



**Instituto Superior**

**NUEVA PREPARACIÓN FÍSICA**

**A-1531** INSTITUTO INCORPORADO A LA ENSEÑANZA OFICIAL

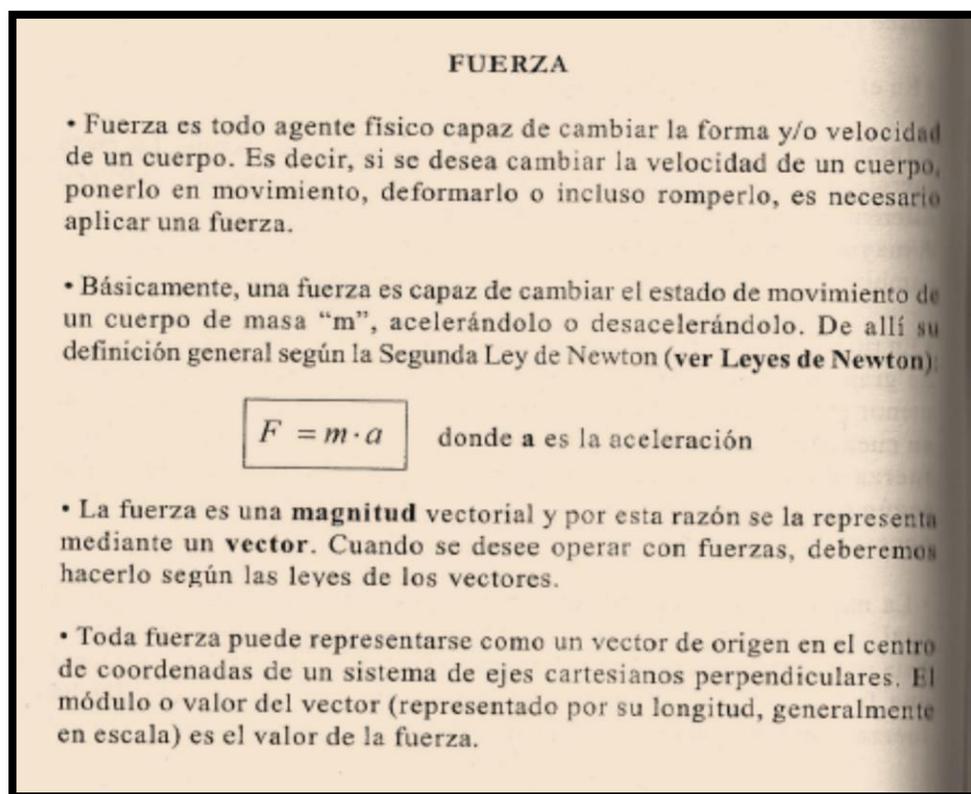
# **LA FUERZA**



La Fuerza es una de las capacidades condicionales más importante en los individuos y sobre todo, si son sedentarios.

Para comenzar es necesario definir a la fuerza muscular y también a la fuerza desde un concepto físico.

**La fuerza para la física es:**



**Imagen sacada del libro: Conceptos de biomecánica, Autores: Juan C. Muñoz y Daniel E. Andisco, 2007.**

Ahora bien, si bien es necesario entender este concepto antes aclarado, necesitamos también llevarlo al campo de nuestro interés, y **cabe definir** a la **fuerza muscular** como:



**“ES LA CAPACIDAD DE VENCER U Oponerse a UNA RESISTENCIA EXTERNA MEDIANTE UNA CONTRACCIÓN MUSCULAR.”**

A esta definición le agregamos la siguiente pregunta y: ***¿Cómo puede contraerse un músculo para vencer u oponerse a una resistencia externa?***

El músculo esquelético puede realizar básicamente dos tipos de contracción:

- 1. Estática o Isométrica.***
- 2. Dinámica o Isotónica, también llamada Anisométrica.***

***Fuerza estática o Isométrica: La longitud del músculo se mantiene básicamente constante. Es la fuerza necesaria que se aplica de tal forma que la articulación permanezca inmóvil. En general se ejerce contra un objeto inmóvil o relativamente inmóvil. Su función básica es la estabilización. (J. De Lateur y Lehmann, 1999).***

***Fuerza isotónica: es aquella fuerza muscular originalmente definida suponiendo que permanece constante a lo largo de todo el arco de movimiento. Esta condición no se cumple en la vida cotidiana.***

Es preciso aclarar también, que en la ***contracción isométrica no hay movimiento de los puntos de inserción del músculo***, mientras que en la ***isotónica si hay movimiento, acercándose y alejándose los puntos de inserción muscular.***



Además de la tensión muscular están los **componentes conectivos** (tendones y ligamentos) y que podemos decir:

***Los tendones constituyen las inserciones de los músculos y transmiten la fuerza originada por la contracción del músculo. Los ligamentos unen dos superficies óseas de una articulación, limitando el desplazamiento. (Goenaga y Forriol, 1987).***

• El tendón y el ligamento pueden considerarse (simplificadamente) como una cuerda flexible porque:

- pueden encontrarse en estado de tensión pero no de compresión. Esto es debido a la estructura helicoidal de la proteína de colágeno. Al aplicarles una tensión de elongación, se desenrollan tomando una estructura longitudinal. Estas fibras comienzan a soportar la carga cuando su deformación excede aproximadamente el 4% de su longitud inicial (Renstrom y Jonson, 1985).

- sólo pueden transmitir una fuerza en sentido longitudinal (a diferencia de un palo de golf o de una muleta que también pueden transmitir fuerzas perpendiculares).

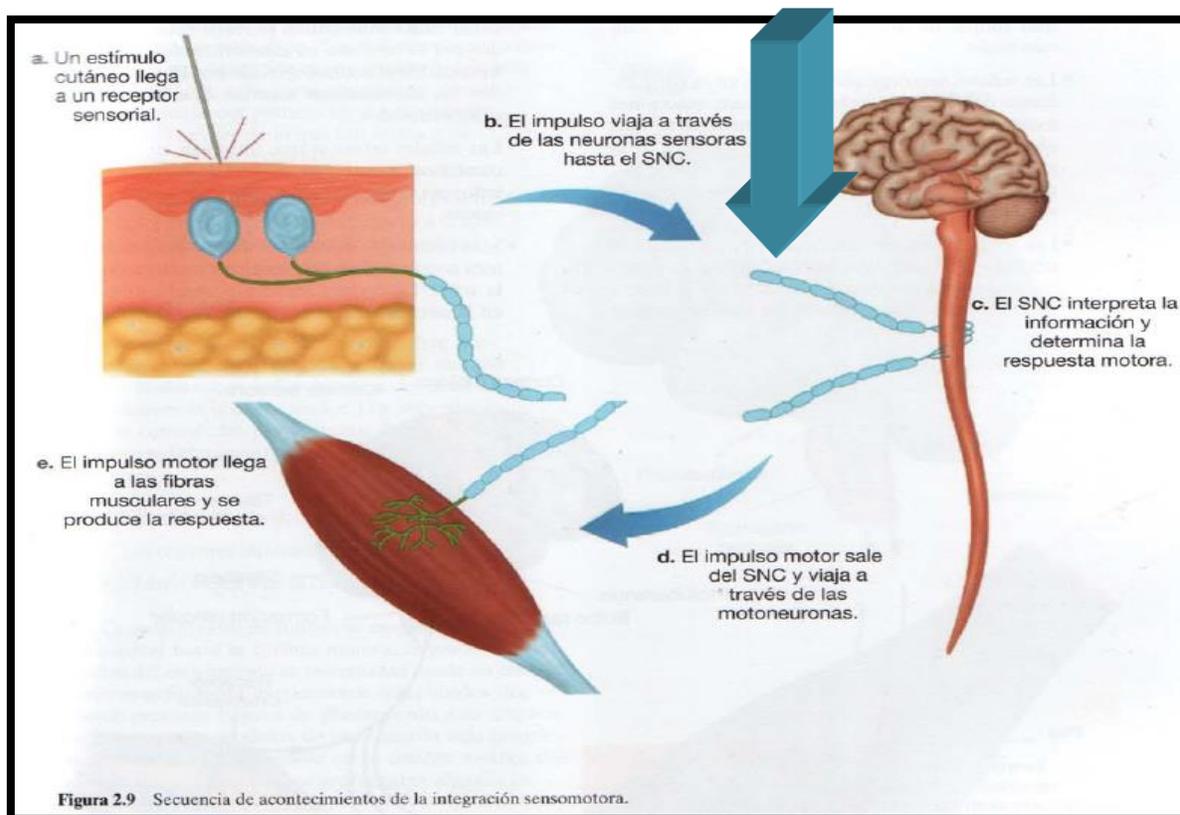
- la tensión transmitida es la misma en todos los puntos (cuando no hay rozamiento).

- la tensión máxima que puede ejercer un músculo es directamente proporcional al área de la sección transversal del mismo en su zona más ancha.



Ahora bien, el músculo para contraerse tiene que recibir un **estímulo**, este mismo es **enviado** desde el **sistema nervioso central** (centros superiores de la corteza motora).

Observar en la imagen de abajo el músculo esquelético.



De esto se desprende que hay una íntima conexión y relación entre el sistema nervioso central y el aparato locomotor. Por esto es necesario relacionarlos y poder entender esta relación.

### **Sistema Nervioso y Fuerza Muscular.**

Los estímulos nerviosos son enviados por el sistema nervioso, los mismos llegan a la unión neuromuscular y excitan a las células musculares efectuando un potencial de acción. Esto de alguna manera regula la coordinación del músculo y la magnitud de la contracción teniendo así distintas características a saber.



Principal **función**, la **coordinación del músculo** y esta puede ser **intramuscular** o **intermuscular**.

### **Coordinación Intramuscular.**

La **regulación** del **sistema nervioso** sobre la **magnitud** de la **fuerza muscular**, se da bajo **tres aspectos intramusculares** a saber:

- 1. Frecuencia de estímulos.**
- 2. Reclutamiento de unidades motoras.**
- 3. Sincronización de unidades motoras.**

El desarrollo de estos procesos, permiten realizar una coordinación intramuscular adecuada para vencer resistencias (fuerza).

Estos tres procesos se dan al mismo tiempo y son:

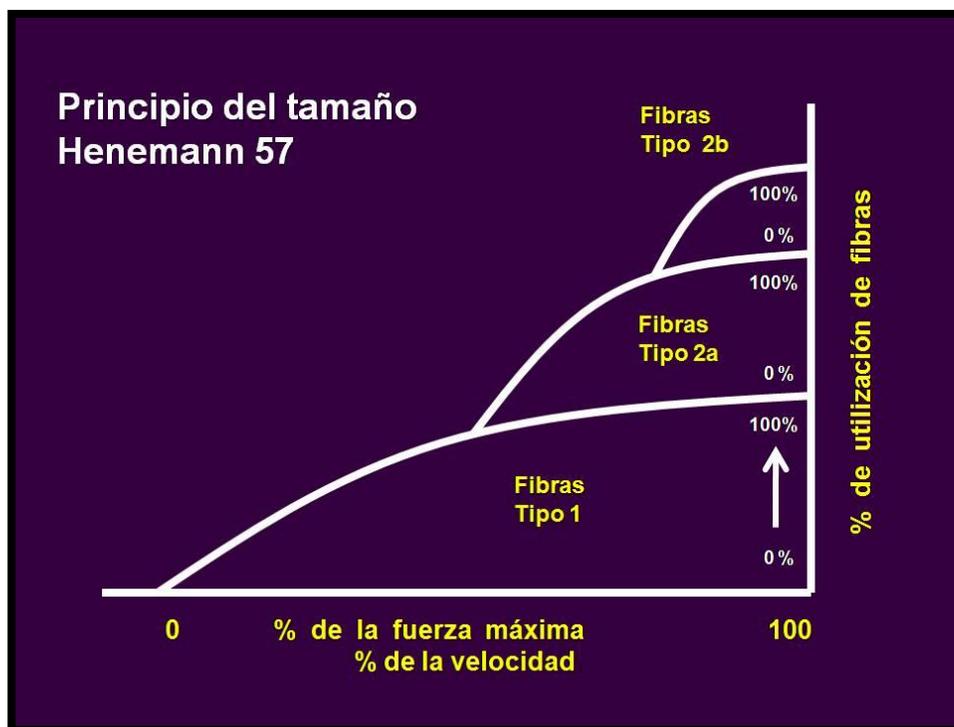
**Frecuencia de estímulos:** **Cantidad** de **Hz x segundo** que el **sistema nervioso** envía hacia los **músculos (impulso nervioso)**.

Tipo de Fibra	Motoneurona	Activación
Lentas	Chica	25Hz x Seg
Rápidas	Intermedias	35 Hz x Seg
Explosivas	Grandes	45 a 50 Hz o +

Esto quiere decir que el sistema nervioso envía estímulos con una cierta magnitud, dependiendo de cuanta fuerza tenga que hacer.

**Reclutamiento de unidades motoras:** Puede ser progresivo o balístico.

El **Progresivo** está determinado por la **Ley de Henemann (Talla)**.



Como se observa en el gráfico ante un trabajo progresivo en intensidad se van sumando (reclutando) los distintos tipos de fibras musculares.

**Ejemplo:**

**Comienzo** a *trotar* (*recluto fibras lentas*), luego *aumento la intensidad* y me lanzo a la *carrera* (*recluto fibras lentas + fibras rápidas*) y termino en un *sprint* (*máxima velocidad*) reclutando (*fibras lentas + rápidas + explosivas*).

Este *reclutamiento* es de *menor a mayor* dependiendo de la *intensidad* produciendo el *efecto de sumación*.

Esto se puede dar *por el aumento de la resistencia a vencer*, y tengo que hacer *más fuerza* o por *fatiga de las fibras que se van llamando a reclutar*.

El *balístico* es un *gesto explosivo* de tal manera que implica poner toda mi fuerza para realizarlo y de esta manera se llamarán a *reclutar todas las fibras al mismo tiempo*. Esta selección es realizada por el sistema nervioso.

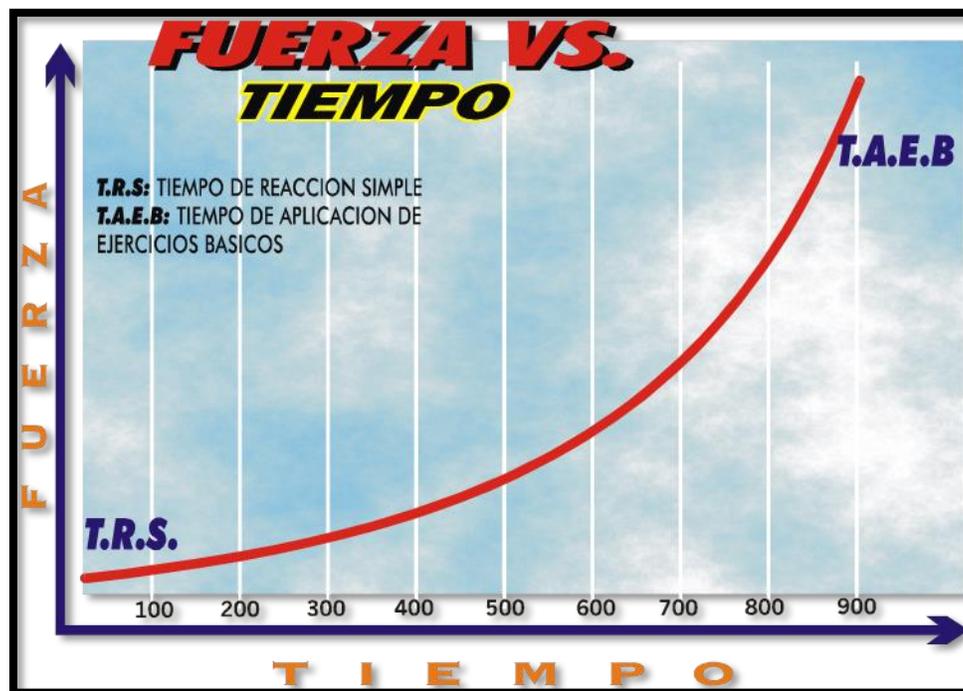
**Ejemplo:**



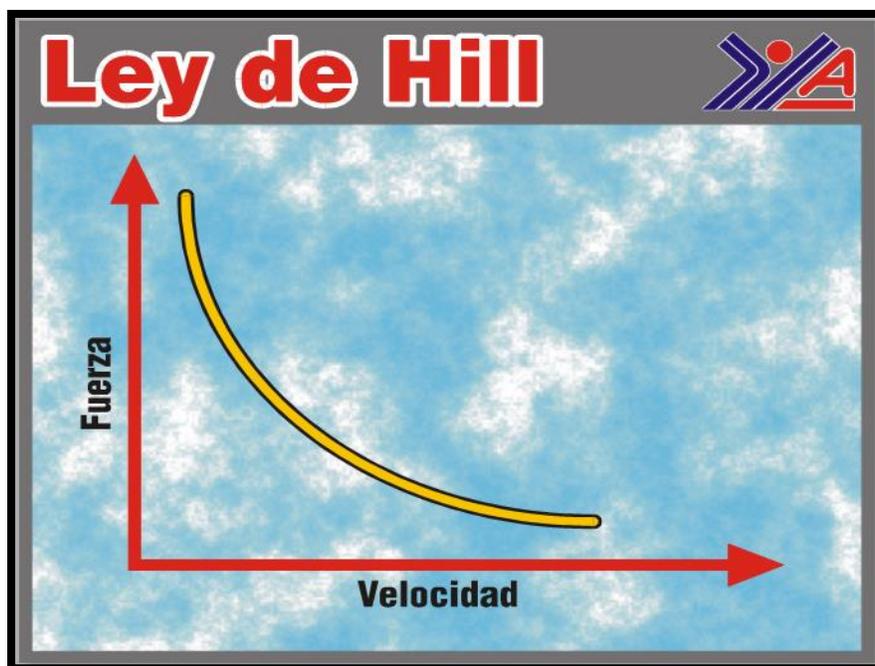
Lanzamiento en atletismo o sprint de 100 metros, etc.

Hay que tener en cuenta la resistencia a movilizar y el tiempo de aplicación de la fuerza para movilizarla.

***Acá hay una relación inversa, a + resistencia, + fuerza y mayor tiempo de aplicación y a – resistencia, - fuerza y menor tiempo de aplicación de la misma.***



También la relación fuerza - velocidad es inversamente proporcional como lo marca la **ley de Hill**.



***A mayor fuerza, menor velocidad y a mayor velocidad menor fuerza, esto depende también de la resistencia a vencer.***

### ***Sincronización de unidades motoras.***

La sincronización de las unidades motoras se relacionó como un beneficio del trabajo de la fuerza máxima, pero tenemos que aclarar lo siguiente, el entrenamiento de fuerza máxima no mejora la sincronización de unidades motoras mejorando la fuerza, sino que la mejora se da para aplicarla en el menor tiempo posible.

La forma más eficaz de mejorar esta adaptación es a través de:

- ✓ ***Utilizar cargas máximas.***
- ✓ ***Ejercicios que involucren el ciclo estiramiento acortamiento (CEA).***
- ✓ ***La combinación de cargas máximas con potencia.***

En conclusión la sincronización de las unidades motoras está dada por el sistema nervioso central y el llamado ordenado que realiza para que las unidades motoras sean reclutadas eficientemente.

### ***Coordinación Intermuscular.***



La coordinación intermuscular está dada, principalmente, por el reflejo de inhibición recíproca. Este reflejo permite relajar el músculo antagonista del músculo protagonista del movimiento principal que se quiere efectuar.

Así los músculos trabajan en cadenas musculares y coordinadamente, esta adaptación también es fundamental y está regulada por el sistema nervioso central de manera involuntaria y voluntaria.

A continuación, podemos entrar en las manifestaciones de la fuerza las cuales son de suma importancia para después poder periodizar y planificar el entrenamiento, pero antes vamos a ver algunas leyes a tener en cuenta.

### **Las nueve leyes básicas del entrenamiento de la fuerza.**

#### **Ley N° 1.**

**“Antes del desarrollo de la fuerza muscular, desarrollar la flexibilidad de las articulaciones”.**

La mayoría de los ejercicios del entrenamiento de la fuerza, especialmente aquellos que emplean pesos libres, utilizan el rango total de movimiento de las principales articulaciones, especialmente las rodillas, los tobillos y las caderas. En este punto el desarrollo de la flexibilidad no es solamente buscada por sus propios méritos o beneficios, sino que también lo es por su cualidad de prevenir lesiones. Su desarrollo debe comenzar durante la pre-pubertad y pubertad, para luego, solo tenga que ser mantenida en los últimos estadios del desarrollo atlético.

#### **Ley N° 2.**

**“Antes del desarrollo de la fuerza muscular, desarrollar la unión músculo-hueso (tendones)”.**

La fuerza muscular simple se mejora más rápido que la capacidad de los tendones para mantener la tensión, y que la resistencia de los ligamentos para preservar la integridad de las articulaciones entre segmentos óseos.



El fortalecimiento de los tendones y los ligamentos se logra a través de un programa diseñado para lograr la adaptación anatómica.

El entrenamiento de la fuerza intenso, sin base alguna o sin una adaptación anatómica adecuada de los tendones y ligamentos, puede resultar en lesiones de ambas estructuras.

### **Ley N° 3.**

**“Antes de desarrollo de los miembros, desarrollar el centro del cuerpo”.**

Aunque podemos considerar a las piernas y los brazos como los ejecutores de todas las pruebas deportivas, no nos podemos olvidar que el tronco representa la unión entre ellos. Las piernas y los brazos son fuertes, solo si el tronco lo es. En otras palabras, antes del desarrollo de los miembros, hay que concentrarse en desarrollar los enlaces entre ellos, el soporte, es decir los grupos musculares centrales del tronco.

Todos los músculos del tronco pueden trabajar como una unidad para estabilizar y mantener el tronco fijo, durante el movimiento de los brazos y de las piernas, especialmente en eventos de lanzamientos, golpes o desde otros gestos deportivos.

### **Ley N° 4.**

**“Antes del desarrollo de los músculos de la primera fuerza motriz, consolidar los estabilizadores”.**

La primera fuerza motriz, en referencia a los músculos responsables de la realización de los movimientos técnicos, trabajan más eficientemente cuando los estabilizadores o los músculos fijadores, son más fuertes. Este último grupo de músculos se contrae en especial isométricamente, para inmovilizar una extremidad, en función de que otra parte del cuerpo pueda realizar una acción deseada.

### **Ley N° 5.**

**“Entrenar movimientos, no músculos”.**



Es preciso involucrar ejercicios que trabajen sobre una cadena muscular determinada, y no limitarse tanto, a los ejercicios aislados y con máquinas.

#### **Ley N° 6.**

##### **“Principio de la sobrecarga”.**

Los músculos deben estar sobrecargados, es decir, ejercitados en las cercanías de las resistencias máximas o llegando a estas últimas. El uso de fuertes resistencias (que superan las que se encuentran normalmente) obliga al músculo a contraerse en grado máximo, estimulando de este modo las adaptaciones fisiológicas que conducen a un aumento de la fuerza muscular. La fuerza de un músculo **subcargado** –un músculo que se ejercita contra las resistencias que se encuentran normalmente- se mantendrá a su nivel, pero no aumentará.

#### **Ley N° 7.**

##### **“Principio de la resistencia progresiva”.**

La sobrecarga inicial se convierte, con el tiempo, en una carga inferior a lo normal a medida que se va adquiriendo fuerza. Por esta razón, se debe acrecentar la resistencia contra la cual se ejercita el músculo en forma periódica durante todo el curso del programa de entrenamiento con pesas (una forma de apreciar el momento en que se debe introducir una nueva sobrecarga consiste en contar la cantidad de veces que se puede levantar una pesa dada antes de que se advierta la sensación de fatiga).

#### **Ley N° 8.**

##### **“Principio del ordenamiento de los ejercicios”.**

Se deben ejercitar los grupos musculares mayores antes que los pequeños, pues estos últimos tienden a fatigarse más pronto y con mayor facilidad que los primeros. Por consiguiente, para asegurar una sobrecarga apropiada de los músculos más grandes se debe ejercitarlos en primer término, antes de que los más pequeños se fatiguen. Conviene, además, ordenar los programas de entrenamiento de tal modo



que ningún par de ejercicios sucesivos implique la participación de los mismos grupos musculares, lo cual asegura un tiempo adecuado de recuperación después de cada levantamiento.

### **Ley N° 9.**

#### **“Principio de especificidad”.**

Los programas de entrenamiento con pesas deben ejercitar los grupos musculares que se utilizan realmente en el deporte para el cual se está entrenando el atleta, y deben simular tan exactamente como sea posible los tipos de movimientos que implica ese deporte (por ejemplo: si se desea acrecentar la fuerza de una persona para mejorar su aptitud en la patada a una pelota de futbol, el programa de entrenamiento con sobrecarga debe hacer intervenir los músculos que participan en los tipos de movimientos vinculados con este tipo de patada).

#### **Manifestaciones de la Fuerza.**

Partiendo de la máxima posibilidad que tenemos de manifestar nuestra fuerza, surge así la fuerza máxima la cual se considera la fuerza madre de las demás manifestaciones.

Básicamente dividiremos a las manifestaciones en tres:

- ✓ **Fuerza Máxima.**
- ✓ **Fuerza Potencia.**
- ✓ **Fuerza Resistencia.**

Es necesaria aclarar que también veremos la **Hipertrofia muscular**, pero que la misma **no es considerada como una manifestación de la fuerza**, sino como **un objetivo fisiológico para ganar más fuerza muscular.**

#### **Fuerza Máxima.**



Se define como la fuerza más alta que un deportista pueda ejercer con una alta contracción voluntaria de los músculos. Se utiliza en deportes que deben superarse una considerable resistencia externa, ejemplo el levantamiento olímpico de pesas. También es de suma importancia en deportes donde la fuerza potencia es predominante como por ejemplo un deporte de combate.

La capacidad de un atleta para generar fuerza máxima depende, de un alto grado, de los siguientes factores:

- ✓ ***El diámetro, o el área de corte transversal del músculo involucrado, más específicamente del diámetro de los filamentos de miosina, incluyendo los puentes cruzados.***
- ✓ ***La capacidad de reclutar fibras musculares FT (rápidas y/o explosivas).***
- ✓ ***La capacidad de sincronizar exitosamente la contracción de todos los músculos involucrados en la acción.***

El primer punto hace referencia al tamaño muscular y dependerá del tiempo de duración de la fase de hipertrofia previa, pero el diámetro de la miosina y el número de puentes cruzados, dependerá más de la fase de fuerza máxima. En el segundo punto la capacidad de reclutar fibras rápidas dependerá del entrenamiento específico y en particular de la fase de fuerza máxima y fuerza potencia a su continuación.

Para obtener una adecuada sincronización dependemos del componente aprendizaje y repetición técnica.

### **Dosificación de la fuerza máxima.**

A continuación, expondremos dos cuadros con la dosificación, métodos y efectos, ambos cuadros fueron extraídos de literatura diferente, pero encuadran los mismos parámetros.



Método	% 1rm	Rep/Serie	Series	Desc. Entre Series	Velocidad de Ejecución	Efectos Principales
<b>Intensidades Máximas I</b>	90-100	4-8	1-3	3-5 min.	Máxima/explosiva	Aumento FM <sup>1</sup> (factores nerviosos) Aumento FE <sup>2</sup> Mejora la coordinación Intramuscular Reduce el déficit de fuerza*
<b>Intensidades Máximas II</b>	85-90	3-5	4-5	3-5 min.	Máxima posible	Similares al anterior

**Tabla 9.1 Parámetros sugeridos en el entrenamiento para el MCM**

Parámetros del entrenamiento	Trabajo
Carga	85-100 por ciento
Número de ejercicios	3-5
Número de repeticiones por serie	1-4
Número de series por sesión	6-10 (12)
Intervalo de descanso	3-6 minutos
Frecuencia por semana	2-3 (4)

Probablemente el aumento de esta manifestación de fuerza sea determinante para cualquier deporte. Emplear cargas máximas tiene las siguientes ventajas:

- ***Aumenta la activación de las unidades motoras, lo cual eleva el reclutamiento de las fibras musculares CR (Contracción rápida).***
- ***Representa un factor determinante en el aumento de la Potencia (Fuerza x velocidad). Como tal, tiene un eferente neural alto en los deportes donde la velocidad y la potencia son dominantes.***
- ***Es un elemento crítico para mejorar la resistencia muscular.***
- ***Provoca un aumento mínimo de hipertrofia muscular.***
- ***Mejora la coordinación y sincronización de los grupos musculares durante la actuación.***
- ***Genera una tensión máxima muscular.***

Viendo sus beneficios es claro de la importancia de esta manifestación, pero también es claro que sin una fase previa de adaptación a la fuerza sería imposible de aplicar este tipo de carga. Algunos autores hasta proponen que no es



conveniente usar este tipo de programas sino pasaron 2 a 3 años de experiencia en el entrenamiento de fuerza (Bompa, 2004).

Es conveniente aclarar que **más** de **nueve semanas**, **no** es conveniente seguir con este tipo de estímulo.

### **Fuerza Potencia.**

Para la Física, la potencia es la fuerza por la velocidad.

$$P = F \times V$$

De esto se traduce que ser potente, significa aplicar la fuerza en el menor tiempo posible y para esto se necesita de una gran velocidad.

Ejemplo de gestos deportivos potentes:

- ✓ **Saltos.**
- ✓ **Remates.**
- ✓ **Golpes.**
- ✓ **Etc.**

**En casi la mayoría de los deportes, la potencia es la fuerza específica a trabajar.**

Ahora bien, de dedicarnos a entrenar solamente gestos potentes con la carga ideal o parecida a la que movilizamos en la competencia deportiva, estaríamos priorizando la velocidad por sobre la fuerza y esto no sería correcto, ya que para ser más veloz necesitamos primero ser fuertes.

Es bueno aclarar que la velocidad tiene mucho de componente genético.

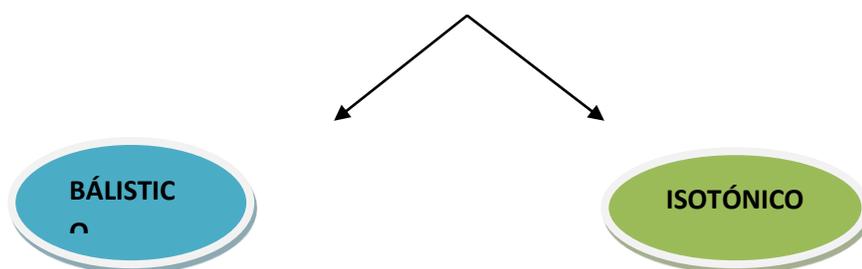


Con lo anteriormente dicho **es preciso** que **antes de un período** de **fuerza potencia** le **anteceda** un **período de fuerza máxima (conversión de fuerza máxima en potencia)**.

Con lo cual, la fuerza potencia busca ejecutar con explosividad para reclutar el número más alto de unidades motoras al ritmo más alto de contracción muscular. Durante la conversión de fuerza máxima en potencia, solo tenemos que seleccionar métodos de entrenamiento que cumplan los requisitos del desarrollo de la potencia. Estos requisitos tienen por objeto mejorar la velocidad y la aplicación explosiva de la fuerza para que los músculos reaccionen con velocidad durante los movimientos deportivos.

### **Métodos de la fuerza potencia.**

Básicamente podemos mencionar **dos métodos** muy usados:



### **Método Isotónico.**

Básicamente este método consiste en **trabajar la potencia con cargas altas (pesos)** donde si miramos la **curva fuerza - velocidad** estaremos **más hacia el lado de la fuerza perdiendo un poco de velocidad**, ya que son inversamente proporcional ambas capacidades.

Ahora, **¿Cuál es el beneficio de aplicar más fuerza y perder velocidad?** La respuesta es sencilla y en definitiva no se trataría de perder velocidad, ya que se trata de aplicar la mayor velocidad posible a la carga movilizada.

Si un deportista tiene que aplicar el 95% de 1 RM para levantar la barra, será incapaz de imprimir cualquier tipo de aceleración, o mejor dicho la aceleración será



baja por la magnitud de la carga a desplazar. Ahora si el mismo deportista trabaja con fuerza máxima durante 1 o 2 años, su fuerza habrá aumentado tanto que para levantar el mismo peso necesitará solo de 30 a 40 % de 1 RM. El deportista será capaz de mover explosivamente su barra de pesas, en otras palabras, transformó la carga que antes representaba el 95% de 1 RM en 30 o 40 % de 1 RM y por ende a menor masa más aceleración. **Esto explica que la periodización de la fuerza requiere una fase previa de fuerza máxima antes que la de potencia.**

Otro beneficio es que ***se necesita un alto nivel de fuerza máxima en el inicio de un levantamiento o lanzamiento potente***, esto es debido a ***la inercia*** que presentan los cuerpos, ***que no es más que su propio peso.***

#### **Aspectos prácticos del método.**



Parámetros del entrenamiento	Trabajo
Carga: *Cíclica	30-50 por ciento
*Acíclica	50-80 por ciento
Número de ejercicios	2-4 (5)
Número de repeticiones por serie	4-10
Número de series por sesión	3-6
Intervalo de descanso	2-6 minutos
Velocidad de ejecución	Dinámica/rápida
Frecuencia por semana	2-3

#### **Ejemplo:**



Tabla 10.2 Muestra de un programa de entrenamiento de la potencia de 3 semanas para una jugadora de baloncesto universitario

Ejercicio	1ª semana	2ª semana	3ª semana
Sentadillas con salto	$\frac{60}{8} \text{ }_3$	$\frac{70}{6} \text{ }_4$	$\frac{70}{8} \text{ }_4$
Flexiones de bíceps en banco Scott	$\frac{70}{8} \text{ }_3$	$\frac{70}{8} \text{ }_3$	$\frac{70}{10} \text{ }_3$
Press militar	$\frac{60}{6} \text{ }_3$	$\frac{60}{8} \text{ }_3$	$\frac{70}{8} \text{ }_3$
Abdominales en V	3 × 15	3 × 15	4 × 15
Arrancada de fuerza	$\frac{50}{6} \text{ }_3$	$\frac{60}{6} \text{ }_3$	$\frac{60}{8} \text{ }_3$

### Método balístico.

La energía muscular puede aplicarse de distintas formas y contra distintos tipos de oposición. Cuando la contra-resistencia es mayor a la fuerza interna que aplicamos, no se produce movimiento alguno (isometría). Si la barra o peso es ligeramente menor a la fuerza interna del deportista se moverá con lentitud, como vimos antes en el método isotónico. Sin embargo, si la fuerza interna del deportista supera con claridad a la resistencia externa, como puede ser el caso de lanzar una pelota de tenis, se producirá un movimiento dinámico balístico (explosivo), obviamente siempre y cuando mi ejecución lleve la máxima velocidad posible.

Durante esta acción balística la fuerza del deportista se ejerce dinámicamente contra la resistencia desde el comienzo al final del movimiento. Como resultado el implemento se proyecta a una distancia proporcional a la potencia aplicada contra él. La rápida aplicación balística de fuerza es posible gracias al veloz reclutamiento de las fibras musculares de contracción rápida y a una coordinación intermuscular eficaz.

### *Aspectos prácticos del método.*



Tabla 10.3 Parámetros sugeridos del entrenamiento para el método balístico

Parámetros del entrenamiento	Trabajo
Carga	Estándar
Número de ejercicios	2-5
Número de repeticiones por serie	10-20
Número de series por sesión	3-5
Intervalo de descanso	2-3 minutos
Velocidad de ejecución	Explosivo
Frecuencia por semana	2-4

**Ejemplo:**

Tabla 10.4 Ejemplo de un método balístico combinado con una aceleración máxima

Ejercicio	1ª semana	2ª semana	3ª semana
Lanzamientos de balón medicinal desde el pecho	2 x 10	3 x 12	3 x 15
Sentadillas con salto y lanzamientos desde el pecho del balón medicinal	2 x 8	3 x 10	3 x 15
Lanzamientos hacia atrás del balón medicinal por encima de la cabeza	2 x 10	3 x 12	3 x 15
Lanzamientos laterales de balón medicinal (a ambos lados)	2 x 12	3 x 15	3 x 20
Lanzamientos hacia delante del balón medicinal por encima de la cabeza	2 x 10	3 x 10	3 x 12
Lanzamientos de peso a dos manos desde el pecho seguido de un esprint de 15 metros	4x	6x	6x
Flexiones de tríceps seguidas de un esprint de 15 metros	4x	6x	8x

**Fuerza Resistencia.**

Es la capacidad de oponerse a la fatiga en rendimientos de fuerza de duración prolongada. Es determinante en los rendimientos de aquellas disciplinas en las que debe vencerse una resistencia considerable en lapsos de tiempo prolongados, por ejemplo, remo, maratón, triatlón etc.

Si lo miramos desde el punto de vista del fitness y la salud, es la capacidad adecuada para comenzar a trabajar la fuerza en sedentarios, donde no



trabajaremos con volúmenes demasiado altos en un principio y las intensidades serán relativamente bajas.

Algunos autores dividen esta manifestación en resistencia a la fuerza de corta, media y larga duración, esta clasificación atiende a los tiempos en que tenemos que ser resistentes manteniendo acciones de fuerzas determinadas.

Esta manifestación apuntará a la mejora de la coordinación intermuscular (entre músculos) mejorando así las ejecuciones técnicas de los ejercicios y generando patrones de movimientos correctos.

Para la fuerza resistencia el método más efectivo será el entrenamiento en circuito. Las características básicas del mismo son:

- 1. Circuito de 6 a 12 estaciones.**
- 2. Se entrenan los movimientos relevantes para la mejora de la performance de acuerdo a los objetivos del alumno.**
- 3. Tiempo de esfuerzo 20 segundos para principiantes, 40 para avanzados.**
- 4. Descanso entre etapas: 40 a 80 segundos para principiantes, 20 a 40 segundos para avanzados.**
- 5. Series de 2 a 6.**
- 6. Descanso entre series de 2 a 4 minutos.**

Esta manifestación también formará parte de lo buscado en la etapa de adaptación anatómica (Ver módulo de planificación del entrenamiento). Pero si queremos ver ejemplos de la resistencia a la fuerza ya como carga específica de un atleta o deportista los ejemplos son:



## Resistencia a la fuerza muscular:

Tabla 11.2 Parámetros sugeridos para el entrenamiento de la R-FM	
Parámetros del entrenamiento	Trabajo
Carga	50-60 por ciento
Número de ejercicios	3-6
Duración de la actividad	30-60 segundos
Número de series por sesión	3-6
Intervalo de descanso	60-90 segundos
Velocidad de ejecución	Media a rápida
Frecuencia por semana	2-3

### Ejemplo:

Nº	Ejercicio	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	6ª semana
1	Extensiones de brazos con el codo flexionado; carga del 50%	2 x 30 segundos	2 x 30 segundos	2 x 45 segundos	2 x 30 segundos	2 x 45 segundos	3 x 45 segundos
2	Abdominales en V (reps.)	2 x 20	2 x 25	2 x 30	2 x 25	2 x 30	2 x 35
3	Tumbado sobre la espalda, brazos por encima de la cabeza, mantenerlo; lanzamientos hacia delante del balón medicinal	1 x 25	2 x 25	2 x 30	2 x 25	2 x 30	2 x 30
4	Extensiones de pierna; carga del 50%	2 x 30 segundos	2 x 30 segundos	2 x 45 segundos	2 x 30 segundos	2 x 45 segundos	3 x 45 segundos
5	Extensiones de codo con polea; carga del 60%	2 x 30 segundos	2 x 30 segundos	2 x 45 segundos	2 x 30 segundos	2 x 45 segundos	3 x 45 segundos

Patrón de carga	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto

**Figura 11.2 Programa de entrenamiento para seis semanas de la R-FM para 100 m mariposa.**



## Resistencia a la fuerza muscular de media duración.

Tabla 11.3 Parámetros para el entrenamiento de la R-MM

Parámetros del entrenamiento	Trabajo
Carga	40-50 por ciento
Número de ejercicios	4-8
Número de series por sesión	2-4
Intervalo de descanso entre series	2 minutos
Intervalo de descanso entre circuitos	5 minutos
Velocidad de ejecución	Media
Frecuencia por semana	2-3

### Ejemplo:

Tabla 11.5 Ejemplo de un entrenamiento de R-MM para un remero

Ejercicio	Número de semanas			
	3-4	3	3	2
Medias sentadillas	Carga del 30-50 por ciento destinada a realizar de forma progresiva 50-60 reps. sin parar y por ejercicio	Dos ejercicios sin parar o 100 reps. por ejemplo, 50medias sentadillas seguidas de 50 flexiones de brazos. Se emparejan los seis ejercicios restantes	Cuatro ejercicios sin parar o 200 reps. Tras un intervalo de descanso, repetir los otros cuatro ejercicios de la misma forma	Todos los ejercicios sin parar, 8 ejercicios x 50 reps.= 400 repeticiones sin parar
Flexiones de brazos				
Press de banca				
Medias sentadillas				
Remo sentado				
Gemelos				
Peso muerto				
Carpadas				
Intervalo de descanso entre ejercicios	1 minuto	1-2 minutos entre cada par	2 minutos entre cada grupo de cuatro ejercicios	
Intervalo de descanso entre circuitos				4-5 minutos

Se puede desarrollar un programa similar para las pruebas de natación de 400 a 1.500 metros, para las pruebas de medio fondo en el patinaje de velocidad, el piragüismo, etc.



## **Resistencia a la fuerza muscular de larga duración.**

Parámetros del entrenamiento	Trabajo
Carga	30-40 por ciento
Número de ejercicios	4-6
Número de series por sesión	2-4
Intervalo de descanso	Ver tabla 11.5
Velocidad de ejecución	Medio
Frecuencia por semana	2-3

Acá los tiempos de duración de los ejercicios pueden ir de **10 minutos** hasta **1 hora**, y los tiempos de descanso son de **1 a 5 minutos** dependiendo el tiempo de ejecución, para entender esto, pensemos en un remero que está ejecutando la acción de remar durante un período prolongado, **1 hora o más**.

### **Hipertrofia muscular.**

Son muchas las personas que creen que cuanto mayor sea el tamaño del cuerpo, más fuerte será la persona, aunque este no es siempre el caso. Por ejemplo, un halterófilo puede tener un cuerpo más pequeño, pero ser capaz de levantar cargas más pesadas que un culturista corpulento y más alto. En el mundo de los deportes es preferible contar con una masa muscular adecuada, activa y sin grasa que con un cuerpo corpulento. Cuanto más activa sea la masa muscular, mayor será la fuerza, ya que ésta depende de la densidad y el diámetro de los músculos.

***De esta manera la hipertrofia es el aumento de la sección transversal del músculo que se produce por aumento de todos los componentes.***

Un aumento de tamaño del musculo puede ocurrir como resultado del:

- ✓ ***Aumento del número y tamaño de las miofibrillas.***
- ✓ ***Tamaño del tejido conectivo y otros tejidos no contráctiles del músculo.***
- ✓ ***De la vascularización.***

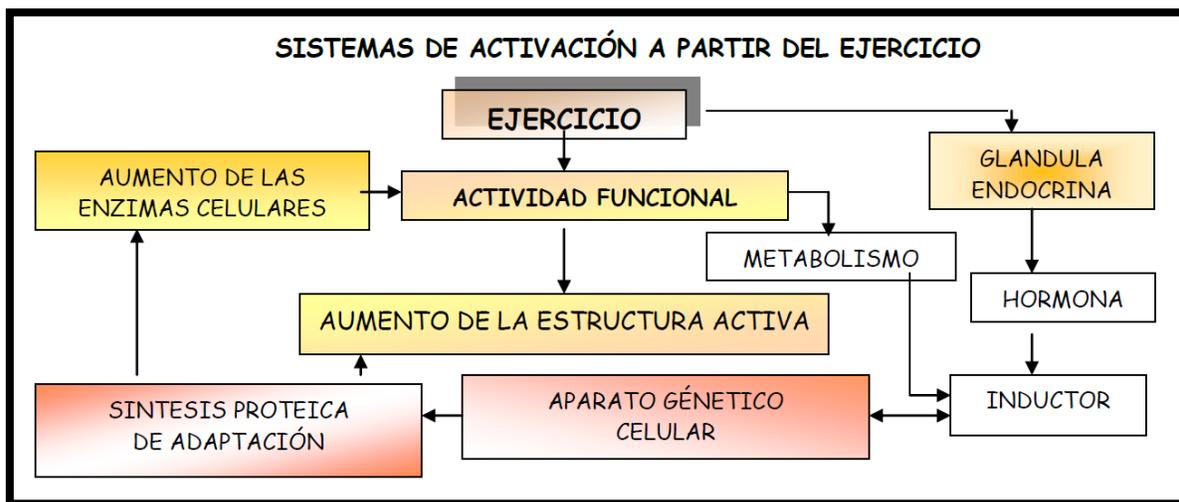


- ✓ **Aumento de tamaño, y probablemente, del número de fibras musculares.**
- ✓ **Aumento de los sarcómeros en serie.**

Todo esto traerá un aumento de la fuerza muscular, ya que esta depende del número de puentes transversales formados que trabajan para producir la fuerza.

Desde el punto de vista fisiológico, la hipertrofia determina un predominio de la síntesis de proteínas (anabolismo) sobre su destrucción (catabolismo), **es decir un predominio de los procesos de construcción muscular.**

Básicamente el proceso de síntesis de proteína consiste en una transferencia de información, inicialmente codificada en el gen (ADN) en forma de polinucleótido, para formar una proteína fina, poliaminoácido. Podemos asumir que el ejercicio físico altera el normal funcionamiento de este sistema generando una serie de respuestas neuroendocrinas que activan la síntesis de proteínas.



De esta manera hablamos de hipertrofia muscular. De cierto modo existen distintos tipos de hipertrofia, según que componentes celulares aumentan en tamaño y número. Las hipertrofias pueden ser:

1. **Hipertrofia miofibrilar o Sarcomérica.**
2. **Hipertrofia Sarcoplasmática.**



1. **Hipertrofia Miofibrilar:** es el incremento del tamaño de las miofibrillas, es decir de los sacómeros que las componen (que contienen las proteínas contráctiles).
2. **Hipertrofia Sarcoplasmático:** es el incremento del tamaño de las estructuras y sustancias que componen el sarcoplasma de la fibra muscular (como por ejemplo las reservas de glucogeno, mitocondrias, etc.).

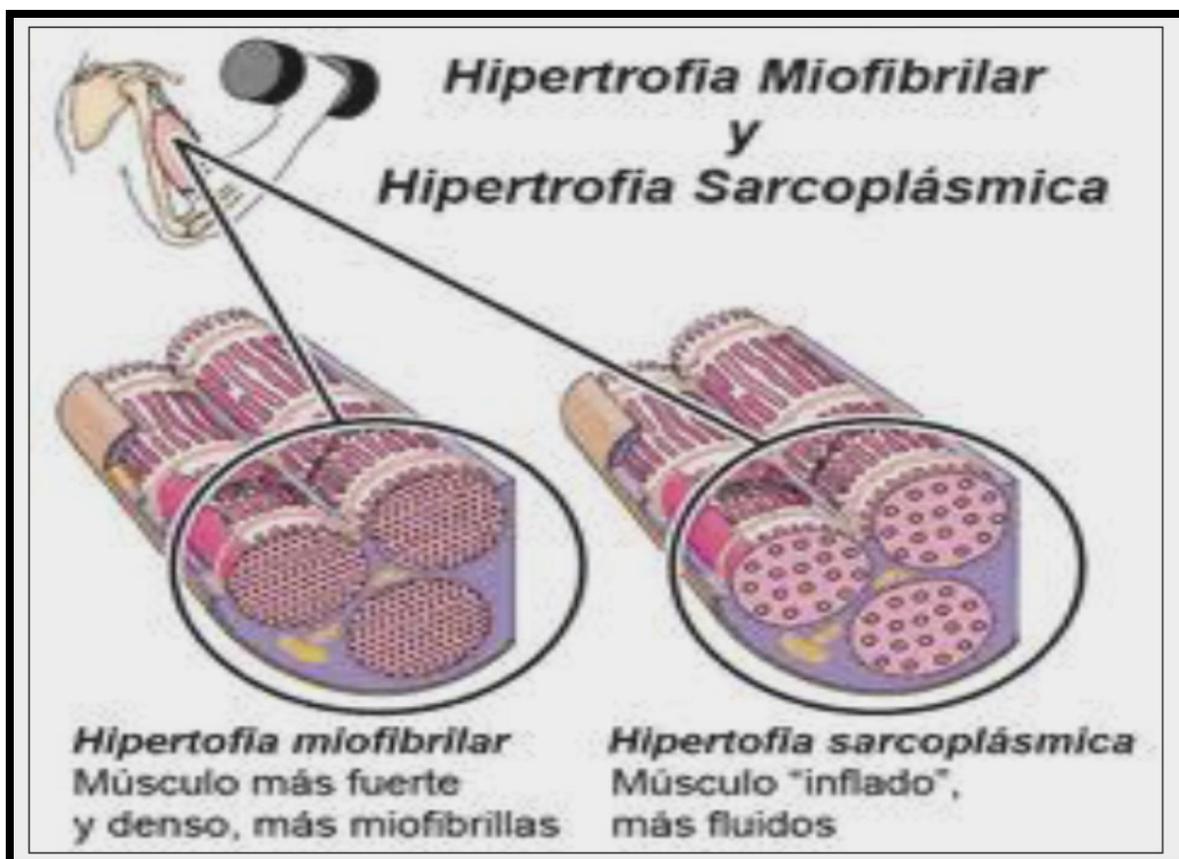
En la primera se produce:

- ***Ensanchamiento de la fibra muscular al ganar más miofibrillas (contráctiles), o sea más filamentos de actina y miosina.***
- ***Mayor síntesis de proteínas contráctiles.***
- ***Aumento de la densidad filamentosa.***
- ***La hipertrofia fibrilar conduce a un aumento de la fuerza máxima.***

En la segunda se produce:

- ***Aumento del sarcoplasma (no contráctil), por sustancias semifluidas interfibrilares.***
- ***Aumento de las proteínas no contráctiles, que no contribuyen a la producción de fuerza muscular.***
- ***Aumento de elementos metabólicos tales como: Glucógeno, Fosfocreatina, Glucosa, Lípidos, enzimas, etc.***





Veamos un poco más de Hipertrofia.

La hipertrofia es el aumento de la sección transversal del músculo que se produce por aumento de todos sus componentes.

Existe un aumento del tamaño de la fibra muscular debido a un aumento del número y tamaño de sus miofibrillas. El aumento del tamaño de las miofibrillas depende en gran medida del incremento o adición de sarcómeros a los ya existentes (aumento de sarcómeros en serie y en paralelo).

Esto traerá como consecuencia un aumento en la fuerza muscular, ya que dependen del nº de puentes transversales formados que trabajan para producir fuerza), aumento del tejido no contráctil; y lo que está en discusión es que si existe o no un aumento del número de fibras musculares (hiperplasia); la única evidencia



científica acerca de esto es en animales, que parecen demostrar que unas fibras sufren un proceso de división longitudinal (splitting).

Lo que se teoriza en humanos con respecto a la célula satélite (mioblasto no desarrollado que se encuentra fuera del sarcolema, pero dentro del endomisio), es que dicha célula proliferaría en caso de muerte celular y reemplazaría 1 x 1, la idea sería dañar, para que luego esta se reponga y queden dos.

La importancia del músculo con relación a la fuerza muscular se centra en la capacidad que tiene de generar tensión cuando se contrae, estando esta capacidad íntimamente relacionada con su tamaño. Por este motivo, es lógico pensar que un aumento del grosor y longitud de las fibras lleve a un incremento de la masa muscular y, por lo tanto, a un aumento de la fuerza.

En el año 1846, Weber señaló que la fuerza de un músculo es proporcional a su sección fisiológica. Los niveles de tensión que es capaz de generar un músculo en razón de su sección transversal varía en función del tipo de fibra que predomine en el mismo, estimándose que el nivel de fuerza isométrica máxima que generan las FT es entre 150-300 kNm<sup>-2</sup>

Desde el punto de vista fisiológico, la hipertrofia determina un predominio de la síntesis de proteínas (anabolismo) sobre su destrucción (catabolismo), es decir un predominio de los procesos de construcción muscular.

Básicamente, el proceso de síntesis de proteínas consiste en una transferencia de información, inicialmente codificada en el gen (ADN) en forma de polinucleótido, para formar una proteína fina, poliaminoácido. Podemos asumir que el ejercicio físico altera el normal funcionamiento de este sistema generando una serie de respuestas neuroendocrinas que activan la síntesis de proteínas.



Despopoulos y Silbernagel (1994) describen de la siguiente manera el proceso: "la primera etapa del proceso de síntesis de proteínas implica la formación de ARN en el núcleo (**transcripción**) de acuerdo con el código o patrón contenido en el gen (ADN). Cada aminoácido de la proteína está codificado en tres bases que constituyen el gen. Durante la transcripción, en el ARNm se forma un triplete de bases complementarias o codón. La formación del ARN está controlada por una **polimerasa**, cuya acción sobre el ADN está inhibida en condiciones normales por una proteína represora, siendo activada cuando se elimina el represor (desrepresión). Este precursor del ARNm experimenta una fragmentación y reagrupamiento de segmentos seleccionados y una modificación de sus extremos terminales durante la segunda etapa del proceso intranuclear, conocidos como modificación **postranscripcional**. A continuación, el ARNm se une a los polirribosomas en el citoplasma y ensambla los aminoácidos (polimerización) suministrados por el ARNt, a una velocidad de 4-6 aminoácidos por segundo, etapa del proceso que se conoce como **traducción**. El último paso, la **modificación postraducciona**, comporta una ruptura de enlaces dentro de la nueva proteína, una modificación de determinados aminoácidos dentro de la cadena para adoptar su configuración característica y ser liberada hacia su lugar de acción".

La hipertrofia muscular tiene límites máximos que van acompañados de un incremento en la fuerza. Mc Dougall (1984) habla de incrementos aproximados de un 58% para las FT, y de un 39% para las ST de culturistas con 6 y 8 años de entrenamiento. Desde el punto de vista de la temporalización del entrenamiento para la hipertrófica, existen evidencias de que los procesos de adaptación estructural continuada están limitados en el tiempo.

El mayor aumento que se puede alcanzar en el porcentaje de área ocupado por las fibras de contracción rápida (FT), mediante una hipertrofia compensatoria, es del rango del 30-50%. Cuanto más alta sea la relación FT/ST, tanto más elevada será la diferencia entre los porcentajes ocupados por las áreas de las fibras de contracción rápida (FT) y lenta (ST).



Una hipertrofia excesiva reduce el umbral de excitación de los órganos de Golgi, responsables de la relajación muscular cuando la tensión sobre tendones es elevada, esto supone una adaptación favorable para conseguir elevados niveles de tensión muscular.

En los deportes de velocidad, las grandes hipertrofias pueden provocar una disminución de la velocidad máxima de contracción muscular. Esta disminución en la velocidad de contracción de los músculos hipertrofiados parece estar ligado con el mecanismo de liberación y recaptación de calcio por parte del retículo sarcoplasmático. Existe una relación inversa entre el porcentaje que representa el retículo sarcoplasmático en el volumen total de la fibra y la velocidad de contracción de la misma.

En esta relación a pesar de que el volumen del sarcoplasma; las fibras rápidas son mayor que en las fibras lentas, su relación respecto al volumen de la miofibrilla es similar, por lo que será el índice entre estas dos variables la que condiciona la velocidad de liberación y reabsorción del calcio. Otro factor ligado con la relación inversa entre la hipertrofia muscular y su velocidad de contracción, es la modificación del ángulo de actuación de las fibras del músculo. El mayor tamaño individual de cada una de las fibras para el mismo espacio de inserción modifica el ángulo de inclinación de las fibras y trasforma los aspectos mecánicos contracción.

Si analizamos la ecuación que explica, en el músculo in situ, el área de la sección transversal funcional (ASTF) y aceptamos su relación directa con la posibilidad generar fuerza, podemos observar que la colocación de las fibras respecto a su acción y su grosor, es un factor positivo respecto al tamaño del músculo, aunque esto no garantiza su eficacia mecánica a partir de ciertos niveles. La velocidad de contracción muscular e incluso los niveles máximos tensión se pueden ver seriamente comprometidos. El ángulo de pennación de los músculos en el ser humano es algo menor a los  $10^\circ$ , pero este puede verse aumentado entre las



personas de gran hipertrofia muscular como es el caso de los culturistas.

### ***Aspectos prácticos.***

La ***hipertrofia*** conseguida ***está en relación*** con el ***total de proteínas degradadas*** durante el ***entrenamiento***. La ***degradación de proteínas*** depende del ***peso relativo (intensidad) levantado*** y del ***trabajo mecánico (número de repeticiones)*** realizado con dicho peso. Por tanto, ***la masa de proteínas catabolizada*** durante un ejercicio con resistencia ***puede presentarse como el producto de la tasa de proteínas degradadas por repetición y el número de repeticiones***. Así con intensidades muy altas, que solo permitan hacer una repetición, hay una tasa de degradación muy elevada, pero un trabajo mecánico muy bajo, por lo que la cantidad total de proteínas degradadas será pequeña. El mismo resultado se produce si utilizamos cargas que permitan hacer más de 25 repeticiones por serie, el trabajo mecánico es muy alto pero la tasa de degradación muy baja. ***Entonces, el máximo efecto en este sentido se consigue con cargas intermedias y numerosas repeticiones: 5 a 10 o 12 repeticiones con el máximo peso posible (Zatsiorsky, 1992).***



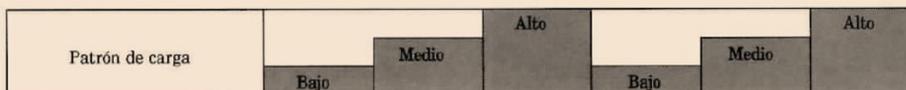
**Tabla 8.1 Parámetros del entrenamiento para la fase de hipertrofia**

<b>Parámetros del entrenamiento</b>	<b>Trabajo</b>
Duración de la fase de hipertrofia	4-6 semanas
Carga	70-80 por ciento
Número de ejercicios	6-9
Número de repeticiones por serie	6-12
Número de series por sesión	4-6 (8)
Intervalo de descanso	3-5 minutos
Velocidad de ejecución	Lento a medio
Frecuencia por semana	2-4

Ejemplo:



No.	Ejercicios	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	5ª semana	6ª semana
1	Medias sentadillas	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{60}{12}_4$	$\frac{70}{10}_4$	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{75}{10}_4$	$\frac{80}{8}_4$
2	Remo sentado	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{60}{12}_4$	$\frac{70}{10}_4$	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{75}{10}_4$	$\frac{80}{8}_4$
3	Abdominales	3 × 15	3 × 18	4 × 12	4 × 12	4 × 15	4 × 18
4	Flexiones de piernas	$\frac{60}{10}_3$	$\frac{60}{8}_4$	$\frac{70}{8}_3$	$\frac{60}{8}_3$	$\frac{60}{8}_4$	$\frac{70}{8}_4$
5	Peso muerto	$\frac{60}{10}_3$	$\frac{60}{8}_4$	$\frac{70}{8}_3$	$\frac{60}{8}_3$	$\frac{60}{8}_4$	$\frac{70}{8}_4$
6	Pres banca	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{60}{12}_4$	$\frac{70}{10}_4$	$\frac{60}{10}_3$	$\frac{75}{10}_4$	$\frac{80}{8}_4$
7	Elevaciones de deltoides	$\frac{60}{10}_3$	$\frac{60}{8}_4$	$\frac{70}{8}_3$	$\frac{60}{8}_3$	$\frac{60}{8}_4$	$\frac{70}{8}_4$
8	Elevaciones de hombros	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{60}{12}_4$	$\frac{70}{10}_4$	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{75}{10}_4$	$\frac{80}{10}_4$
9	Gemelos	$\frac{60}{15}_3$	$\frac{60}{15}_4$	$\frac{70}{12}_4$	$\frac{70}{10}_3$	$\frac{75}{12}_4$	$\frac{80}{10}_4$
10	Jalones	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{60}{12}_4$	$\frac{70}{10}_4$	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{75}{10}_4$	$\frac{80}{10}_4$
11	Cargadas	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{60}{12}_4$	$\frac{70}{12}_4$	$\frac{60}{12}_3$	$\frac{75}{12}_4$	$\frac{80}{10}_4$



**Figura 8.1** Ejemplo de patrón de carga para un programa de entrenamiento de 6 semanas durante la fase de hipertrofia de un luchador (categoría de pesos pesados).

Ahora bien, habiendo visto las manifestaciones de la fuerza, tenemos que empezar a periodizar nuestro entrenamiento para el alumno o deportista que vayamos a entrenar.

Para lo cual tenemos que dividir en períodos las distintas manifestaciones, teniendo en cuenta los objetivos a lograr o en el caso del deportista la competencia y la especificidad de ese deporte.



Siempre hay que empezar de menor a mayor y obviamente con una fase que denominamos **ADAPTACIÓN ANATÓMICA**.

Luego veremos esta fase, pero antes que todo hay que evaluar la carga a utilizar por nuestro alumno/deportista.

¿Cómo hago esto?

Primero les propondré leer este artículo realizado por el profesor Juan Manuel Renda:

### ***Pasos a seguir para evaluar la fuerza muscular en sedentarios.***

#### ***1. Dale tiempo a la técnica de los ejercicios.***

Este punto es muy obvio, pero no por eso hay que dejar de remarcarlo. No se puede evaluar la fuerza muscular de un ejercicio que el alumno no domina correctamente. Esto quiere decir que previa evaluación de la fuerza corresponde uno o dos días para el aprendizaje correcto del ejercicio buscando aumentar progresivamente la carga. En algunos casos esto puede llevar más tiempo, todo dependerá del grado de coordinación del sujeto a entrenar. Siempre recuerde que si se automatizan ejecuciones incorrectas va a provocar indefectiblemente la posibilidad de lesión.

#### ***2. Como llevar a cabo la evaluación.***

Supongamos que queremos evaluar a un hombre de 46 años, sedentario, que lleva entrenando con nosotros hace dos semanas y que controla correctamente la técnica del ejercicio. Como sabemos, al inicio de los períodos de entrenamiento el peso a desplazar es bajo, por lo cual el nivel de repeticiones tiende a ser mayor. De esta manera podemos establecer el valor de diez repeticiones como una cuantía propia para evaluar la fuerza muscular de este alumno. El protocolo a realizar puede ser el siguiente:

Entrada en calor general: trabajo cardiovascular general a una intensidad baja-moderada en cinta, bicicleta, elíptico o remo ergómetro.



Entrada en calor específica: en este caso realizaremos dos o tres series (no más) en el ejercicio de fuerza que desarrollaremos en la evaluación. En la primera serie no se adicionará peso a la barra, en la segunda solo se agregarán algunos kilos y en la tercera se le sumaran algunos más. De todas formas, el ejercicio debe realizarse de manera sencilla, sin exigencias importantes en nuestro/a alumno/a.

En este punto ha finalizado la entrada en calor para la evaluación, ahora nos dispondremos a buscar el peso submáximo que nuestro alumno puede desplazar 10 veces. En los pasos a seguir es muy importante contar y saber interpretar la sensación del esfuerzo (siempre subjetiva) del evaluado con relación a la fuerza desarrollada durante el test. Siguiendo con el protocolo, y con relación a los kilos desplazados en la última serie de la entrada en calor, interrogamos a nuestro alumno sobre la cantidad de repeticiones extra (en este caso, por encima de diez) que puede llevar a cabo con ese mismo peso. Si nuestro alumno nos dice que podría llegar a realizar 20 repeticiones, tendremos que aumentarle el peso para llevar a cabo una segunda serie de evaluación. Una vez realizada esta segunda serie, volvemos a preguntar por la cantidad extra de repeticiones que piensa (nuestro alumno) podría llevar a cabo. Como el peso fue superior al desplazado en la primera serie es de esperar que nos diga que puede realizar, por ejemplo, 15 repeticiones. Como se puede observar ahora estamos más cerca del peso aproximado para 10 repeticiones, sin embargo, debemos ajustar aún más el kilaje agregando un poquito más de peso (2,5kg o un lingote por ejemplo). Una vez que dejamos pasar la pausa de recuperación volveremos a realizar, en realidad nuestro alumno/a, otra serie de diez (10) repeticiones. A esta altura la respuesta, con relación al esfuerzo del trabajo, debería ser que nuestro alumno/a pueda hacer (con esfuerzo) las 10 repeticiones solicitadas, pero que no podría realizar más de doce (12), o sea, no puede llegar a realizar 13 repeticiones (3 más de las que queremos evaluar). Es ahí donde la evaluación se detiene y los pesos desplazados son registrados.



### **3. ¿Cómo puedo utilizar el valor obtenido para dosificar las cargas?**

Ahora bien, como ustedes sabrán una de las primeras adaptaciones al entrenamiento de la fuerza es la que protagoniza el sistema nervioso central quien a lo largo de las primeras sesiones, busca reclutar y sincronizar las fibras musculares que son solicitadas durante los ejercicios de fuerza. Es por esto que los valores obtenidos durante el test de fuerza antes descrito solo serán útiles durante las primeras dos, o a lo sumo tres semanas del entrenamiento con nuestro alumno/a.

Asimismo, nos veremos obligados a empezar a dosificar las cargas de trabajo con vistas a una continua adaptación basándonos obviamente en los principios del entrenamiento. De allí se desprende que el orden de aumento de las diferentes magnitudes de la carga consiste en elevar primeramente la frecuencia de entrenamiento, luego el volumen, la densidad y por último la intensidad.

Como vemos el primero de los factores a variar es la frecuencia, surgiendo así una serie de pequeños problemas:

***Si están trabajando en un gimnasio y les piden a sus alumnos que aumenten su frecuencia al mismo es probable que estos no puedan debido a sus actividades cotidianas (recordemos que la gran mayoría de la gente que asiste aún gimnasio es como actividad recreativa y no como obligación deportiva).***

***Si están trabajando con alumnos particulares, el aumento de frecuencia viene acompañado del aumento en gastos por el alumno y quizá puede, o no, ser un factor limitante de la frecuencia de entrenamiento.***

Entonces ¿Cómo hacemos para seguir nuestra planificación sin perder la continuidad del estímulo? Fácil: acudimos a nuestro segundo componente a variar, el volumen. ¿Y cómo lo podemos variar? Más fácil todavía: se puede incrementar el número de ejercicios, el número de series o el número de repeticiones con el mismo peso. De todos estos me quiero detener en el último. Supongamos que mi alumno/a que he evaluado recientemente desplaza en el ejercicio prensa 45° un



total de 50kg para 10 repeticiones el día lunes. El día miércoles yo le puedo pedir que realice con el mismo ejercicio con el mismo peso, pero con una cantidad de 12 repeticiones ¿Por qué puede hacer esto? Simplemente porque es bastante probable que lo va a poder realizar ya que tomó como punto de partida la evaluación antes descrita en donde “le sobraría” a mi alumno/a fuerza para realizar dos repeticiones más de las evaluadas (en nuestro caso, 10).

El resto del mes tendría disminuciones en el volumen de trabajo para favorecer la recuperación con vista a una semana de mayor esfuerzo en donde, por ejemplo, se puede jugar con la densidad del entrenamiento haciendo pausas más cortas y, por ende, más denso el entrenamiento. De todas maneras, eso es agua de otro pozo con relación al objetivo principal de este artículo.

De más está decir que espero les sirva y que puedan sacar provecho de él. Existen muchas maneras de evaluar la fuerza en alumnos/as, pero este ha sido mi pequeño aporte en caso que algún lector no sepa cómo evaluar la fuerza muscular en un alumno sedentario.

Paso a mostrarles las **tablas de percepción de esfuerzo** y como se usan.



Valor	Percepción	% 1MR aproximado
0	Extremadamente fácil	Hasta 30%
1		
2	Fácil	40%
3	Fácil	50%
4	Algo Fácil	60%
5	Algo Fácil	65%
6	Algo Fácil	70%
7	Algo Fácil	85%-90%
8	Duro	91%-95%
9	Duro	96%-98%
10	Extremadamente Duro	100%

Tabla 5.3. Relación entre la percepción de esfuerzo tras la realización de la 1ª a 3ª repetición y el porcentaje de 1 RM (Escala 0-10 OMNI-RES). Adaptado de referencias (Day y col 2004; Pincivero y col, 2003) y datos del autor no publicados.





Las tablas anteriores son usadas por el profesional para evaluar al alumno/a. seleccionamos el ejercicio y el peso, le decimos al alumno/a que realice 3 repeticiones. Luego le preguntamos como lo sintió (valor de tabla y percepción, ver en tabla) para mas o menos calcular que porcentaje de trabajo corresponde de acuerdo a los objetivos y la fase del entrenamiento en que nos encontremos.

Si estamos dentro de la intensidad (%) adecuada o que buscamos tenemos que saber cual es el rango de repeticiones que podemos utilizar. Para esto veamos las siguientes tablas:

% 1 MR	Rep. Max. Earle y Baehcle (2004)	Rep. Máx. González Badillo y Ribas Serna (2003)	Rep. Máx Bompa (1995)	Rep. Máx. Morales y Sobonya (1996)	Rep. Máx Datos del autor no publicados
100	1	1	1	1	1
95	2	2	2	2	2
93	3	3	3	3	3
90	4	4	4	4	4
87	5	5	5	5	
85	6	6	6	6	5
83	7	7	7	7	6
80	8	8 a 9	8 a 9	8	7
77	9	10	10	9	8
75	10	11	11 a 12	10	9 a 10
70	11	12 a 14	15		12
67	12		18		
65	15		20 a 25		

(Lesuer y col, 1997; Mayhew, y col, 1992; Zhelyakov, 2001).

*Tabla 5.5. Relaciones entre el porcentaje de peso y el numero máximo de repeticiones posible de realizar.*



REPETICIONES x SERIE	PESO (% del máximo en 1 repetición)
1	100
2 a 3	99 a 90
4 a 6	89 a 80
7 a 10	79 a 70
11 a 15	69 a 60
16 a 20	59 a 50
21 a 30	49 a 40
31 y más	39 a 30

De acuerdo a esto ya podemos ir jugando con la dosificación de acuerdo a la periodización que hemos hecho y el período en el que nos encontremos.

Pero bien, que pasa si nuestro **alumno/a es avanzado** y no principiante, **¿Cómo evaluamos la fuerza?**

Bueno, existen algunos test indirectos que estiman la fuerza muscular dinámica máxima (FDM) es el caso del **Test de 1RM (una repetición máxima dinámica)**:

Este test consiste en el rastreo de la máxima resistencia que el evaluado puede desplazar una sola vez y, por lo tanto, paralelo al 100% de la fuerza del sujeto en el ejercicio utilizado. Sin embargo, la evaluación de la FDM requiere, en primer lugar, una base de entrenamiento previo para evitar lesiones y por último, una gran dosis de tiempo para llevar a cabo la evaluación.

**El protocolo del test se divide en dos partes:**

- 1. Entrada en calor.**
- 2. Búsqueda del peso máximo.**

La **entrada en calor** se divide en **5 ítems**:

- I. Entrada en calor general:** trabajos cardiovasculares y articulares de 5 a 10 minutos.
- II. Fase específica:** 6 a 8 repeticiones con el 40 a 60% del peso máximo estimado por fórmulas con 1 minuto de pausa.



- III. **Preparación articular y fibrilar específica:** 3 a 5 repeticiones con el 70 a 80 % del peso máximo y 3 min de pausa.
- IV. **Preparación neuromuscular específica:** 2 repeticiones con el 85 a 90% del peso máximo estimado con pausa completa.
- V. **Máxima activación neuromuscular:** se realiza una repetición con el 95% del peso máximo y se estima el próximo peso a desplazar a partir de la observación del evaluador (principiante) y a la percepción subjetiva del evaluado.

### **Búsqueda del peso máximo:**

Se aplica el 100% del peso estimado y se le pide al evaluado que realice la mayor cantidad de repeticiones posibles. Este paso puede llevarse a cabo de 3 a 4 veces con la suficiente pausa entre cada una de ellas. El test culmina cuando se encuentra, dentro de estas series, el peso máximo real (fuerza dinámica máxima) del evaluado.

Como podrá observar, una evaluación de fuerza máxima lleva un buen tiempo para su aplicación según el presente protocolo, pudiendo encontrarnos con un trabajo bastante extenso en caso de tener que evaluar un número grande de deportistas/alumnos.

Por último, también habrá que considerar si el deportista al cual se va a evaluar está acostumbrado a trabajar con pesos máximos en su entrenamiento habitual.

Ahora bien, aparte de poder estimar la intensidad por medio de una escala de percepción o bien hacer un test de 1RM como vimos antes podemos calcular a través de fórmulas el peso levantado en 1RM (supuesto) haciendo un test de RM (Repeticiones máximas). Veamos esto:

### ***Test de repeticiones máximas.***

Son varias las investigaciones que se han llevado a cabo para inferir la fuerza dinámica máxima de un individuo (1RM) a partir de la evaluación de fuerza dinámica máxima relativa (FDMR) en 3RM, 6RM o 10RM valiéndose de pesos submáximos



y de la utilización de ecuaciones matemáticas validadas para predecirla con el menor rango de error posible. Las distintas ecuaciones se encuentran en la tabla 1.

Autor	Fórmula	Rango de Rep. recomendado
Brzycki (1993)	$1RM = (Kg. \times 100) / (102.78 - 2.78 \times Rep.)$	< 10
Mayhewy (1992)	$1RM = (100 \times Kg.) / \%1RM$	6 a 20
Epley (1985)	$1RM = (1 + 0.033 \times Rep) \times Kg.$	< 15

De esta manera los protocolos propuestos a evaluar un número determinado de repeticiones máximas mayor a 1RM, tienen como principal variable de estudio la FDMR de los sujetos que confirman la muestra seleccionada.

### **Ejemplo Práctico:**

Ejemplo práctico: conocemos el peso que desplaza nuestro deportista en 4 repeticiones máximas (85kg) y queremos tener una idea de cuál podría ser su máximo peso a desplazar en 1 repetición. Valiéndonos de la fórmula validada por Brzycki (1993) podemos determinar:

$$1RM = (Kg. \times 100) / (102.78 - 2.78 \times Rep.)$$

$$1RM = (85. \times 100) / (102.78 - 2.78 \times 4.)$$

$$1RM = 92.5 \text{ kg} = 100\% \text{ FDM}$$