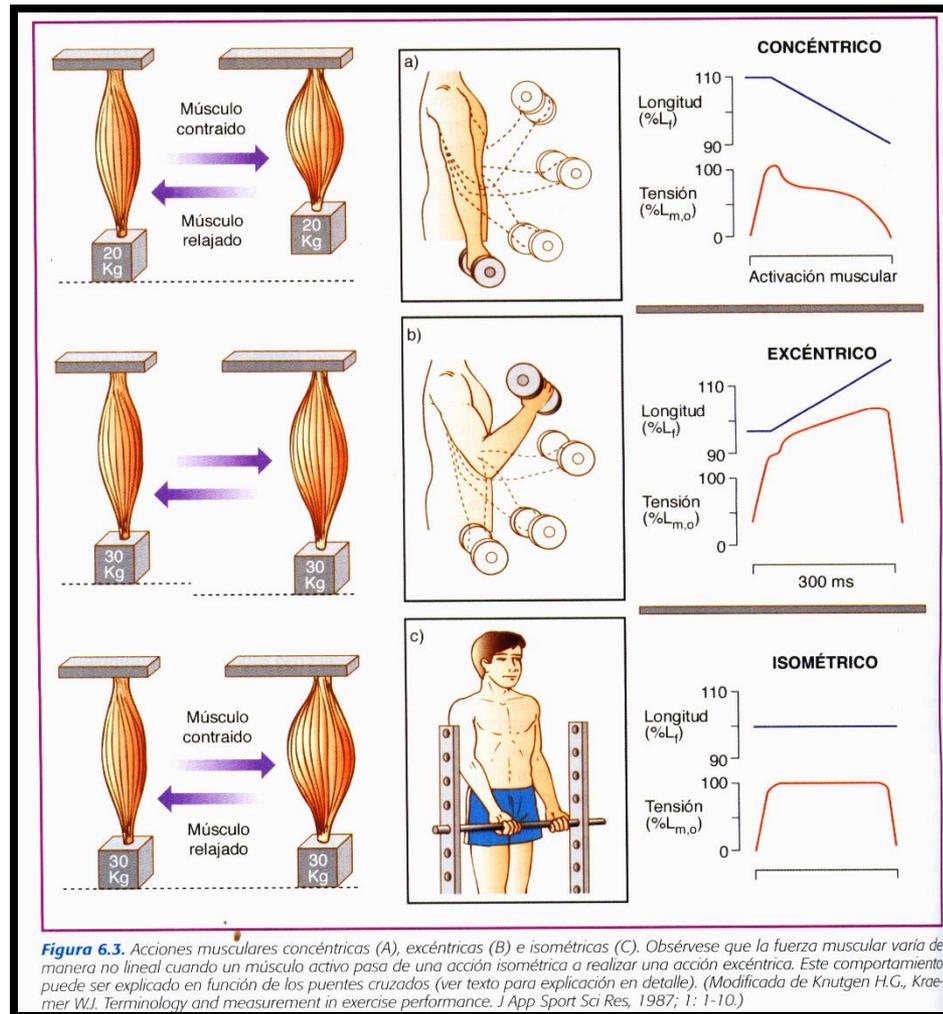
# Isométrica



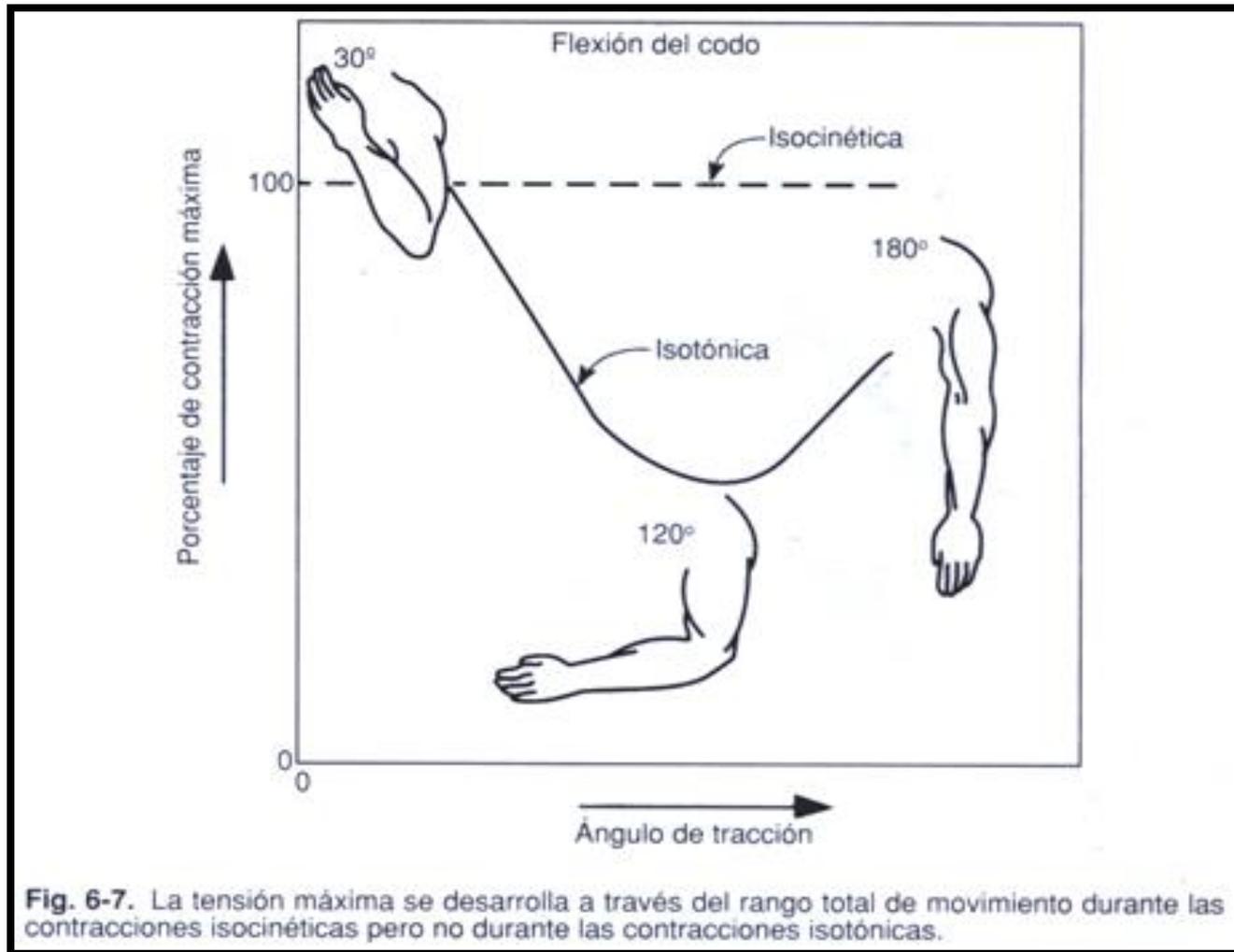
# Concéntrica vs isotónica



# Excéntrica



# Isocinetica



# TIPOS DE CONTRACCIÓN MUSCULAR

**1. Isotónica** (dinámica, concéntrica): el músculo se acorta a medida que desarrolla tensión.

**2. Isométrica** (estática): el músculo desarrolla tensión pero no varía su longitud.

**3. Isotónica** (excéntrica): el ángulo de la articulación aumenta a medida que se libera tensión ("alargamiento" muscular).

**4. Isocinética**: el músculo se acorta a una velocidad angular constante.

En la mayor parte de las actividades deportivas se utilizan todos los tipos de contracción (en diferente proporción).



# Programas isotónicos

Uno de los primeros programas sistemáticos de entrenamiento isotónico con pesas fue el desarrollado por DeLorme y Watkins a mediados de la década de 1940.

Este programa fue elaborado principalmente con fines de rehabilitación, sus conceptos básicos continúan utilizándose en los programas atléticos actuales. Uno de sus conceptos más importantes es el de máximo de repetición (MR).

***Un máximo de repetición*** se define como la carga máxima que un músculo o un grupo de músculos puede levantar un determinado número de veces antes de experimentar fatiga. **Puede Variar**, para otra persona o para el mismo individuo en diferentes circunstancias.



*Una carga*  
*de 1 MR* es la  
máxima  
cantidad de  
peso que una  
persona puede  
levantar una  
sola vez.

# El programa isotónico original de DeLorme y Watkins para el entrenamiento de cada grupo muscular es el siguiente:

**Serie 1** 10 repeticiones con una carga de  $1/2$  10 MR

**Serie 2** 10 repeticiones con una carga de  $3/4$  10 MR

**Serie 3** 10 repeticiones con una carga de 10 MR.

✓ Si la carga completa de 10 MR fuera de 36 kg

✓  $1/2$  10 MR sería igual a 18 kg 10 veces. *(precalentamiento)*

✓  $3/4$  10 MR levantar 27 kg 10 veces.

✓ carga de 10 MR *(sobrecarga)*

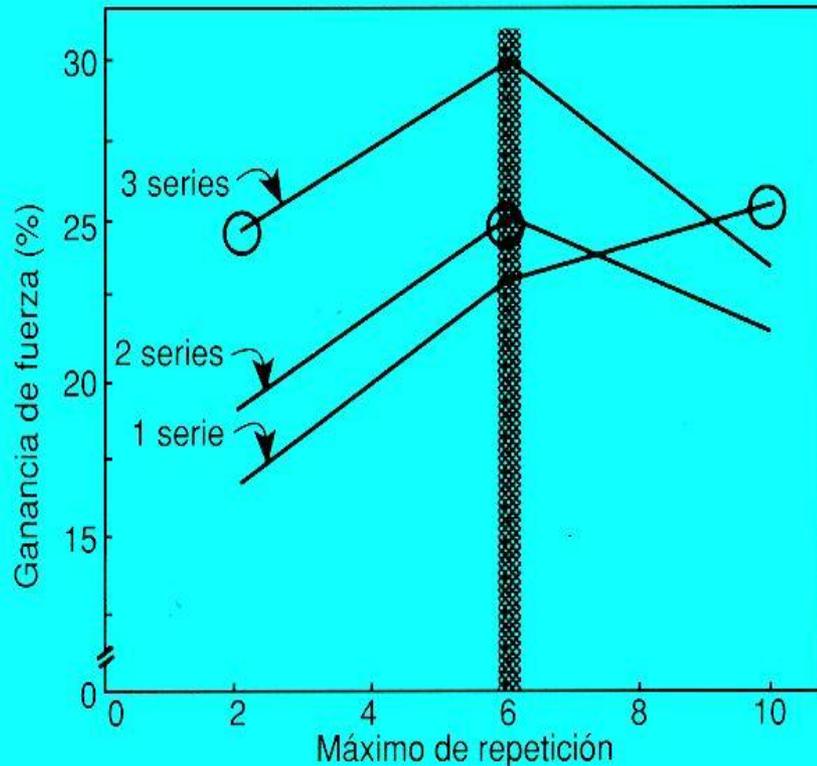
De acuerdo con el principio de **sobrecarga** *progresiva*, se tendría que establecer una nueva sobrecarga cuando fuere posible realizar 15 repeticiones de cada carga de 10 MR.

La mayor parte de los programas isotónicos actuales siguen los principios generales establecidos por DeLorme y Watkins.

Interrogantes:

1. ¿Cantidades óptimas de series y de cargas MR?
2. ¿Días de entrenamiento por semana y cuántas semanas (o meses)?
3. ¿Es posible obtener un nivel de fuerza y resistencia muscular óptimos a partir de un único programa?

# Programa isotónico



Combinación  
única de series  
para aumentar  
la F o la R???

Se recomiendan  
entre 1-3 series,  
cargas entre 2-  
10 MR

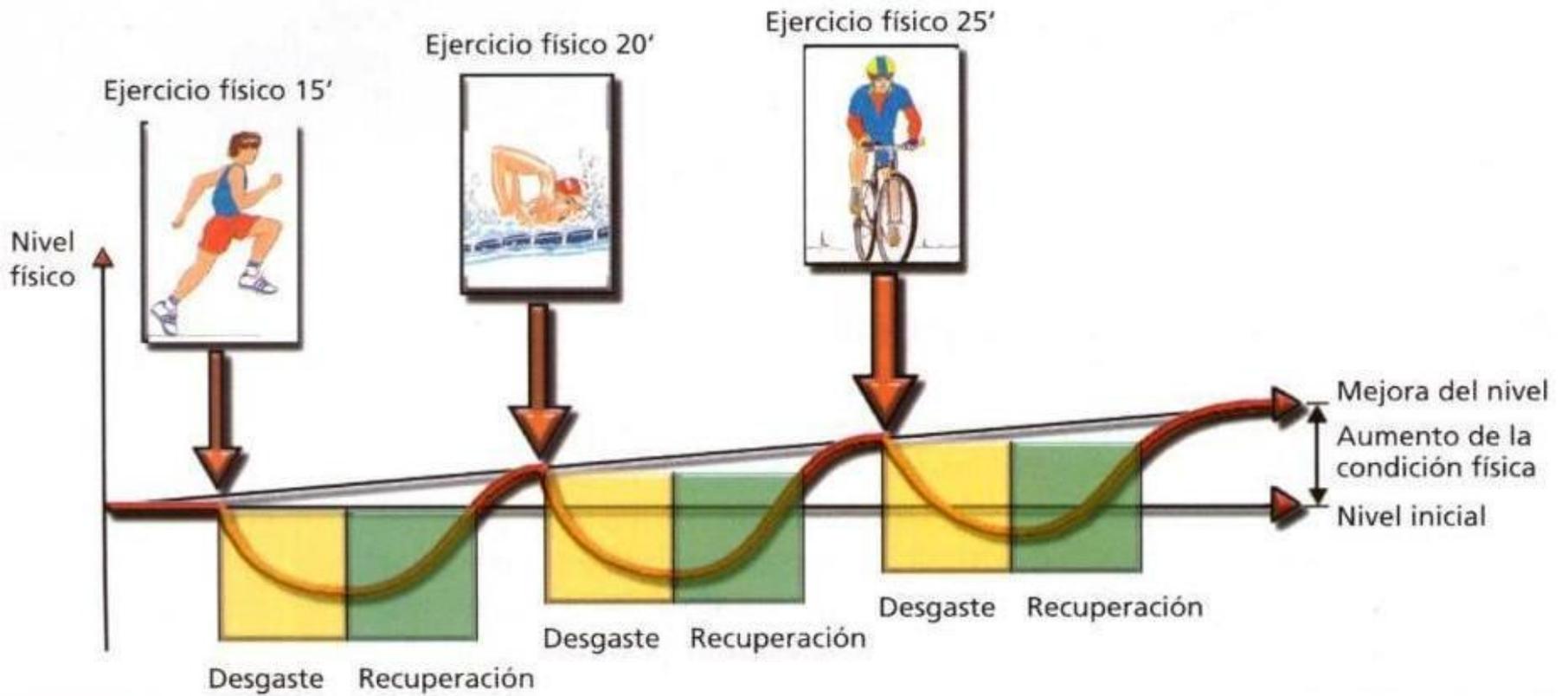
**Fig. 7-4.** Se pueden obtener ganancias significativas de fuerza isotónica a través de programas cuyas exigencias se extienden desde una serie con una carga de 2 MR hasta tres series con cargas de 10 MR. Obsérvese que es posible obtener ganancias equivalentes de fuerza a partir de programas con tres series de cargas de 2 MR, dos series de cargas de 6 MR y una serie de carga de 10 MR. Obsérvese también que un programa de tres series de 6 MR parece producir la mayor ganancia de fuerza. (Basada en datos de Berger, 1962b.)

## *Frecuencia y duración.*

En el programa original de DeLorme y Watkins lo máximo que podía tolerarse en forma continua a lo largo de un período relativamente prolongado era una frecuencia de entrenamiento de 4 días por semana.

En la actualidad en general se coincide que un programa de **entrenamiento con pesas isotónico de 3 días por semana** producirá ganancias significativas de fuerza sin correr el riesgo de que se produzca una fatiga crónica.

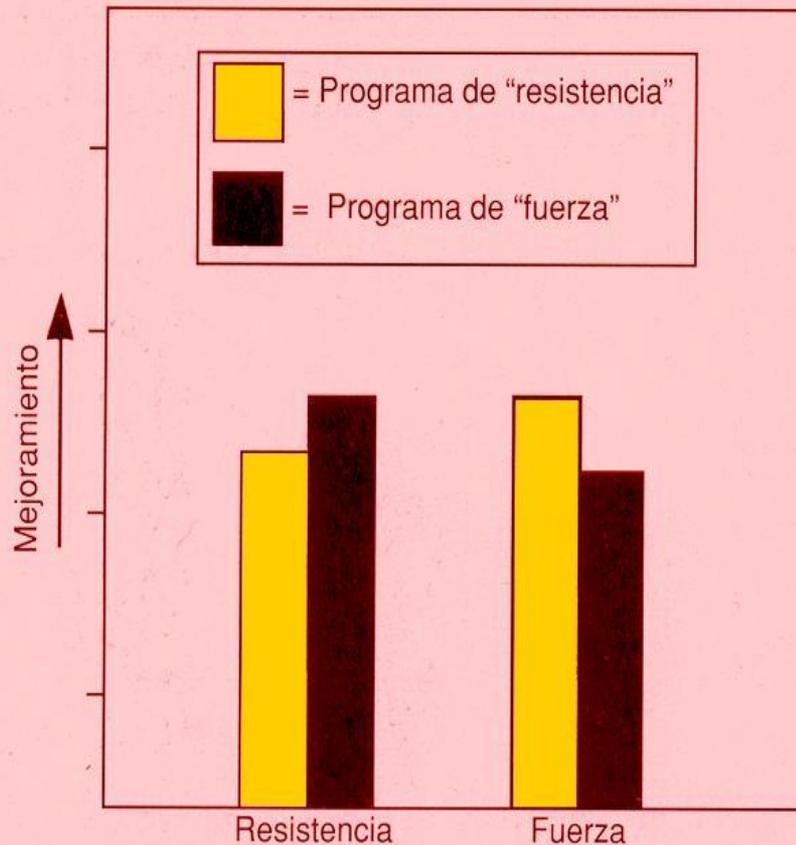
Siempre se debe subrayar la importancia de una recuperación adecuada, no sólo del trabajo cotidiano sino también entre series.



## ***Fuerza vs. resistencia muscular.***

**La fuerza isotónica** se define como la resistencia máxima que un músculo puede desplegar (contraer).

**La resistencia muscular isotónica** es la capacidad de un grupo de músculos para **levantar de manera reiterada** una carga durante un **período prolongado**.



**Fig. 7-5.** Se ha demostrado que la fuerza isotónica y la resistencia muscular se desarrollan por igual por medio de programas con bajo número de repeticiones y elevada resistencia (programas de "fuerza") que con programas con alto número de repeticiones y baja resistencia (programas de "resistencia"). (Basada en datos de Clarke y Stull, 1970, y Stull y Clarke, 1970.)

- **Fuerza isotónica:** resistencia máxima que un musculo puede desplegar
- **Resistencia muscular isotónica:** Capacidad de un grupo de músculos para levantar de forma reiterada una carga durante un periodo prolongado
- **Fig:** 3sesiones/sem/6sem

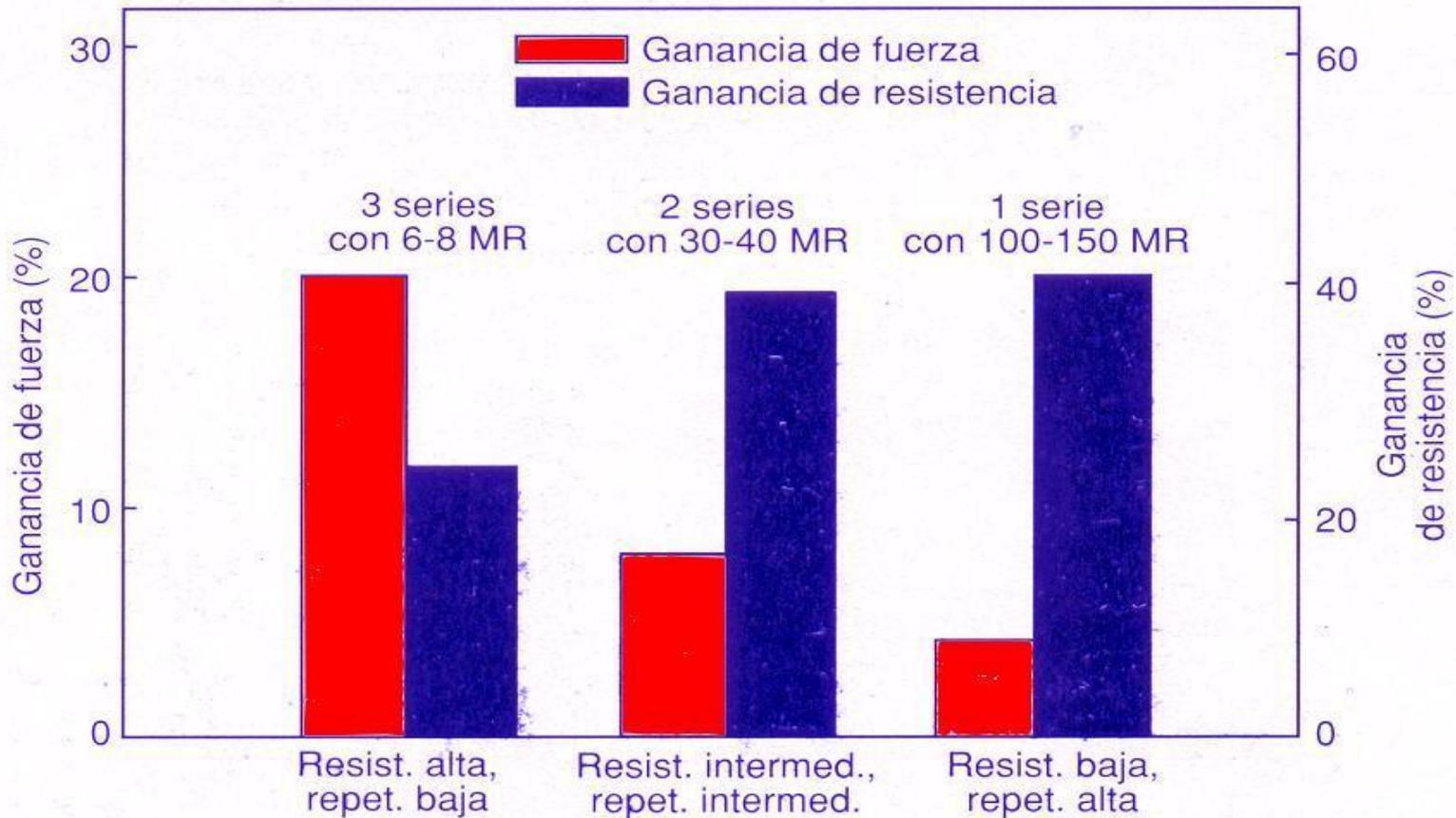
# *Tener en cuenta.....*

- Resultados contradictorios
- Se puede lograr la misma ganancia de F y R en forma más económica con programas de mayor intensidad y menos repeticiones
- Debe incluir preferiblemente grandes grupos musculares
- Entre 1-3 series y 1-10 MR
- Tener en cuenta peso corporal o el peso máx que levanta una sola vez

Estudio reciente se encontró que la fuerza isotónica se podía mejorar de manera más significativa con un programa de entrenamiento con pesas que incluyera **12 repeticiones con un 80% de la carga** máxima que con 20 repeticiones con un 50% de la carga máxima.

La resistencia isotónica, por otra parte, aumentó de manera significativa con 20 repeticiones con un 50% de la carga máxima.

# El programa de resistencia alta y baja rep resultó ser el mas efectivo para mejorar la fuerza y la resistencia.....



**Fig. 7-6.** Comparación entre la ganancia de fuerza y resistencia muscular después de 3 programas diferentes de resistencia con pesas: 1) resistencia elevada, repeticiones bajas; 2) resistencia intermedia, repeticiones intermedias y 3) resistencia baja y alto número de repeticiones. Estos resultados indican que el programa de resistencia elevada con bajo número de repeticiones es el más efectivo para aumentar tanto la fuerza como la resistencia. (Basada en datos de Anderson y Kearney, 1982.)

**El número de series debe ser entre 1 y 3**

**Las cargas MR deben ser entre 1 y 10.**

**Al comienzo del programa se recomiendan cargas más livianas y un mayor número de repeticiones, (2 series de 10 MR).**

**En el transcurso del programa se podrían usar 3 series de 6 MR. (se ha demostrado que esta combinación induce una importante ganancia de fuerza).**

## ¿Cómo determinar las cargas iniciales para los diferentes ejercicios?.

En última instancia, la mejor forma es por medio del ENSAYO y el ERROR.

El atleta debe levantar diversas cargas durante cierto período para determinar la carga que se puede levantar exactamente 10 veces antes del agotamiento.

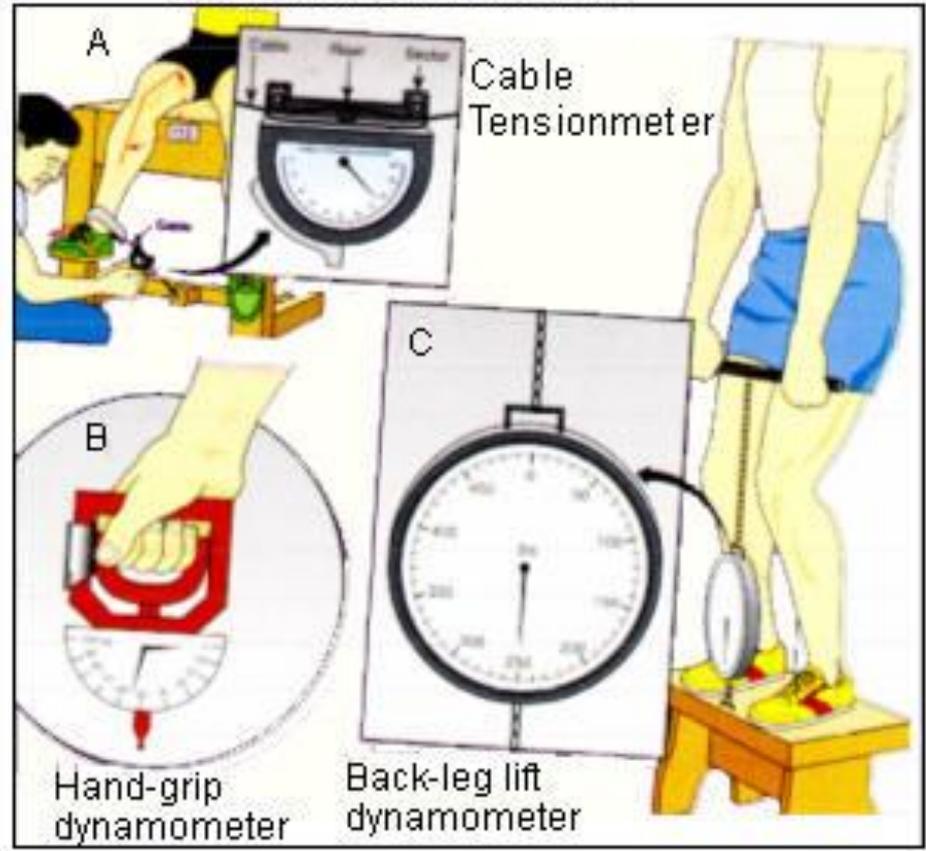
**DINAMOMETRIA**

# Valoración de la fuerza y sus aplicaciones al Entrenamiento Deportivo y la Salud

Dinamometría anisométrica



Dinamometría isométrica



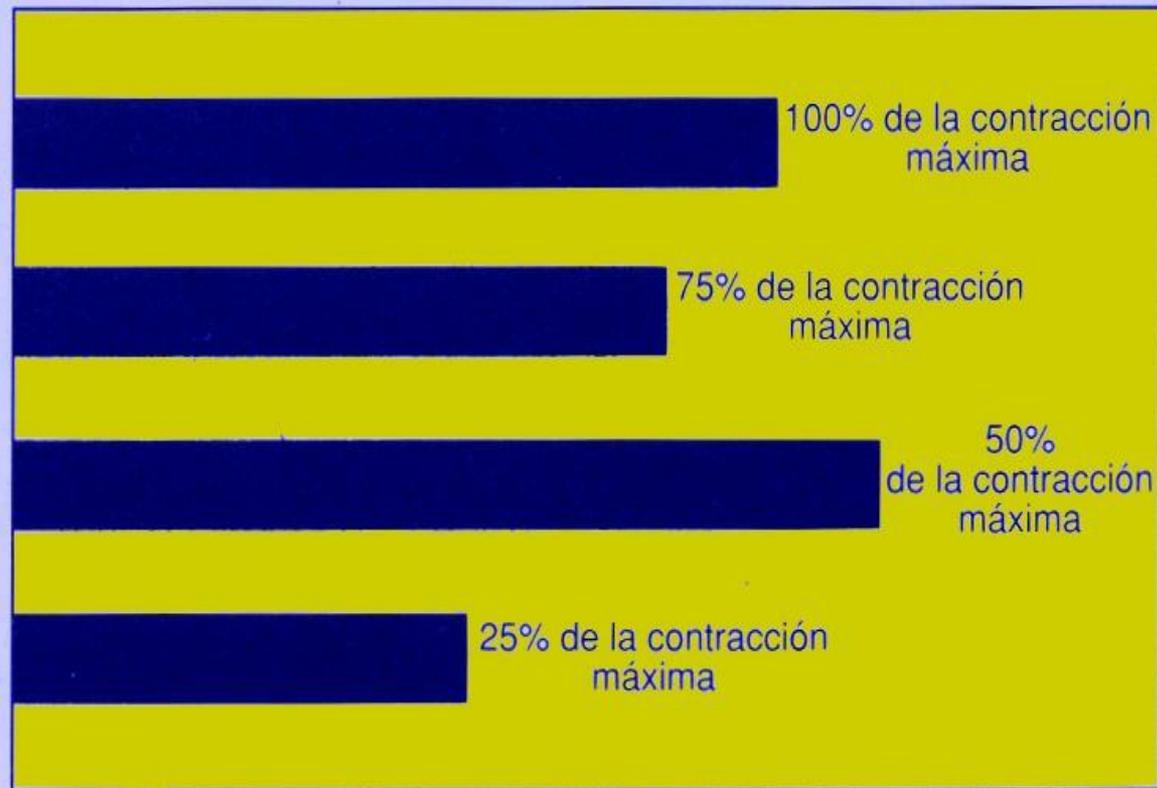
# Programas isométricos

La isometría implica contracciones musculares que se realizan **contra resistencias fijas e inmóviles**.

En los Estados Unidos dos científicos alemanes, Hettinger y Müller, comunicaron que era posible **incrementar** la fuerza en un promedio de un **5% por semana** (???) cuando se sostenía una tensión isométrica durante exactamente **6 segundos**, a los dos tercios de la fuerza máxima, una vez por día **durante 5 días por semana**.

# *Fuerza isométrica: 6 seg/ 2/3*

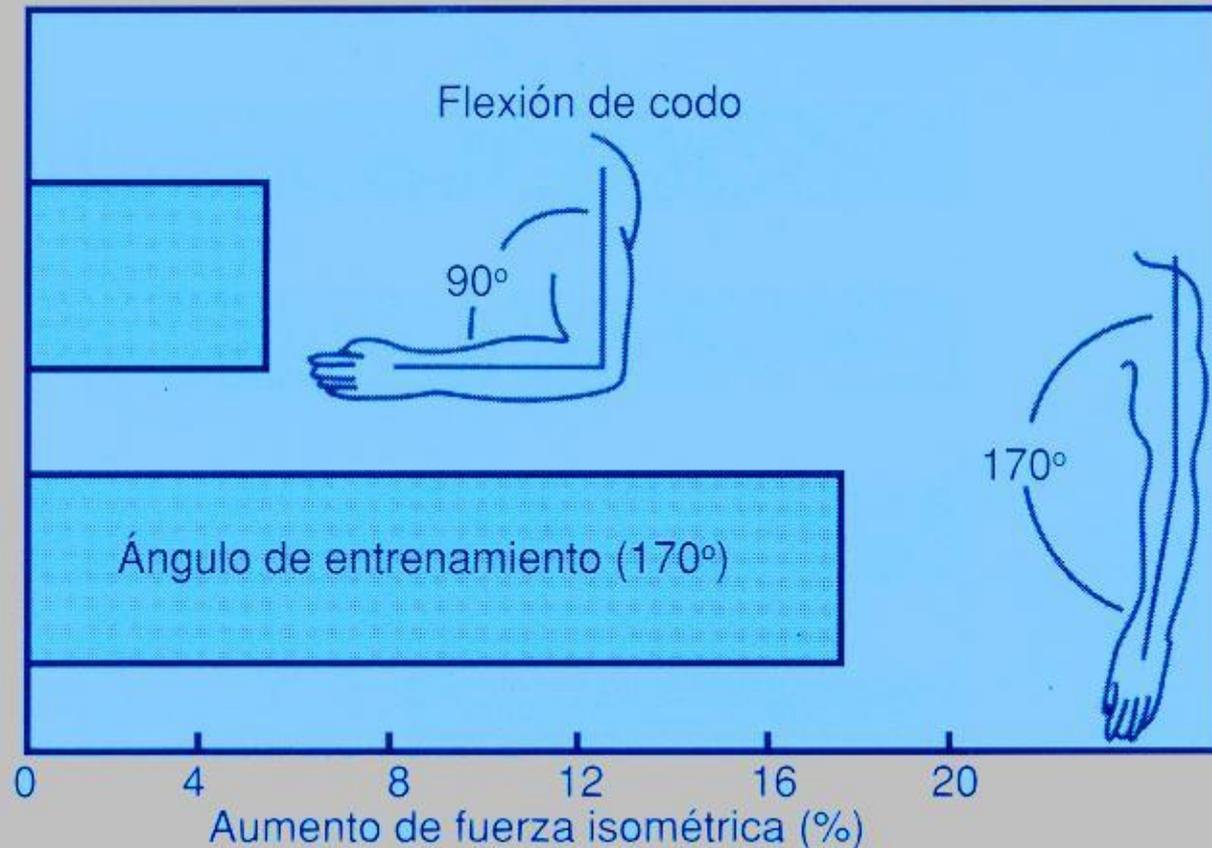
## *FM/1 por día/ 5 días*



Aumento en fuerza isométrica

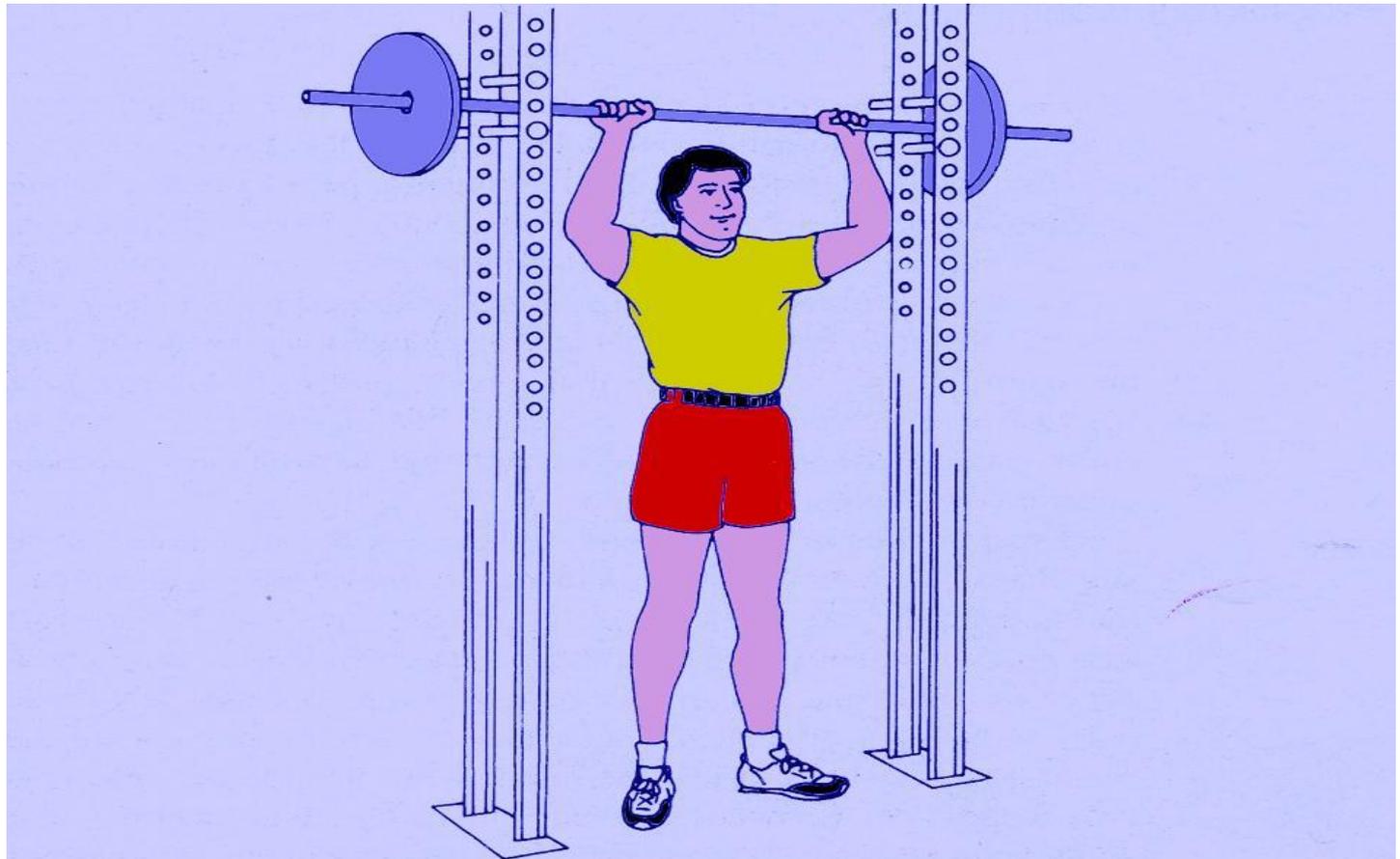
**Fig. 7-7.** Comparación de 4 grupos de sujetos que se entrenaron isométricamente usando una contracción por día al 25, 50, 75 y 100% de la fuerza máxima. Todos los grupos, con la excepción del grupo de 25%, presentaron un aumento significativo de su fuerza. (Basada en datos de Cotten, 1967.)

# Especificidad del ángulo articular...



**Fig. 7-8.** Entrenamiento isométrico y especificidad del ángulo articular. El programa isométrico usado en este estudio consistió en 3 contracciones máximas en flexión del codo a un ángulo de tracción de 170°, sosteniendo cada contracción durante 6 segundos. El aumento en fuerza isométrica fue mayor para el ángulo de entrenamiento que para 90° (Basada en datos de Meyers, 1967.)

# *Isometría funcional o soporte de potencia.....*



**Fig. 7-9.** Soporte isométrico de potencia. El soporte cuenta con dos juegos de clavijas ajustables. Las clavijas inferiores sostienen una barra con pesas; las clavijas superiores actúan como topes para la barra. El ejercicio en este caso (la levantada parado o sobre la cabeza) se realiza por medio de un levantamiento rápido de la barra cargada con las pesas hasta los topes superiores, donde se la sostiene durante 3 a 7 segundos. (Modificada y dibujada nuevamente de Hooks, 1974.)

## ***Programas isométricos para atletas.***

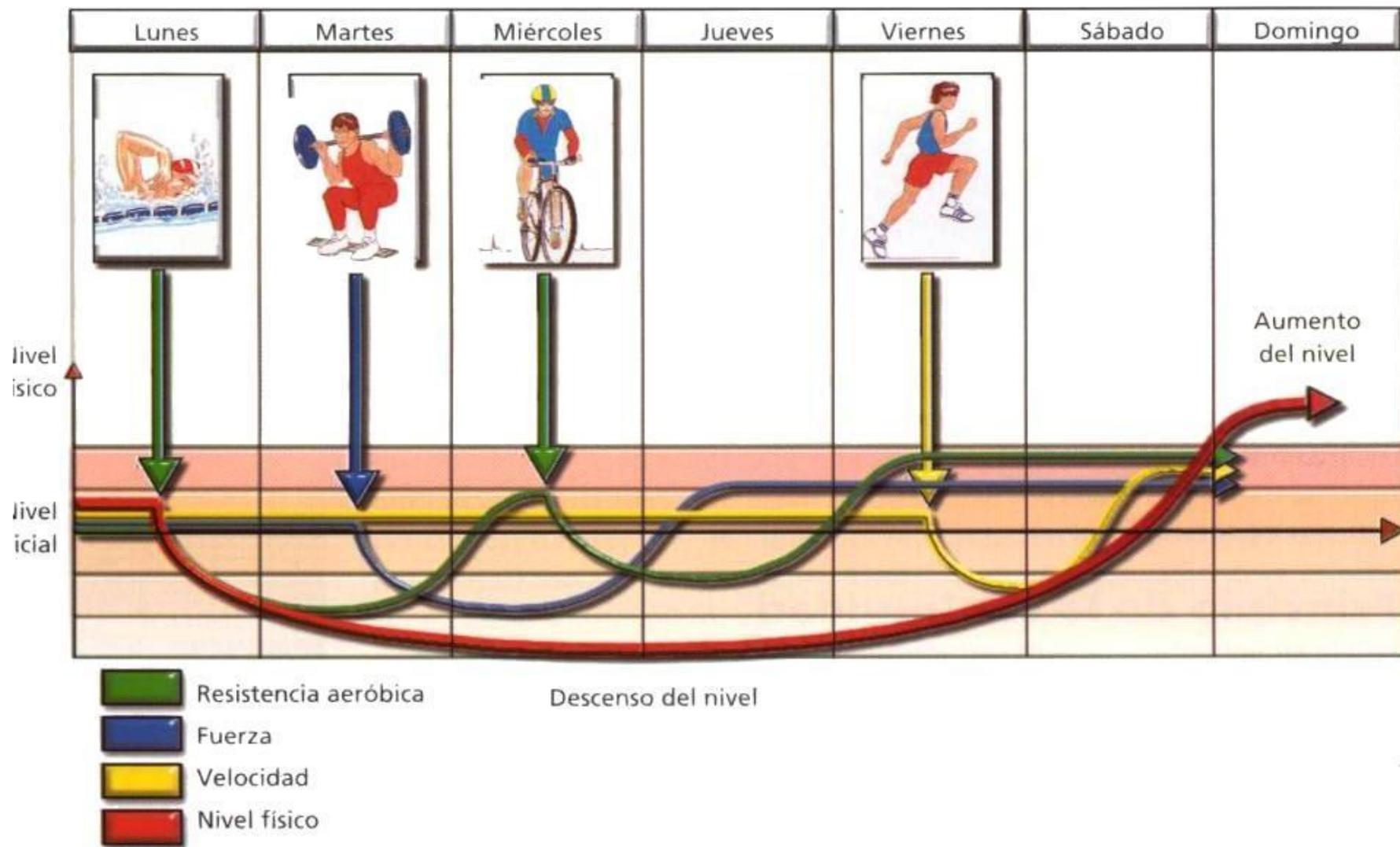
Muchos deportes requieren **fuerza y resistencia** isométricas.

El luchador que resiste o que intenta poner en posición a su oponente requiere cierta resistencia y fuerza isométricos.



Si se emplea un programa isotónico junto con uno isométrico las sesiones de entrenamiento deben programarse de manera tal que el programa

1. **Isotónico** se realice los **lunes y los jueves.**
2. **Isométrico** los martes y los viernes.
3. Miércoles, sábados y domingos **días de descanso.**



# Programas isocinéticos

La contracción isocinética es aquella en la cual se desarrolla una **tensión máxima en toda la extensión del movimiento articular.**

Esto se logra controlando la velocidad del movimiento, para lo cual se requiere **disponer de un equipo especial.**

**El entrenamiento isocinético ejerce un efecto positivo sobre el mejoramiento de la fuerza.**

**Un programa de entrenamiento isocinético de 3 días por semana durante 8 semanas, se encontró que la fuerza isocinética aumentaba en casi el 30%.**

**Fuerza isocinética:** se desarrolla una tensión máxima en toda la extensión del movimiento, con velocidad controlada

3 días/sem durante 6 sem

Especificidad de la velocidad

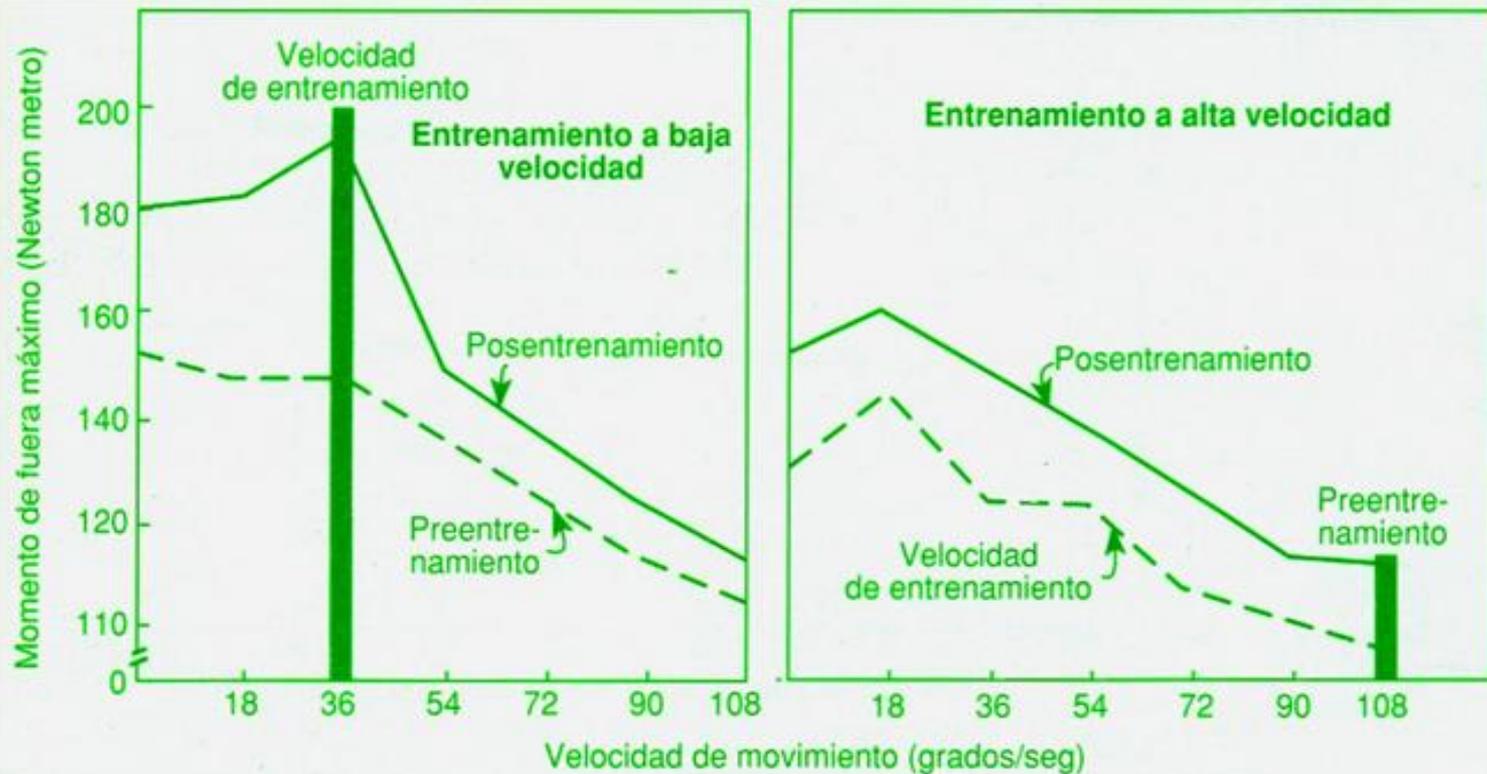
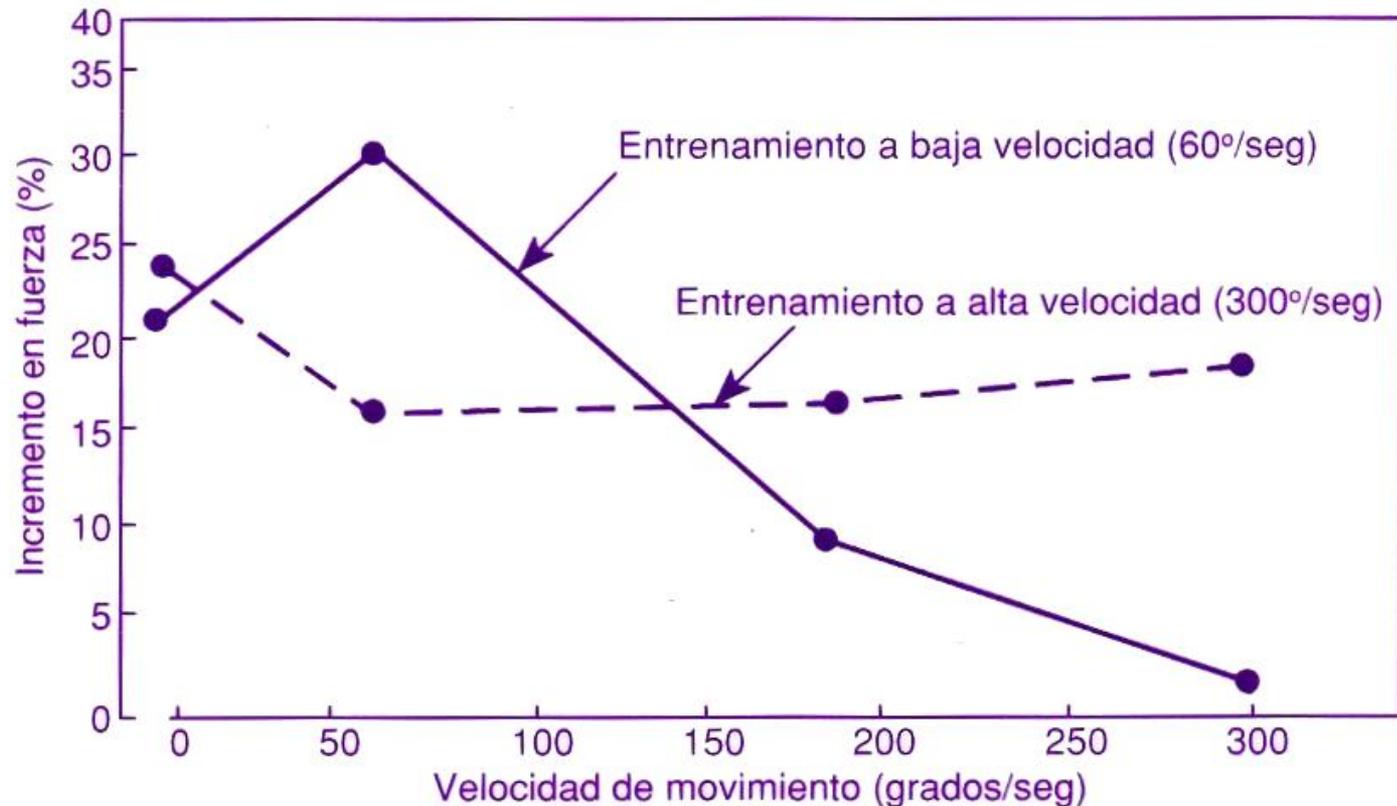


Fig. 7-10. Efectos de las velocidades alta y baja del entrenamiento isocinético sobre la curva de fuerza-velocidad. El entrenamiento a baja velocidad produjo el mayor incremento de fuerza sólo a bajas velocidades de movimiento. Sin embargo, con el entrenamiento isocinético rápido, la totalidad de la curva de fuerza-velocidad se desplazó hacia arriba y a la derecha. (Basada en datos de Moffroid y Whipple, 1970.)

Programa de velocidad lenta: 5 series de 6 ext máx de rodilla, 60°/seg  
Programa de velocidad alta: 5 series de 12 ext máx de rodilla, 300°/seg  
Tres días por sem, 6 semanas; igual trabajo total



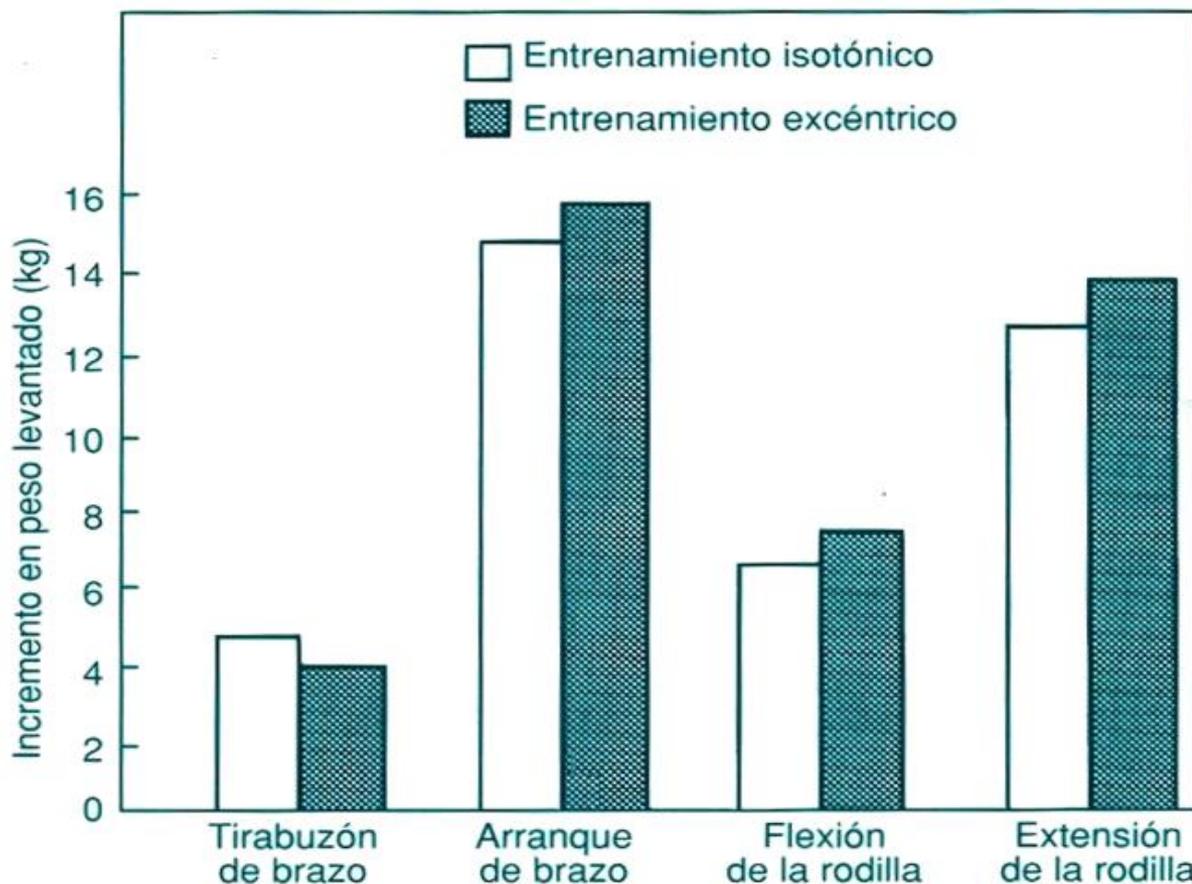
**Fig. 7-11.** Comparación de la ganancia de fuerza luego del entrenamiento isocinético a alta y baja velocidad. El entrenamiento a alta velocidad de movimiento (300°/seg) produjo un aumento similar para las velocidades de movimiento alta y baja, mientras que el entrenamiento a baja velocidad (60°/seg) sólo produjo aumentos en la fuerza para las velocidades bajas de movimiento. (Basada en datos de Coyle y col., 1981.)

## *Tener en cuenta que.....*

- El entrenamiento isocinético a bajas velocidades produce incrementos sustanciales en la fuerza solo para velocidades de movimiento bajas
- El entrenamiento isocinético a altas velocidades produce incrementos en la fuerza para todas las velocidades del movimiento
- El entrenamiento isocinético a altas velocidades aumenta la resistencia muscular a altas velocidades en mayor medida que lo que el entrenamiento a baja velocidad la aumenta para bajas velocidades de movimiento

# Programas excéntricos

No produce incrementos en la F superiores a los observados con contracciones concéntricas máximas

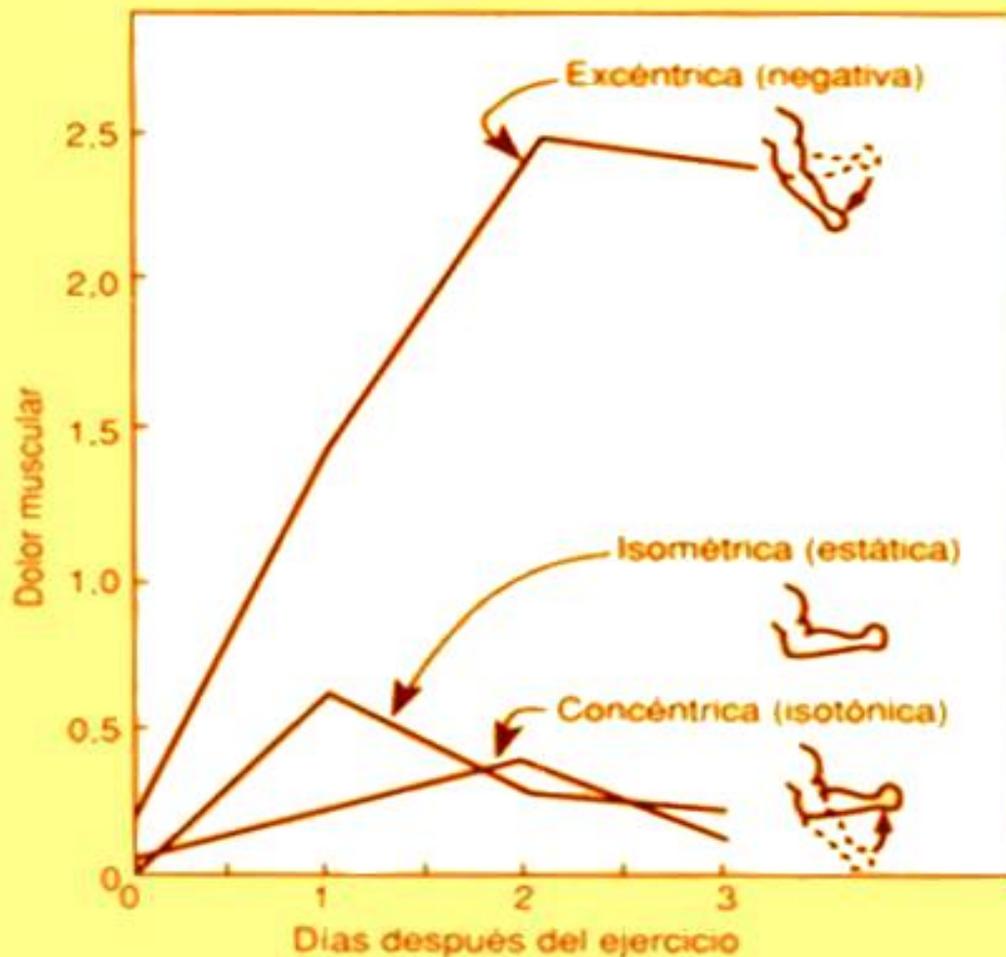


**Fig. 7-12.** Comparación de las ganancias de fuerza luego de programas excéntricos y concéntricos de entrenamiento con pesas. Las ganancias de fuerza son similares al cabo de ambos tipos de programas. (Basada en datos de Johnson y col., 1976)

**El dolor muscular durante** los primeros días del entrenamiento con pesas es mucho mayor con las **contracciones excéntricas** que con cualquier otro tipo de contracción.



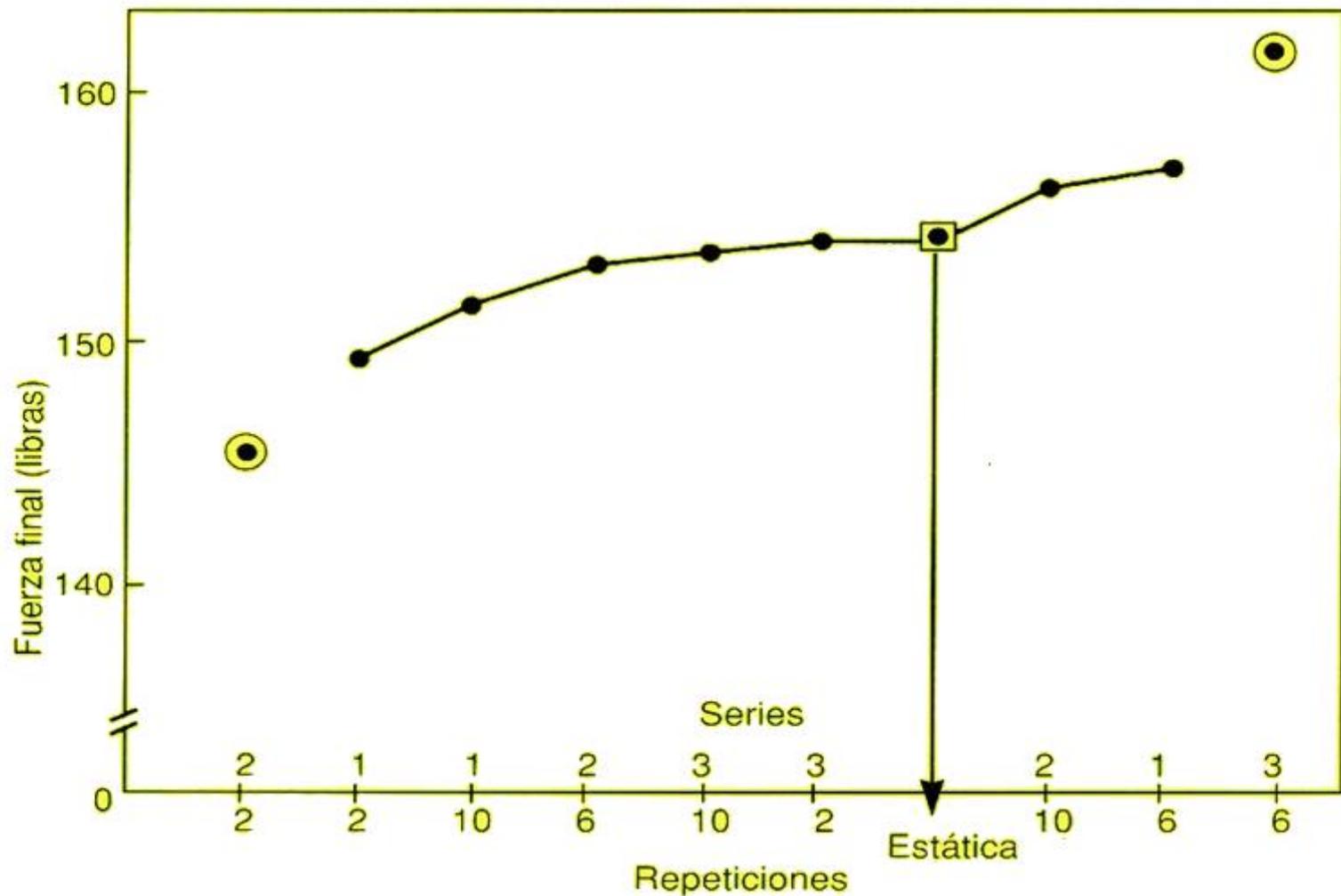
Generan mayor nivel de dolor muscular en los primeros días que los otros programas



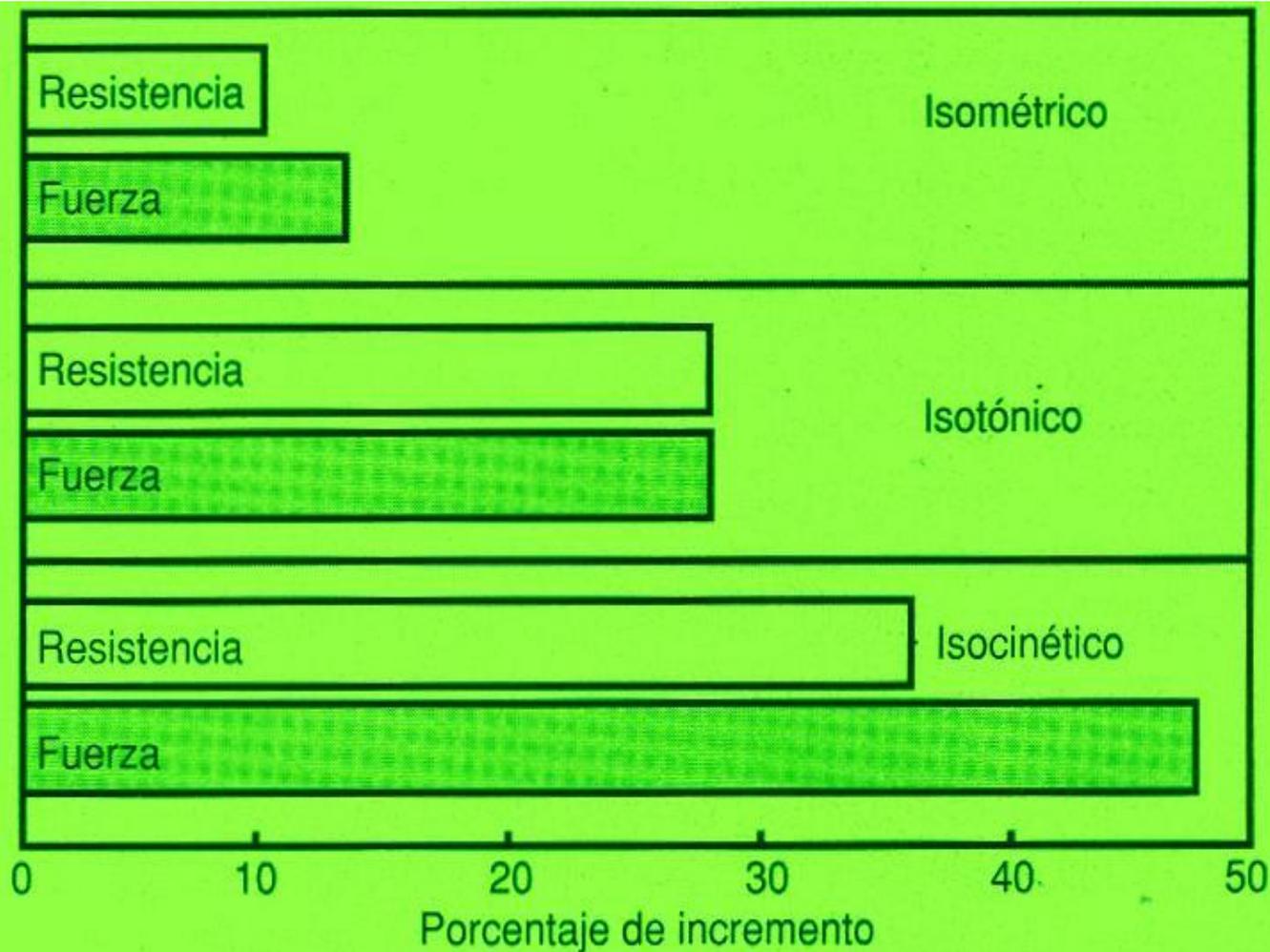
**Fig. 6-10.** El dolor muscular es más pronunciado luego de las contracciones excéntricas (negativas) y menos pronunciado después de las contracciones concéntricas (isotónicas). (Basada en datos de Talag, 1973.)

## ¿Cuál es el mejor programa?

Es evidente que cada uno de los programas de entrenamiento presenta ventajas y desventajas.



**Fig. 7-13.** Comparación de las ganancias de fuerza que resultaron de varios programas isotónicos y uno isométrico (estático). Todos los programas fueron realizados 3 días por semana durante 12 semanas. Sólo uno de los programas isotónicos (círculo blanco que encierra un círculo negro a la derecha) resultó superior al programa isométrico, y el programa isométrico fue superior a sólo un programa isotónico (círculo blanco que encierra un círculo negro a la izquierda). (Basada en datos de Berger, 1962b.)



**Fig. 7-14.** Comparación de programas isocinético, isotónico e isométrico. Todos los programas fueron realizados 4 días por semana durante 8 semanas. El programa isocinético resultó superior a los otros programas tanto para la ganancia de fuerza como de resistencia. (Basada en datos de Thistle y col., 1967.)

## Cuadro 7-4. Ejemplos de programas de entrenamiento en circuito

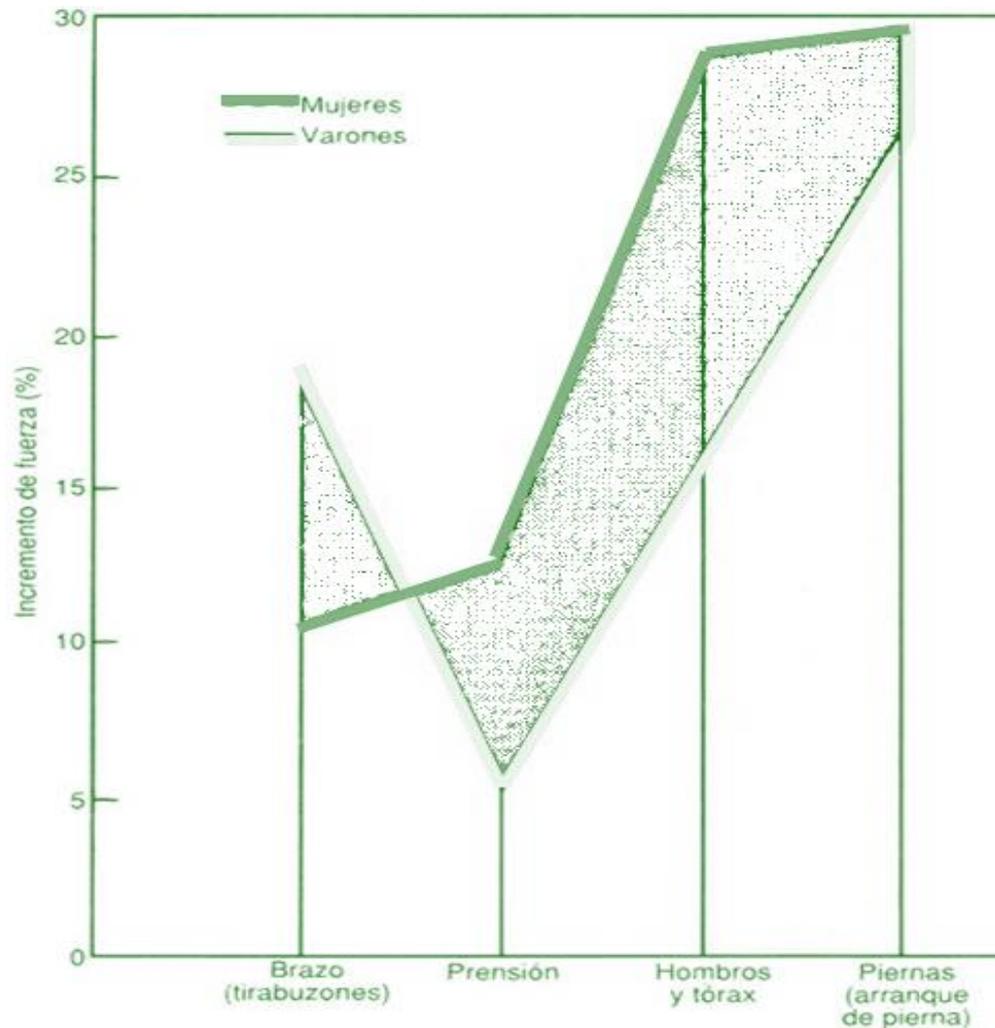
<i>Duración</i>	<i>10-12 semanas</i>
<i>Frecuencia</i>	<i>3 días por semana</i>
<i>Circuitos por sesión</i>	<i>Circuitos A, C = 3; B = 15</i>
<i>Tiempo por circuito</i>	<i>Circuitos A, C = 7,5 min; B = 15 min</i>
<i>Tiempo total por sesión</i>	<i>Circuitos A, C = 22,5 min; B = 30 min</i>
<i>Carga</i>	<i>40 a 55% de la carga de 1 MR</i>
<i>Repeticiones</i>	<i>Circuitos A, C: tantos como sean posibles en 30 seg</i>
<i>Descanso</i>	<i>Circuito B: 12-15 en 30 seg 15 seg entre estaciones</i>

<b>Circuito A*</b>	<b>Circuito B</b>	<b>Circuito C**</b>
Estación	Estación	Estación
Ejercicio	Ejercicio	Ejercicio
1 Arranque de banco	1 Carrera (400 m)	1 Agachada
2 Flexión con rodilla doblada	2 Empujes o tracciones	2 Levantada
3 Extensión de la rodilla (pierna)	3 Flexiones con rodillas dobladas	de hombros
4 Bajada, aparato	4 Saltos verticales	3 Flexión de rodilla
5 Hiperextensión de dorso	5 Levantada parado (sobre la cabeza)	4 Arranque desde el banco
6 Levantada parado (sobre la cabeza)	6 Ciclismo (3 min)	5 Levantada de pierna
7 Levantada muerta	7 Estiramiento de la cadera	6 Flexión de codo
8 Tirabuzón con el brazo	8 Salto a la cuerda (1 min)	7 Hiperextensión de espalda
9 Tirabuzón con la pierna (flexión de rodilla)	9 Remo inclinado	8 Extensión de codo
10 Remo parado	10 Estiramiento de los tendones de la corva	9 Flexiones
	11 Remo parado	10 Vuelo vertical (balanceo horizontal hacia adelante del brazo con el codo doblado a 90°)
	12 Carrera (600 m)	

\* Modificado de Wilmore y col. (1978)

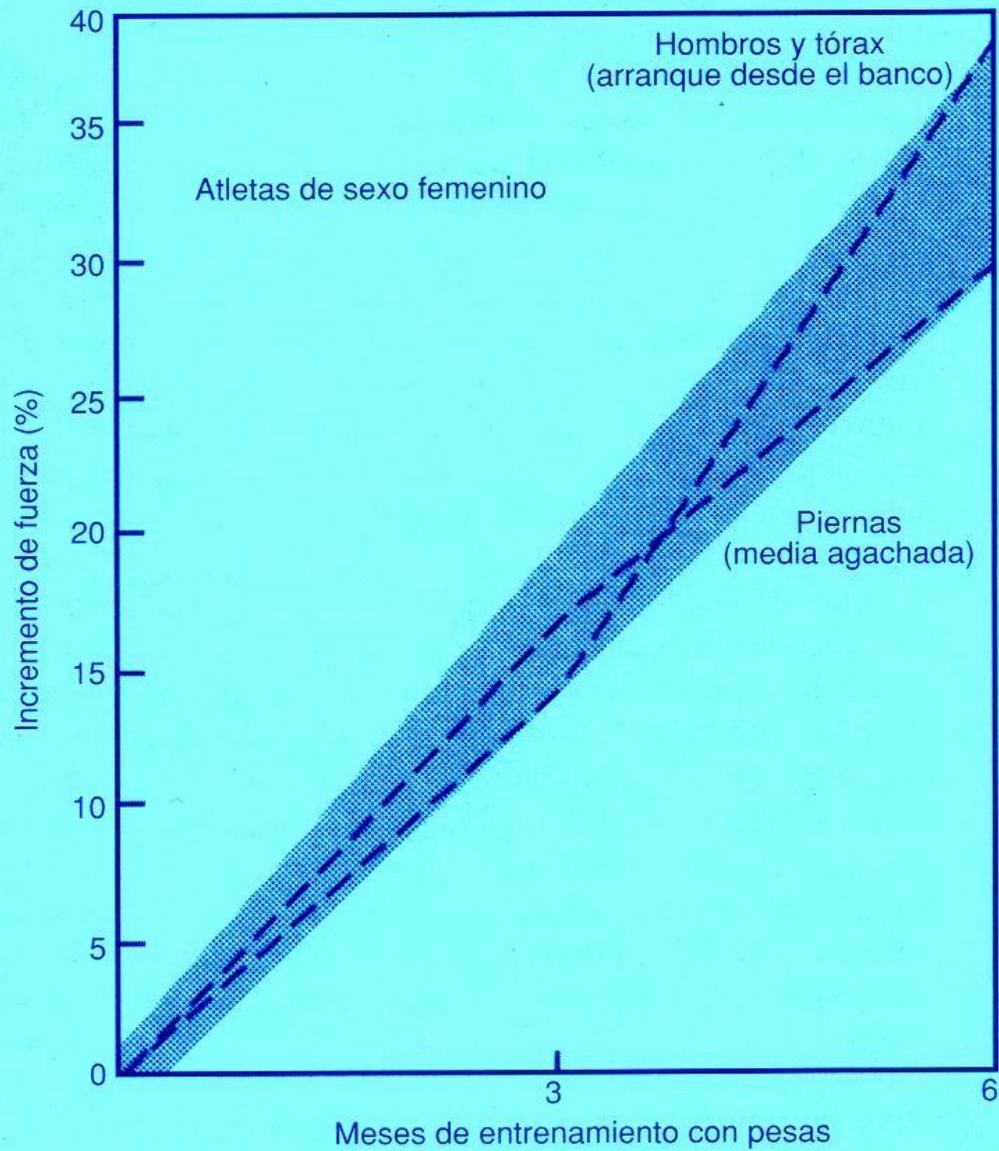
\*\* Gettman y col. (1982)

# Programas de entrenamiento con pesas en mujeres

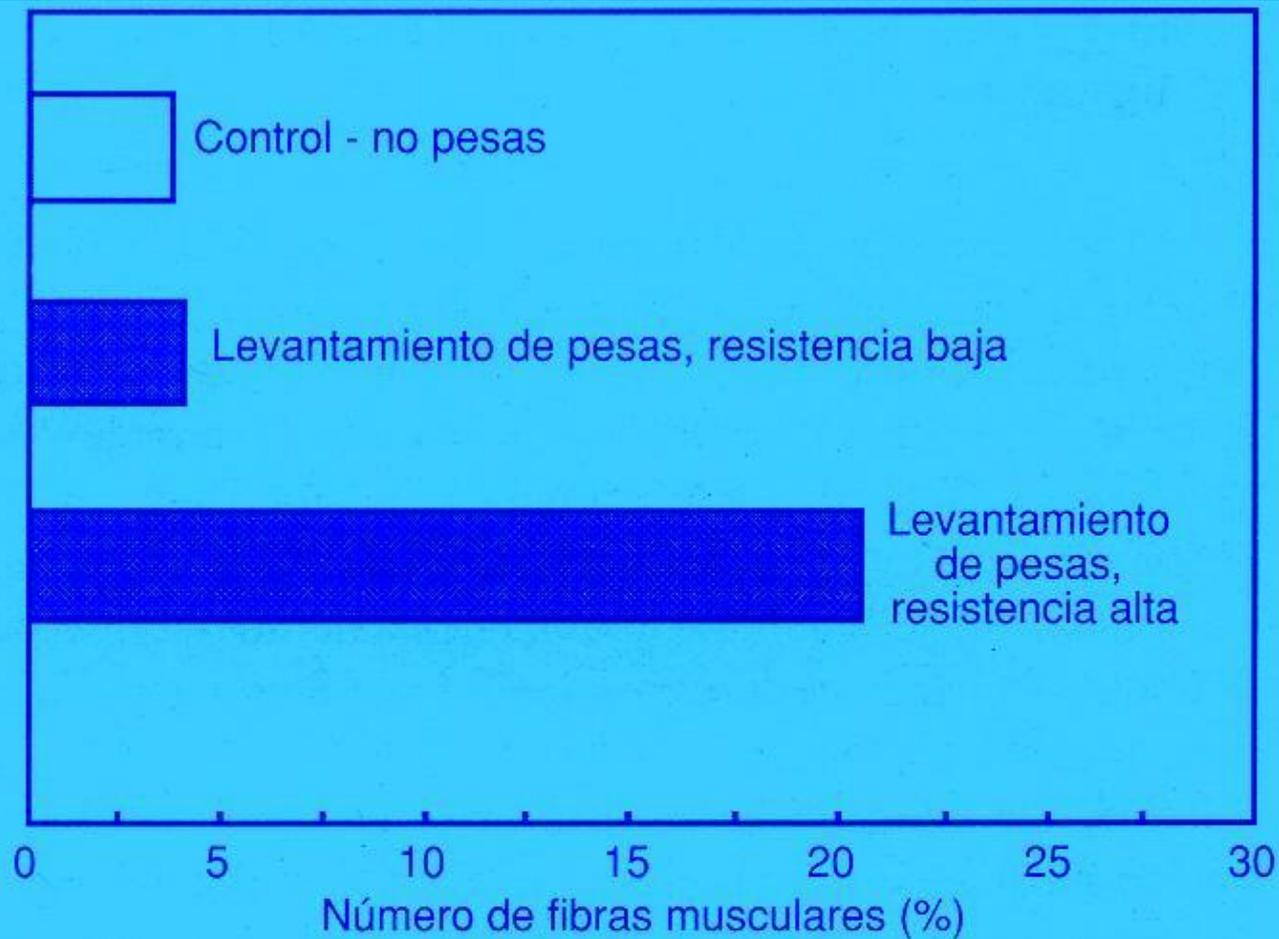


**Fig. 7-15.** Tanto los varones como las mujeres incrementan la fuerza muscular luego de un programa de entrenamiento con pesas. El porcentaje del incremento de la fuerza para las mujeres en la mayor parte de los grupos musculares es el mismo o hasta mejor que para los varones. (Basada en datos de Wilmore, 1974.)

Responden igual o mejor  
Menor nivel inicial de fuerza  
2 días/sem por 10sem;  
principio de R  
progresiva  
Hipertrofia muscular  
mayor en varones  
W todo el año (2/sem);  
mas concentrado fuera  
de temporada (3-  
4/sem)



**Fig. 7-16.** Incremento de fuerza en atletas de sexo femenino. Estas mujeres son mucho más fuertes que las mujeres no atletas y aun así sus ganancias de fuerza siguen siendo considerables. (Basada en datos de Brown y Wilmore, 1974.)



**Fig. 7-18.** Efectos de la partición longitudinal de las fibras sobre la cantidad de fibras musculares. Se encontró un aumento del 20% en el número de fibras musculares en gatos después de un programa de levantamiento de pesas de 5 días por semana durante 34 semanas. Obsérvese que la partición de las fibras está aparentemente relacionada con la intensidad, en el sentido de que se produjo sólo después de un programa de alta resistencia. (Basada en datos de Gonyea, 1980.)

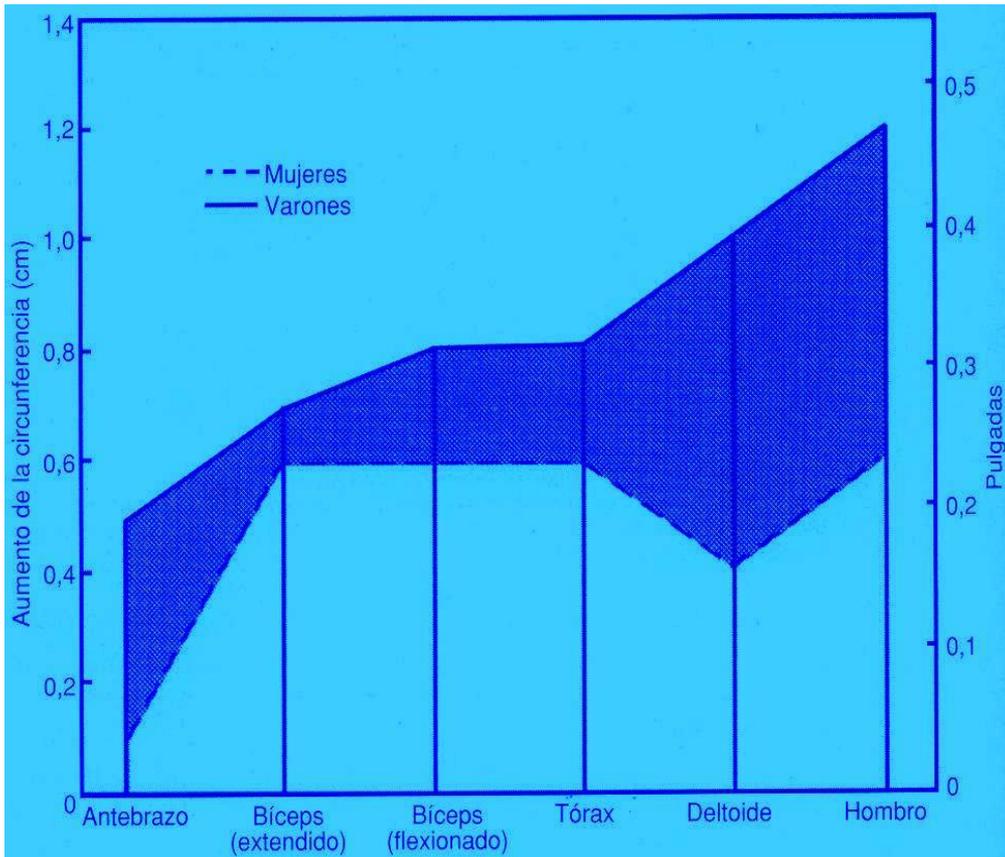


Fig. 7-19. La hipertrofia muscular en mujeres por lo general no es tan grande como en los hombres, aun cuando se hayan logrado los mismos aumentos relativos de fuerza. (Basado en datos de Wilmore, 1974.)

- Mas evidente en fibras rápidas
- Depende de la proporción de fibras:???
- Mayor aumento de AST en fibras rápidas en músculos entrenados
- Aumento de tamaño en fibras tipo I y II, y transformación de fibras tipo  $II_X$  hacia  $II_{AX}$  y  $II_A$  (incluso  $II_A$  en  $II_X$  y viceversa): plasticidad
- Aumento de tamaño pero no de número?
- No reducción de fibras tipo I

## **Cuadro 7-5. *Resumen de los efectos de los programas de entrenamiento con pesas***

### **Modificaciones en la función muscular**

Incremento de la fuerza muscular

Incremento de la resistencia muscular

Desplazamiento hacia arriba y a la derecha de la curva fuerza-velocidad

### **Modificaciones en el tamaño de los músculos**

Hipertrofia atribuible a:

Aumento del diámetro de las fibras existentes

Aumento del número de miofibrillas

Aumento del sarcoplasma, los capilares y otros componentes

### **Cambios bioquímicos**

Ausencia de cambios en las actividades enzimáticas del sistema ATP-FC

Disminución de la actividad enzimática aeróbica

Ausencia de cambios en la actividad enzimática glucolítica

Disminución del volumen (densidad) de las mitocondrias

Aumento en la concentración de ATP, FC y glucógeno

### **Modificaciones en el movimiento de los músculos y las articulaciones**

Mejoramiento de la flexibilidad

### **Cambios en la composición del cuerpo**

Disminución de la grasa corporal total y relativa

Aumento del peso libre de grasa (masa muscular)

### **Modificaciones en la aptitud deportiva y motora**

Mejoramiento en el desempeño de muchas aptitudes

## *PROPORCIÓN DE LA FUERZA Y ENTRENABILIDAD DE HOMBRE Y MUJER*

PROPORCIÓN DE LA FUERZA Y ENTRENABILIDAD	HOMBRE	MUJER
Porcentaje de la musculatura en el peso corporal	Aprox. 42%	Aprox. 32-36%
Relación resistencia – potencia		Menos favorable que en el hombre
Fuerza máxima	100%	Absoluta 60-80% Relativa igual
Incremento de la fuerza entre los 6 y 26 años	Unas 5 veces	Unas 3 veces
Entrenabilidad (cuantitativa)	100%	Absoluta 60-80% Relativa igual
Entrenabilidad (cualitativa)	100%	Relativa igual

## PARAMETROS DE LA CARGA PARA EL DESARROLLO MUSCULAR

Intensidad de la carga	40-70% novatos 60-80 y más avanzados
Volumen de la carga	3-5 series de 8-12 repeticiones para cada ejer. En cada sesión (en avanzados pueden ser hasta 10-20)
Pausa entre series	2-3 min.
Frecuencia semanal	3-6 sesiones (rutina cada 3 días, media rutina diaria, intercalada)
# de ejercicios	8 a 12 x sesión. Hasta 3 x cada mús. O grupo mus. Importante.
Ritmo de los movimientos	Lento a medio
Duración	8-12 hasta 14 semanas
Incremento	2.5 k. Para brazos y 5k piernas cada 2 semanas. Según test del 100% cada 4 semanas
Forma de trabajo	Estable.

## PARAMETROS PARA LA PREPARACIÓN DEL FISICOCULTURISTA

PERIODO	DURACIÓN (MES)	OBJETIVO	RITMO DE TRABAJO	CARGA	REP/SERIE	OBSERVACIONES
Preparatorio	8-9	Aumento Volumen muscular	Lento	Grande	Pequeña	Nutrición excesiva
Pre-competitivo	3-4	Máximo relieve muscular. Eliminar grasa subcutánea. Mantener masa mus.	Medio	media	media	Dieta hipocalórica. Hipolípida
competitivo	1	Mantenimiento competencia				

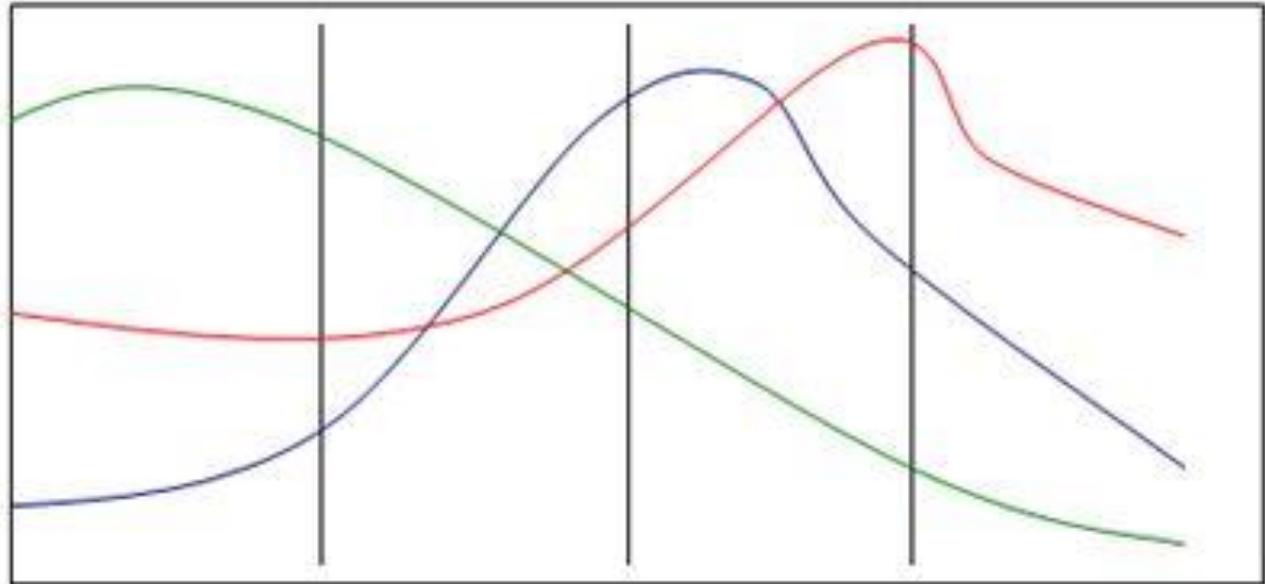
### **3. Efectos de los programas de resistencia con pesas**

- **Hipertrofia muscular**
- **Cambios bioquímicos**
- **Cambios en la composición del cuerpo**
- **Cambios en la flexibilidad**
- **Efectos sobre el rendimiento atlético y motor**
- **Efectos del consumo de esteroides durante el entrenamiento con pesas**
- **Resumen**

Volumen

Intensidad

Técnica



**Terminología Europea**

Fase de Preparación

Primera Transición

Fase de Competición

Descanso Activo

**Terminología Norte-Americana tradicional**

**Pretemporada**

**Temporada**

**Fuera de Temporada (entren. Base)**

**Terminología Norte-Americana de Fuerza/potencia**

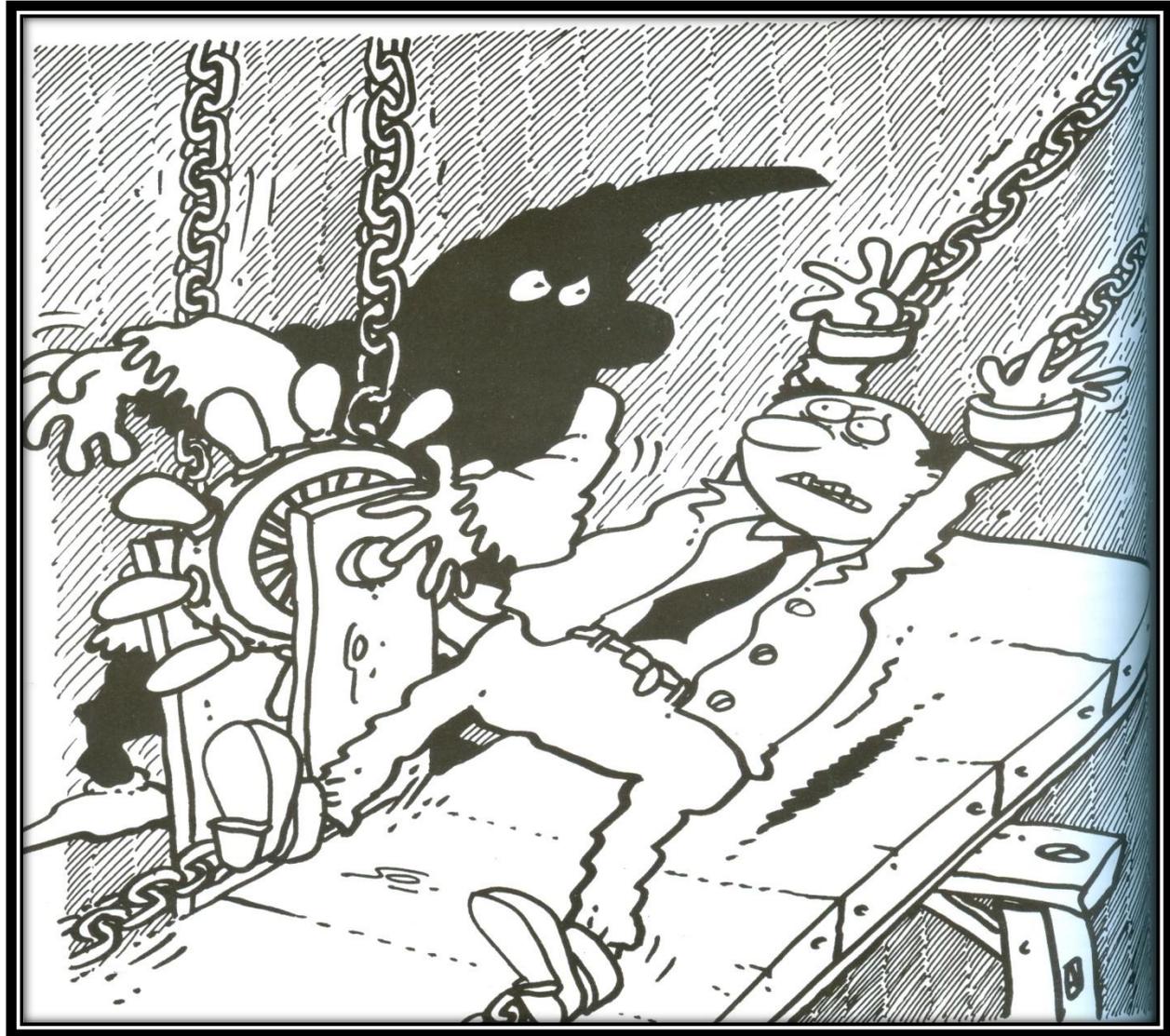
Hipertrofia

Fuerza y Potencia

Forma Deportiva

Descanso Activo

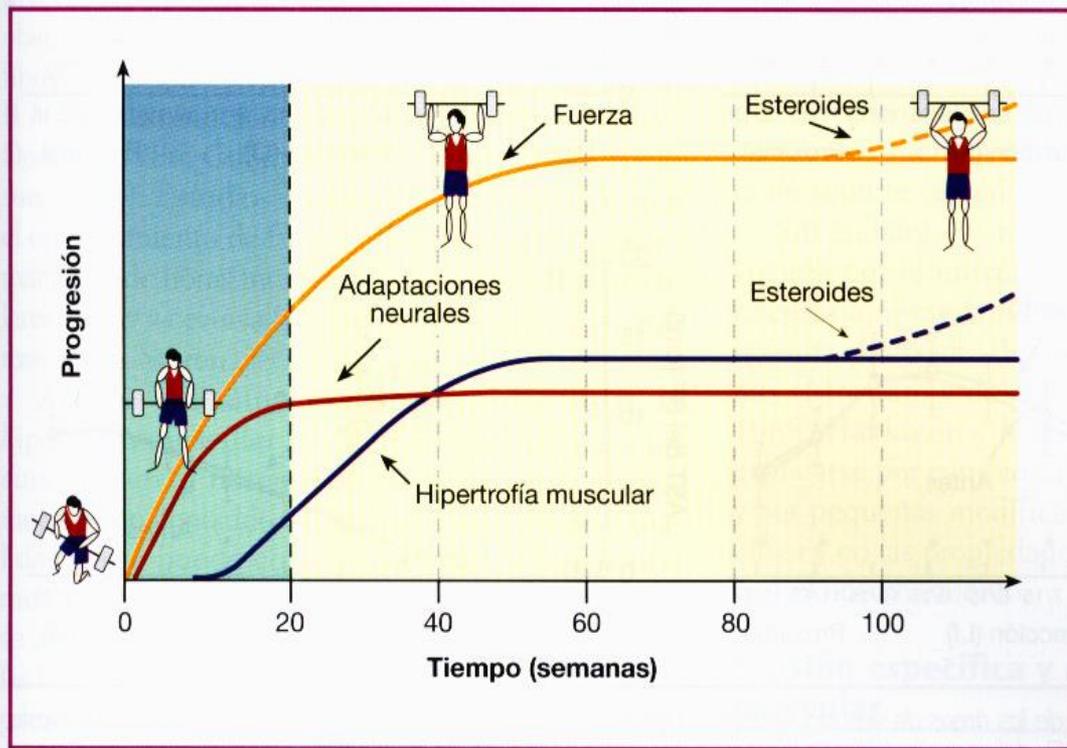
# *Resistencia progresiva*



# Efectos del entrenamiento de fuerza: depende de factores.....

- A) **De tipo estructural:** # de puentes cruzados, # de sarcómeros en paralelo, F específica/ área de sección transversal, longitud de la fibra
- B) **De tipo neural:** habilidad para la máxima y rápida activación muscular agonista, inhibición de m. antagonistas, capacidad de utilizar energía potencial en un ciclo estira/acortamiento
- C) **Propiedades mecánicas:** ángulo articular, longitud inicial muscular, tipo de activación y velocidad de movimiento,
- D) **Sistema neuroendocrino**

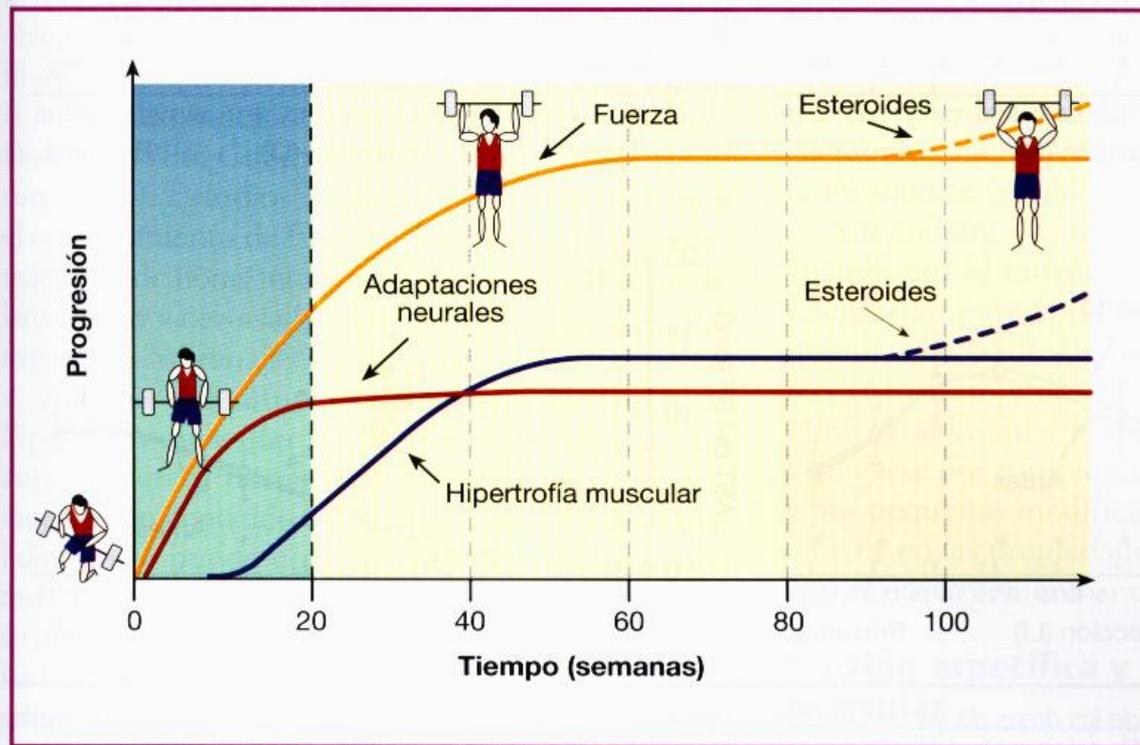
# Efectos del entrenamiento de fuerza: hipertrofia



**Figura 9.1.** Influencia relativa de las adaptaciones neurales y musculares con el entrenamiento de fuerza. (Modificada de Sale DG. Neural adaptation to resistance training. Lippincott Williams & Wilkins. Med Sci Sport Exerc, 1998; 20:S135-S145.)

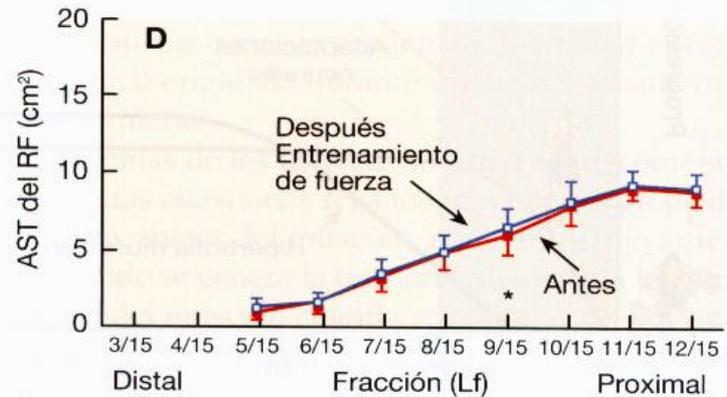
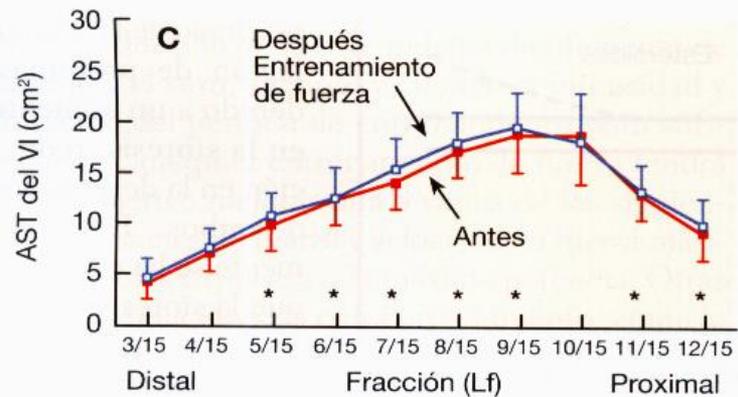
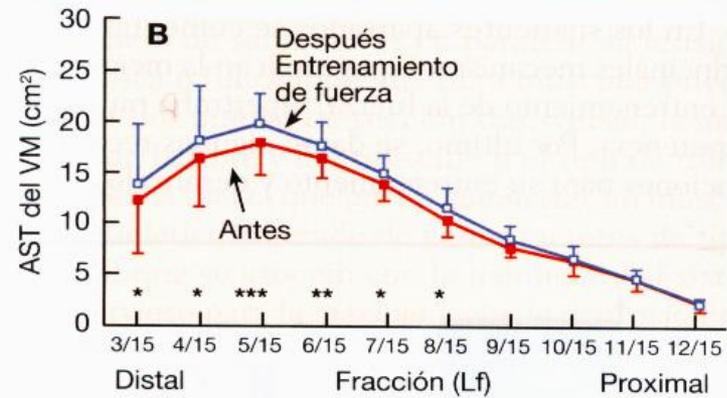
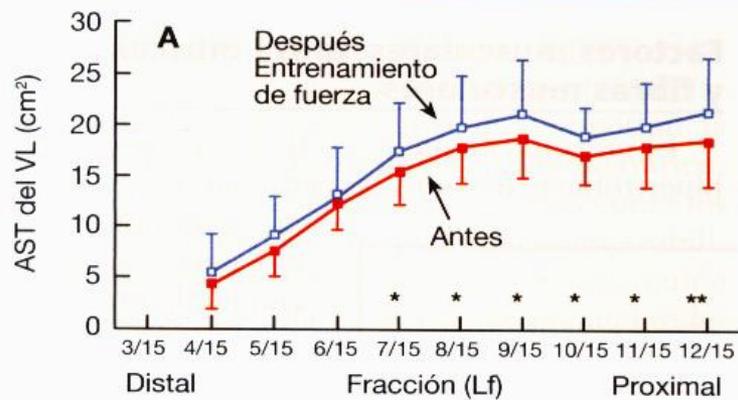
- En las primeras semanas existe una adaptación del SN por activación de m. agonistas o cambios activación m. antagonistas.
- Hipertrofia muscular evidente hacia la sexta semana

# Efectos del entrenamiento de fuerza: hipertrofia (por aumento en síntesis proteica, reducción en la degradación o ambas)



**Figura 9.1.** Influencia relativa de las adaptaciones neurales y musculares con el entrenamiento de fuerza. (Modificada de Sale DG. *Neural adaptation to resistance training*. Lippincott Williams & Wilkins. *Med Sci Sport Exerc*, 1998; 20:S135-S145.)

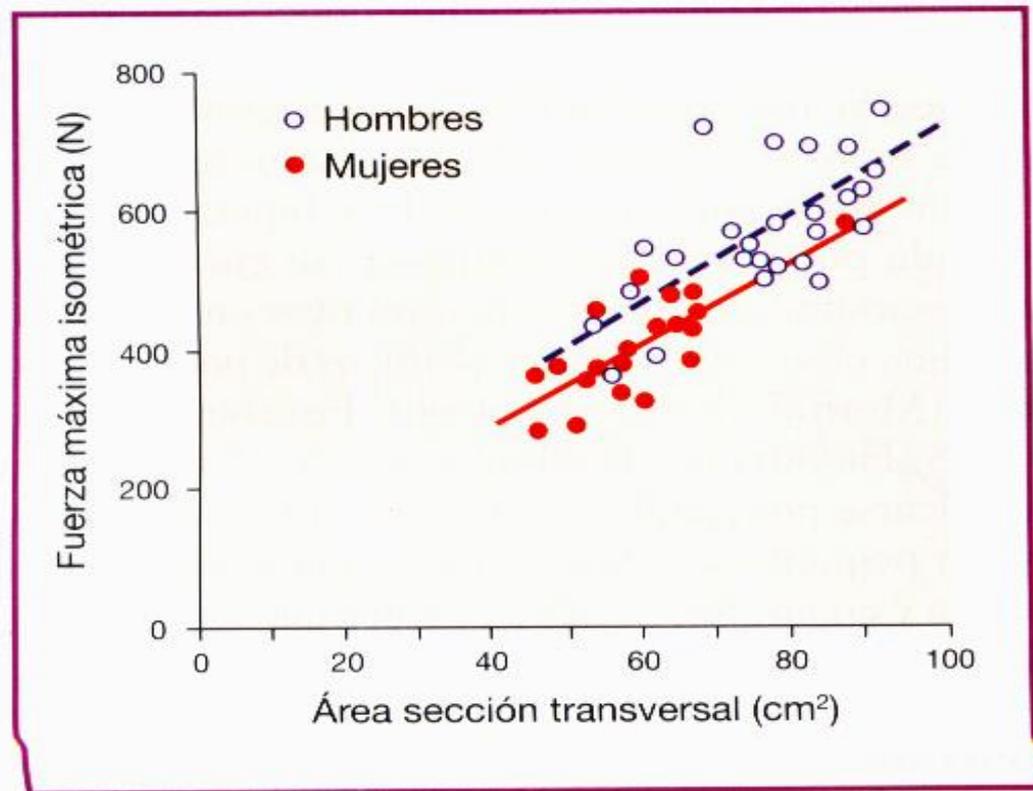
- Pico de síntesis a las 24hs de la sesión, permanece elevado hasta las 36hs.
- Factores: Mayor en fibras rápidas, daño musc en acciones excéntricas (no es claro), AST del músculo (ver fig)



**Figura 9.2.** Valor medio ( $\pm$  DE) de las áreas de sección transversal de los músculos vasto lateral (VL), vasto medial (VM), vasto intermedio (VI) y recto femoral (RF), del grupo cuádriceps femoral a diferentes secciones longitudinales del fémur desde 3/15 hasta 12/15 en mujeres de edad avanzada antes y después de un periodo de 21 semanas de entrenamiento de fuerza. (Modificada de Häkkinen K, Alen M, Kallinen M, Newton RU, Kraemer WJ. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training and detraining, and re-strength training in middle-aged and elderly people. Springer-Verlag GmbH. Eur J Appl Physiol, 2000; 83:51-62.)

- Hiperplasia: aumenta el tamaño muscular a expensas del número
- No confirmada en el hombre (diseño metodológico)
- La formación de nuevas fibras a expensas de las *células satélite*
- Proliferan con el daño celular reemplazando las dañadas o fusionándose con ellas
- Aumento proporcional del tamaño del tejido conectivo (representa 13%), aumentando la fuerza muscular

# La fuerza también es proporcional al número de sarcómeras en paralelo activadas

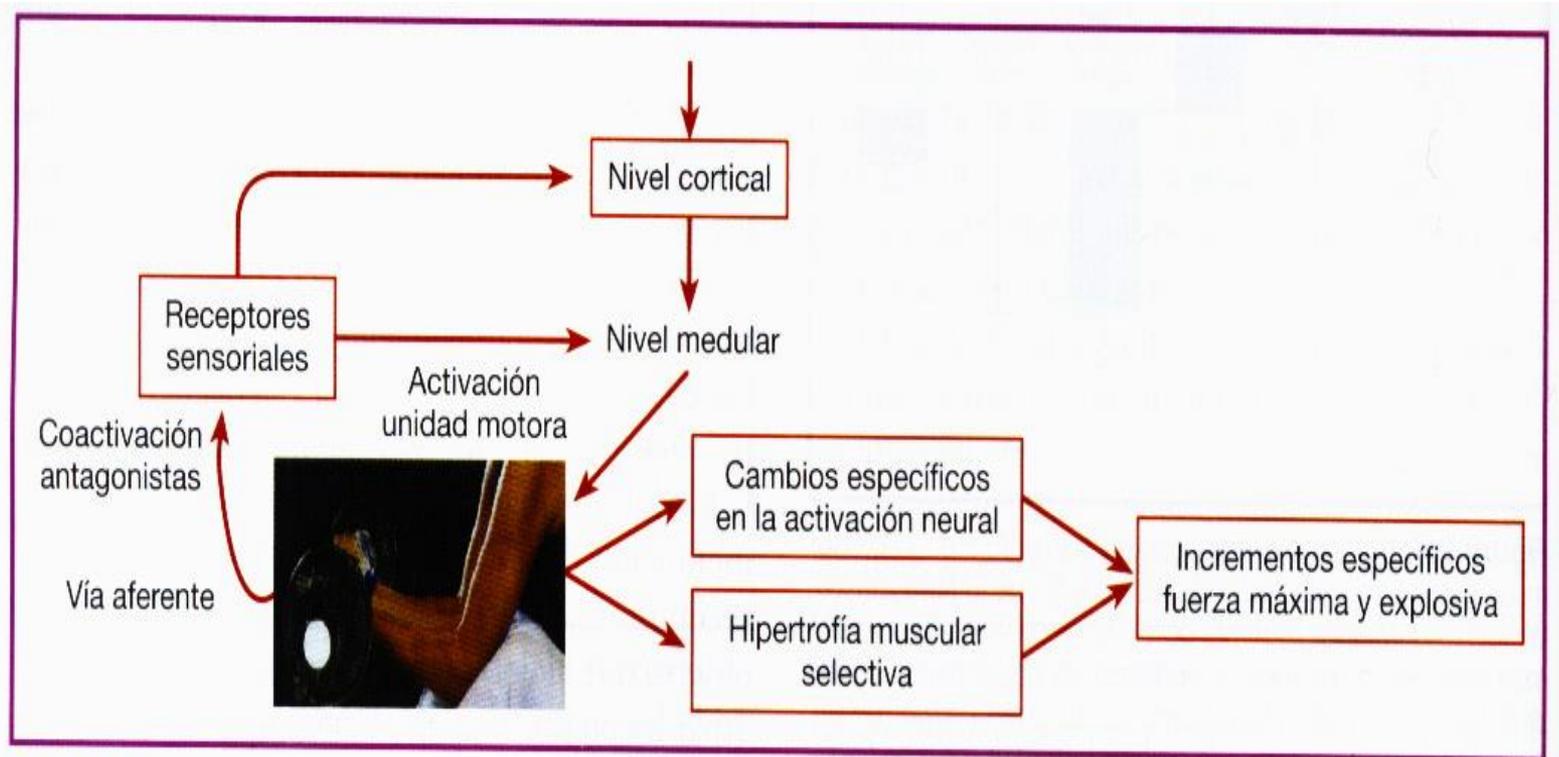


**Figura 9.3.** Relación entre el área de la sección transversal del músculo cuádriceps femoral y la máxima tensión que puede realizar durante una acción muscular isométrica. (Modificada de Enoka RM. *Neuromechanics of human movement*. 3.ª ed. USA: Human Kinetics, 2002.)

*El AST solo explica el 50% de la varianza en la fuerza; los factores que influyen esta relación:*

- Usar 1 sola determinación del AST en el musculo
- Necesidad de identificar todos los musc. involucrados
- Dificultad de aislar cierta coactivación antagonista, mientras se activan los antagonistas
- La presunción de que todo el musculo se activa
- Variación de la arquitectura musc.

**Adaptaciones neurales:** se  $\uparrow$  la activación en los m. que intervienen en el movimiento, se reduce la coactivación m. antagonistas y se mejora la coactivación de los m. sinergistas



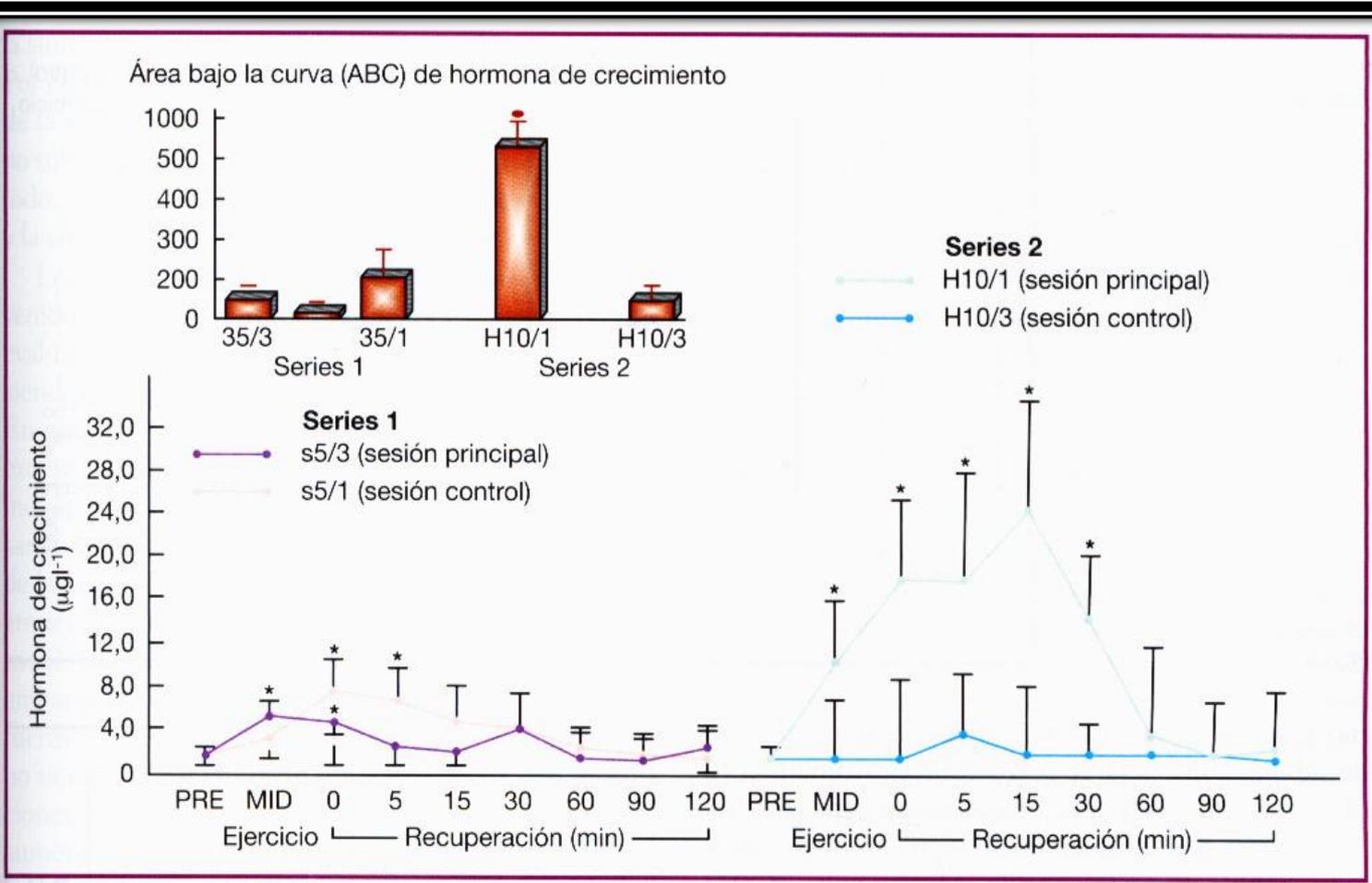
**Figura 9.6.** Esquema de los efectos del entrenamiento de fuerza máxima y explosiva sobre el sistema neuromuscular. (Modificada de Enoka, 1988; Häkkinen, 1994.)

# Adaptaciones hormonales: su importancia radica en...

- Las anabolizantes modelan las fibras musculares a nivel metabólico y celular al igual que el trabajo de fuerza
- El entrenamiento de fuerza aumenta hormonas anabólicas como T, GH, IGF-1
- Mejoras y/o pérdidas de la producción de fuerza durante AF crónica se acompaña de aumento en la tasa basal de hormonas anabólicas y/o descenso de las catabólicas

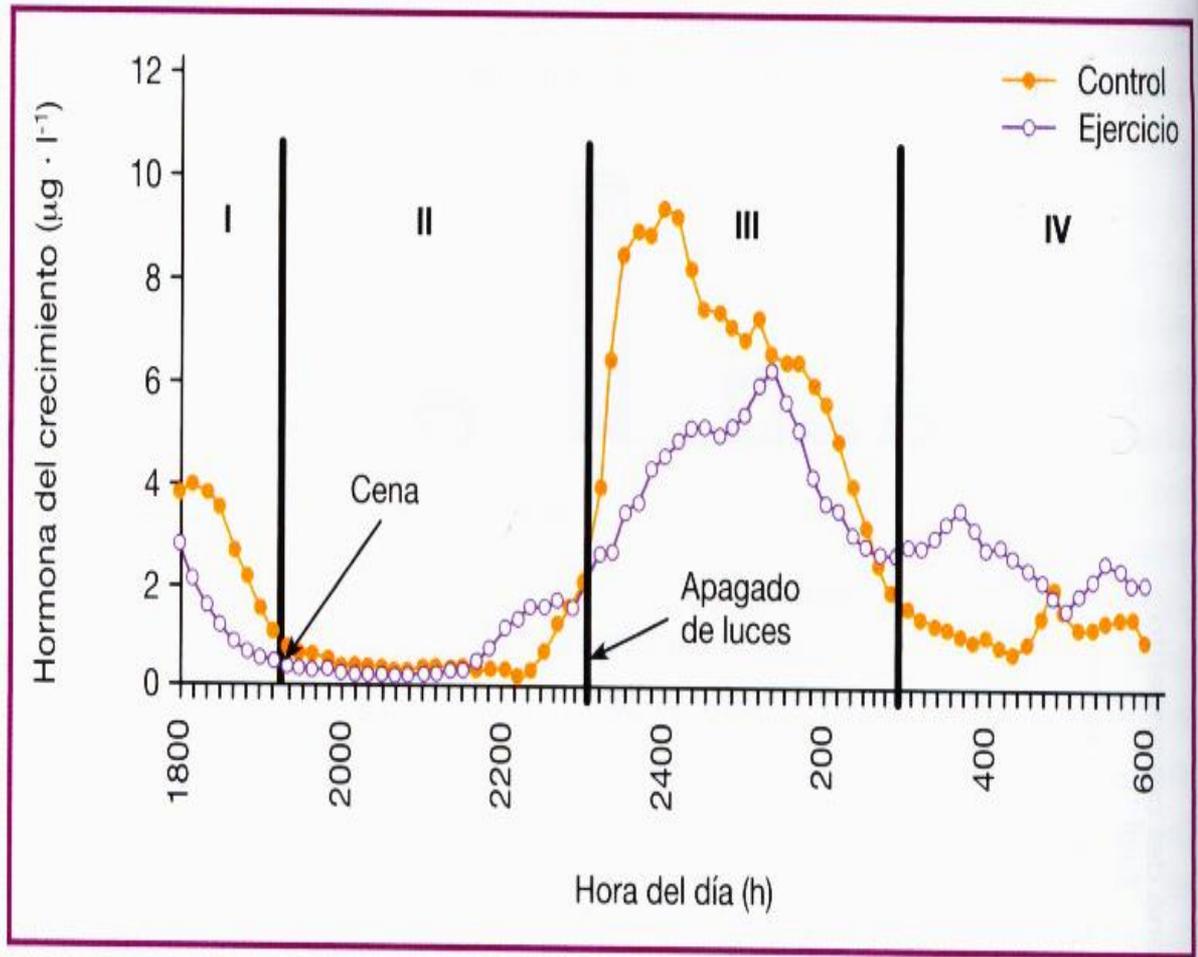
# Hormona de crecimiento

- Actúa directamente sobre tejidos y potencia acción de somatomedinas
- Se observa mayor aumento en sesiones donde se  $\uparrow$   $\text{La}^-$  (70-80% 1RM), muchas repeticiones (5-10 rep), varias series (3 series), y poco descanso entre series *(ver fig)*.



**Figura 9.12.** Evolución de la concentración sanguínea de hormona de crecimiento. En línea intermitente se muestra la evolución media de las concentraciones sanguíneas de hormona de crecimiento durante una sesión de entrenamiento de fuerza máxima (tres a cinco series de 5RM, con un tiempo de recuperación entre cada serie de un minuto). En línea continua se muestra la misma evolución pero después de realiza una sesión de entrenamiento (tres a cinco series de 5RM, con un tiempo de recuperación entre cada serie de tres minutos). Las concentraciones sanguíneas de lactato y de GH, durante la sesión de entrenamiento con cargas de 5RM y un minuto de descanso entre series, es significativamente superior a la encontrada durante la sesión de entrenamiento realizada con las mismas cargas (5RM), pero dejando tres minutos de recuperación entre series. (Modificada de Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R, Frykman P, McCurry D y Fleck S. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. Penny Ripka. J App. Physiol, 1990; 69 (4):1442-1450.)

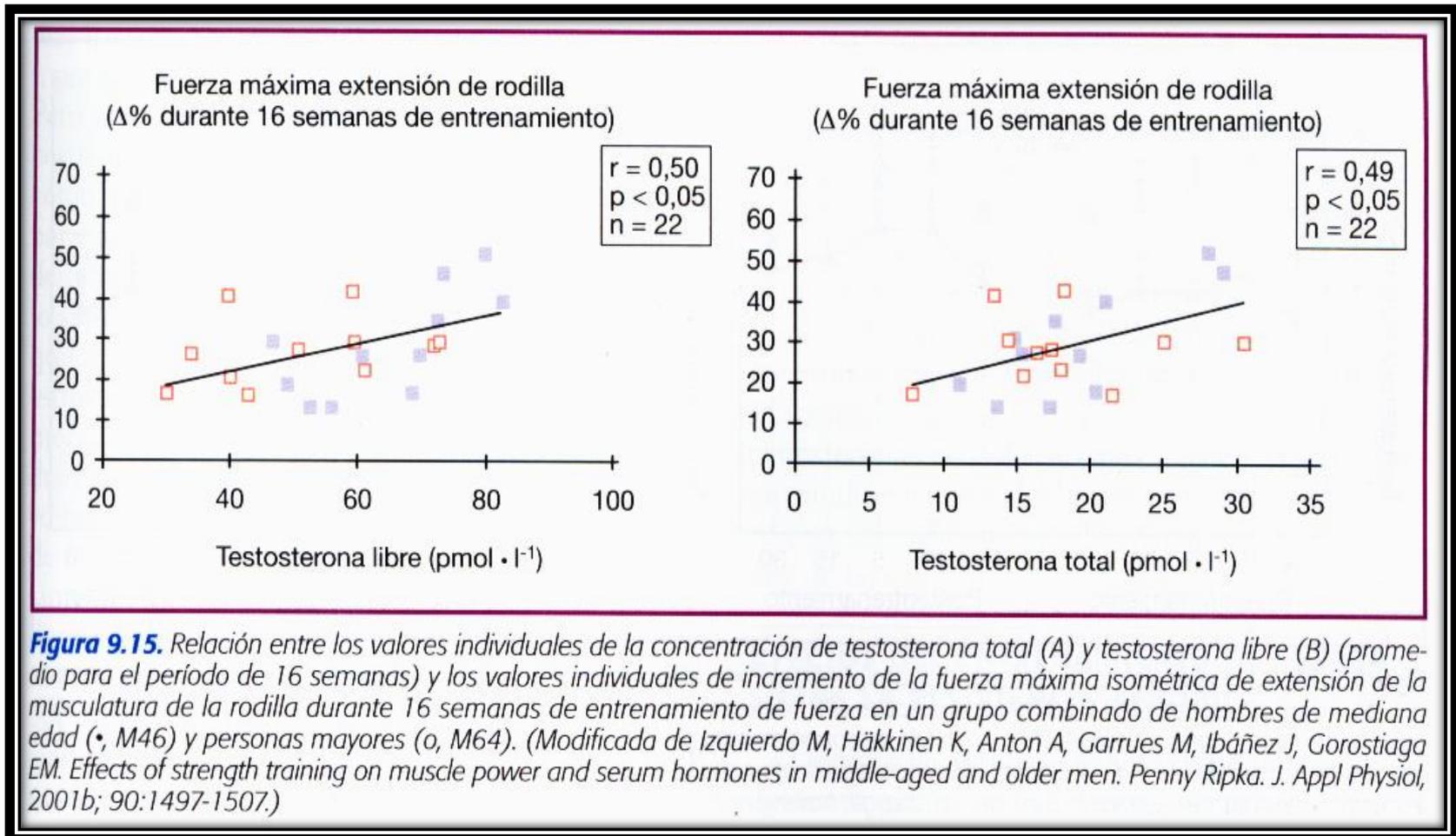
**Figura 9.13.** Evolución de la amplitud media de la concentración sanguínea de la hormona del crecimiento (GH), medida cada 10 minutos, durante las 12 horas posteriores a la realización de una sesión de entrenamiento de fuerza máxima por hipertrofia (línea continua), o durante ese mismo período de tiempo de un día en el que los mismos sujetos no hicieron ejercicio físico. (Modificada de Nindl BC, Hymer WC, Deaver DR, Kraemer WJ. Growth hormone pulsatility profile characteristics following acute heavy resistance exercise. Penny Ripka. *J Appl Physiol*, 2001; 91[1]:163-172.)



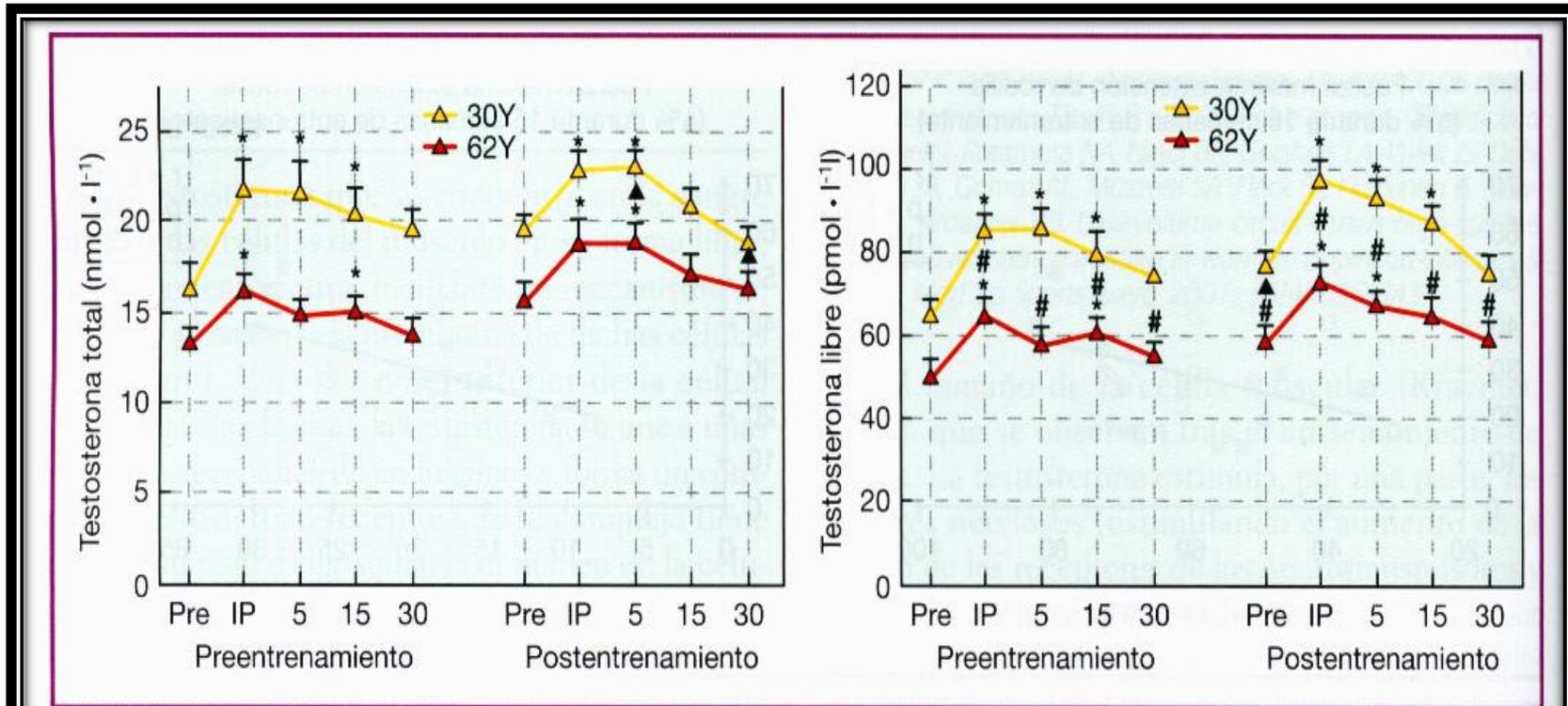
# Testosterona

- Estimula factores nerviosos y las fibras tipo II (en fibras IIX, mas fuertes, menos resistentes)
- Estimula liberación de GH y somatomedinas
- Su aumento está relacionado con programas que mejoran la fuerza, de más de 8 sem, y en sujetos de >2 años de experiencia de entrenamiento de fuerza (*Hakkinen, 1985*).

A mayores niveles de testosterona, mayores son los niveles de fuerza máxima y masa muscular



Se observan aumentos agudos de T después de una sesión de entrenamiento de fuerza, incluso en personas no entrenadas y en personas de edad avanzada



**Figura 9.16.** Respuesta aguda de testosterona total y testosterona libre, pre, inmediatamente después (IP), cinco minutos después (5), 15 minutos después (15) y 30 minutos después (30) de cuatro series de 10 repeticiones máximas con 90 segundos de descanso entre series, antes y después de un período de entrenamiento de fuerza en hombres de 30 y 62 años de edad. \* Denota diferencia significativa desde PRE. # Denota diferencia significativa con el grupo de 30 años. (Modificada de Kraemer WJ. Endocrine responses to resistance exercise. In *Essentials of strength training and conditioning*, pp. 91-114. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.)

# Cortisol

- Responden a condiciones de estrés y degradan proteínas
- Aumenta cuando las reservas de CHO se reducen
- Los aumentos son paralelos a los ocurridos con la GH
- Su aumento marcado inhibe la producción de T
- La secreción es mayor en sujetos estresados y ansiosos



E  
N  
u  
e  
r  
i  
g  
d  
t  
s  
i  
t  
t  
q  
a  
v  
d  
p



Gabriel García DOUGLAS...

