

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DEL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

INTRODUCCIÓN.

La fuerza ocupa un papel muy importante dentro del proceso de entrenamiento deportivo. Muchos autores consideran esta capacidad condicional como elemento principal del rendimiento. Desde la perspectiva del deporte y la actividad física se conoce como la capacidad que tiene el deportista de vencer o soportar una resistencia, que evidentemente se produce mediante la contracción muscular.

Como consecuencia de la contracción muscular el ser humano es capaz de producir movimiento. Cuando es estimulado, el músculo actúa a través del tendón sobre el hueso, obligando a los segmentos corporales a moverse por tracción, siempre que no exista una fuerza opuesta que lo limite o impida.

En el presente texto mostraremos algunas consideraciones que van desde las bases del sistema muscular hasta la forma de planificar las manifestaciones de la fuerza para los deportes de combate, pasando por algunos ejercicios propios de la actividad.

SISTEMA MUSCULAR

Funciones.

La propiedad fisiológica básica del tejido muscular y que caracteriza su función es la contractilidad, pero además presenta otras 3 propiedades fisiológicas importantes sin las cuales su función no se realizaría.

- Excitabilidad. Capacidad de recibir y responder a un estímulo.
- Extensibilidad. Capacidad para ser estirado.
- Elasticidad. Propiedad por la que vuelve a su estado original después de ser estirado o contraído.

La primera (contractilidad) depende del componente muscular y es el responsable de las funciones de movimiento, presión y fuerza. La segunda (excitabilidad) se deriva de la presencia de estructuras neuromusculares especiales en la membrana de la célula muscular o fibras musculares, la placa motora. Las dos restantes (extensibilidad y elasticidad) asientan en el componente conjuntivo que es el responsable de proteger, individualizar y recubrir las estructuras contráctiles. Estas cuatro propiedades están interrelacionadas e implicadas todas en la generación de movimiento.

Estructura de los músculos esqueléticos.

Si un músculo se disecciona, primero cortaríamos el tejido conectivo exterior que lo recubre. Esto es el epimisio, que rodea todo el músculo. Cada músculo esquelético es un órgano que contiene tejido muscular, tejido conectivo, nervios y vasos sanguíneos. El **epimisio** recubre a más de 340 músculos, inicia y termina en los tendones de los músculos. El tendón se une al hueso por el **periostio**, que es un tejido conectivo especializado en recubrir todos los huesos. Las células musculares, o **fibras musculares** miden aproximadamente 50 –100 nm, ahora bien un conjunto de fibras musculares, por debajo del epimisio se conoce como **fascículo o perimisio** el cual contiene alrededor de 150 fibras, rodeado de un tejido conectivo llamado **endomisio**, que se ubica entre fascículos, el **sarcolema** es la membrana que recubre la fibra muscular. Todos los tejidos conectivos (epimisio, perimisio, endomisio), se contraen hasta el tendón (ver Figura 1)

La unión de una célula nerviosa con una fibra muscular, se le conoce como **Unión Neuromuscular**, ahora bien una motoneurona y las fibras que inerva se conoce como **Unidad Motora**. El sarcoplasma contiene principalmente proteínas, minerales, glucógeno y grasas disueltas, así como las necesarias organelas. Se diferencia del citoplasma de la mayoría de las células porque tiene gran cantidad de depósitos de glucógeno, así como un compuesto que se combina con el oxígeno, la mioglobina, que es muy similar a la hemoglobina. En primer lugar el epimisio, vaina de tejido conjuntivo que envuelve todo el músculo manteniendo su cohesión. Por dentro se encuentran múltiples estructuras contráctiles denominadas fascículos musculares y cada uno de los cuales está envuelto por el perimisio, de características y estructuras similares al epimisio. Los fascículos a su vez están constituidos por las fibras musculares (son células musculares) recubiertas también por una vaina conjuntiva que recibe el nombre de endomisio. Las tres estructuras conjuntivas descritas confluyen en los extremos de los músculos dando lugar a los tendones, cuya misión fundamental es la inserción ósea. Ahora bien la fibra muscular representa la unidad celular del músculo y aunque su grosor es en ocasiones imperceptible (10-80 nm) su longitud puede alcanzar la del músculo al que pertenece. El sarcolema presenta unas invaginaciones perpendiculares a la superficie y dirigidas hacia la profundidad de la fibra, en forma de túbulos T. Su función es doble, sirven como prolongación del medio interno hacia la profundidad de la célula aportando nutrientes e iones pero sobre todo constituyen un medio rápido para transmitir los impulsos nerviosos desde la superficie celular a la proximidad de las miofibrillas.

El sarcoplasma es un gel compuesto por nutrientes (HC, gránulos de glucógeno, lípidos, proteínas y minerales en el que se suspenden el resto de los organelos celulares: una dotación variable de mitocondrias; un retículo sarcoplásmico contiene una concentración de calcio iónico muy elevada y consiste en una armazón de túbulos longitudinales (túbulos L) perpendiculares a los túbulos T cuyos extremos denominados cisternas, se disponen a modo de ensanchamientos de los túbulos T. Clásicamente al conjunto de dos cisternas y un túbulo T se le conoce como **Triada**. Las miofibrillas representan los elementos contráctiles del músculo esquelético y están formadas por la sucesión longitudinal de unidades funcionales de contracción más pequeñas, sarcómeros. Formando parte de ellos se pueden distinguir dos tipos de filamentos, unos más gruesos y otros más delgados, entre los que se verifican una serie de acontecimientos moleculares que dan lugar al deslizamiento y torsión de unos sobre los otros con el consiguiente acortamiento del sarcómero. El efecto sumado de cada sarcómero conduce a la reducción del tamaño de las miofibrillas, de la fibra muscular y finalmente del músculo. Estos fenómenos se conocen como **La Teoría del Deslizamiento Muscular**

El **sarcómero** es considerado como la unidad funcional contráctil más simple del músculo. Y está delimitado por las líneas Z, dos entramados proteicos situados en los extremos que sirven para darle estabilidad.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

Engarzados en ellas y dirigiéndose hacia el centro del mismo se encuentran los filamentos delgados de actina. Ocupando el centro del sarcómero y extendiéndose hacia sus extremos se aprecian los filamentos más gruesos de miosina. La zona donde sólo hay filamentos delgados centrada por la línea Z (corresponde a dos sarcómeros contiguos) se llama banda I (zona isotrópica a la luz polarizada). Entre dos bandas I se encuentra la banda A, más densa por la superposición de filamentos delgados y gruesos (zona anisotrópica a la luz polarizada). En la porción central de la banda A se aprecia una zona más clara la banda H, en la que solo aparecen en la porción media de los filamentos gruesos. Esta banda esta centrada por la línea M, que al igual que la línea Z es proteica y da cohesión a los filamentos gruesos. Siguiendo la teoría de deslizamiento, el desplazamiento de los filamentos finos sobre los gruesos, acorta el sarcómero cuando el músculo se contrae, disminuyendo la longitud de las bandas H e I, que pueden incluso desaparecer si la contracción es muy potente. Ahora bien dentro del sarcómero hay líneas Z, bandas I, zona H, como importante tenemos cerca de 6 filamentos de actina por cada filamento de miosina y 3 filamentos de miosina por cada filamento de actina. El **retículo sarcoplasmático** es un interesante sistema de túbulos que terminan en cisternas donde se deposita el calcio para la contracción muscular (túbulos T).

Teoría del deslizamiento muscular o de contracción muscular.

La teoría de la contracción muscular se basa en que los filamentos de actina y miosina en el sarcómero, empujan las líneas Z hacia el centro del sarcómero y por lo tanto acorta el músculo como los filamentos de actina se deslizan sobre los filamentos de miosina la zona H y banda I se encogen. Ahora bien antes de que los filamentos de actina y miosina se deslicen, el retículo sarcoplasmático se estimula con los iones de calcio, la **Troponina** es una proteína que regula los intervalos de los iones de Ca hacia los filamentos de actina. Esto a causa de que la **Tropomiosina** corre a lo largo de los filamentos de actina en doble hélice. Los puentes cruzados de la miosina se añaden mucho más rápido hacia los filamentos de actina. La energía para este proceso proviene de la ruptura de (hidrólisis) del ATP y del ADP, reacción llevada a cabo por la enzima ATPasa. El proceso continúa mientras haya calcio transportable a la molécula de troponina y cuando se suspende hay una relajación muscular. Cabe recordar que el calcio juega un papel importante en un número de aspectos fisiológicos además de la contracción muscular en metabolismo glicolítico y oxidativo, así como la síntesis y degradación de proteínas.

Fase de descanso.

Bajo condiciones normales el calcio está presente en pocas cantidades en la miofibrilla (retículo sarcoplásmico) y los puentes de actina y miosina lo transportan y a esto se le conoce como músculo en descanso por no existir tensión muscular.

TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

Dentro de los tipos de fibras musculares encontramos las fibras de contracción lenta y las fibras de contracción rápida.

Las fibras de contracción lenta (ST) necesitan aproximadamente 110 ms para alcanzar su máxima tensión cuando son estimuladas.

Por otra parte las fibras de contracción rápida (FT) pueden alcanzar su máxima tensión en 50 ms. Dentro de estas los tipos más importantes son Fta y FTb aunque ya se ha determinado un nuevo tipo denominado FTc.

El músculo esquelético contiene los dos tipos de fibras, aproximadamente 50% de ST, 25% Fta, 23% FTb y el 3% FTc.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

VARIABLES	FIBRAS RÁPIDAS	FIBRAS LENTAS
Velocidad de contracción	Rápida	Lenta
Producción de potencia	Alta	Baja
Resistencia	Baja	Alta
Enzimas aeróbicas	Baja	Alta
Enzimas anaeróbicas	Alta	Baja
Resistencia a la fatiga	Baja	Alta

Tabla 1. Cuadro comparativo de las fibras.

Las fibras musculares son inervadas por motoneuronas, las cuales pueden inervar millones de ellas y se le denomina unidad motora. La extensión del control de un músculo es dependiente sobre el número de fibras musculares ubicadas en cada unidad motora. Cuando una motoneurona se excita por un estímulo nervioso y químico hay una liberación de acetilcolina la cual se difunde hasta llegar al sarcolema y cuando hay liberación suficiente de acetilcolina para activar el sarcolema, todas las fibras de la unidad motora se contraen, esto se conoce como **La Ley del Todo o Nada**.

Unidades Motoras Tónicas. Están controladas por motoneuronas de bajo umbral, velocidad de conducción lenta y baja frecuencia de impulso. Inervan las fibras ST cuyo umbral de excitación es de 10 – 15 Hz.

Unidades Motoras Fásicas. Su control es efectuado por motoneuronas de alto umbral, velocidad de conducción elevada y alta frecuencia, las cuales inervan las fibras FT, cuyo umbral de excitación es de 20-45 Hz (FTa) y 45-60 HZ (FTb).

Cuando se producen numerosos estímulos nerviosos seguidos sin dar oportunidad a las fibras de relajarse habrá una suma temporal y de esta manera se conseguirán acortamientos musculares mucho más fuertes en comparación con contracciones aisladas, a la frecuencia de dichos estímulos nerviosos se le denomina **Tetania**.

La diferencia en el desarrollo de la fuerza entre unidades motoras FT y ST se debe al número de fibras musculares por unidad motora, no a la fuerza generada por cada fibra, tal y como se muestra en las tablas 2 y 3.

CARACTERÍSTICA	ST	FTa	FTb
Capacidad Oxidativa	alta	Moderadamente alta	Baja
Capacidad Glucolítica	baja	alta	La más alta
Velocidad Contráctil	lenta	rápida	Rápida
Resistencia a la fatiga	alta	moderada	Baja
Fuerza de la Unidad Motora	baja	alta	Alta

Tabla 2. Propiedades de las fibras musculares.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

Músculo	% ST	% FTa	% FTb	Músculo	% ST	% FTa	% FTb
Aductor corto	45	15	40	Aductor largo	65	15	40
Aductor mayor	55	15	30	Gemelos	50	20	30
Glúteo mayor	50	20	30	Glúteos med/peq	50	20	30
Iliaco	50		50	Obturadores	50	20	30
Pectíneo	45	15	40	Bíceps femoral	65	10	25
Psoas	50	20	30	Sartorio	50	20	30
Gracil	55	15	30	Semitendinoso	50	15	35
Semimembranoso	50	15	35	Poplíteo	50	15	35
Tensor de Fascia lata	70	10	20	Vasto externo	45	20	35
Vasto intermedio	50	15	35	Recto femoral	45	15	40
Vasto interno	50	15	35	Tibial anterior	70	10	20
Sóleo	75	15	10	Recto abdominal	46		54
Dorsal ancho	50		50	Braquioradial	40		60
Bíceps braquial	50		50	Pectoral mayor	42		58
Deltoides	60		40	Tríceps braquial	33		67
Romboides	45		55	Supraespinoso	60		40
Trapezio	54		46	Infraespinoso	60		40

Tabla 3. Relación de algunos músculos y su composición en tipos de fibras musculares (Bosco, 2000)

Tipos de acción muscular.

Acción concéntrica. Ocurre cuando la tensión desarrollada en los puentes cruzados de un músculo es suficiente para vencer una resistencia y producir un acortamiento, en la fase de positiva de un curl de bíceps por ejemplo.

Acción isométrica. Ocurre cuando la tensión desarrollada en los puentes cruzados es igual entre la resistencia y el acortamiento y la longitud permanece relativamente constante.

Acción excéntrica. Ocurre cuando la tensión desarrollada en los puentes cruzados es menos que la resistencia, es decir el músculo se alarga a pesar del contacto de los filamentos de actina y miosina.

Relajación. Ocurre cuando la estimulación de los nervios motores se detiene, el calcio es empujado hacia atrás en el retículo sarcoplásmico e impide el link entre las moléculas de actina y miosina, la relajación se da entonces por estado de reposo entre los filamentos de actina y miosina.

PRODUCCIÓN DE FUERZA.

Factores fisiológicos.

La probabilidad de producción de fuerza es proporcional al número de puentes cruzados que se unen a los filamentos de actina más de una vez. Ahora bien la cantidad de calcio que se transporta esta relacionada con la frecuencia de estímulos nerviosos sobre el músculo y el incremento de dicha frecuencia de estímulo de una unidad motora provoca un aumento de producción de fuerza de la misma por lo que el número de unidades motoras activadas puede incidir en la producción de fuerza ya que a mayor número de unidades motoras activadas, mayor producción de fuerza. En resumen la producción de fuerza es controlada de dos formas:

- 1) Frecuencia de estímulos de unidades motoras.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

2) Número de unidades motoras activadas.

En investigaciones se ha determinado que en un movimiento muscular, los músculos antagonicos entran en cierta medida para ayudar a la estabilización del movimiento.

No obstante aunque haya deslizamiento entre los puentes cruzados de actina y de miosina, esto no ocurre simultáneamente, es decir la velocidad de contracción influye en la producción de fuerza aunque el reclutamiento de unidades motoras no sea suficientemente completo en las primeras fases del movimiento o en la primera parte del rango de movimiento. Es por eso que la técnica de entrenamiento y ejecución técnica deben tener momentos isométricos (precarga) para un mayor aumento en la producción de fuerza. Aunado a esto la activación neuronal en el retículo sarcoplásmico es uno de los factores que afectan la producción de fuerza.

Área seccional cruzada.

La producción de fuerza de un músculo se relaciona con el área cruzada seccional del músculo, lo que quiere decir que los músculos con áreas más largas tienen mayor numero de sarcómeros en paralelo, mayor potencial de contacto de los puentes cruzados y por ende mayor producción de fuerza. De otra manera más sarcómeros en serie incrementa el potencial de velocidad de acortamiento, ya que todos los sarcómeros se acortan al mismo tiempo.

Velocidad de acortamiento.

La producción de fuerza es inversamente relacionada a la velocidad de acortamiento durante acciones concéntricas, en otras palabras durante movimientos rápidos, menos producción de fuerza es posible y cuando se levantan cargas más pesadas, movimientos más lentos suelen ocurrir, esto se debe a que probablemente un número menor de puentes cruzados contactan con los filamentos de actina.

En relación con las acciones excéntricas el proceso es diferente, con la velocidad de contracción en acciones excéntricas se produce un aumento de la producción de fuerza, pero las cargas deben estar cerca de 120 – 160 % más que en las acciones concéntricas. Esto significa que para cargar a un músculo excéntricamente deben utilizarse cargas más pesadas que en la manera concéntrica.

Ángulo de forma muscular (Tipo músculo).

No todos los sarcómeros se alinean en serie en la totalidad de los músculos. En los fusiformes por ejemplo las fibras tienen un vientre grueso que se afina hacia los tendones. La forma fusiforme de los músculos se debe a que algunos hacen de fibras musculares que se dirigen hacia el tendón antes que las demás y la dirección de los haces de fibras musculares es paralela a la longitud del músculo.

Los músculos peniformes según particularidades de su inserción en los tendones se dividen y subdividen en peniformes meramente y bipeniformes. Los haces de fibras de los peniformes se insertan en el tendón por un lado, y los bipeniformes se insertan en el tendón que se haya en el centro del músculo por ambos lados y las fibras se distribuyen oblicuamente respecto a la longitud del músculo.

Longitud del músculo.

La cantidad de fuerza que un músculo puede producir se relaciona con su longitud, el rendimiento y la relación de este fenómeno se conoce como Relación de Longitud – Tensión de un músculo.

La integración de la relación longitud – tensión y las diferencias en el sistema de palanca de la articulación contribuye a la variación en la producción de fuerza a través del rango de movimiento de la articulación.

CAPÍTULO 2

ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA MÁXIMA

Durante mucho tiempo la fuerza máxima se ha medido en los laboratorios a través de una prueba isométrica; el concepto práctico era que la superación de la resistencia de una carga significaba que la fuerza máxima del individuo era superior, y así hasta que la carga ya no fuese superada. Aunque la fuerza estática máxima se aplica rara vez en condiciones de competición, un buen nivel de fuerza máxima resulta extremadamente útil para obtener buenas prestaciones en el campo de la fuerza rápida y resistente (Manno, 1999).

Hoy en día son muchos los instrumentos y planteamientos metodológicos de que dispone el entrenador para poder desarrollar la fuerza máxima de sus deportistas. Su elección dependerá de los medios que se tengan, de las necesidades reales del deporte que queramos entrenar y de las peculiaridades del deportista que lo va a emplear. Las pesas (mancuernas y barras) son los medios que sugerimos para este fin, ya que permiten una gran versatilidad, variedad y multiplicidad en el entrenamiento de la fuerza y considerando que el entrenamiento estará enfocado a incrementar el rendimiento de los deportistas de combate, esto contribuye de forma más eficiente en el sentido de involucrar mayor cantidad de grupos musculares en el movimiento aunque no podemos negar que las máquinas en algunos ejercicios favorecen de forma localizada al trabajo de la fuerza.

Esencialmente la ganancia de la fuerza máxima se puede conseguir por dos vías: alcanzando una mayor hipertrofia muscular o mejorando el comportamiento neuromuscular de las unidades motrices. En este sentido (hipertrofia muscular) el trabajo anaeróbico, con o sin concentraciones de lactato y con tensiones cercanas al 70% del máximo, es óptimo para conseguir esta adaptación. Sin embargo para el entrenamiento de los deportes de combate hay que evitar una ejecución excesivamente lenta, ya que no resulta natural a los gestos competitivos.

En los deportes de combate, en donde es imprescindible mantener el peso de la categoría adecuada, la fuerza máxima se debe incrementar junto con la fuerza relativa, de modo que se contenga la hipertrofia muscular.

Método tradicional basado en determinar 1 RM

Únicamente ejercicios Multiarticulares.

1. Comenzar con un peso, que permita realizar 12 – 15 repeticiones.
2. Descansar 1 minuto.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

3. Estimar un peso que pueda ejecutar de 6 a 8 repeticiones. (Aumentar 10 a 15 kg para el tren superior y de 20 a 30 kg para el tren inferior).
4. Descansar 2 minutos.
5. Estimar una carga considerable que permita ejecutar 1 – 2 repeticiones. (Aumentar 5 – 10 kg para la parte superior y 15 – 20 kg, para el tren inferior).
6. Descansar 3 minutos.
7. Aumentar 5 – 10 kg para la parte superior y 15 – 20 kg, para el tren inferior.
8. Intentar 1 repetición.
9. Si logra realizar 2 repeticiones, descansar 4 minutos y repetir desde el paso 7. (Si no lo logra descansar 4 minutos, bajar la carga (2 – 3 kg para la parte superior y 10 – 15 kg para el tren inferior).

Se continúa bajando y subiendo peso hasta que se pueda hacer una repetición con la técnica correcta del ejercicio.

Es importante consultar la siguiente tabla para determinar el % según la NSCA, 2000.

% 1RM	Número de repeticiones	% 1 RM	Número de repeticiones
100	1	80	8
95	2	77	9
93	3	75	10
90	4	70	11
87	5	67	12
85	6	65	15
83	7	62	20

Tabla 4. Determinación del % de 1RM según la NSCA, 2000

Método de la constante K (Brzycki, 1996).

Ejercicios Multiarticulares y Unarticulares.

1. Comenzar con un peso que permita realizar 12 – 15 repeticiones.
2. Anotar el peso.
3. Anotar las repeticiones.
4. Aplicar la siguiente fórmula

$$K = 102.78 - (2.78 \times \text{Repeticiones})$$

$$1RM = (\text{Peso levantado} \times 100) / K$$

MÉTODOS Y ORGANIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA MÁXIMA

Importancia de la velocidad de tensión.

El empleo de una velocidad lenta produce un aumento del tiempo de tensión, un ejercicio que tarda un segundo en hacer la acción concéntrica del movimiento, y otro segundo para la fase de descenso, trabajará 20

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

segundos para llevar a cabo 10 repeticiones. Por el contrario, si la duración de cada fase se duplica en cada movimiento el tiempo total también se duplicará a pesar de hacer un mismo número de repeticiones.

A menores velocidades se pueden producir mayores tensiones, y por lo tanto estimular mayor número de Unidades Motoras.

Al hacer el movimiento a poca velocidad, evitamos que el gesto actúe de forma que al final del mismo se vea favorecido por el impulso realizado en la parte inicial, impidiendo una importante participación muscular en el último rango de contracción muscular.

Por regla general se acepta que la velocidad normal de una repetición o movimiento se caracteriza por una proporción temporal de 2:4, es decir, si se tardan dos segundos en la acción concéntrica muscular en la fase excéntrica deberá tardarse el doble. Poliquin (1997) propone que para conseguir grandes hipertrofias musculares la duración de la fase concéntrica debe ser de 1 a 10 s, por 14 a 10 de duración de la fase excéntrica, mientras que para la mejora de la coordinación intramuscular, las duraciones de ambas fases deben ser de 1 a 4 segundos y 3 a 5 respectivamente. Existen algunas evidencias que nos indican que la fase excéntrica del movimiento es la responsable de los mayores incrementos en el desarrollo de la fibra muscular.

Es importante recalcar el número de repeticiones por sesión, con relación al % de 1RM, tal como lo muestra la siguiente tabla.

% 1 RM	Repeticiones
100 - 95	15 - 25
95 - 90	20 - 40
90 - 80	35 - 85
80 - 75	70 - 110

Tabla 5. Repeticiones sugeridas por % de 1RM

Métodos concéntricos.

Todos los métodos concéntricos deberán seguir el principio de la acción muscular concéntrica, con relación al reclutamiento de Unidades Motoras, en donde a partir del 65% de 1RM se reclutan todos los tipos de fibras musculares.

Es preciso mencionar que cuando se efectúa este tipo de trabajo, suele haber una ayuda de un Spoter, que auxiliará en las últimas 2 - 3 repeticiones.

Si el Spoter ayuda en la tensión se llamará series asistidas.

Si el Spoter ayuda en la fase contraria de la tensión, se llamarán series resistidas o negativas.

En el caso de las pirámides, éstas se ejecutan con relación al % 1RM y se clasifican como:

- Pirámide ascendente: 70% + 75% + 80% + 85% + 90%
- Pirámide descendente: 90% + 85% + 80% + 75% + 70%

Métodos isométricos.

Cuando el músculo trabaja éste régimen de acción muscular tiene las siguientes ventajas:

- Facilidad de poner en práctica.
- Trabajar ángulos específicos.
- Desarrollar 10% de tensión suplementaria que el concéntrico.
- Activar más UM, gracias a la fatiga.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

Los porcentajes para la realización de éstos métodos son:

<u>Isometría Máxima</u>	5 a 6 segundos	100 a 110% 1RM
<u>Isometría Total</u>	más 20 segundos	50 a 90% 1RM

Métodos excéntricos.

Los porcentajes para un efectivo trabajo excéntrico deben superar 120 – 140% 1RM. La duración de la contracción es de 5 – 6 segundos.

Métodos combinados.

Estos se efectúan cuando existe el cambio de régimen de acción muscular, de aquí que las combinaciones sean:

Concéntrico + Isométrico
 Concéntrico + Excéntrico
 Isométrico + Concéntrico
 Isométrico + Excéntrico
 Excéntrico + Isométrico
 Excéntrico + Concéntrico

Organización de los ejercicios.

La organización de los ejercicios estará fundada en la clasificación de los mismos:

- Multiarticular
- Multiarticular + Uniarticular (Pre Fatiga)
- Multiarticular + Uniarticular + Multiarticular
- Uniarticular + Multiarticular (Post Fatiga)
- Uniarticular + Multiarticular + Uniarticular
- Multiarticular + Uniarticular + Uniarticular
- Agonistas / Antagonistas

PRINCIPIOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA MÁXIMA

Principio del incremento de la carga.

Este principio parte del conocimiento de que estímulos distintos y elevados capacitan al deportista para superar mayores exigencias e incrementar la capacidad de rendimiento. En la práctica el incremento se puede lograr aumentando el volumen de trabajo, así como la cantidad de sesiones de entrenamiento por microciclo.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

Principio de ciclicidad de la carga.

Durante todo el proceso de entrenamiento la carga deberá planificarse por ciclos de entrenamiento, donde los primeros deben facilitar el aumento del rendimiento, los segundos ayudan a las adaptaciones y los siguientes a la descarga para favorecer la recuperación.

Principio de la eficacia.

Según Zatsiorsky (cfr Weineck, 1988) debe juzgarse la eficacia de un ejercicio según la rapidez de aumento de la fuerza y su transmisión sobre los ejercicios de competición. Por ello cabe señalar que existen ejercicios que incrementan con gran rapidez la fuerza pero que prácticamente carecen de valor porque la transferencia sobre la competencia es mínima.

Principio de la especificidad.

Solamente por medio de un entrenamiento específico precedido de un entrenamiento general o básico, se puede obtener un alto grado de eficacia y de transmisión o transferencia de los ejercicios sobre la fuerza muscular. Esto es acercar el ejercicio hacia el gesto motor de la competencia.

Principio de la variación.

La diferenciación y la especialización ocultan riesgos de estereotipos y de monotonía, por lo que es necesario realizar un entrenamiento variado. Es igualmente indispensable variar la organización de las cargas de entrenamiento con el fin de evitar un descenso a formas constantes de cargas al paso de los años. Se distinguen dos tipos de variación:

Variación a largo plazo: La alternancia de las variaciones del modo dominante de cargas y métodos de entrenamiento utilizados en el curso de un proceso de entrenamiento de varios años o en un ciclo grande de entrenamiento.

Variación a corto plazo: La variación por alternancia de cargas en una unidad o sesión de entrenamiento.

Principio de carga y recuperación.

Para obtener efectos de adaptación se ha de sobrepasar el umbral de estimulación durante el proceso de entrenamiento y por ende:

- Estímulos inferiores al umbral de excitación no provocan efectos de adaptación.
- Estímulos demasiado elevados provocan una disminución de rendimiento.
- Estímulos correctos de entrenamiento tienen como efecto una adaptación óptima.

Los procesos de adaptación se efectúan en la fase de descanso, de ahí la importancia de la relación trabajo/descanso.

SELECCIÓN DE LOS EJERCICIOS DE FUERZA

SQUAT FRONTAL

Posición inicial.

1. Colocar la barra sobre los hombros, en la parte anterior de los deltoides sujetarla con cualesquiera de las dos tomas (dependiendo de la flexibilidad de la persona) (Ver foto 1)
2. Los pies se colocan ligeramente más allá del ancho de los hombros, con las puntas ligeramente hacia afuera.

Técnica de ejercicio.

1. Descender de manera lenta manteniendo la espalda recta en todo el recorrido hasta que las rodillas se flexionen a 90°. (Ver foto 2)
2. Ascender lentamente sin realizar movimientos de rebote

Foto 1.

Foto 2

SQUAT

Posición Inicial

1. Similar al squat frontal con la diferencia de que la toma de la barra se hace en los trapecios o sobre los hombros y trapecios (Ver foto 3)
2. Colocar los pies ligeramente más allá a la anchura de los hombros.

Técnica de ejercicio.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

1. Descender de manera lenta, manteniendo la espalda recta en todo el recorrido, hasta que las rodillas se flexionen a 90° (Ver foto 4)
2. Sin realizar movimientos de rebote ascender lentamente

Foto 3

Foto 4

EJERCICIOS UNIARTICULARES

MÁQUINA DE EXTENSIÓN DE PIERNA

Posición inicial.

1. Siéntese y sujete los pies justo por debajo del soporte de los tobillos; si este es ajustable, ubíquelo para estar en contacto con el empeine de los pies (mientras usted esta sentado). Es muy importante que la localización del individuo en la máquina permita que las rodillas se ubiquen en línea con el eje de rotación de la máquina, si el respaldo es ajustable, llévelo hacia delante o hacia atrás para crear este alineamiento.
2. Coloque los muslos, las tibias y los pies en posición paralela.
3. Sujete los apoyos laterales o el asiento.
4. Inhale antes de iniciar el ejercicio. (Ver foto 5)

Técnica de ejercicio.

1. Manteniendo los muslos, las tibias y los pies en posición paralela. Extienda las rodillas completamente, pero de forma controlada y lenta.
2. Para minimizar el movimiento de la región superior del cuerpo, manténgase siempre en contacto con los apoyos de la máquina y sujete firmemente los apoyos laterales durante el ascenso.
3. No impulse las piernas o el torso hacia atrás para ayudar a levantar el peso.
4. Disminuya lentamente la tensión en el cuádriceps para permitir que las rodillas regresen a la posición de flexión inicial. No baje el peso muy rápido o sin control durante el descenso.
5. Mantenga los muslos, las tibias y los pies en posición paralela.
6. Los muslos y la espalda deberán permanecer en contacto con sus respectivos soportes. (Ver foto 6)

Foto 5**Foto 6****FLEXIÓN DE PIERNA EN MÁQUINA****Posición inicial.**

1. Colóquese en posición prona (boca abajo) sobre la banca con el torso, caderas y muslos descansando en sus respectivos soportes (al centro de la máquina, no cargado hacia su izquierda o derecha).
2. Sujete los pies justo por debajo del soporte de los tobillos hasta estar en contacto con los tobillos justo antes del talón y los tenis. Coloque los muslos, las tibias y los pies en posición paralela.
3. Sujete los apoyos laterales o la tabla de la máquina. (Ver foto 7)

Técnica de ejercicio.

1. Mantenga los muslos, las tibias y los pies en posición paralela, flexione las rodillas hasta que el soporte de los tobillos casi toque los glúteos. El rango de movimiento dependerá de la longitud de las extremidades, flexibilidad del cuádriceps y el diseño de la máquina.
2. Para reducir el estrés en la espalda baja, no permita que las caderas se eleven (vía flexión de la cadera); esto es especialmente importante al utilizar máquinas de leg curl totalmente horizontales.
3. No mueva la región superior del cuerpo o impulse las piernas para levantar el peso.
4. Disminuya lentamente la tensión provocada sobre los isquiotibiales para permitir que las rodillas se extiendan de nuevo hasta la posición de inicio.
5. No permita que el cuerpo se mueva de su lugar sobre la tabla o que se suelten las manos de sus apoyos. (Ver foto 8)

Foto 7**Foto 8****ELEVACIONES DE TALONES EN MÁQUINA****Posición Inicial.**

1. Colocarse sobre la máquina con los soportes en los hombros, los pies a la anchura de los hombros.
2. Las puntas de los pies se dirigen hacia al frente.
3. Las rodillas se flexionan ligeramente.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

4. La espalda se mantiene recta en todo el recorrido. (Ver foto 9)

Técnica de ejercicio.

1. Elevar los talones lentamente hasta que la base de los metatarsianos esté en contacto con la base de la máquina.
2. Sin hacer movimientos de rebote, regresar la posición inicial. (Ver foto 10)

Foto 9

Foto 10

PRESS PECHO

Posición inicial.

1. Tendido sobre el banco con los puntos de contacto firmes los cuales son, cabeza, espalda, glúteos, y pies firmes en el suelo.
2. Tomar la barra de 3 a 5 pulgadas más allá de los hombros, con asimiento prono. (Ver foto 11)

Técnica de ejercicio.

1. Lentamente descender la barra hasta 2 ó 3 cm por encima de la línea imaginaria recta de los pezones.
2. Sin rebotar la barra sobre el pecho empujar lentamente hasta que la extensión de los codos se realice. (Ver foto 12)

Foto 11

Foto 12

PRESS DE HOMBRO**Posición de inicio.**

1. Parado, pies al ancho de los hombros
2. Tomar la barra 5 pulgadas más allá de los hombros de manera que los antebrazos estén totalmente paralelos. (Ver foto 13)

Técnica de ejercicio.

1. Lentamente descender la barra hasta 2 ó 3 cm de la zona superior del pecho.
2. Sin realizar movimientos de rebote en el pecho, subir la barra lentamente.(Ver foto 14)

Foto 13**Foto 14****REMO CON BARRA****Posición inicial.**

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

1. Tomar la barra en asimiento prono, de 4 a 6 pulgadas más allá de la anchura de los hombros.
2. Los pies colocados ligeramente más allá de la anchura de los hombros.
3. Mantener la espalda recta en todo el trayecto, las rodillas flexionadas.
4. El tronco debe estar paralelo al suelo. (Ver foto 15)

Técnica de ejercicio.

1. Lentamente jalar la barra hasta que toque 2 pulgadas debajo del apéndice xifoides.
2. Las rodillas y la espalda permanecen intactas, durante todo el recorrido.
3. Regresar lentamente a la posición inicial. (Ver foto 16)

Foto 15

Foto 16

JALÓN CON POLEA AL PECHO

Posición inicial.

1. Sentarse en la máquina con la espalda recta durante todo el recorrido, los muslos apoyados sobre la parte interna del soporte.
2. Tomar la barra donde comienza la curvatura de la misma en asimiento prono. (Ver foto 17)

Técnica de ejercicio.

1. Jalar la barra lentamente hasta que toque la parte superior del pecho, en la línea imaginaria de las clavículas.
2. Lentamente regresar a la posición inicial. (Ver foto 18)

Foto 17

Foto 18

CURL BÍCEPS

Posición inicial.

1. Parado con los pies ligeramente más allá del ancho de los hombros.
2. Las rodillas semiflexionadas, la espalda recta en todo el movimiento.
3. El asimiento debe ser a la anchura de los hombros, en posición supino. (Ver foto 19)

Técnica de ejecución.

1. Lentamente flexionar los codos, es importante que ninguna otra parte del cuerpo se mueva. Solo se realiza flexión de los codos
2. Evitar flexión de hombro. (Ver foto 20)
3. Lentamente regresar a la posición inicial.

Foto 19

Foto 20

PRESS FRANCÉS

Posición inicial.

1. Acostado en el banco horizontal.
2. Asir la barra al ancho de los hombros
3. Los brazos deben formar ángulo de 90° con relación al cuerpo. (Ver foto 21)

Técnica de ejecución.

1. Flexionar lentamente los codos hasta que la barra roce la parte superior de la frente.
2. Mantener un momento y regresar lentamente a la posición inicial (Ver foto 22)

Foto 21

Foto 22

EXTENSIONES DE TRÍCEPS

Posición inicial.

1. Parado con los pies al ancho de los hombros (punto de sustentación).
2. Tomar la barra de la polea en asimiento prono.
3. Los codos se ubican exactamente a los costados del cuerpo
4. Semiflexionar las rodillas.
5. Espalda recta. (Ver foto 23)

Técnica de ejecución.

1. Extender lentamente los codos, partiendo de una flexión de 45°.
2. Mantener un momento y regresar a la posición inicial
3. Es importante mantener la espalda recta en todo el recorrido. (Ver foto 24)

Foto 23

Foto 24

CAPÍTULO 3

ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA VELOCIDAD

GENERALIDADES

La velocidad en el deporte se define como la capacidad de conseguir con base a procesos cognoscitivos, máxima fuerza volitiva y funcionalidad del sistema neuromuscular, una mayor rapidez máxima de reacción y de movimiento en determinadas condiciones establecidas. (Grosser, 1992), de aquí es importante partir en cuanto a la relación de la fuerza con la velocidad. Se ha revisado que la fuerza máxima es la máxima fuerza posible que un deportista puede realizar voluntariamente contra una resistencia. En este contexto no importa si la musculatura se ha de contraer en forma isométrica o dinámico-concéntrica. También se interpreta como la parte voluntaria activable de la llamada fuerza absoluta (esta también comprende el potencial que activa involuntariamente mediante electroestimulación o cargas cortas de tipo excéntrico). Los componentes de la fuerza máxima que inciden en el rendimiento y que son de tipo analítico – dimensional son cantidad muscular (número de fibras y sección transversal), la activación neuronal voluntaria (reclutamiento y frecuenciación), condiciones biomecánicas (longitud muscular, palancas, ángulos de tracción de las fibras) y estructural – cualitativas (densidad de fibras y filamentos). La técnica de medir la fuerza máxima consiste en hallarla contra una resistencia estática (partiendo de la base que la fuerza máxima isométrica y dinámica son idénticas en los atletas muy entrenados).

Por **fuerza explosiva** se entiende la capacidad de desarrollar rápidamente una fuerza contra resistencias superiores al 50% de 1RM, por otra parte la **fuerza rápida** es una forma explosiva de desarrollar la fuerza en un espacio de tiempo determinado. Puesto que la fuerza explosiva se define de forma parecida a la fuerza rápida (el concepto de fuerza rápida utilizada en la práctica corresponde al concepto científico de la fuerza explosiva), y dependiendo ambas de la velocidad de contracción de las unidades motoras fásicas y tónicas, de la activación neuronal (reclutamiento y frecuenciación) igual que de la cantidad muscular, no consideramos que se trata de diferentes capacidades de la fuerza y los tratamos, por lo tanto, como idénticas. A causa de los componentes causales mencionados para la fuerza máxima y explosiva, parece obvio que la fuerza explosiva depende la fuerza máxima o bien que ésta última influye mucho en la primera.

Una forma específica de las capacidades de fuerza explosiva es la llamada fuerza reactiva, que aparece en el ciclo corto de estiramiento – acortamiento (inferior a los 200 milisegundos). La autonomía se debe ante todo a la característica reactiva del tono muscular que se mantiene constante frente a elevadas cargas de estiramiento durante la fase excéntrica del ciclo estiramiento – acortamiento.

Relación entre fuerza máxima, fuerza explosiva y velocidad como unidad dinámica.

- De las leyes biomecánicas se puede deducir que una mayor capacidad de fuerza significa mayores velocidades de movimiento.
- Las diferentes capacidades de fuerza, fuerza máxima, fuerza resistencia, fuerza reactiva y explosiva pueden considerarse como una unidad dinámica observándose las siguientes relaciones:
 - La fuerza máxima constituye un requisito parcial para la fuerza resistencia.
 - La fuerza máxima constituye un requisito parcial para la fuerza reactiva y explosiva.
 - La fuerza reactiva es una forma específica de la fuerza explosiva
- Con base a una elevada fuerza explosiva (fuerza velocidad) y en combinación con el entrenamiento de la técnica resulta, por ejemplo, una elevada fuerza de sprint (capacidad de aceleración), por lo tanto puede considerarse una manifestación específico-deportiva de la fuerza.
- Con base a una elevada fuerza resistencia resulta, a través de ejercicios específicos deportivos, una elevada resistencia de sprint, ésta también puede considerarse como manifestación específico-deportiva de la fuerza o bien como máxima velocidad resistencia o por ejemplo, en los deportes de juego y de lucha, como resistencia de velocidad.
- Fuerza de sprint y resistencia de sprint forman parte de un elevado rendimiento de sprint.
- La fuerza de salto, de golpeo y de lanzamiento igualmente son manifestaciones específicas deportivas de la fuerza explosiva y con ello forman parte de movimiento o bien rendimientos específicos – deportivos de velocidad correspondiente.
- En último término, la fuerza máxima es la componente esencial de las manifestaciones específicas deportivas de la fuerza.

La fuerza producida con movimientos tiene diferencias cualitativas que son importantes reconocer en dos grupos de movimientos.

- 1) Movimientos en los que la velocidad desempeña un papel fundamental en la superación de una resistencia relativamente pequeña.
- 2) Movimientos en los que el esfuerzo se desarrolla con rapidez para superar resistencia grande.

Ambos grupos de movimiento son principales cuando poseen igual a 250 milisegundos o menor que este. En cambio predomina un grupo sobre otro cuando el tiempo es superior a 250 milisegundos.

Desde del punto de vista neurofisiológico el entrenamiento de los ejercicios explosivos está basado en los factores y mecanismos que involucran la producción de fuerza. Dependiendo de la carga utilizada, se produce una alta aceleración y un alto desarrollo de fuerza o ambos. La utilización de ejercicios explosivos en la mejoría de la fuerza explosiva depende de un gran número de factores, en los cuales se incluyen los patrones de movimiento de cada deporte, así como los requerimientos de velocidad y el estado de entrenamiento de los deportistas. Todos estos factores neurofisiológicos aplicados al entrenamiento deben tener como objetivo una transferencia al gesto o movimiento de competición.

Según Verjoshansky (1974) existen ocho manifestaciones de las acciones musculares.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

- 1) **Acción muscular tónica.** Acción muscular fuerte y larga en la cual no es determinante la velocidad de evolución de la fuerza.
- 2) **Acción muscular fásica.** Se halla en la mayoría de veces en gestos de carácter cíclico, en los cuales se necesitan diferentes magnitudes de fuerza.
- 3) **Acción muscular fásico - tónica.** Es una alternancia de contracciones musculares tónicas y fásicas.
- 4) **Acción muscular explosivo – tónica.** Permite superar grandes resistencias, con una evolución rápida de la fuerza.
- 5) **Acción muscular explosivo – balística.** Caracteriza la puesta en acción de una fuerza máxima para una carga relativamente floja.
- 6) **Acción muscular explosivo – reactivo – balística.** Caracteriza la puesta en marcha de una fuerza máxima como respuesta a una fuerte extensión muscular.
- 7) **Velocidad acíclica.** Acción muscular de la fuerza que se realiza por inercia, con cambios de dirección de los juegos deportivos.
- 8) **Velocidad cíclica.** Trabajo de repetición en fuerza – velocidad, con mantenimiento del rendimiento.

FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DE LA FUERZA VELOCIDAD

La fuerza – velocidad es la que determinará la velocidad con la que se impacta un golpe en un combate de boxeo, lucha o taekwondo. El nivel de tensión que es capaz de generar un músculo está íntimamente relacionado con la velocidad que ésta se produce. La relación fuerza velocidad no es lineal ya que sigue una curva hiperbólica, la cual viene determinada matemáticamente por la ecuación de Hill.

$$(P + a) (V + b) = b (P_o + a)$$

Donde P es la fuerza; P_o la fuerza máxima isométrica;
a: la constante de fuerza; b: constante de velocidad.

No se debe confundir lo anterior con el fenómeno de potencia, multiplicando la fuerza ejercida durante una contracción por la velocidad con que se acorta, obtendremos la potencia en ese instante de la contracción. De forma teórica el músculo desarrolla la máxima potencia cuando la velocidad de acortamiento es de 1/3 de la máxima velocidad de acortamiento y ésta se aplica contra una resistencia de 1/3 de la fuerza máxima.

Tiempo de duración de la contracción muscular.

Otro aspecto relacionado con la fuerza de rápido desarrollo, es conocer el tiempo en que cada sujeto necesita para alcanzar diferentes niveles de fuerza. No es suficiente, en la mayoría de los deportes conseguir altos niveles de fuerza absoluta, si no lograrlos en muy corto espacio de tiempo. Así un saltador de altura solo dispone de 150 a 200 milisegundos para lograr el máximo impulso posible, por lo que el desarrollo lento de la fuerza resultaría ineficaz en este tipo de acciones deportivas. Este aspecto queda perfectamente reflejado y explicado mediante la curva fuerza – tiempo. Schmidtbleicher (1992, cf García Manso, 1998) nos demuestra como los niveles máximos de fuerza dependerán de la resistencia a vencer, siendo mayor cuando más se aproxima a los niveles máximos que el sujeto puede lograr.

La diferencia de fuerza desarrollada contra dos resistencias distintas es lo que se denomina **déficit de fuerza**. Cuanto menor es la diferencia, mayor es la capacidad de activación neuromuscular voluntaria, siendo éste un

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

objetivo prioritario en el entrenamiento de la fuerza de rápido desarrollo. La mejora en el desarrollo rápido de la fuerza y, por lo tanto, en el comportamiento de la curva fuerza-tiempo, está directamente relacionada con el reclutamiento de Unidades Motoras.

Reclutamiento de Unidades Motoras.

La experiencia parece demostrar que el factor que determina la cantidad y tipo de Unidades Motoras que se ponen en funcionamiento en una contracción muscular es la resistencia a vencer. En cada caso sólo son reclutadas las UM que se precisan para la contracción muscular. Ahora bien las UM activas y las que están en reposo intercalan frecuentemente su papel con el fin de evitar la fatiga de las UM. Esta contracción asincrónica de las UM es también la responsable de la naturaleza intensa o suave de las contracciones musculares voluntarias. De esta forma, cuando la resistencia es baja (por debajo del 20 – 30% de 1RM) se reclutan las ST, si la resistencia es moderada (30 – 60%) se utilizan además de las ST, las FTa. En el caso de resistencias superiores se involucran todos los tipos de fibras musculares.

Sincronización de Unidades Motoras.

La máxima tensión desarrollada por un músculo se manifestará en el momento en que se contraigan, de forma sincrónica, el mayor número de unidades motoras. En las personas sedentarias el número de UM que se pueden movilizar en tensiones de fuerza máxima no superan 25 – 30% de UM, potenciales mientras que en personas entrenadas, el porcentaje puede llegar al 80-90% (Platonov 1991, Zaziorsky 1996, Cometti 1988 cf García Navarro, 1998). El motivo de este comportamiento parece estar relacionado con las adaptaciones que el entrenamiento produce al nivel del Sistema Nervioso Central, esto es lo que conocemos como **coordinación intramuscular**.

Número de sarcómeros en serie.

En el entrenamiento de fuerza relacionado con la velocidad no podemos olvidar la posibilidad de aumentar, mediante el entrenamiento, el número de sarcómeros en serie. Todo parece indicar que el trabajo muscular en amplitud permite aumentar el número de sarcómeros en serie que posee una miofibrilla mientras que el trabajo muscular realizado con amplitudes débiles provoca el proceso inverso. El aumento del número de sarcómeros en serie, lleva a un aumento de la velocidad de contracción y al aumento del desplazamiento. Se estima que si cada sarcómero de una miofibrilla estimula al mismo tiempo y en la misma proporción, el desplazamiento en unidad de tiempo será mayor en el caso de aquella miofibrilla con mayor número de sarcómeros en serie, influyendo positivamente a su velocidad de contracción. Esto podría justificar la musculatura larga que caracteriza a muchos deportistas que participan en deportes donde la velocidad es la característica más acusada.

EJERCICIOS DE MUSCULACIÓN PARA LA FUERZA VELOCIDAD

CLEAN

JERK

SNATCH

ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA VELOCIDAD CON PESAS

MÉTODO CONCÉNTRICO INTENSIVO

Tiene como objetivo mejorar la fuerza máxima (coordinación intramuscular). Uno de los principales problemas del empleo de este tipo de método durante el entrenamiento reside en el tiempo de recuperación que se precisa entre cada sesión de trabajo, el cual se sitúa entre 7 y 14 días para una recuperación completa. El empleo de cargas más allá del 90% no se recomienda por más de 3-4 semanas seguidas.

INTENSIDAD	REPETICIONES	DESCANSO	SERIES	EJERCICIOS	VELOCIDAD	FREC/SEM
90 – 100%	1 - 4	3 – 6 min	6 - 10	3 - 5	máxima	2 – 3 (4)

MÉTODO EXCÉNTRICO – CONCÉNTRICO

Este método es el que normalmente conocemos como trabajo excéntrico, es decir, se centra el trabajo en la fase de alargamiento muscular. El trabajo excéntrico – concéntrico obliga al empleo de bajas velocidades debido a las elevadas cargas utilizadas.

INTENSIDAD	REPETICIONES	DESCANSO	SERIES	EJERCICIOS	VELOCIDAD	FREC/SEM
110 – 105%	1 - 4	3 – 6 min	4 - 8	3 - 5	Lenta (5 s)	1

MÉTODOS EMPLEANDO CARGAS MEDIAS

Toda acción contra resistencias medianas o ligeras que permitan importantes velocidades de ejecución, nos llevará a incrementar la fuerza veloz. El entrenamiento con cargas que busca el incremento de las diferentes manifestaciones de la fuerza velocidad debe cumplir los siguientes principios básicos:

- Utilización de cargas medianas o bajas.
- Ejecución del ejercicio a la máxima velocidad.
- Realización de pausas largas de recuperación.

MANIFESTACIÓN	INTENSIDAD	REPETICIONES	DESCANSO	SERIES	VELOCIDAD
Fuerza explosivo – tónica	60 – 75 %	10 – 6	2 – 5 min	4 – 6	Alta
Fuerza explosivo – balística	30 – 60%	10 - 6	2 – 5 min	4 – 6	Alta

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

Pedemonte (1983, cf García Manso 1998) investigó sobre el tiempo en que se podía mantener la máxima velocidad de ejecución cuando eran utilizadas diferentes resistencias, en función de 1 RM.

CARGA % 1 RM	TIEMPO QUE SE MANTIENE LA MÁXIMA VELOCIDAD
30	21 segundos
40	12 segundos
50	6 segundos
60	18 segundos
70	12 segundos

Es importante resaltar que las cargas más elevadas permiten mantener la velocidad de ejecución aunque sus valores no son tan grandes como en el caso de cargas inferiores. Los datos parecen aconsejar el empleo de cargas entre el 30 – 50% cuando se busca desarrollar grandes velocidades, mientras que las cargas del 60 – 70% mejoran la explosividad pero impiden desarrollar velocidades tan elevadas como el caso de las cargas inferiores.

Bompa (1995) afirma que las cargas para los deportes acíclicos como los de combate tienen que estar entre 50 – 80% y deben cumplir el siguiente protocolo:

Carga	50 – 80%
Numero de ejercicios por sesión	2 – 4 (5)
Número de repeticiones por serie	4 – 10
Número de series por sesión	3 – 6
Intervalos de descanso	2 – 6 min
Ritmo de ejecución	Dinámico / rápido
Frecuencia semanal	2 – 3

PLIOMETRÍA

Las investigaciones tratadas anteriormente condujeron al desarrollo del método de choque o pliométrico que desarrolla la fuerza reactiva, básicamente, consiste en estimular los músculos a través de un estiramiento súbito que precede de cualquier esfuerzo voluntario. Hay que emplear energía cinética en vez de pesos grandes, por que la energía cinética se puede acumular en el cuerpo o en cargas que se dejan caer desde cierta altura. Los saltos horizontales y los rebotes con el balón medicinal son dos de los regímenes de ejercicios que se suelen emplear en la pliometría. La pliometría no es mas que la estimulación mecánica con choques con el fin de forzar a los músculos a producir tanta tensión como les sea posible. Este método se caracteriza por acciones impulsivas de duración mínima entre el final de la fase de desaceleración excéntrica y la iniciación de la fase de aceleración concéntrica. Se basa en una fase isométrica-explosiva breve y

PREPARACIÓN INTEGRAL EN DEPORTES DE COMBATE

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

excéntrica-isométrica que precede a la liberación de la energía elástica almacenada en los tendones y otros componentes elásticos del complejo muscular durante la fase de desaceleración excéntrica. Si la fase de transición (o fase de acoplamiento) se prolonga más de 0.15 segundos, se considera que la acción es un salto ordinario y no un ejercicio pliométrico clásico. Es útil visualizarlo como una superficie que al ser tocada por las manos o los pies durante la fase pliométrica de contacto aparece roja, lo cual indica que cualquier contacto prolongado es peligroso. Es importante señalar que la actividad no es realmente pliométrica si el deportista recurre a los procesos de retroalimentación en curso, con el fin de controlar las acciones isométricas y concéntricas, en vez de programas de feedforward establecidos antes de comenzar movimiento alguno. El entrenamiento realmente pliométrico suele constar más de procesos balísticos que de contracciones.

Teoría fundamental de la pliometría.

La actividad pliométrica se caracteriza por las siguientes fases de acción entre el inicio y el término de la secuencia de acontecimientos:

1. Fase de impulso inicial durante la cual el cuerpo o una parte del cuerpo se mueve debido a la energía cinética que se ha acumulado en la acción precedente.
2. Fase electromecánica retardada que se produce cuando algún acontecimiento, por ejemplo, el contacto con una superficie evita que un miembro siga moviéndose y provoca que el músculo se contraiga. Esta demora no es sino el tiempo que pasa entre el inicio del potencial de la acción en los nervios motores y el comienzo de la contracción muscular. Algunos investigadores definen esta fase de tal forma que incluyen el alargamiento de los componentes elásticos en serie del complejo muscular, si bien se acuñó el término electromecánico para referirse al inicio de la señal eléctrica y al comienzo de la contracción mecánica del músculo, lo cual incluye el estiramiento pasivo del tejido conectivo.
3. Fase de amortiguamiento en la que la energía cinética genera un poderoso reflejo de estiramiento muscular o reflejo miostático que conlleva la contracción excéntrica del músculo acompañada de una contracción isométrica explosiva y del estiramiento de los componentes elásticos en serie. La fase isométrica explosiva entre el final de la acción excéntrica y el comienzo de la acción concéntrica dura un período llamado tiempo de acoplamiento.
4. Fase de rebote que comprende la liberación de la energía elástica del componente elástico en serie, junto con la contracción involuntaria y concéntrica de los músculos generada por el reflejo miostático. Esta fase incluye la contribución añadida por la concentración concéntrica voluntaria.
5. Fase de impulso final que se produce después de haberse completado la contracción concéntrica y cuando el cuerpo o parte del cuerpo sigue moviéndose gracias a la energía cinética generada por la contracción concéntrica y la liberación de energía elástica de los componentes elásticos en serie.

Método pliométrico.

El método pliométrico es una forma específica de preparación de la fuerza dirigida al desarrollo de la fuerza explosiva muscular y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular. Esta es una manera de preparación física especial. El objetivo principal de la preparación física especial consiste en la intensificación motriz del organismo con el fin de activar los procesos de desarrollo de las capacidades funcionales necesarias para cada deporte determinado. Dicha intensificación debe garantizar una estimulación del sistema neuromuscular del deportista hasta el punto de alcanzar en el entrenamiento un impulso de la fuerza que se aproxime, y/o supere en amplitud y en características cuantitativas el impulso de la fuerza desarrollada en competición. Las ventajas del método pliométrico son: (Verjoshansky, 1999)

- a) Garantizar un desarrollo muy rápido del máximo impulso dinámico de la fuerza.

PREPARACIÓN INTEGRAL EN DEPORTES DE COMBATE

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

- b) El valor del máximo impulso dinámico de la fuerza es superior al del resto de tipologías de trabajo.
- c) Se alcanza el valor máximo de impulso dinámico de la fuerza sin utilizar una carga suplementaria.
- d) La transición del trabajo excéntrico al concéntrico es más rápida que en otros casos.
- e) El potencial de tensión muscular acumulado en la fase de amortiguación y la inexistencia de una carga suplementaria garantizan un mayor trabajo muscular en la fase de impulso y mayor velocidad de contracción muscular, que se manifiesta en la mayor altura de vuelo después del impulso.

Consideraciones en el método pliométrico.

1. La idea principal del método consiste en la mejoría de la capacidad específica del músculo para alcanzar un elevado impulso motor de la fuerza. Después de un brusco (pliométrico) estiramiento muscular desarrollado durante la actividad de frenado del aparato o del cuerpo del deportista que cae desde una cierta altura se produce una transición rápida del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.
2. La energía cinética producida por la caída del aparato o del cuerpo del deportista, que garantiza una estimulación intensa de la actividad muscular, no hace disminuir la velocidad de la contracción muscular ni la velocidad de transición del trabajo excéntrico al concéntrico (como ocurre en la ejecución de ejercicios con sobrecargas), sino que crea reservas para aumentarla.
3. En el régimen pliométrico, la movilización puesta en marcha de la actividad muscular tiene un carácter forzado. Si en el trabajo con sobrecargas, el grado de movilización del potencial motor de los músculos depende en gran medida de la fuerza de voluntad, en el régimen pliométrico viene determinado, sobre todo, por factores externos. En la fase de impacto con el suelo y de amortiguación, el sistema motor y el sistema nervioso son obligados a reaccionar ante las condiciones externas con un nivel tan elevado de actividad contráctil que no puede ser obtenido únicamente mediante el impulso voluntario de la fuerza.
4. El efecto positivo de estimulación muscular producido por la absorción de la energía cinética de la caída del aparato o del cuerpo del deportista solo puede ser utilizado en determinadas condiciones: altura óptima de caída e intensificación de los movimientos del deportista en el impulso rápido hacia arriba.
5. En la práctica, la cantidad de energía cinética que se utiliza para la estimulación de la actividad muscular está sujeta a variaciones que vienen determinadas ya sea por el peso del aparato o por la altura de caída. El aumento de la energía cinética producido por el incremento del peso del aparato, conduce a un aumento del impulso de la fuerza pero hace disminuir la velocidad de transición del trabajo excéntrico al concéntrico y la velocidad de la contracción muscular en la fase de impulso. De este modo si el objetivo del entrenamiento es aumentar la velocidad de contracción muscular y la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, es evidente que aumentar la energía cinética incrementando el peso del aparato no ofrece ninguna ventaja. En este caso, es oportuno elegir el segundo camino y aumentar la energía cinética mediante el incremento de la altura de la caída del aparato del cuerpo del deportista. No obstante, es necesario recordar que el efecto útil de este medio de intensificación sólo se alcanza con una determinada altura de caída. Si está superada, la altura producirá el efecto contrario.
6. El método pliométrico no sólo garantiza un desarrollo eficaz de la fuerza muscular y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, sino que además aumenta considerablemente la amplitud de la máxima tensión voluntaria de los músculos. Por este motivo, en la elección de los medios de la aplicación del método pliométrico es recomendable variar la altura de caída del deportista, dependiendo los objetivos del entrenamiento. Para desarrollar la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva de los músculos es preciso emplear una altura de caída que permita alcanzar la máxima velocidad de la transición del trabajo muscular excéntrico al concéntrico. En cambio para el desarrollo de la fuerza máxima (coordinación intramuscular) debe ser de un 40 – 45 % mayor.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

7. El régimen pliométrico posee un efecto de mejora extremadamente intenso, más elevado respecto a otros métodos de estimulación natural de la actividad muscular. Por esta razón, no se admiten errores (excesos) en su dosificación óptima y en la duración de su aplicación en entrenamiento, que no va más allá de un cierto límite. Antes de utilizar el método pliométrico se necesita una preparación preliminar de los músculos, de las articulaciones, de los ligamentos y de los tendones mediante ejercicios de fuerza y salto.
8. El método pliométrico conduce rápidamente a un aumento de la capacidad de desarrollar impulsos explosivos de la fuerza. Sin embargo, en este caso, la duración del mantenimiento de tal incremento de impulso de la fuerza es breve, por lo que este método debe utilizarse en combinación con otros métodos. En otras palabras, esto forma parte del sistema de la preparación física especial, en la que los medios de entrenamiento del método pliométrico deben garantizar preferentemente un efecto de mejora sobre el Sistema Nervioso Central, mientras que los ejercicios con cargas de distinto peso deben garantizar la hipertrofia muscular necesaria para el deporte que se practique. Es preciso tener en cuenta que el aumento de la capacidad de fuerza del deportista, y su estabilización a un nivel más elevado, únicamente son posibles si la mejora de la función muscular se basa en transformaciones morfológicas adecuadas de la estructura muscular.
9. Es importante destacar que no se pueden sobrevalorar las posibilidades del método pliométrico, que se trata de uno de tantos métodos de intensificación del régimen de trabajo muscular y que no puede sustituir a otros métodos, por lo que debe ocupar una posición determinada (normalmente complementaria) en el sistema de entrenamiento especial de la fuerza. Su posición dentro del sistema de entrenamiento viene determinada teniendo en cuenta la especificidad del deporte en cuestión, los objetivos principales y parciales del entrenamiento, el nivel de preparación del deportista y el calendario de competiciones.
10. El uso racional del método pliométrico para el desarrollo de la fuerza explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular resuelve, en gran medida, el problema de la economía de entrenamiento, es decir, garantiza un gran nivel de preparación especial sin invertir una gran cantidad de energía y de tiempo.

Valores de intensidad	Ejercicios	Intensidad	Rep/Serie	Rep/Sesión	Desc./Serie
1	Salto de alta reactividad	Máxima	8-15 x 10-20	120-200	8-10 min
2	Salto en profundidad	Muy Alta	5-15 x 5-15	75-150	5-7 min
3	Ejercicios de rebote	Submáxima	3-25 x 5-15	50-250	3-5 min
4	Salto de baja reactividad	Moderada	10-25 x 10-25	150-250	3-5 min
5	Salto de bajo impacto	Baja	10-35 x 10-15	50-300	2-3 min

Tabla 6 . Niveles de intensidades de los pliométricos, según Tudor Bompa, (1993).

Pautas para emplear los ejercicios pliométricos.

1. La magnitud de la carga de impulso se determina con el peso y la altura de su caída libre. La combinación óptima se determina empíricamente en cada caso específico, sin embargo hay que dar preferencia a una altura mayor que a un peso más grande.

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

2. La fase de amortiguamiento debe tener una duración mínima, aunque suficiente para generar una contracción impulsiva de los músculos. Por lo tanto, la postura inicial en lo que se refiere a los ángulos articulares debe corresponder a la misma posición en la que el movimiento de trabajo comienza en el ejercicio deportivo.
3. El entrenamiento pliométrico debe estar precedido por un buen calentamiento de los músculos que se ejercitarán con mayor intensidad.
4. Como pauta inicial, la dosis de ejercicios pliométricos no debe exceder 5 – 8 repeticiones por serie. Una forma más precisa para determinar dicha dosis consiste en calcular la fuerza implicada (a partir de la masa corporal y la altura de la caída) y el nivel de fuerza velocidad especial del deportista.
5. El objetivo debe ser aumentar la velocidad y la aceleración de los movimientos antes de incrementar la altura de caída o la altura de despegue del suelo.
6. Un ejercicio pliométrico submáximo inicial consiste en dar saltos en el mismo sitio con una frecuencia cómoda para el deportista y en unas cuantas series de 25 repeticiones. Esto le permite al deportista desarrollar sensibilidad al ritmo, una longitud óptima de flexión articular y coordinación de rebote. Luego se pueden sustituir estos saltos verticales por otros hacia adelante, hacia atrás, hacia los lados, hacia adelante y atrás y en zigzag. A continuación el deportista debe intentar ejecutar saltos verticales tan rápido como le sea posible en unas cuantas series de 20 repeticiones.
7. Una actividad preparatoria útil para realizar los ejercicios pliométricos con saltos horizontales consiste en hacer skipping con varios patrones de movimiento, sobre una o las dos piernas, o con una comba. No hay que olvidar que el objetivo no es mejorar la resistencia, sino la velocidad y la fuerza velocidad, por lo que no es adecuado que los ejercicios skipping duren mucho si son ejercicios preparatorios.
8. La altura óptima del banco no es aquella en la que el impulso obliga a caer en el suelo sobre los talones.
9. La postura de la cabeza y la dirección de la vista desempeñan un papel importante a la hora de controlar el salto horizontal. Si se flexiona la cabeza hacia abajo para mirar al suelo antes de saltar se altera el ritmo y se produce una contracción muscular inadecuada. Igualmente, si no se levanta la cabeza hacia arriba al saltar, no alcanzaremos la altura máxima.
10. Al ejecutar un salto horizontal desde una caja, tenemos que caer relajados y no en tensión.
11. Lo que importa a la hora de desarrollar la fuerza explosiva y la capacidad reactiva no es la cantidad sino la calidad de los ejercicios pliométricos.
12. Antes de que un deportista practique los saltos horizontales, debe aprender las técnicas de los saltos normales. Es importante que adquiera competencia en el empleo de un ritmo lumbar – pélvico correcto, al igual que el que se emplea en los ejercicios de musculación para la fuerza explosiva.
13. Para que la integración de los saltos horizontales tenga éxito en un programa de entrenamiento, es preciso que no interfieran en el efecto retardado del entrenamiento logrado con el trabajo de fuerza previo. Hay que señalar que el empleo de saltos horizontales como medio de estimulación puede retrasar este efecto de 5 a 6 días.

Trabajo Reactivo. Entrenamiento Pliométrico.

La capacidad reactiva de la musculatura es determinante en las acciones deportivas en las que la contracción muscular contienen un ciclo de estiramiento - acortamiento de alta velocidad de ejecución. El entrenamiento de esta orientación consiste en trabajar al músculo, primero en su fase excéntrica pasando en muy corto espacio de tiempo, y tras una fase cortísima de tipo isométrico, a desarrollarse la fase concéntrica. Este tipo de contracción (ciclo estiramiento – acortamiento) permite:

- Desarrollar tensiones superiores a la fuerza máxima voluntaria

PREPARACIÓN INTEGRAL EN DEPORTES DE COMBATE

Entrenamiento de Fuerza para los Deportes de Combate

- Disminuir el umbral de estimulación del reflejo de estiramiento (miostático)
- Disminuir la acción inhibitoria del contrarreflejo de estiramiento (O. Golgi)
- Disminuir los tiempos de acoplamiento entre las fases excéntricas y concéntricas
- Aumentar la rigidez muscular

La utilización de entrenamientos orientados a la mejora de la fuerza reactiva son de gran eficacia para superar la velocidad de numerosas acciones técnicas de diferentes modalidades deportivas.

Pliometría de baja intensidad.

Se refiere a los botes o saltos realizados con una o dos piernas en el mismo sitio de tres formas diferentes: a ritmo personal, a frecuencia máxima o intensidad máxima. Las tres formas deben ejecutarse en series de 30 repeticiones con 5 min de recuperación. Pueden utilizarse variantes que incorporen pequeños obstáculos como bancos, cuerdas o balones medicinales. Otra posibilidad es realizar botes sobre una pierna, ejecutándose 3 series de 10 repeticiones con intervalos de 5 min. El trabajo en una pierna no se recomienda en novatos.

Pliometría de alta intensidad.

Se refiere a los saltos hacia abajo. Este entrenamiento es de una enorme especificidad en muchas manifestaciones deportivas. Es importante señalar que el efecto positivo de los saltos hacia abajo viene determinado según Verjoshansky (1999) por:

- Altura de la caída
- Número de saltos en una serie
- Número de series en una unidad de entrenamiento
- Descanso entre saltos y entre series
- Número de unidades de entrenamiento semanal
- Número total de saltos hacia abajo

Altura de la caída: 0.75 cm para el desarrollo de la fuerza explosiva y desarrollo del sistema neuromuscular y 1.10 m para el aumento de la fuerza máxima (coordinación intramuscular).

Número de saltos en una serie: 10 saltos

Número de series por unidad de entrenamiento: 4 series

Descanso entre saltos y entre series: Entre saltos se recomienda no haber descansos, y entre series es de 3 a 5 y en algunas ocasiones a 10 minutos.

Número de unidades de entrenamiento semanales: 2 a 3

Número total de saltos hacia abajo: Es importante establecer la etapa de preparación especial de la fuerza, y es aquí en donde se realizarán entre 300 a 400 saltos.

Pliometría dificultada.

Consiste en realizar saltos con cargas añadidas como cinturones lastrados, chalecos o pesas, se realizan de varias forma: con botes o saltos y saltos en profundidad con alturas de hasta 2 metros.

Pliometría facilitada.

Salto asistidos implementados con gomas, muelles o tumbling.

TESTS PARA LA FUERZA EXPLOSIVA Y LA PLIOMETRÍA**Test para determinar la altura del banco en principiantes.**

1. Se valora la detente vertical.
2. La persona ejecuta un salto en profundidad desde una caja de 46 cm de altura, tratando de conseguir la misma puntuación del detente.
3. Si tiene éxito, el atleta cambia a otra caja más alta, la altura de las cajas debe ir aumentando de 15 en 15 cm. La segunda parte se repite hasta que el atleta no logra alcanzar la altura conseguida en la detente. Esto se convierte en la altura máxima de los saltos en profundidad para principiantes.
4. Si el atleta no puede alcanzar la altura de la detente desde una caja de 46 cm de altura se debe disminuir la altura de la caja o abandonar este tipo de trabajo durante un tiempo a favor del desarrollo de la fuerza. Si el atleta no puede rebotar desde una altura básica de 46 cm, probablemente es que no tiene la preparación musculoesquelética necesaria para los saltos en profundidad.

Test para fuerza explosiva en piernas, salto en longitud.

1. La persona desde un punto, con los pies juntos, realiza un salto hacia delante sin carrera de impulso.
2. La medición se realiza con la última parte del cuerpo cerca de la línea de inicio.
3. Se realizan 3 intentos registrándose el mejor resultado.

Tabla de valoración.

% Ranking	Mujeres (m)	Hombres (m)
91-100	2.94-3.15	3.40-3.75
81-90	2.80-2.94	3.10-3.39
71-80	2.65-2.79	2.95-3.09
61-70	2.50-2.64	2.80-2.95
51-60	2.35-2.49	2.65-2.79
41-50	2.20-2.34	2.50-2.64
31-40	2.05-2.19	2.35-2.49
21-30	1.90-2.04	2.20-2.34
11-20	1.75-1.89	2.05-2.19
1-10	1.60-1.74	1.90-2.04

Test de Zanon. (Comparación de la fuerza máxima concéntrica y la calidad de la pliometría.

Este método está basado en la capacidad de los deportistas. De acuerdo con Zanon (cf Commeti, 1998), el atleta equilibrado es aquel que posee un índice de fuerza concéntrica igual a su índice de fuerza pliométrica. Pero para determinar estos índices Zanon propone tomar el rendimiento del squat para la valoración de la fuerza concéntrica, en función del peso corporal.

Procedimiento.

- Determinar el índice de fuerza concéntrica. (IFC)

$$\text{IFC} = \frac{1RM \text{ (kg) Squat}}{\text{Peso Corporal}}$$

Esto es lo que Zatsiorsky llama fuerza relativa.

2. Para la fuerza pliométrica Zanon, utiliza el método del detente.
Se registra el mejor detente obtenido (alcance en m, por el atleta)
Altura del banco (cm) del mejor detente obtenido (Índice de fuerza pliométrica **IFP**).

Lo que se compara es la fuerza relativa y la altura de caída eficaz.
Bajo las siguientes fórmulas:

$$\text{IFC} / \text{FRI} = \text{IFP} / 110$$

En donde:

IFC = Índice de fuerza concéntrica

FRI = Fuerza relativa ideal. Según Zatsiorsky, el índice ideal de los deportistas para determinar trabajo de pliometría deberá ser **2**. Esto es que cada persona debe levantar en el Squat el 200% de su peso.

IFP = Índice de fuerza pliométrica.

110 = Según Verjoshansky, esta es la altura máxima para conseguir excelente resultados en un trabajo de pliometría.

BIBLIOGRAFÍA

1. BOMPA Tudor Power training for sport Plyometrics for maximum power development Coaching Association of Canada, Canada, 1994.
2. BOSCO Carmelo La fuerza muscular. aspectos metodológicos INDE España, 2000.
3. COMETTI G. La Pliometría Paidotribo, España, 1999.
4. CHU Donald Phd Ejercicios Pliométricos 3ª Ed. Paidotribo, España, 1999.
5. CHU Donald Phd Explosive Power & Strength Human Kinetics, USA, 1996.
6. GARCÍA Manso La Fuerza Paidotribo España, 1999
7. ORTIZ Cervera Vicente Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición INDE, España, 1996.
8. VERJOSHANSKY Y. Todo sobre el método pliométrico Medios y métodos para el entrenamiento de la fuerza explosiva Paidotribo, España, 1999.
9. VERJOSHANSKY, Siff Superentrenamiento Paidotribo España, 2000
10. VERJOSHANSKY , LAZAREV Principles of planning speed and strength/speed endurance training in sports NSCA Journal Vol. 11 Num. 2, 1989.