



**UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA**

**“ DESARROLLO DE LA FUERZA EN EL TREN  
INFERIOR EN JUGADORES DE HANDBALL ”**

**AUTOR: MARIA CECILIA FLORIDDIA**

**TUTOR DE TESIS: LIC. ROMAN GOROSITO**

**LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA**

**FACULTAD DE MOTRICIDAD Y DEPORTE**

**OCTUBRE, 2004**

## **INDICE:**

<i>Resumen</i> .....	<i>pág. 4</i>
<i>Tema</i> .....	<i>pág. 5</i>
<i>Situación problemática</i> .....	<i>pág. 6</i>
<i>Problema</i> .....	<i>pág. 7</i>
<i>Objetivo general</i> .....	<i>pág. 8</i>
<i>Objetivos específicos</i> .....	<i>pág. 8</i>
<i>Marco teórico</i> .....	<i>pág. 9</i>
<i>Fuerza</i> .....	<i>pág. 9</i>
<i>Potencia</i> .....	<i>pág. 13</i>
<i>Adaptación y efecto del entrenamiento</i> .....	<i>pág. 20</i>
<i>Características del entrenamiento de la fuerza</i> .....	<i>pág. 22</i>
<i>Hormonas y entrenamiento</i> .....	<i>pág. 24</i>
<i>Entrenamiento del tren inferior</i> .....	<i>pág. 26</i>
<i>Estimación de 1RM (repeticiones máximas)</i> .....	<i>pág. 33</i>
<i>CMJ (salto con contra movimiento previo)</i> .....	<i>pág. 35</i>
<i>Coeficiente de fuerza relativa</i> .....	<i>pág. 36</i>
<i>Hipótesis</i> .....	<i>pág. 38</i>
<i>Variables e indicadores</i> .....	<i>pág. 39</i>
<i>Marco metodológico</i> .....	<i>pág. 40</i>
<i>Unidad de análisis</i> .....	<i>pág. 40</i>
<i>Población</i> .....	<i>pág. 40</i>
<i>Muestra</i> .....	<i>pág. 40</i>
<i>Método</i> .....	<i>pág. 40</i>
<i>Tratamiento</i> .....	<i>pág. 42</i>
<i>Entrenamiento</i> .....	<i>pág. 43</i>

Análisis .....	pág. 48
<i>Resultados</i>	
Comparación de resultados del test 1RM y análisis .....	pág. 49
Comparación de resultados del test CMJ y peso corporal y análisis .....	pág. 50
Análisis estadístico general .....	pág. 51
<i>Conclusiones finales</i> .....	pág. 52
<i>Bibliografía</i> .....	pág. 53

## **RESUMEN**

Ante la controversia generada sobre cuál sería el medio más apropiado, entre sentadillas y subidas al banco, para desarrollar la fuerza y la potencia del tren inferior en jugadores de handball, decidimos evaluar pre y post entrenamiento los índices de dichas cualidades y realizar el posterior análisis de los resultados.

Tras haber entrenado 8 semanas, a razón de 2 sesiones semanales, a un grupo de 11 deportistas de nivel medio (handball) igualando los entrenamientos realizados por grupo, donde uno entrenó con subidas al banco y el otro con sentadillas, hemos encontrado que los atletas que entrenaron con sentadillas lograron ganancias de fuerza superiores a los que utilizaron subidas al banco, mientras que éstos últimos obtuvieron mejoras superiores en el salto vertical (CMJ). Este análisis nos permite decir que el ejercicio de sentadillas es un medio superior en cuestiones de desarrollo de fuerza, mientras que las subidas al banco se muestran superiores en cuanto al potencial de transferencia a potencia.

## **TEMA:**

El desarrollo de la fuerza en el tren inferior en jugadores de handball.

## **SITUACIÓN PROBLEMÁTICA:**

El tremendo desarrollo de la preparación física en el deporte de alto rendimiento, viene acompañado de una valoración creciente de la ventaja de contar con adecuados niveles de fuerza, potencia y velocidad.

**Gráfico 1.** Pirámide de Alto Rendimiento<sup>1</sup>



Esta pirámide planteada hace muchos años por Iurig Verkoshansky, dice el alto rendimiento, está constituido por la habilidad de realizar gestos deportivos de calidad y la capacidad de reiterarlos varias veces.

La capacidad de ejecutar y reiterar estos gestos se debe a tres valencias fundamentales, la velocidad, la fuerza y la resistencia, que están ubicadas en el centro

---

<sup>1</sup> Anselmi, G, Fuerza, potencia y acondicionamiento físico, Bs.As, 1998, pág.1.

de la pirámide. La fuerza se ubica en el centro de la pirámide por ser un agente fundamental para el desarrollo tanto de la voluntad como de la resistencia. Y como la potencia depende en forma directa de la dureza y de la velocidad, se fundamenta la tremenda importancia que tiene la fuerza en la capacidad de ejecutar gestos explosivos veloces y potentes.

A partir de diferentes propuestas metodológicas, publicadas en la bibliografía específica sobre el tema, y ciertos trabajos de investigación que hemos revisado, es que nos planteamos la necesidad de determinar cual sería el medio (ejercicio) más apropiado para el desarrollo de la fuerza del tren inferior de deportistas de nivel medio. Así es como nos propusimos investigar sobre el potencial de desarrollo de fuerza y posterior transferencia a valencias de potencia de los dos ejercicios más utilizados en el ámbito deportivo: SUBIDAS AL BANCO y SENTADILLAS.

La investigación se realizó utilizando una muestra de jugadores de handball, ya que este es un deporte donde intervienen las capacidades de fuerza y potencia. Estas dos capacidades son indispensables para realizar con eficacia los fundamentos individuales como sprints, lanzamientos, saltos, cambios de dirección, etc., fundamentales en este deporte.

Consideramos muy importante que los entrenadores y preparadores físicos conozcan la producción de fuerza y potencia de los diferentes ejercicios para poder elegir qué movimientos utilizará durante los diferentes momentos de la periodización del entrenamiento y así lograr una mejor performance de sus atletas.

**PROBLEMA:**

¿Cuál es el medio apropiado, entre sentadillas y subidas al banco, para el desarrollo de la fuerza y la potencia del tren inferior de jugadores de handball?

### **OBJETIVO GENERAL:**

- Evaluar cual es el mejor medio, entre sentadillas y subidas al banco, para desarrollar la fuerza y la potencia de los miembros inferiores en jugadores de handball.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Conocer pre y pos entrenamiento la fuerza de las piernas con el test 1RM en ambos grupos, en los ejercicios: SENTADILLAS y SUBIDAS AL BANCO.
- Determinar el índice de saltabilidad pre y pos entrenamiento con el test CMJ (salto con contra movimiento previo en placa de salto) para determinar la potencia de piernas.
- Comparar las ganancias de fuerza y potencia obtenidas tras el entrenamiento con ambos ejercicios.

## MARCO TEORICO

### FUERZA

En la bibliografía encontramos varias definiciones de la cualidad física fuerza:

...la fuerza se define como la capacidad de un músculo o grupo muscular para generar una fuerza muscular bajo unas condiciones específicas; es el producto de una acción muscular iniciada y orquestada por procesos eléctricos en el sistema nervioso (Verkhoshanski)<sup>2</sup>

...la fuerza en el ámbito deportivo se entiende como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse o contraerse (G. Badillo)<sup>3</sup>

...a nivel ultraestructural, la fuerza está en relación al número de puentes cruzados de miosina que pueden interactuar con los filamentos de actina (Goldspink)<sup>4</sup>

Sólo enunciamos estas tres por ser las más recientes; pero también podemos definir a la fuerza desde el punto de vista de la física, donde la fuerza muscular sería la capacidad para producir aceleración o deformación de un cuerpo, mantenerlo inmóvil o frenar su desplazamiento.

Pero en el ámbito deportivo debemos considerar el concepto de *fuerza útil* que introduce G. Badillo, donde se la define como aquella fuerza que podemos manifestar a la velocidad que se realiza el gesto deportivo. Y a partir de esta consideración, tenemos que redefinir el concepto de fuerza, para ello podemos citar a autores como Hartman<sup>5</sup> (1993), que considera a la fuerza como la habilidad de generar tensión bajo determinadas condiciones definidas por la posición del cuerpo, el tipo de movimiento, el tipo de activación y la velocidad de movimiento; ó a Knuttgen y Kreamer (1987)<sup>6</sup>,

---

<sup>2</sup> Verkhoshansky, I ; Ziff, M., Superentrenamiento, Paidotribo, Barcelona (España) 1999, pág. 20.

<sup>3</sup> G.Badillo, J.J.;Ayesterán, G., Fundamentos del entrenamiento de la fuerza, Inde, Barcelona (España) 1997, pág. 19.

<sup>4</sup> Goldspink 1992 en: G.Badillo, J.J.;Ayesterán, G., op. Cit., pág. 19.

<sup>5</sup> Hartman en G.Badillo, J.J.;Ayesterán, G., op. Cit.

<sup>6</sup> Knuttgen y Kreamer en G.Badillo, J.J.;Ayesterán, G., op. Cit, pág. 20.

quienes definen a la fuerza como la máxima tensión manifestada por un músculo a una velocidad determinada.

Pero, además, en el deporte interesa la fuerza que seamos capaces de aplicar en un tiempo determinado, ya que si disponemos de 3-4 segundos podremos manifestar nuestra fuerza máxima, pero en los gestos deportivos rara vez contamos con más de 200 a 300 ms. para manifestar fuerza. Por lo tanto la fuerza útil, además de estar condicionada por la velocidad, será aquella que podamos manifestar en estos períodos de tiempo.

En la gran cantidad de disciplinas deportivas no es necesario desarrollar la fuerza al máximo de las posibilidades del deportista, sino que se debe buscar la fuerza óptima que aporte el mayor beneficio en la realización técnica y en el rendimiento deportivo.

La fuerza se puede manifestar de diferentes maneras. Haremos referencia a la clasificación de las manifestaciones de fuerza presentadas por G. Badillo<sup>7</sup>.

*FUERZA ABSOLUTA*: capacidad potencial de fuerza que depende de la constitución del músculo (sección transversal y tipo de fibra), esta fuerza no se manifiesta de forma voluntaria.

*FUERZA MÁXIMA ISOMÉTRICA*: que se produce cuando un sujeto realiza una contracción voluntaria contra una resistencia imposible de desplazar, también podemos llamarla fuerza máxima estática. Cada valor de fuerza isométrica debe venir acompañado de la información sobre el ángulo y la posición en que se ha conseguido; además si esta manifestación se hace lo más rápido posible, también se manifestará la máxima fuerza explosiva estática.

*FUERZA MÁXIMA EXCÉNTRICA*: se manifiesta cuando se produce la máxima capacidad de contracción muscular ante una resistencia que se desplaza en sentido opuesto al deseado por el sujeto; tal fuerza depende de la velocidad en que se produce el

---

<sup>7</sup> Badillo, G., op. cit., pág 48.

estiramiento, por lo tanto hay que especificar la velocidad y la resistencia con la que se hace el movimiento.

*FUERZA DINÁMICA MÁXIMA*: es la expresión máxima de fuerza cuando la resistencia se puede desplazar sólo una vez.

*FUERZA DINÁMICA MÁXIMA RELATIVA*: es la máxima fuerza expresada ante resistencias inferiores a la que se corresponde con la fuerza dinámica máxima y equivale al valor máximo de fuerza que se puede aplicar con cada porcentaje de dicha fuerza ó de la máxima isométrica.

También la podemos definir como la capacidad muscular de imprimir velocidad a una resistencia inferior con la que se manifiesta la fuerza máxima dinámica.

La mejora de esta manifestación es un objetivo muy importante del entrenamiento, ya que ésta es la principal y más frecuente expresión de fuerza durante la competición.

La relación entre la fuerza máxima dinámica y la fuerza máxima dinámica relativa, tiene gran importancia en el proceso de entrenamiento y viene definida por lo que se conoce como *DÉFICIT DE FUERZA*.

*FUERZA EXPLOSIVA*: la podemos definir como la mayor manifestación de fuerza por unidad de tiempo, por lo tanto la fuerza explosiva está presente en todas las manifestaciones de fuerza. La fuerza explosiva sin estiramiento previo depende en gran medida de la capacidad contráctil, es decir de la fuerza máxima isométrica ó dinámica; y su manifestación se basa en la capacidad de desarrollar una gran fuerza por el reclutamiento y sincronización del mayor número de UM posible. Si no se dispone de medios para medir directamente la fuerza explosiva, se utiliza el SJ, ya que la altura del salto depende de la velocidad de despegue, y ésta de la capacidad del sujeto de aplicar fuerza rápidamente (fuerza explosiva).

*FUERZA ELÁSTICO EXPLOSIVA:* que se apoya en los mismos factores que la anterior, más el componente elástico que actúa por efecto del estiramiento previo.

*FUERZA ELÁSTICO EXPLOSIVO REACTIVA:* añade a la anterior un componente de facilitación neural importante como es el del reflejo miotático (de estiramiento), que actúa debido al carácter "rápido" del CEA (menos de 200 ms). Si el tiempo disponible para realizar las uniones actomiosínicas es muy corto, puede que las fibras ST no puedan actuar, dejando en primer plano la acción de las FT.

Hay otro componente relacionado con la capacidad de manifestar fuerza rápidamente, se trata del concepto de FUERZA INICIAL y que se define como la capacidad de aplicar gran fuerza al comienzo de una activación o contracción muscular y en muy poco tiempo (en los primeros 30-50 milisegundos); es una cualidad independiente de la fuerza externa y del régimen del trabajo muscular (dinámico ó isométrico), por lo tanto en un mismo sujeto es prácticamente invariable ante cualquier resistencia. Otro concepto relacionado con la capacidad de aplicar fuerza rápidamente, y que fue introducido al igual que el concepto de fuerza inicial, por Verkhoshansky, es el de fuerza de aceleración y se puede definir como la capacidad de los músculos de aplicar rápidamente la máxima fuerza posible una vez iniciado el movimiento.

Ante resistencias ligeras, cobran un papel más importante la fuerza inicial y la velocidad de acortamiento muscular (velocidad absoluta), pero antes cargas elevadas la relación entre la fuerza máxima y la fuerza explosiva aumenta, teniendo un papel más importante la fuerza de aceleración y el PMF. Se debe tener en cuenta que ante cargas ligeras y a gran velocidad de movimiento no se manifiesta la fuerza explosiva máxima, y ante cargas elevadas la misma se alcanza en la fase estática del movimiento; por lo tanto no necesario relacionar siempre a la fuerza explosiva con velocidad de movimiento. La potencia máxima no se alcanza con cargas elevadas ni con cargas

ligeras aceleradas a máxima velocidad, sino con cargas intermedias y a velocidades intermedias (dependiendo del tipo de ejercicio ).

*FUERZA RESISTENCIA*: comprende la producción de tensión muscular sin que disminuya la eficacia durante un largo período; la podemos dividir en F-R DINAMICA la cual es propia de los ejercicios que comprenden tensiones musculares significativas y repetidas con una velocidad de movimiento relativamente lenta, propia de los ejercicios cíclicos y acíclicos repetidos; y en F-R ESTÁTICA que es propia de actividades relacionadas con el mantenimiento de tensiones máximas o cuasi máximas, así como de tensiones moderadas y necesarias para mantener una postura específica. El desarrollo de la fuerza resistencia es una característica inherente y un principio fundamental del entrenamiento para desarrollar la resistencia general.

### **POTENCIA**

La definimos como el producto de la fuerza por la velocidad en cada instante del movimiento; por lo tanto también existe una curva de potencia (C: p) dependiente de la C:f-v (curva fuerza – velocidad). Lo más importante para el entrenamiento es el pico máximo de potencia, es decir el mejor producto de fuerza velocidad conseguido a través del movimiento y que define las características dinámicas (fuerza aplicada) del ejercicio. Teniendo en cuenta que la máxima potencia no se alcanza ni a la máxima velocidad ante cargas ligeras, ni utilizando grandes cargas a baja velocidad; sino que se consigue a velocidades y cargas intermedias; la C:f-v es un continuo en el que se distinguen tres grandes zonas según G, Badillo<sup>8</sup>:

ZONA 1: en la se consigue una gran velocidad pero ante resistencias pequeñas : P media-baja.

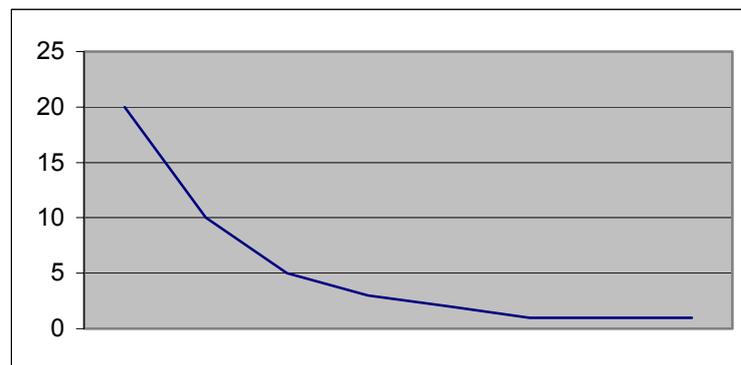
---

<sup>8</sup> G.Badillo en Módulos 1-9 de la Diplomatura Anual de Entrenamiento y Musculación, op. Cit.

ZONA 2: en la que la fuerza aplicada y la velocidad presentan valores intermedios : P alta-máxima.

ZONA 3: de utilización máxima o gran fuerza y mínima o poca velocidad : P media-baja.

Gráfico n<sup>a</sup>1: Curva fuerza - velocidad



(nota: en la C:f-v, las zonas 1, 2, 3 se manifiestan de izquierda a derecha)

A la máxima potencia generada por un músculo o grupo muscular se la denomina *umbral de rendimiento muscular (UMR)*; la mejora de este UMR es específica del tipo de entrenamiento realizado, así por ejemplo, si se ha entrenado con cargas ligeras, la potencia mejorará por que se ha producido un incremento de la velocidad respecto a esa carga, es decir el sujeto ha mejorado la potencia ante cargas ligeras. Si por otro lado, el entrenamiento estuvo orientado hacia las cargas altas, la potencia del sujeto mejorará por que su fuerza se ha incrementado, es decir ha mejorado la potencia ante resistencias elevadas; y por último si el entrenamiento se ha realizado con cargas intermedias, la potencia mejorará ante dichas cargas. Por lo tanto tenemos

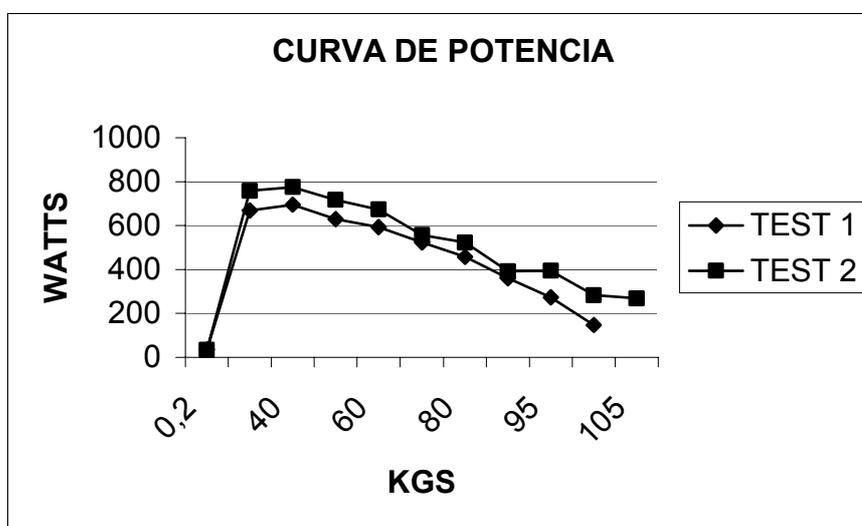
básicamente tres vías para desarrollar la potencia; será el objetivo del entrenamiento y las necesidades del deporte las que marcarán la vía de mejora más adecuada.

Con respecto al UMR, debemos aclarar que no es el mismo en todos los sujetos y especialidades; como media podemos indicar : resistencia de entre el 30 y el 40 % de la fuerza máxima y a una velocidad de entre al 35 al 45 % de la velocidad máxima de contracción absoluta (sin cargas) .

Si bien la capacidad para generar fuerza máxima isométrica es similar en las fibras ST y FT, estas últimas son mucho más efectivas para generar potencia que las lentas y logran un pico de potencia hasta cuatro veces más elevado. Por lo tanto la constitución muscular (% de fibras FT y ST) es un factor determinante de la potencia.

El trabajo en la zona de máxima potencia ZONA 2 produce un efecto intermedio de fuerza y velocidad, pero que exige unos niveles óptimos de potencia por repetición; por lo tanto, en el entrenamiento, no solo debemos considerar la carga a desplazar, sino la potencia " mínima " que debemos desarrollar en cada una de las repeticiones. Debemos hacer hincapié en el trabajo sobre las distintas zonas de la C:f-v, tanto para buscar adecuadas transferencias, como para respetar la variabilidad como principio del entrenamiento.

Gráfico n° 2



*nota: en la página anterior se encuentra graficada la curva de potencia, la cual se desprende de la curva fuerza-velocidad; podemos observar como el deportista evaluado ha mejorado su potencia ( eje y, en Watts) con respecto a todas las cargas ( eje x, kgs ).*

Ésta capacidad fundamental, y que se desprende de la relación entre la fuerza y la velocidad, presenta una dependencia de la fuerza doble.

POTENCIA es igual al cociente entre el TRABAJO realizado y el TIEMPO necesario para ello; y como TRABAJO es igual al producto de la FUERZA por la DISTANCIA, si reemplazamos en la fórmula de POTENCIA tenemos: **POTENCIA = FUERZA x ( DISTANCIA / TIEMPO )**, pero sabemos que VELOCIDAD es igual al cociente entre la DISTANCIA y el TIEMPO empleado para recorrerla, por lo tanto : **POTENCIA = FUERZA x VELOCIDAD**. Es decir, la POTENCIA depende de la fuerza y de la velocidad, y como la velocidad ya depende de la fuerza, entonces la potencia depende dos veces de la fuerza.

A continuación describiremos las características de las **fibras musculares**. Estas se caracterizan por la presencia de estriaciones transversales periódicas. Esta estriación resulta de la existencia en su citoplasma de las miofibrillas estructuras responsables de la contracción muscular.

Las miofibrillas son estructuras cilíndricas largas (1 a 3  $\mu\text{m}$  de diámetro) que corren paralelas al eje logitudinal de la célula, y están formados por miofilamentos finos y miofilamentos gruesos, dispuestos en tal forma que inducen la apariencia de bandas claras y oscuras que se repiten a lo largo de cada miofibrilla, determinando la organización de los sarcómeros.

La banda oscura se conoce como banda A (de anisótropa) y la clara como banda I (de isotrópica). Cada banda I aparece bisectada por una línea transversal oscura denominada disco o línea Z (de Zwichenscheibe = disco intermedio). Al centro de la banda A hay una zona más clara que corresponde a la banda H (de Hell = claro) en cuyo centro está la línea M (de Mittellmembran= membrana media).

En el citoplasma que rodea a las miofibrillas se disponen tanto las mitocondrias como las cisternas del retículo sarcoplásmico a las cuales se asocian los túbulos T, en una organización precisa con respecto a los sarcómeros y repetidas a todo lo largo de las células musculares esqueléticas.

Estrechamente asociadas a las fibras musculares esqueléticas se encuentran las células satélites, separadas del endomisio por la misma membrana basal que rodea a la fibra muscular. Ellas son células musculares indiferenciadas que juegan un rol importante en el crecimiento y reparación de los músculos

Para la correcta interpretación de las diferentes aristas que puede presentar el entrenamiento con sobrecarga, debemos en principio conocer los diferentes **tipos de fibras** que componen nuestra musculatura. Sus diferentes acciones, los sistemas energéticos que utilizan, las diferentes intensidades con que debemos estimularlas, el gasto energético que se produce al entrenarlas y el nivel de frecuencia al que debemos emitir nuestro cerebro para conseguir estimularlas. En el siguiente esquema veremos algunas características de las fibras musculares.

**Tabla 1.** Características de los diferentes tipos de fibras musculares.

<b>Tipo de Fibra</b>	<b>Blanca (T 1)</b>	<b>Blanca (T 2)</b>	<b>Roja</b>
<b>Características</b>	Explosivas	Rápidas	Lentas
<b>Tipo de esfuerzo</b>	Fuerza Explosiva	Fuerza Resistencia	Resistencia
<b>Duración</b>	Menos de 10 seg.	Entre 15 seg. y 2 min.	Mas de 5 min.
<b>Sist. Energ. Predo</b>	Anaeróbico Aláctico	Anaeróbico Láctico	Aeróbico
<b>Intensidad de Ent.</b>	90-110% y 25-30%	50 – 85 %	0 – 45%
<b>Volumen de Ent.</b>	Mínimo	Intermedio	Grande
<b>Efecto del Ent.</b>	Fuerza Explosiva	Fuerza c/ Hipertrofia	Res. Sin Hipertrofia
<b>Gasto Energético</b>	Muy pequeño	Intermedio	Grande
<b>Estimulo Cerebral</b>	45-100 HZ	30 HZ	15 HZ

**Las fibras lentas** poseen gran vascularización y un contenido rico en mioglobina, lo que las habilita a utilizar oxígeno en grandes cantidades. Este tipo de fibras no tiene un gran poder de contracción, pero en cambio tiene una enorme resistencia a la fatiga. Sus gastos energéticos son aportados por un proceso de oxidación denominado metabolismo aeróbico. Este tipo de fibra es utilizado fundamentalmente en deportes como la carrera de fondo y su capacidad para la hipertrofia resulta muy pequeña. Las unidades motoras que activan este tipo de fibra son pequeñas por lo que el estímulo neurológico necesario para ponerlas en funcionamiento es de 15 Hz. Las fibras rápidas, tienen grandes condiciones para la hipertrofia, son las que se ocupan de realizar los esfuerzos de intensidad intermedia, como el complemento de pesas, o subir una cuesta.

**Las fibras rápidas** presentan una mínima vascularización y un bajo contenido mitocondrial, lo que implica una escasa capacidad de generar energía por parte de los mecanismos de oxidación. Su forma de desarrollo depende del metabolismo anaeróbico, que aporta energía en ausencia de oxígeno. La hipertrofia sarcoplasmática que presentan se deben a la característica de la tarea que realizan. Los esfuerzos intermedios las obligan a contar con mayor contenido de glucógeno reservado en las fibras. Al poseer unidades motoras de mayor envergadura que las fibras lentas, el estímulo neurológico

para reclutarlas es mayor, alcanzando los 30 Hz. Al ser mas elevado que el de las fibras lentas, las recluta a ambas, provocando una mejora de en la activación neuromuscular. Este es uno de los motivos por el que el entrenamiento fraccionado tiene tan buenos resultados sobre el entrenamiento de base. Existe una gran confusión debida en gran parte a la denominación, las fibras rápidas en realidad, no son responsables de los movimientos instantáneos y veloces, su especialidad como dijimos anteriormente es la resistencia intermedia.

**Las fibras explosivas** realizan esfuerzos violentos y cortos, el combustible que utilizan es el ATP y las reservas de fosfocreatina. El sistema energético preponderante es el anaeróbico aláctico. Para realizar un esfuerzo violento el cerebro se ve obligado a enviar una fuerte señal que supera los 50 Hz. y puede llegar hasta los 100 Hz.

¿Cual es la diferencia entre un estímulo de 50 Hz. y uno de 100 Hz.? La expresión de fuerza es exactamente, la misma, en cantidad de fibras reclutadas, también, la gran diferencia radica en que esta fuerza se manifiesta anticipadamente. Su tiempo de aplicación es menor.

Existen diferentes **tipos de contracciones** musculares:

*Contracción isométrica:* en ellas se acortan los elementos contráctiles y se estiran en igual cantidad elementos elásticos del músculo, de ésta manera se desarrolla una tensión con una elongación muscular constante. En éste trabajo "estático" a la vista las fuerzas externas e internas se corresponden. La fuerza efectuada por el deportista alcanza la misma magnitud que la de la fuerza externa y por lo tanto no hay movimiento. (ej: cristo en las anillas, posiciones de lucha libre, etc.-)

*Contracción isotónica:* el músculo varía su elongación pero no su tensión. (isotónico= igualdad de tensión) Este tipo de contracción se da en casos excepcionales. (ej: Bajar una barra lentamente con una carga elevada *-fuerza externa-* a pesar de haber una resistencia máxima por parte del deportista. *-fuerza interna-*)

*Contracción auxotónica:* en ésta la tensión muscular debe variar siempre a mayor o a menor debido a los constantes cambios de los ángulos articulares en el trabajo. El músculo se va adaptando a los constantes cambios de fuerza requerida a través de la conexión o desconexión de unidades motoras. (Ejemplo: en un ejercicio con pesas, el press de pecho, la carga externa (barra y discos) es siempre constante durante la ejecución del ejercicio lo que varía es la fuerza que el deportista tiene que desarrollar para realizar el movimiento). Esta variación en la tensión dependerá de factores como la longitud de palancas del deportista y por ende de cada ángulo adoptado por los miembros y de la velocidad del movimiento. En diferentes momentos del ejercicio al variar los ángulos y velocidad de movimiento, la fuerza a realizar también variará a mayor ó a menor.

*Contracción isocinética:* una contracción es de este tipo si las fuerzas externas se mantienen tan elevadas –a pesar de los cambios constantes en las palancas y momentos angulares- que el deportista tiene que realizar la misma magnitud de fuerza en cada momento del ejercicio<sup>9</sup>.

## **LA ADAPTACIÓN Y EL EFECTO DEL ENTRENAMIENTO**

Según Verkhoshanski <sup>10</sup>, el fenómeno del aumento de la fuerza y otros factores de la condición física como respuesta al entrenamiento son una prueba clara de la adaptación biológica al esfuerzo.

La condición física se puede definir como la capacidad del cuerpo para realizar una tarea específica en condiciones específicas, en donde la tarea se caracteriza por una serie de elementos que imponen una tensión física y psicológica concreta. El entrenamiento también puede definirse inicialmente como el proceso consistente en

---

<sup>10</sup> Verkhoshansky, I ; Ziff, M., Superentrenamiento, Paidotribo, Barcelona (España) 1999, pág. 104.

imponer una carga física de forma concreta para conseguir un tipo específico de condición física. Hay que apreciar que el concepto de condición física no solo se relaciona con la capacidad del deportista para realizar con eficiencia y seguridad el ejercicio. Hay que distinguir entre los factores relacionados como la capacidad de trabajo y la condición física y la preparación.

El cuerpo se adapta mediante un tipo específico de condición física a las exigencias que de forma habitual se le impone, siempre y cuando la carga no exceda la capacidad de adaptación del cuerpo en ese momento dado.

*El efecto del stress:* Hay dos formas de stress, un stress beneficioso que produce crecimiento y un stress perjudicial que provoca decadencia, daños, enfermedad y muerte. El entrenamiento bien planificado se caracteriza por la acción continuada de procesos de stress beneficiosos, mientras que el estancamiento, la sensibilidad dolorosa y las lesiones leves pero persistentes son indicadores iniciales de un stress perjudicial.

*Síndrome de adaptación general:* La teoría de Seyle postula que todos los animales expuestos a períodos de stress sobrellevan tres fases dentro del SAG: alarma inicial, resistencia y agotamiento. La energía necesaria para la resistencia o la adaptación procede de la fuente disponible de energía de adaptación superficial o profunda. La primera se refiere a las reservas actuales de adaptación. La capacidad de estas sufre alteraciones como respuesta a las exigencias impuestas sobre ellas a través de un stress como el del entrenamiento.

El estadio inicial del método puede denominarse con el término respuesta de huida, lucha o inmovilidad, durante el cual el cuerpo experimenta una reducción temporal de su capacidad para superar un elemento que crea un stress. Los sistemas de retroalimentación del cuerpo mandan señales son rapidez para oponer resistencia de forma concreta mediante la utilización de procesos, sistemas y fuentes de energía

apropiados. El proceso de entrenamiento permite a los sistemas esenciales del cuerpo recuperarse y crecer durante las fases de descanso que siguen al agotamiento.

El SAG tiene que modificarse para que tenga en cuenta el hecho de que el entrenamiento puede permitir adaptarse a niveles cada vez mayores de stres mediante distintos cambios estructurales y funcionales.

Cuando se aplican incrementos continuos se puede producir un sobreentrenamiento, un proceso de estancamiento o la aparición de lesiones. Es importante recordar que la reparación y el crecimiento tisulares se producen sobre todo durante los períodos de recuperación y transición entre las sesiones de entrenamiento y no durante las fases de cargas fuertes.

La supercompensación se relaciona con un incremento de las reservas la de adaptación y se considera la base de todos los métodos para programar el entrenamiento.

*Reconstrucción adaptativa frente a la supercompensación:* Aunque los sistemas de energía o las reservas de adaptación parezcan haberse adaptado, se producen mediante el entrenamiento cambios tróficos y de otro tipo que no están relacionados directamente con los cambios en el tamaño de las reservas de energía. El entrenamiento provoca cambios del tejido muscular y el tejido conectivo como son la hipertrofia tisular, la alteración de las características de la fibras musculares, la intensificación de la síntesis de proteínas, la activación del aparato genético de las células musculares y el aumento del ritmo de la liberación de energía.

### **CARACTERÍSTICAS DEL ENTRENAMIENTO CON SOBRECARGA**

Para Verkhoshanski<sup>11</sup>, la fuerza, como producto específico de la adaptación física, está determinada por la repetición de los estímulos a los que se ve expuesto el cuerpo durante la ejercitación del sistema motor. Solo un nivel intenso de contracciones

musculares proporcionará un estímulo eficaz de entrenamiento. El umbral del estímulo del entrenamiento necesario para incrementar la fuerza de una persona normal no debe ser inferior a un tercio de la fuerza máxima. a medida que aumenta la fuerza, hay que incrementar también la intensidad del estímulo requerido para general el estímulo de entrenamiento y alcanzar el 80-90 % de la fuerza máxima del deportista y en algunos casos iguale o exceda el nivel del estímulo de competición del ejercicio dado.

El desarrollo de la fuerza requiere que la intensidad del estímulo aumente gradualmente.

Cuanto menos entrenados estén los músculos, mayor será el umbral de fortalecimiento respecto al nivel inicial.

La fuerza aumenta con relativa uniformidad durante los estadios iniciales del entrenamiento, independientemente de cómo se aplica la carga de entrenamiento, o de si es fuerte o ligera.

Hay que tener en cuenta la naturaleza física de la respuesta a las cargas de fuerza intensas, caracterizada por una baja temporal de la fuerza y velocidad de los movimientos, y por el incremento subsiguiente de la fuerza y la velocidad después de que la intensidad de la sobrecarga haya disminuido. Por tanto, la eficacia de las cargas fuertes se manifiestan un tiempo después. La fuerza aumenta después de que las sesiones de tensión isométrica haya cesado, mientras que un incremento acusado de la fuerza y velocidad de movimientos por empleo de resistencias sólo se produce después de al menos 20 sesiones de entrenamiento.

A medida que aumenta el nivel de la condición física, la dependencia del incremento de la fuerza y su efecto del tipo de entrenamiento realizado se hace más evidente. En aquellos casos donde se introduzcan cargas pequeñas en el entrenamiento, se produce un aumento concurrente de la resistencia y velocidad de los movimientos,

---

<sup>11</sup> Verkhoshansky,I ; Ziff, M., op.cit. pág. 248.

además del incremento de la fuerza en situaciones con cargas y sin ellas. Si se emplean cargas fuertes en el entrenamiento, la fuerza aumenta de manera notable, al igual que la velocidad de los movimientos explosivos.

La magnitud del incremento de la fuerza y su carácter específico están determinados por la condición de los medios de entrenamiento empleados.

El incremento de la fuerza depende también del nivel inicial del deportista. Cuanto menor sea el nivel de fuerza, mayor será el incremento que se produce con el entrenamiento.

Los músculos llegan a perder hasta un 30% de su fuerza tras un período de descanso total de solo una semana.

## **HORMONAS Y ENTRENAMIENTO**

Según Anselmi<sup>12</sup>, el entrenamiento genera un desequilibrio químico que debe ser compensado por nuestro organismo. Las hormonas juegan un papel muy importante en esa compensación. Describiremos una a una a las hormonas que juegan un papel de relevancia en el entrenamiento y posterior recuperación de los deportistas. La testosterona juega un papel fundamental como agente de metabolización Proteica. Es la responsable del crecimiento muscular y de la recuperación plástica post -entrenamiento. Cuando realizamos un entrenamiento con sobrecarga, estamos buscando fundamentalmente resultados sobre nuestra masa muscular. Estos efectos serán notorios si nos aseguramos que la concentración propia de testosterona en sangre sea alta.

Durante los primeros minutos después de iniciado un entrenamiento de características intensas, nuestra concentración sanguínea de testosterona comienza a crecer hasta alcanzar un pico máximo entre los 30 y 40 minutos de comenzado el trabajo, luego de la misma comienza a descender hasta alcanzar valores desfavorables

---

<sup>12</sup> Anselmi, H., "Fuerza, potencia y acondicionamiento físico", Buenos Aires (Argentina) 1998, pág. 14.

para el entrenamiento después de los 90 minutos. Un corto tiempo después de finalizado el trabajo, cuando nos encontramos en reposo, aumenta la concentración de insulina.

La insulina permite la incorporación de agentes de recuperación desde la sangre hasta la fibra muscular. Es de vital importancia que luego de finalizado el entrenamiento con sobrecarga, existan en sangre cantidades suficientes de aminoácidos para que pueda producirse la recuperación plástica del desgaste producido. Por lo tanto se recomienda la ingestión de proteínas o aminoácidos inmediatamente después de finalizado el entrenamiento para asegurar la reconstitución del tejido muscular. Si antes del entrenamiento consumimos alguna fruta, la concentración de insulina posterior al mismo tendrá niveles más altos, asegurando el proceso de recuperación.

La primera conclusión que se puede obtener es que los entrenamientos con sobrecarga son inútiles si se extienden más allá de 90 minutos. Los entrenamientos deben ser cortos e intensos. Si el trabajo planificado es demasiado para ser realizado en 90 minutos luego de un descanso de entre 40 y 50 minutos la concentración sanguínea de testosterona está en condiciones de aumentar nuevamente. Este proceso se reiterará de la misma forma en una tercera oportunidad, siendo para cada vez, la concentración un poco más alta que la anterior. El primer ejercicio del plan, debe ser dinámico e integrador, para que active la mayor cantidad posible de unidades motoras y propicie el aumento de la concentración hormonal.

El segundo y tercer ejercicio serán aquellos que consideramos fundamentales para esta sesión de entrenamiento. Los ejercicios que ocupan la parte final del entrenamiento, serán aquellos que trabajen el sostén. Considerando que nuestro sistema nervioso al final del entrenamiento se encuentra algo fatigado, esta circunstancia es lógica, porque los ejercicios de sostén necesitan un esfuerzo neurológico de menor intensidad. Los niveles más altos de testosterona se alcanzan por la mañana, por lo que se recomiendan los entrenamientos matinales para el desarrollo de fuerza y potencia.

## **EL ENTRENAMIENTO DEL TREN INFERIOR:**

Las sentadillas y las subidas al banco son los ejercicios más usados para la adquisición de fuerza.

Las sentadillas, según Anselmi<sup>13</sup>, denominada por muchos como la reina de los ejercicios, han sabido acumular fanáticos y detractores. Éstos argumentan supuestos problemas de columna, de rodillas, o de lo que sea. Pero lo que es verdad, es que la intensidad de trabajo, y los beneficios que produce la ejecución de este ejercicio, no han podido ser igualados por ningún otro para piernas.

La correcta forma de realización es con el torso recto, lo que provoca un mayor stress sobre los cuádriceps. La apertura de los pies debe ser aquella en la que el deportista se encuentre cómodo. La barra debe estar firmemente colocada sobre los hombros, con el agarre cercano a los mismos para ejercer mas presión sobre la misma e impedir que la espalda se curve.

El descenso de la sentadilla debe ser completo ya que detener la sentadilla a los 90° presupone ejercer una presión contra la barra, mayor que la del peso mismo para poder vencer la inercia del descenso y revertir el movimiento. Con esta sentadilla las ganancias obtenidas no son comparables a las que hubieran conseguido realizando las sentadillas completas.

Las subidas al banco consisten en subir a un banco de una altura similar a la distancia entre la rodilla y el suelo utilizando una sola pierna, y luego cambiar por otra. El peso que se puede utilizar es bastante bajo (40% de la sentadilla), y la dificultad del ejercicio es mayor porque el atleta debe comenzar el ejercicio desde la posición de flexión. A mayor altura del banco mayor acción de los glúteos, en detrimento de los cuádriceps.

---

<sup>13</sup> Anselmi, H., op. cit. Pág. 87.

A continuación iremos citando diversos artículos que hacen referencia al tema del desarrollo de la fuerza y la potencia de los músculos del tren inferior, de manera de clarificar el punto clave de nuestra problemática.

Christian Thibaudeau<sup>14</sup> plantea en su artículo que el cuerpo humano tiene una capacidad limitada de adaptarse al stress físico.

Como resultado, es importante conocer cuáles ejercicios le pueden dar la mayor “ganancia” para sus “ahorros”. Incluir varios ejercicios de “efectos limitados” en pos de cubrir todas las bases es un problema. Seguro, en el papel tiene sentido incluir ejercicios para cada estructura muscular simple en el cuerpo; sin embargo en la vida real no funciona así. Esto lleva a una disminución de la capacidad de adaptarse a los regímenes de entrenamiento, y como resultado, un progreso limitado.

Es una metodología mucho mejor tener un enfoque minimalista cuando entrenamos atletas. El minimalismo no debe confundirse con volúmenes bajos de entrenamiento. Sino que, significa que solamente los ejercicios compuestos mas efectivos deben incluirse. Esto incluye grandes ejercicios compuestos que estimulan el cuerpo entero y permiten suficiente tiempo para recuperarse y adaptarse. Esa es la regla de oro!

¿Que es un ejercicio de oro?

Un ejercicio de oro tiene las siguientes características:

- 1) Es un ejercicio multi-articular: Cuanto mas articulaciones en el movimiento, mejor.
- 2) Es un ejercicio multi-muscular: Cuanta mas masa muscular involucrada en un ejercicio, mejor.
- 3) Es un ejercicio acelerativo: Cuanto mayor la posibilidad de acelerar durante un ejercicio, mejor es.

---

<sup>14</sup> Christian Thibaudeau, Ejercicios de “oro”, [www.fuerzaypotencia.com](http://www.fuerzaypotencia.com), 12/05/2004.

4) Es un ejercicio “específico”: Cuando un ejercicio usa mas músculos necesarios en el deporte, mejor es.

Note que estas características están en orden de importancia. En otras palabras, no incluya un ejercicio específico para un músculo involucrado en su deporte si no es un ejercicio multi-articular (por ej. los hombros se involucran en la mayoría de los deportes, pero las elevaciones laterales no son un ejercicio de oro).

Los mejores ejercicios de oro son las variaciones de los levantamientos Olímpicos, especialmente las variaciones “de potencia” (envión de potencia, arranque de potencia, etc). Simplemente, estos ejercicios cubren todas las bases!. Muy pocos, si es que hay alguno, de los otros ejercicios de fuerza involucran mas articulaciones (tobillos, rodilla, cadera, hombro, codo y muñeca) y son inigualables en términos de masa muscular implicada. Obviamente, son de naturaleza acelerativa, especialmente con cargas del 70 al 80%, y atacan específicamente músculos claves en la mayoría de los deportes (cuadriceps, femorales, pantorrillas, glúteos, erectores espinales, abdominales y trapecios).

Los ejercicios de oro también incluyen ejercicios básicos de fuerza como el press de banco, sentadilla, dominadas y despegues. Mientras que estos ejercicios no tienen el impacto que pueden tener los levantamientos Olímpicos, sin duda alguna son muy útiles porque pueden llevar a un gran aumento en la fuerza y masa muscular total. Resumiendo, estos ejercicios son mejores para desarrollar fuerza máxima, mientras que los levantamientos Olímpicos son mejores para desarrollar potencia.

Press de Banco no se merece el status místico que se le ha dado, aún así puede ser un buen ejercicio, ciertamente muy útil para ser incluido en un buen programa atlético. Algunos “expertos” argumentan que este movimiento no es específico de los deportes.

Aunque el tren inferior es la clave en la mayoría de los deportes, no queremos tener eslabones débiles! Por esa razón, el press de banco puede ser muy útil para desarrollar una fuerza y tamaño adecuado del torso.

Las Dominadas a menudo son olvidadas en los programas de entrenamiento, probablemente debido a que parecen muy simples o rústicas.

No hay ejercicio equivalente a las dominadas con peso para construir los músculos de la espalda alta, deltoides posteriores y antebrazos. Las dominadas deben incluirse en los programas de entrenamiento de todos los atletas.

Otro ejercicio de oro es la Sentadilla. Muchísimos atletas y entrenadores evitan la sentadilla completa, y en vez de eso usan una media o cuartos de sentadilla. Esto es solamente motivado por el ego-querer levantar más peso para impresionar a otros. Ellos justifican su método diciendo que las sentadillas completas son malas para las rodillas. Como la mayoría de ustedes saben, queridos lectores, esto es absolutamente falso!!!

En caso de que necesiten defender la sentadilla completa contra los ego-atletas, aquí tenemos por qué en realidad, son más seguras que las sentadillas parciales:

- El camino de la desaceleración es mas largo durante la sentadilla completa. Por lo tanto la desaceleración es mas lenta durante la sentadilla completa. Cuando mas rápida sea la desaceleración, mayor el riesgo de lesión.
- Se ha establecido que el ángulo mas inestable de la rodilla es a 90°. ¿Tiene sentido parar (de una manera rápida) y cambiar la dirección en el ángulo de rodilla mas inestable? Tiene tanto sentido como clavar los frenos de su auto y tratar de girar 180 grados sobre un bloque de hielo! (Para la mayoría de ustedes, una sentadilla donde el ángulo de la rodilla es de 90°, es casi ¼ de sentadilla).
- La sentadilla completa en realidad puede fortalecer los tendones de las rodillas, haciendo la articulación mas estable.

- La sentadilla completa lleva a balancear el desarrollo del el tren inferior, mientras que las sentadillas superficiales pueden derivar en un predominio de cuádriceps que es la causa de muchas lesiones.
- En la sentadilla superficial usted utiliza mas peso (es por eso que es un levantamiento del ego.) Si usted no puede hacer sentadilla completa con un peso, no es ningún negocio hacer cuartos de sentadilla con ese peso! Sus estructuras (huesos, tendones, ligamentos) todavía no están preparados lo suficiente para soportar la carga y hay riesgo de lesión.
- Las sentadillas completas pueden lograr mas diferencia en la performance deportiva que cualquier otro ejercicio. Observe que yo promuevo una sentadilla no muy abierta, completa, con el torso erecto. Esta es la única manera en que un atleta debiera hacer sentadilla.

Ángel Spassov, Ph.D., D.Sc., y Terry Toddd, Ph.D<sup>15</sup>, cuentan en otro artículo que diez años atrás, la sentadilla completa era la base de los programas de ejercicios para casi todos los atletas de elite en las naciones del Bloque Soviético, sean o no pesistas. Los atletas soviéticos, ya sean luchadores, corredores, futbolistas o nadadores, todos hacían sentadillas. Pero debido a que el lanzador de martillo retirado había ganado la medalla de oro en las Olimpiadas de 1976 y por que era un graduado respetado del Instituto Central de Educación Física y Deportes en Moscú, sus opiniones fueron tomadas en serio. Su nombre: Anatoly Bondarchuk. Sus estudios lo llevaron a la conclusión de que una forma especial de lo que él llamaría el High Step-up, o “step-alto” tenia dos ventajas significativas sobre la sentadilla estándar. Bondarchuk llego a la conclusión de que los step-ups (SUBIDAS AL BANCO), en primer termino, producían

---

<sup>15</sup> Ángel Spassov, Ph.D., D.Sc., y Terry Todd, Ph.D, Entrenamiento de Piernas: Secretos Búlgaros, [www.fuerzaypotencia.com](http://www.fuerzaypotencia.com), 12/05/2004.

mayores ganancias de potencia en muslos y caderas y en segundo termino, producían menos lesiones.

Pero el step alto también se utilizo para fortalecer y desarrollar las caderas y muslos. Cuando el entrenamiento con pesas crecía en popularidad en la décadas del '20 y '30, el step alto con peso extra comenzó a aparecer en libros y revistas de esa época. Sin embargo, la sentadilla con peso extra también recibió un impulso enorme en América durante esta misma época gracias a varios factores cruciales: primero, el espectacular levantamiento del joven inmigrante alemán “Milo” Steinborn, que podía hacer una sentadilla completa con más de 225 kg., segundo, la publicidad que se le dio a las habilidades de Milo en el levantamiento de pesas, y finalmente la carrera de Joseph Curtis Hise, que no solo gano una gran cantidad de fuerza y tamaño muscular con las altas repeticiones de sentadillas si no que también tenia la habilidad de convencer a otros culturistas para este arduo pero efectivo método de entrenamiento.

¿Quién sabe si el step alto con peso hubiera sido más popular, si Steinborn y Hise no aparecían en la escena y mejoraban la reputación de la flexión profunda de rodillas, poniéndolos en la cima de la lista de ejercicios “obligatorios” de cualquier atleta serio?

De cualquier forma la sentadilla se volvió el ejercicio dominante de caderas y muslos en América en la década del '20 y se ha mantenido así desde entonces.

Otro artículo de Spassov y Terry<sup>16</sup> nos comenta que cuando las naciones de Europa Oriental, lideradas por la Unión Soviética, comenzaron ha automejorarse atléticamente luego de la Segunda Guerra Mundial, una piedra fundamental de su éxito fue la sentadilla. Por un tiempo, se fijaron en el oeste, particularmente en los Estados Unidos, por la teoría del entrenamiento; pero cuando pasaron los años y desarrollaron sus propios entrenadores y científicos del deporte, comenzaron a basarse más y más en

---

<sup>16</sup> Ángel Spassov, Ph.D., D.Sc., y Terry Todd, Ph.D., op. Cit.

sus propias investigaciones. Fue esta tradición en la investigación propia lo que llevo a Anatoly Bondarchuk a discutir la supremacía de la sentadillas.

Una cosa que Bondarchuk concluyó fue que las sentadillas pesadas eran potencialmente peligrosas a la estructura de la espalda baja. De hecho, de acuerdo a sus estudios, puede demostrarse que la sentadilla produce una carga en la estructura de la espalda baja que, en la posición más baja, es al menos el doble de pesada que el peso de la barra. Cuanto más rápido descienda y más rápido invierta la dirección y comience a subir desde abajo, mayor será la carga en la espalda baja y, de acuerdo a Bondarchuk, mayores las posibilidades de lesión.

Bondarchuk también notó que los atletas que estaban tratando de mejorar algunas reps extras en una serie de sentadillas casi siempre se balanceaban una o dos pulgadas al final del movimiento para lograr un ligero “rebote” para poder pasar el punto de estancamiento del ejercicio. Por esta razón, y debido a que él observaba que en ningún deporte el atleta tenía que estar en una posición normal de sentadilla completa, Bondarchuk concluyó que sería mas seguro usar una forma de step-alto con peso.

Cuando comenzó su investigación, desconocía algunas cosas. No estaba seguro cuán alto debería ser el banco o silla sobre el cual el atleta subiría. Cuando empezó a experimentar con diferentes alturas, pronto se dio cuenta que podía lograr un desarrollo completo de muslos y caderas usando varias alturas del banco, dependiendo de las necesidades del atleta individual. Como estaba bien educado en anatomía y fisiología, comprendió que cuando más alto era el banco, más stress se imponía en los músculos isquiotibiales de la parte posterior del muslo. Por el contrario, comprendió que un banco mas bajo resultaba en más trabajo para los músculos del cuadriceps del frente del muslo.

Finalmente, concluyó que la posición ideal generalmente ocurre cuando el atleta se para sobre los dedos de un pie y el otro pie apoyado plano sobre el banco y la parte

superior del muslo elevado paralelo al piso. Sin embargo, si el atleta era débil en el área de femorales, usaba un banco un poco más alto. De acuerdo a investigación hecha por Osse Aura, profesor de biomecánica del Instituto Finnish de Educación Física, los músculos isquiotibiales deberían tener aproximadamente un 75% de la fuerza de los cuádriceps. Si no se mantiene tal relación, la chance de lesiones aumenta, mientras que la chance de máxima performance disminuye.

Obviamente, como el atleta no puede hacer un step alto con siquiera el 50% del peso que puede utilizar en una sentadilla completa, el problema de la “doble carga” en la espalda baja disminuye enormemente. Además, como sería imposible que un atleta “rebote” en la posición mas baja del step alto, este ejercicio elimina completamente el problema del rebote. Esta es una consideración importante porque la sentadilla completa, especialmente cuando se hacen “rebotes”, es *potencialmente* peligrosa para la estructura de la rodilla.

Una cosa que notaron los entrenadores de Bulgaria y la Unión Soviética fue que los atletas, ya sean levantadores o de otros deportes, que eliminaban la sentadilla y usaban el step alto desarrollaban una mayor muscularidad completa que aquellos que simplemente hacían sentadilla. Varios de los entrenadores dicen que las piernas de aquellos que trabajan duro en el step alto lucen mas parecidas a los que hacen sprints y saltos además de sentadilla. Aparentemente, el balance necesario para hacer el step alto requiere que entren mas músculos en juego, produciendo un desarrollo más completo y modelado.

### **ESTIMACIÓN DE 1 RM:**

Es el sistema más habitual, sencillo y barato de medir la fuerza. La expresión típica de fuerza medida es la máxima dinámica. El procedimiento ya es de conocimiento común del lector. Pero debemos tener en cuenta que a la hora de evaluar con éste

método, el deportista debe manejar a la perfección la técnica del ejercicio en cuestión y además la adaptación previa a la evaluación debe ser sobre las repeticiones con las que se va a evaluar; es decir, no se puede realizar una adaptación sobre 6 repeticiones y luego pretender que el sujeto manifieste su máxima fuerza en 1RM.

Para evaluar la fuerza con éste método podemos utilizar ejercicios simples (sentadillas, fuerza en banco) ó bien , ejercicios complejos (arranque de potencia, cargadas ); lo importante es establecer con que tipo de ejercicio se evaluó a la hora de valorar los niveles de fuerza del deportista.

Si se ha evaluado en 1 repetición (1 RM), pues bien, conocemos el 100 % de tal ejercicio, pero si hemos evaluado sobre más repeticiones, demos estimar el 100%, para tal fin algunos autores han confeccionado tablas a través de las cuales podemos determinar el 100%.

Tabla nº 2: Repeticiones según porcentajes

<b>% DE 1RM</b>	<b>R. FACAL</b>	<b>O.CERVERA</b>	<b>H. ANSELMI</b>	<b>OTROS</b>
<b>100</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	
<b>95</b>			<b>2</b>	
<b>90</b>	<b>2</b>	<b>5 ( 89,8 )</b>	<b>3</b>	
<b>85</b>			<b>4</b>	
<b>80</b>	<b>4</b>	<b>10 ( 78,9 )</b>	<b>5</b>	
<b>75</b>			<b>6</b>	
<b>70</b>	<b>6</b>			
<b>60</b>	<b>8</b>			
<b>50</b>	<b>10</b>			
<b>40</b>	<b>12</b>			
<b>30</b>	<b>14</b>			

Como podemos observar las discrepancias que se manifiestan en la tabla son producto de que cada autor plantea repeticiones posibles por cada intensidad referidas a distintos porcentajes de fibras rápidas, diferentes disciplinas deportivas y diferentes niveles de rendimiento. Así, Anselmi se refiere a deportistas con predominancia de fibras rápidas y de cualificación alta; mientras que Cervera hace referencia a deportistas principiantes o exclusivamente a fibras lentas (fondistas). Por su parte, Facal plantea una tabla general.

Lo importante es evaluar cada ejercicio sobre el cual se va a trabajar y luego utilizar tablas con las anteriores para determinar, según las diferentes particularidades, el 100%.

Si en cambio, trabajáramos ciertos grupos musculares con máquinas, entonces las tablas de determinación del 100% deben ser diferentes, por las razones obvias (biomecánicas) que diferencian el entrenamiento con pesos libres y con máquinas.

Tabla nº 3: *Repeticiones según cada intensidad*

%1rm	100	93,5	91	88,5	86	83,5	81	78,5	76	73,5
REP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

También podemos utilizar la ecuación propuesta por Brinzky, donde:  $100 \% ( 1 \text{ RM } ) = \text{ KG } / ( ( 1,0278 ) - ( 0,0278 \times \text{ REP } ) )$  donde : KG son los kilogramos levantados, y REP son las repeticiones realizadas con tales kilos.

**CMJ (salto con contra movimiento previo) o salto vertical:**

Se realiza una flexión – extensión rápida de piernas con una mínima parada entre ambas fases, donde la flexión debe llegar hasta un ángulo aproximado de 90°; y las

manos se fijan a la cintura. De ésta se aprovecha la energía elástica almacenada el CEA (ciclo estiramiento acortamiento).

Las capacidades medidas:

- Fuerza explosiva
- Capacidad de reclutamiento
- Expresión del porcentaje de fibras FT
- Utilización de energía elástica
- Coordinación intra e intermuscular

Correlaciones:

- Con la velocidad de desplazamiento
- Con el salto en largo con impulso
- Con el porcentaje de fibras FT en los músculos extensores de las piernas
- Entre la capacidad de usar energía elástica durante la ejecución del salto continuo del tipo CMJ y la economía de la carrera a baja velocidad

### **COEFICIENTE DE FUERZA RELATIVA**

Este es un viejo concepto que si se lo utiliza con los recaudos necesarios resulta útil para el control de la evolución de nuestros atletas. La fuerza relativa está representada por un coeficiente que surge del cociente entre los kilogramos levantados en un esfuerzo del tipo de fuerza máxima (1 RM) y el peso corporal del deportista. Se debe tener en cuenta la constitución física del sujeto evaluado, sobre todo su talla, peso y porcentaje graso. De ésta manera si, por ejemplo, un deportista que pesa unos 80 k g. logra levantar en sentadillas 160 kg., tendría un coeficiente de fuerza relativa de 2 ( $160 / 80 = 2$ ), mientras que si un compañero de unos 100 k lograra levantar 180 kg., su coeficiente sería 1,8 ( $180 / 100 = 1,8$ ); o sea que el primer atleta sería más fuerte que el segundo en términos relativos, mientras que en valores absolutos el segundo deportista

es más fuerte por levantar 20 k más. Tal estrategia (coeficiente de fuerza relativa) nos permite valorar los progresos y las condiciones de nuestros dirigidos en función de sus posibilidades y particularidades morfológicas.

### **HIPÓTESIS TEORICA:**

Las Sentadillas se constituyen en el medio más adecuado de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza en el tren inferior, y las subidas al banco para el desarrollo de la potencia.

### **HIPOTESIS EMPIRICA:**

Al utilizar sentadillas se logra un aumento de la intensidad (expresada en kg.) y volumen (expresado en repeticiones) de las cargas, y al utilizar subidas al banco un aumento del distancia de vuelo (expresada en centímetros).

## **VARIABLES**

*Variable independiente:* sentadillas – subidas al banco

*Variable dependiente:* fuerza – potencia

**INDICADORES:** Volumen (expresado en repeticiones) – Intensidad (expresada en kilogramos) – Distancia de salto (expresada en centímetros).

## **MARCO METODOLOGICO:**

**TIPO DE INVESTIGACION:** Comparativo - experimental - exploratorio

**UNIDAD DE ANÁLISIS:** Nuestra unidad de análisis será los datos obtenidos de los test 4RM y CMJ.

**POBLACIÓN:** Todos los deportistas de entre 20 y 30 años, con un año de experiencia en entrenamiento con sobrecarga

**MUESTRA:** 11 deportistas de entre 20 y 30 años, con un año de experiencia en entrenamiento con sobrecarga. Son los únicos jugadores con las que contamos para la investigación.

**GRUPO EXPERIMENTAL 1:** Grupo de 6 deportistas que entrenó con sentadillas profundas adelante (grupo 1).

**GRUPO EXPERIMENTAL 2:** Grupo de 5 deportistas que entrenó con subidas al banco (grupo 2).

## **METODO:**

- INSTRUMENTOS: placa de saltos axon jump, barra con pesas y balanza.
- TEST APLICADOS:
  - Test para la valoración de la fuerza máxima (4RM en el ejercicio " Sentadillas por delante profunda " y " subidas al banco " utilizando una barra con pesas)
  - Test para la valoración de la fuerza explosiva (CMJ)

Además se registró del peso de cada deportista para determinar el coeficiente de fuerza relativa.

### **TRATAMIENTO:**

Ambos grupos entrenaron por 8 semanas, a razón de 2 sesiones por semana (martes y jueves) igualando los volúmenes e intensidades, es decir, los entrenamientos fueron idénticos salvo que el grupo 1 utilizó sentadillas y el grupo 2 subidas al banco.

Al comienzo y al final del período de entrenamiento se realizó la evaluación con los test 4RM y CMJ, y también se registró el peso de los integrantes de cada grupos.

A continuación presentamos el entrenamiento realizado:

1er MES:

- **2º tiempo de potencia :**

semana 1: 50.60.70/4, 75/3 (ma), 50.60.70.75/4 (ju) ;

semana 2: 50.60.70/4, 80/3 (ma), 50.60.70.80/4 ( ju) ;

semana 3: 55.65.75/4, 85/3 (ma), 55.65.75.85/4 (ju) ,

semana 4: 50.60/4, 70/2\*2 (ma), 50.60/4 , 70/3\*2 (ju).

- **subidas o sentadilla:**

semana 1: 50.60.70/4, 75/3\*3 (ma), 50.60.70/4, 75/4\*3 (ju);

semana 2: 50.60.70/4, 80/3\*3 (ma), 50.60.70/4, 80/4\*3 ( ju);

semana 3: 55.65.75/4, 85/3\*3 (ma), 55.65.75/4, 85/4\*3 (ju);

semana 4: 50.60/4, 70/2\*3 (ma), 50.60/4, 70/3\*3 (ju).

- **Salto:** 4 ser de 10" (multisaltos variados)

- **Fuerza en banco:** 4 ser de 6 rep. (idem 2 tpo de potencia, pero dos rep más, donde es 50.60.70.80/4, será 6)

- **Lanzamientos de MB de pecho:** 3 ser. de 10" (variados)

- **Dominadas con peso** -6 ser de 6 rep. (idem a sentadillas, pero dos repeticiones mas siempre, por ej. donde era 50.60.70/4, será 50.60.70/6...)

- **Lanzamientos de MB sobre cabeza:** 3 ser de 10"

## SEMANA 5

### MARTES :

**2do tiempo de potencia :** 60.70/4, 80.85/4

**Sub. al banco o sentadilla:** 60.70.80/4, 85/2x3

**Salto :** cmj con peso : 40% del peso corporal /6" x 4

**Fza en Bco :** 60.70/6 , 80.85/4

**Lagartija con aplauso :** 3 ser de 6"

**Dominadas:** 60.70.80/6 , 85/4x3

**Lanzamiento MB saque lateral:** 3 ser de 6"

### JUEVES :

**2do tiempo de potencia:** 65.75/4, 85/4x2

**Sub. al banco o sentadilla:** 60.70.80/4 , 85/4x3

**Salto :** cmj con peso: 50% del peso corporal /6" x 4

**Fza en Bco:** 65.75/6, 85/4x2

**Lagart con aplauso:** 3 ser de 6"

**Dominadas :** 60.70.80/6, 85/5x3

**Lanzamiento MB saque lateral:** 3 ser de 6"

## SEMANA 6

### MARTES :

**2do tiempo de potencia:** 60.70.80/4, 90/2

**Sub. al banco o sentadilla:** 60.70.80/4 , 90/2x3

**Salto:** cmj con peso: 50% del peso corporal /8" x 4

**Fza en Bco:** 60.70.80/6, 90/2

**Lagartija con aplauso:** 3 ser de 8"

**Dominadas :** 60.70.80/6, 90/2x3

**Lanzamiento MB saque lateral:** 3 ser de 6"

### JUEVES :

**2do tiempo de potencia:** 60.70.80/4, 90/3

**Sub. al banco o sentadilla:** 60.70.80/4, 90/3x3

**Salto:** cmj con peso: 50% del peso corporal /8" x 4

**Fza en Bco:** 60.70.80/6, 90/3

**Lagartija con aplauso:** 3 ser de 8"

**Dominadas:** 60.70.80/6, 90/3x3

**Lanzamiento MB saque lateral:** 3 ser de 8"

## SEMANA 7

### MARTES :

**2do tiempo de potencia:** 65.75./4, 85/3, 95/1

**Sub. al banco o sentadilla:** 65.75/4, 85/3, 95/1x3

**Saltos:** cmj con peso: 50% del peso corporal /10" x 4

**Fza en Bco:** 70/6, .85/4, 95/1x2

**Lagart con aplauso:** 3 ser de 10"

**Dominadas:** 65.75./6, 85/4, 95/1x3

**Lanzamiento MB saque lateral:** 3 ser de 10"

### JUEVES :

**2do tiempo de potencia:** 65.75./4, 85/3, 95/2

**Sub. al banco o sentadilla:** 65.75/4, 85/3, 95/2x3

**Saltos:** cmj con peso: 50% del peso corporal /10" x 4

**Fza en Bco:** 70/6, .85/4, 95/2x2

**Lagart con aplauso:** 3 ser de 10"

**Dominadas:** 65.75./6, 85/4, 95/2x3

**Lanzamiento MB saque lateral:** 3 ser de 10"

## SEMANA 8

### MARTES :

**2do tiempo de potencia:** 50.60/4, 70.75/3

**Sub. al banco o sentadilla:** 50.60.70/4, 75/2x3

**Salto:** cmj sin peso /6" x 4

**Fza en Bco:** 50.60/6, 70.75/4

**Lanzamiento de MB (pase de pecho):** 3 ser de 6"

**Dominadas:** 50.60.70/6, 75/4x3

**Lanzamiento MB saque lateral:** 3 ser de 6"

### JUEVES :

**2do tiempo de potencia:** 55.65/4, 75/3x2

**Sub al banco o sentadilla:** 50.60.70/4, 75/3x3

**Salto:** cmj sin peso /6" x 4

**Fza en Bco:** 55.65/6, 75/4x2

**Lanzamiento de MB (pase de pecho):** 3 ser de 6"

**Dominadas:** 50.60.70/6, 75/5x3

**Lanzamiento MB saque lateral:** 3 ser de 6"

**ANALISIS:**

El análisis consiste en comparar el incremento de fuerza y potencia obtenido del entrenamiento con sobrecarga con la utilización de los diferentes medios (SENTADILLAS y SUBIDAS AL BANCO)

## RESULTADOS

Cuadro n° 1: Comparación de resultados del test 1RM

<b>Sub. Al Bco.</b>	<b>4RM</b>	<b>Sentadillas</b>	<b>4RM</b>	<b>Grupo</b>
<b>1° test</b>	<b>2° test</b>	<b>1° test</b>	<b>2° test</b>	
50	78	50	60	1
70	98	65	80	1
110	108	90	117,5	1
72,5	80	50	45	2
60	85	60	65	2
80	105	80	105	1
70	90	42,5	50	2
100	120	70	90	1
55	66	45	55	1
70	90	75	72,5	2
55	85	60	77,5	2

(Este cuadro compara índices de fuerza pre y post entrenamiento con la utilización de los diferentes medios).

### ANÁLISIS:

Ambos grupos mejoraron la fuerza máxima, sin embargo el grupo que utilizó las sentadillas mejoró su coeficiente de fuerza relativa en mayor medida que el grupo de subidas al banco.

**Cuadro n° 2: Comparación de resultados del test CMJ y peso corporal**

Grupo	saltos (cms)		Peso corporal			COEF. PROM	
	1° test	2° test	inicial	final	DIF	INICIO	FINAL
1	13	16	72,2	74	1,8	0,69	0,93
1	10	24	80	88	8	0,84	1,01
1	17	18	83	83	0	1,20	1,36
2	4	15	91	88	-3	0,67	0,71
2	5	8	86	86	0	0,70	0,87
1	26	32	100	100	0	0,80	1,05
2	12	23	63,5	64,7	1,2	0,89	1,08
1	17	22	84,7	87,6	2,9	1,00	1,20
1	13	19	82	85	3	0,61	0,71
2	16	29	57,25	68,85	11,6	1,27	1,18
2	3	10	71,9	67,2	-4,7	0,80	1,21

(Este cuadro compara índices de saltabilidad, peso corporal y coeficiente promedio pre y post entrenamiento con los diferentes medios).

#### ANÁLISIS:

Hubo incrementos en el salto vertical en ambos grupos, aunque el grupo de las subidas al banco mejoró en mayor medida.

Veamos como las sentadillas llevaron a un aumento del peso corporal y la fuerza relativa, por lo que éste ejercicio resultó más anabólico que las subidas al banco.

Podemos ver claramente que el grupo que realizó sentadillas mejoró notablemente el coeficiente de fuerza relativa, más que el grupo de subidas al banco.

Cuadro n°3: Análisis estadístico general

PROGRESO EN SENT PARA EL GRUPO DE SUBIDAS:	7,3	%
PROGRESO EN SUB PARA EL GRUPO DE SUBIDAS:	23,8	%
PROGRESO EN SENT PARA EL GRUPO DE SENT:	21,2	%
PROGRESO EN SUBIDAS PARA EL GRUPO DE SENT:	19,1	%
EVOLUCION DEL SALTO VERTICAL EN G.SUBIDAS:	52,9	%
EVOLUCION DEL SALTO VERTICAL EN G.SENT:	26,7	%
EVOLUCION DEL COEF.PROM. EN G.SUBIDAS:	14,5	%
EVOLUCION DEL COEF.PROM. EN G.SENT:	17,7	%
EVOLUCION DEL PESO CORP. EN G.SUBIDAS:	1,4	%
EVOLUCION DEL PESO CORP. EN G.SENT:	3,0	%

(Este cuadro muestra el progreso en sentadillas y subidas al banco, la evolución del salto vertical, la evolución del coeficiente promedio y la evolución del peso corporal con la utilización de diferentes medios expresados en porcentajes).

#### ANÁLISIS:

Resulta interesante ver como el trabajo de sentadillas mejoró la fuerza de ambos grupos en los dos ejercicios, por lo que podemos decir que las sentadillas son más globalizadoras que las subidas al banco; pues el grupo que utilizó éste ejercicio mejoró la fuerza en subidas y en sentadillas, pero en subidas la mejora fue muy significativa, mientras que en sentadillas los cambios casi resultaron insignificantes.

Ambos ejercicios mejoraron el salto vertical, pero el grupo de subidas al banco logró mejoras más pronunciadas que el de sentadillas.

De ésta forma, podemos pensar que las sentadillas son más eficaces para la mejora de la fuerza y las subidas para la mejora de la potencia.

Mientras que las subidas al banco mejoraron el potencial en fuerza explosiva, reflejado en el salto vertical, ya que éste ejercicio permite trabajar la fuerza en un ángulo más específico para las prestaciones de los gestos de saltabilidad y potencia en general.

## **CONCLUSIONES FINALES**

Hemos llegado a la conclusión, tras lo investigado y lo contrastado con la bibliografía revisada, que:

- Las sentadillas son el medio ideal para la preparación general del deportista, mientras que las subidas al banco resultan más eficaces en la etapa de preparación especial y período competitivo.
- Las sentadillas generan gran incremento de la fuerza y la masa muscular, con el aumento concomitante de la fuerza relativa.
- Las subidas al banco, por obligar al sistema neuro muscular a generar elevadas tensiones en un ángulo muy parecido al que se ubican las extremidades del tren inferior en la mecánica del salto y los gestos de velocidad, resultan eficaces a la hora de transferir la fuerza general ganada con sentadillas en fuerza máxima dinámica específica.

No nos debemos olvidar que éstos dos ejercicios solo mejoran la fuerza máxima, todas las ganancias en fuerza explosiva se definen con el correcto uso de los ejercicios de transferencia, tales como los saltos, lanzamientos, sprints, etc.

Entonces, estamos en condiciones de decir, que la hipótesis planteada es verdadera, ya que las sentadillas logran altos niveles de fuerza y las subidas al banco altos niveles de potencia. Constituyéndose como los medios más eficaces para el desarrollo del tren inferior.

Ahora bien, aunque la población no es significativa por su número de casos, los resultados nos permiten al menos dilucidar una estrategia en la ubicación de los medios de entrenamiento de la fuerza para deportistas que necesitan incrementar sus niveles de potencia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ◆ Anselmi, H., Fuerza, potencia y acondicionamiento físico, Buenos Aires (Argentina), 1998.
- ◆ Bosco, C., La fuerza muscular, Inde, Barcelona (España), 2000.
- ◆ Cappa, D., El entrenamiento de la potencia muscular, Dupligráf, Mendoza (Argentina), 2000.
- ◆ Costill, D.; Wilmore, J., Fisiología del esfuerzo y del deporte, Paidotribo, Barcelona (España), 1999.
- ◆ G.Badillo, J.J.; Ayesterán, G., Fundamentos del entrenamiento de la fuerza, Inde, Barcelona (España), 1997.
- ◆ Verkhoshansky, I ; Ziff, M., Superentrenamiento, Paidotribo, Barcelona (España), 1999.
- ◆ Módulos del 1-9 de la Diplomatura Anual en Entrenamiento y Musculación, Grupo de Estudios 757, Rosario, 2003.
- ◆ Ángel Spassov, Ph.D., D.Sc., y Terry Todd, Ph.D, Entrenamiento de Piernas: Secretos Búlgaros, [www.fuerzaypotencia.com](http://www.fuerzaypotencia.com), 03/02/2003.
- ◆ Christian Thibaudeau, Ejercicios de “oro”, [www.fuerzaypotencia.com](http://www.fuerzaypotencia.com), 03/02/2003.
- ◆ Tipos\_de\_contracción\_y\_formas\_de\_.htm, [www.usuarios.lycos.es/musculación2001](http://www.usuarios.lycos.es/musculación2001), 25/11/03.
- ◆ Escuela de Medicina p. Universidad Católica de Chile, Histología UC, Tejido Muscular, Fibras Musculares Esqueléticas, <http://escuela.med.puc.cl>, 23/08/2003.
- ◆ Escuela de Medicina p. Universidad Católica de Chile, Histología UC, Tejido Muscular, Tipos de Fibras Musculares Esqueléticas, <http://escuela.med.puc.cl>, 23/08/2003.

