

Material Básico



# Conceptualización General de la Fuerza y su Relación con los Procesos de Prevención de Lesiones

Lic. Marcelo Bolognese – Lic. Mauricio Moyano

- La Fuerza como capacidad condicional.
- Importancia de la Fuerza en la Prevención y Recuperación de Lesiones.
- Concepto de Fuerza.
- Proceso de Adaptación y Fuerza.
- La Fuerza en relación a los sistemas de producción de energía.
- La Fuerza en relación a las capacidades físicas.

# ENTRENAMIENTO DE FUERZA

## CONCEPTUALIZACION GENERAL DE LA FUERZA. RELACION CON LA PREVENCIÓN Y REHABILITACION DE LESIONES

### La Fuerza como capacidad condicional

Las capacidades o características condicionales están determinadas fundamentalmente por condiciones de tipo metabólico – energético, es decir a partir de la producción y aprovechamiento de la energía. La constitución y eficiencia funcional de los órganos – sistemas que intervienen en los procesos metabólicos – energéticos son determinantes también en el desarrollo de estas capacidades. Pero cabe acotar que algunas de estas capacidades (fuerza, velocidad) permiten la posibilidad de satisfacer requerimientos de tareas involucrando además de procesos metabólicos, procesos de regulación y control neuromuscular al mismo tiempo. Es decir, su desarrollo depende tanto de la constitución morfológica y los procesos metabólicos, como de factores coordinativos.

Es así que algunos autores consideran a la fuerza y velocidad como capacidades mixtas, ya que dependen de aspectos metabólicos, como también neuromusculares.

Recordando lo expuesto por Meinel y Schnabel (1988) acerca de las capacidades coordinativas, las podemos definir como aquellos aspectos de la persona que se relacionan principalmente a los procesos de conducción y regulación del sistema nervioso sobre la actividad motora.

Éstas se manifiestan en el grado de velocidad y calidad del aprendizaje, del perfeccionamiento y de la estabilidad de las habilidades motrices, y en su utilización adecuada de acuerdo a las condiciones situacionales imperantes.

Las capacidades coordinativas representan en combinación estrecha con otras capacidades, la condición indispensable para el desempeño motor. Esto significa que una capacidad coordinativa nunca será el único condicionante, necesita siempre de varias cualidades coordinativas que se encuentran en relación estrecha entre sí, y a menudo también actúan en combinación con capacidades o cualidades intelectuales, volitivas o de la condición física.

La fuerza es una capacidad que va a manifestar características condicionales, ya que va a depender de aspecto metabólicos para la generación de energía, como también tendrá características coordinativas, ya que el sistema nervioso va a estar siempre en una íntima relación con el sistema muscular en las distintas manifestaciones de fuerza del sujeto.

### La importancia de la Fuerza en la prevención y rehabilitación de lesiones

La capacidad de fuerza muscular tiene una importancia decisiva en el ámbito del entrenamiento preventivo, como también en de rehabilitación de lesiones. Esto es debido a las modificaciones que se generan en las distintas estructuras y órganos de control neuromuscular que se ven influenciados a partir del trabajo con sobrecarga.

Los tejidos que podrán verse influenciados significativamente por el trabajo de fuerza son: tejido muscular y tejido adiposo. El entrenamiento de fuerza, sumado a la influencia de otras variables, como pueden ser la genética, el programa nutricional, los procesos y tiempos de recuperación, el descanso nocturno, etc., puede provocar cambios significativos en ellos, produciendo incremento en el tamaño de la masa muscular y disminución de la masa grasa. Es importante destacar que el tejido óseo también sufrirá cambios significativos por estímulos de fuerza.

Por supuesto que para que dichas variaciones estructurales sean verdaderamente significativas se deberá apuntar a modificaciones a mediano o largo plazo, trabajando en forma continua, sistemática y progresiva durante 12 a 16 semanas como mínimo.

El entrenamiento de fuerza permite aumentar el tamaño muscular en las zonas que estén en desproporción con respecto a otras, manteniendo el tamaño en zonas en las que no se quiera incrementar el volumen.

Además, es necesario aclarar que el entrenamiento de fuerza permitirá obtener una mayor “activación” de la masa muscular a trabajar, sin necesariamente incrementar su tamaño en forma significativa.

La estimulación de fuerza en distintos regimenes de trabajo (isométrico, auxotónico, isocinético), a través de sus manifestaciones (máxima, submáxima, explosiva, etc.), o diversos tipos de tensión (tónico, tónico explosivo, explosivo activo, explosivo reactivo,

etc.), posibilitará desarrollar esta capacidad en la forma requerida por las necesidades del sujeto, sea cual sea su nivel de rendimiento deportivo, su actividad laboral o recreacional.

Es necesario recordar que en el caso de la presencia de alguna lesión, la persona deberá recuperar progresivamente los niveles de fuerza mínimos (teniendo en cuenta sus necesidades) o de seguridad, para no reincidir en la misma lesión, o en el peor de los casos, provocar lesiones en otras zonas corporales.

Resulta muy interesante tener en cuenta el efecto preventivo o de reducción de lesiones que genera el entrenamiento (a través de diversos programas) de fuerza en deportistas de distintos niveles. Si se tiene en cuenta, por ejemplo, que en el fútbol profesional inglés el esguince de tobillo es la lesión más frecuente y que como promedio los jugadores no pueden competir por tres partidos consecutivos (18 días) tras sufrirla (Woods y cols., 2003), la inclusión de programas preventivos está más que justificada. Si además se añade el costo que supone la rehabilitación y tiempo fuera de la competición, que en Reino Unido se estima en 1 billón de libras al año, las dudas desaparecen (Tous Fajardo, 2003).

En un estudio de Caraffa (1996) se siguió a jugadores de 20 equipos semiprofesionales y amateurs italianos que realizaron un intenso entrenamiento diario de propiocepción durante la pre-temporada y un mantenimiento diario de 20 minutos durante la temporada con ejercicios orientados a la prevención de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA). Otros 20 equipos de similares características no realizaron entrenamiento propioceptivo durante el mismo período de tiempo, por lo que actuaron como grupo control. Después de tres temporadas de control y seguimiento en el mismo centro hospitalario, al grupo que siguió el entrenamiento propioceptivo se le confirmaron vía artroscopia 10 lesiones en el LCA en comparación con las 70 lesiones confirmadas en el grupo control.

Evidencias similares pueden encontrarse en otros trabajos en hándbol (Wederkoop y cols., 1999; Myklebust y cols., 2003) o en fútbol, básquetbol y voleibol escolar (Hewet y cols. 1999; Heidt y cols., 2000) (Tous Fajardo, 2003).

En ese sentido, este tipo de entrenamiento en donde se enfatiza el trabajo de fuerza muscular en situaciones de equilibrio y coordinación, ha mostrado ser mucho más

efectivo que el entrenamiento de fuerza tradicional para reducir la incidencia de lesiones musculares en atletas con lesiones musculares (Thelen y cols., 2006).

Por otro lado, un objetivo más que común en el ámbito estético (pero que indudablemente tiene influencia en la aparición de lesiones en el tren inferior) es la disminución de tejido adiposo. El entrenamiento de la fuerza puede producir un incremento del Gasto Metabólico de Reposo (GMR), generando un aumento en el consumo de ácidos grasos en reposo, generando así una disminución de la masa grasa.

También podemos decir que el complemento del entrenamiento de fuerza con el de resistencia pueden generar importantes modificaciones de los tejidos comprometidos con la estética corporal, por lo que más adelante en este material vamos a desarrollar programas de entrenamiento con este tipo de características que además de generar resultados favorables para los sujetos entrenados, para muchos de ellos resultan muy estimulantes.

En relación a las ventajas enumeradas anteriormente, queremos resaltar que en el campo deportivo existen algunos estudios en los cuales se ha investigado los efectos del entrenamiento de fuerza en la modalidad excéntrica, sobre la musculatura del tren inferior. Naclerio Ayllón (2007), hace una importante referencia al trabajo de Askling y col. (2003), los cuales investigaron los efectos de un programa de entrenamiento con tensiones excéntricas desarrollado durante 10 semanas de pretemporada sobre la severidad y la incidencia de lesiones en la musculatura posterior del muslo, así como en el rendimiento en acciones de fuerza y velocidad durante el período de competición en 30 futbolistas profesionales suecos. El hallazgo más relevante de este estudio es que los sujetos del grupo experimental mostraron una incidencia significativamente inferior de lesiones en la zona posterior del muslo respecto al grupo control, 3 (20%) contra 10 (66%). Los autores de este trabajo concluyen que el entrenamiento excéntrico realizado sistemáticamente durante la pretemporada (período preparatorio), en jugadores de fútbol elite, además de tener un efecto positivo sobre las acciones de fuerza y velocidad, tiende a disminuir el riesgo de lesiones musculares durante la temporada competitiva (Askling y col., 2003).

## Concepto de Fuerza

La Fuerza es el poder de contracción de los músculos como resultado de un solo esfuerzo máximo, en un solo movimiento dado, a una velocidad específica (Knuttgen y Kraemer, 1987).

Hartman (1993), define a la fuerza como la habilidad para generar tensión bajo determinadas condiciones definidas por la posición del cuerpo, el movimiento en el que se aplica la fuerza, el tipo de contracción y la velocidad del movimiento.

Verkhoshansky y Siff (2000), expresan lo siguiente: la fuerza es producto de una acción muscular iniciada y orquestada por procesos eléctricos en el sistema nervioso; y se define como la capacidad de un músculo o grupos de músculos determinados para generar una fuerza muscular bajo unas condiciones específicas.

Al definir fuerza también nos podemos encontrar con la necesidad de distinguir entre fuerza como magnitud física y fuerza como presupuesto para la ejecución de un movimiento deportivo (Harre, 1994). Desde el punto de vista de la física, la fuerza es una influencia que al actuar sobre un objeto hace que éste cambie su estado de movimiento, expresándose como el producto de la masa por la aceleración ( $F = m \times a$ ) (Figura 1).



*Figura 1. Manifestación de la fuerza muscular en el ámbito deportivo.*

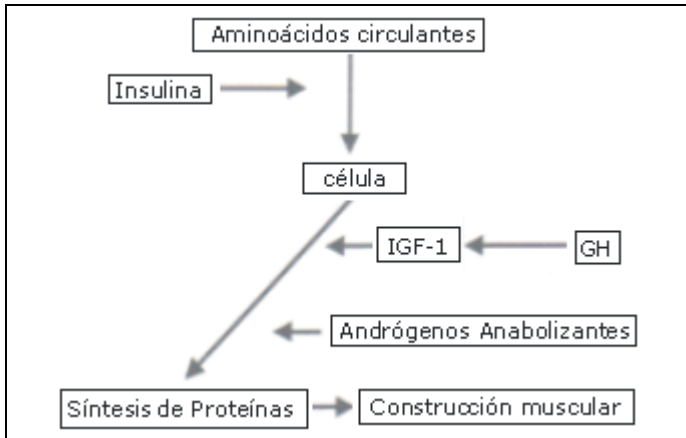
## Proceso de Adaptación y Fuerza

Al producirse la contracción, el músculo genera un determinado nivel de tensión que se opone a una resistencia interna o externa. El grado de fuerza generado por el músculo está condicionado por muchos

factores que varían en función de la modalidad deportiva practicada y el tipo de contracción muscular que se efectúe en la misma. Este tipo de estímulo genera un complejo mecanismo neuroendocrino que provocará alteraciones en la homeostasis que garantizarán los cambios necesarios en los sistemas involucrados en el trabajo de fuerza. La respuesta neuroendocrina que se produzca, será la responsable de las características de los procesos adaptativos que se generen, de su intensidad y de su duración.

En el entrenamiento de fuerza que busca provocar modificaciones estructurales significativas en los sujetos a lo largo del tiempo (hipertrofia), la intensa respuesta de andrógenos (como la hormona luteinizante o la testosterona) y la hormona de crecimiento (en forma conjunta con los factores de crecimiento tipo insulínicos –IGF-) activa los procesos anabólicos, pero paralelamente también tiene lugar, si las sesiones son demasiado prolongadas, un incremento significativo del cortisol, cuyo efecto es totalmente contrario (catabólico). García Manso (1996) manifiesta que tampoco se debe olvidar, que la respuesta de hormonas anabólicas decrece, para un mismo estímulo, cuando el organismo se encuentra en un estado de sobreentrenamiento o fatiga crónica (revisar material correspondiente al módulo 1), mientras no ocurre lo mismo con la respuesta endocrina de los procesos catabólicos (los cuales se incrementan en situación de sobreentrenamiento).

Por lo tanto, los procesos de construcción se verán comprometidos en primer lugar, por la situación en que se encuentren el balance hormonal anabólico/catabólico. Incluso en el caso en que la situación endocrina sea favorable, la síntesis de proteínas se verá condicionada por dos nuevos aspectos: la existencia de suficientes receptores hormonales y la disponibilidad de los adecuados elementos de construcción (aminoácidos), el cual depende del seguimiento de un adecuado programa nutricional adaptado a las necesidades individuales de la persona (Figura 2).



**Figura 2.** Factores intervinientes en la construcción muscular (García Manso, 1999).

El primer aspecto, nos manifiesta que una buena circulación de andrógenos y de hormona de crecimiento e IGF no son razón suficiente para que se provoque un incremento en la construcción muscular, ya que su efecto viene condicionado por la presencia, en un número suficiente, de los receptores situados en la superficie externa de la membrana de las células objetivo o diana. Se coincide en que solo en el momento en que la hormona se fije sobre el receptor, en la parte interna de la membrana se libera un segundo mensaje intracelular que transmite el mensaje por el interior de la célula y desarrolla el proceso correspondiente. En el caso de las hormonas esteroides (por ejemplo, testosterona), se penetra directamente en la célula y se unen a las proteínas citoplasmáticas (García Manso, 1999).

El segundo aspecto estaba en relación con la disponibilidad de los adecuados elementos de construcción, por lo que la síntesis de proteínas está supeditada a la suficiente presencia de aminoácidos, para lo cual, durante el tiempo en que se encuentren activados los mecanismos de síntesis de proteínas, especialmente después de la degradación de aminoácidos, se precisa de un adecuado suministro de los mismos. El mecanismo por el cual se favorece la entrada de aminoácidos en la célula que los necesita es dependiente de la presencia de insulina, razón por la que en tales circunstancias se precisa generar en el organismo una adecuada descarga de esta hormona. Para provocar este efecto, la principal señal para la liberación de insulina será el aumento en la concentración de glucosa en sangre, por lo que se hará necesaria una correcta manipulación en este sentido una vez finalizado el trabajo intenso de fuerza.

Según García Manso (1999), algunos procesos adaptativos que tienen lugar con el entrenamiento de fuerza, se pueden englobar en tres grupos:

- Estructurales.
- Neuromusculares.
- Mecánicos.

Aunque, si el análisis se hiciera en un orden temporal (es decir en relación al orden en que van generándose los procesos adaptativos en el tiempo), tendríamos que hablar de adaptaciones:

- Neuromusculares.
- Hormonales.
- Estructurales.

#### *Adaptaciones Neuromusculares*

Varios estudios demuestran que se pueden observar incrementos de fuerza sin que por ello existan incrementos simultáneos en el tamaño muscular (Thorstensson y cols., 1991; Komi y cols., 1991; Dons y cols., 1991), lo que es interpretado como el resultado de adaptaciones que se producen a nivel neuromuscular. Básicamente estos procesos adaptativos responden a los siguientes factores:

- Coordinación intramuscular.
- Coordinación intermuscular.
- Orden de reclutamiento de unidades motoras.
- Modificación en los umbrales de excitación de receptores (husos neuromusculares, corpúsculos de golgi, etc.).

García Manso (1999), tomando a Zatziorski (1966), distingue cinco niveles de adaptación a nivel neuromuscular durante el proceso de contracción:

- Adaptaciones en el reclutamiento de Unidades Motoras.
- Adaptaciones en la sincronización de Unidades Motoras.
- Adaptaciones en la coordinación intermuscular.
- Adaptaciones en la adaptación en el reflejo de estiramiento.
- Adaptaciones en los mecanismos inhibitorios.

Estas adaptaciones serán ampliadas más adelante en este mismo material.

## *Adaptaciones Hormonales*

Los procesos de adaptación hormonal, en relación con el entrenamiento de fuerza, tienen que ver con los estímulos que se provocan para generar respuestas favorables en cuanto a niveles de concentración y respuestas de hormonas anabólicas (hormona de crecimiento, testosterona, IGF, etc.), y simultáneamente producir menor nivel de concentración de hormonas catabólicas (cortisol).

Es necesario aclarar que la respuesta adaptativa hormonal estará relacionada con la constitución del estímulo de fuerza producido, por lo que la intensidad, el volumen, las pausas de recuperación, el orden y el tipo de ejercicios utilizados serán factores influyentes en la adaptación hormonal.

Sumado a esto, hay que recordar que no solo basta con incrementar los niveles de hormonas anabólicas y disminuir los niveles de hormonas catabólicas para obtener resultados positivos con el entrenamiento; sino que también será necesario contar con la suficiente presencia de receptores hormonales celulares, como también con el adecuado aporte de sustratos para generar los procesos de supercompensación en las distintas estructuras estimuladas.

Así mismo, es necesario analizar los efectos generales de hormonas anabólicas y catabólicas en relación con el proceso de adaptación en el entrenamiento de fuerza, como son:

- Adaptaciones generadas por testosterona.
- Adaptaciones generadas por hormona de crecimiento (GH).
- Adaptaciones generadas por insulina.
- Adaptaciones generadas por somatomedinas o factores de crecimiento tipo insulínico (IGF-1 e IGF-2).
- Adaptaciones generadas por cortisol.

Es necesario que dejemos en claro que si bien las distintas manifestaciones de fuerza generan diversas adaptaciones a nivel hormonal, sea cual sea el tipo de hormona movilizada predominantemente y los efectos generados, siempre deberemos provocar un ambiente con predominancia anabólica para la estimulación de la fuerza. Esto se refiere a que en el interior del organismo exista un balance anabólico producido por el entrenamiento de la fuerza. Esto posibilitará incrementar los niveles de fuerza, aumentar el tamaño

muscular (si así se lo desea), disminuir los riesgos de lesión y obtener un mejor rendimiento.

Estas adaptaciones serán ampliadas más adelante en este mismo material.

## *Adaptaciones Estructurales*

Los procesos adaptativos estructurales son los que hacen referencia a las adaptaciones que el trabajo de fuerza produce a nivel de la estructura del músculo y, de forma especial, a nivel de fibras musculares y tejido conjuntivo.

Estas adaptaciones se diferencian de la siguiente manera:

- Adaptaciones según tipo de fibras musculares.
- Hipertrofia muscular.

Estas adaptaciones serán ampliadas más adelante en este mismo material.

## **La Fuerza en Relación a los Sistemas de Producción de Energía**

En el entrenamiento de la fuerza, la relación con los sistemas de producción de energía, va a estar determinada por dos de los componentes de la carga de trabajo como los son la intensidad y el volumen.

En el caso del entrenamiento de la fuerza, la intensidad podrá estar determinada por el peso o los kilos que se movilizan en cada ejercicio puntual; o bien la velocidad de ejecución de los movimientos. Por lo que a mayor peso, o a mayor velocidad de ejecución, hay más intensidad en el trabajo.

El volumen, en líneas generales estará determinado por la cantidad de repeticiones por serie, por el número de series totales por ejercicio y por sesión de entrenamiento y el número de ejercicios. Así es que de todos estos factores, vamos a considerar el número de repeticiones por serie para relacionar con los sistemas de producción de energía.

En el caso de realizar trabajos de sobrecarga con intensidades bajas (pesos bajos), se producirá un reclutamiento de unidades motoras (UM) bajo, requiriéndose el uso de unidades motoras llamadas de bajo umbral de excitación (Unidades Motoras Lentas o Tónicas), que van a inervar solamente fibras de

contracción lenta (ST o Tipo 1). Este tipo de fibras tiene características metabólicas que le permiten generar energía principalmente en forma aeróbica o con el sistema nº 3. Esto va a coincidir con ejecuciones de movimientos a baja velocidad o bien velocidad media (normal). Esta baja intensidad de ejecución le permitiría al sujeto realizar un alto número de repeticiones por cada serie de trabajo, si así lo quisiera, ya que el metabolismo aeróbico estimulado predominantemente es el más resistente a los procesos de fatiga. El combustible predominante en este caso va a ser el glucógeno muscular, y la generación de lactato no será alta, ya que la velocidad de la glucólisis no sería elevada en la mayoría de los casos. El tiempo de duración por cada serie de éste tipo de estimulación en el trabajo con sobrecarga es variable, pudiendo ser de 15" a 20", hasta 60" a 120". Más allá que la duración influye en la predominancia de uno u otro sistema energético, la intensidad (peso o velocidad) juega un papel determinante influyendo en la predominancia de uno u otro sistema. En éste caso como la carga es más bien baja, el sistema predominante sería el aeróbico en la mayoría de los casos.

Como ejemplo de trabajos en este sistema energético predominantemente, podemos dar el caso en el que un sujeto realiza un ejercicio como aducciones de cadera sentado en máquina, con poco peso para él, y ejecuta gran cantidad de repeticiones por cada serie (más de 15 o 20, por ejemplo). A su vez la velocidad del ejercicio es baja o media. Normalmente, en el entrenamiento con objetivos estéticos, este tipo de estimulación se realiza cuando se está en un periodo de adaptación general, o bien cuando se busca la "tonificación muscular clásica".

Ahora bien, en el caso de llevar a cabo trabajos de fuerza con intensidades intermedias o superiores a las anteriores (bajas), por el principio de la Talla o ley de Henneman, se producirá un mayor reclutamiento de unidades motoras, reclutándose ahora (además de las unidades motoras lentas) unidades Motoras de un umbral de excitación mayor (Unidades Motoras Rápidas o Fásicas), que inervarían fibras de contracción rápida (FT a o Tipo 2a). Este tipo de fibras tienen características metabólicas que les permiten generar principalmente energía de manera anaeróbica y aeróbica, por lo que se las suele denominar fibras intermedias. Estas UM posibilitarían ejercicios a niveles de alta intensidad (peso o velocidad), como también, con volúmenes intermedios en cuanto a su duración en cada serie. El sistema energético

predominantemente requerido por este tipo de reclutamiento, es el nº 2 o anaeróbico láctico. El combustible usado preferentemente será el glucógeno muscular, pero con una alta generación de lactato, puesto que por la intensidad del trabajo, la velocidad de la glucólisis será alta. El tiempo de duración por cada serie de trabajo es variable, pero en general podemos decir que los tiempos varían entre 15" a 50". Pero como en el caso anterior, si bien la duración es importante, el aspecto principal pasa por la intensidad alta de este trabajo y de manera acoplada el volumen.

Por ejemplo, el caso de un sujeto que realice un ejercicio como press en banca, con un peso importante para él, tal que solo pueda ejecutar con mucho esfuerzo 10 o 12 repeticiones por cada serie de trabajo. Si bien la velocidad del ejercicio no sería alta (más bien baja o media en todo caso), el estímulo resulta intenso por el peso movilizado. Este es el caso en entrenamiento estético, donde se trabaja la fuerza para conseguir aumento del tamaño muscular (hipertrofia).

Por último, si se ejecutan trabajos con sobrecarga con intensidades muy altas, ya sea por que los pesos movilizados en los ejercicios se encuentran muy cerca de los límites de las posibilidades del sujeto, se producirá un reclutamiento de UM alto, requiriéndose el uso de la mayoría de UM, incluyéndose las de bajo y alto umbral; pero también las de muy alto umbral (Unidades Motoras Fásicas). Este tipo de UM se denomina también UM Explosivas, ya que inervan fibras de contracción explosiva (FTb o Tipo 2b). Éstas tienen características metabólicas predominantemente anaeróbica aláctica, por lo que están preparadas para esfuerzos de muy alta intensidad, pero con la característica que se fatigan rápidamente en el tiempo. El combustible predominante de éstas fibras es la Fosfocreatina (PCr), aunque también utilizan el glucógeno muscular. La duración es relativamente corta (4" a 10").

Otra forma de estimulación de éstas UM, son los trabajos explosivos, donde la velocidad de ejecución del gesto entrenado es máxima. En éste caso se produciría solamente un reclutamiento selectivo de UM explosivas, utilizándose preferentemente fibras FTb o Tipo 2b. La duración de la serie de repeticiones debe ser corta (4" a 8").

Por ejemplo, en el caso de un ejercicio como sentadilla, realizado con un peso tal que el sujeto solo pudiese ejecutar 2 o 3 movimientos, intentando que cada



repetición sea a la máxima velocidad posible. La duración será muy corta (generalmente inferior a los 8" a 10"). Este tipo de estimulación en el entrenamiento con objetivos estructurales se utiliza para elevar los niveles de fuerza del sujeto, pudiendo obtener posteriormente mayores niveles de volumen muscular, como también para realizar tonificación muscular de gran cantidad de fibras.

En el caso de la fuerza explosiva, podemos dar como ejemplo un ejercicio de saltos sobre conos, donde la intensidad está puesta en que el sujeto realice los saltos a la mayor altura y se despegue del suelo lo más rápidamente posible. La cantidad de saltos debería estar en relación con el tiempo de estimulación que no debería superar los 8" a 10".

### La Fuerza en relación a las capacidades físicas

Si bien cada una de las capacidades físicas poseen características que las diferencian entre sí, sabemos que existen relaciones entre ellas; de hecho en la propia actividad física o deportiva, en gran cantidad de casos se aprecia una continua interrelación entre algunas o varias de ellas. Por lo que resulta necesario en primera instancia reconocer las características propias de cada capacidad, pero posteriormente comprender que entre todas ellas existen relaciones que posibilitan la ejecución de movimientos complejos y acciones técnicas y tácticas específicas de distintos deportes.

La fuerza presenta una relación muy estrecha con la velocidad, la cual se aprecia en sus distintas manifestaciones. Sabemos que la relación entre un alto nivel de fuerza y velocidad dará lugar a la potencia muscular, que es muy requerida en las manifestaciones deportivas de situación, donde es necesario soportar o vencer resistencias medias o altas a gran velocidad (Cappa, 2000) (Figura 3).



**Figura 3.** Ejercicio Derivado del Levantamiento Olímpico de Pesas (Cargada de Potencia), donde se manifiesta la relación entre fuerza y velocidad (Potencia muscular).

La potencia muscular será necesaria para poder movilizar más rápidamente el cuerpo en distinto tipo de desplazamientos, como también para generar un mayor nivel de eficacia en ellos (Figuras 4 y 5).



**Figura 4.** Manifestación de potencia muscular en el deporte.



**Figura 5.** Manifestación de potencia muscular en el deporte.

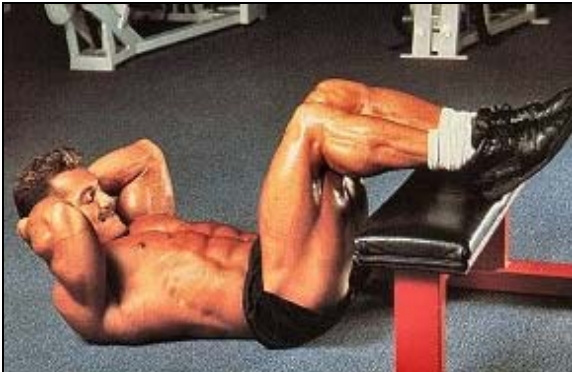
Por otro lado, también existe relación entre la fuerza y la resistencia, ya que si se considera en cualquier manifestación de la fuerza la duración o el tiempo de mantenimiento de su expresión, se estarán poniendo en juego componentes metabólicos (relacionados con la resistencia) que podrán influir positivamente o no en el



mantenimiento de dicha manifestación (Tous Fajardo, 1999) (Figuras 6 y 7).



*Figura 6. Manifestación de la relación entre fuerza y resistencia muscular.*



*Figura 7. Manifestación de la relación entre fuerza y resistencia muscular.*

La fuerza también estará relacionada con la coordinación, en cuanto a que depende de procesos de regulación y de control nervioso para la ejecución de la contracción muscular (en cualquiera de sus manifestaciones o tipos de tensión). Sea cual sea el ámbito donde la fuerza se manifieste (aptitud física, prevención y recuperación de lesiones, deportivo, estético corporal), las necesidades hacen que se exija un determinado nivel de coordinación para el logro de precisión y eficacia en la ejecución del movimiento (Pradet, 1999) (Figura 8).



*Figura 8. Expresión de la relación entre fuerza y coordinación en acciones deportivas.*

Finalmente, la fuerza tendrá relación con la flexibilidad, en cuanto a que ésta capacidad permitirá el desarrollo de óptimo de amplitudes de movimiento en las distintas articulaciones, y esto podrá resultar positivo para el desarrollo de la fuerza en todo el recorrido articular (si así se lo requiere). Por el contrario, un pobre desarrollo de la amplitud de movimiento puede resultar limitante para el incremento de fuerza y además ser un elemento que desde el punto de vista mecánico predispone a la aparición de lesiones (Di Santo, 2006) (Figura 9).



*Figura 9. Expresión de la relación entre fuerza y flexibilidad en la ejecución de un ejercicio con sobrecarga (observar las amplitudes de movimiento en articulaciones de muñeca, codo, cadera, rodilla y tobillo).*

Como conclusión a este apartado resaltamos la necesidad de considerar las posibles relaciones existentes entre las distintas capacidades y la fuerza, según el ámbito en el que tengamos que manifestar nuestra labor profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Acero M. y cols. *La velocidad*. Editorial Gymnos. 1998.
2. Alarcón N. *Apuntes del Grupo de estudios 757*. Rosario. 1996.
3. Alarcón N. *Apuntes Diplomatura en Preparación Física*. Rosario. 2005.
4. Beachle T. Earle R., *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*. Editorial Panamericana. Segunda Edición. 2007.
5. Bompa T. *Teoría y metodología del entrenamiento*. Editorial Paidotribo. 1994.
6. Bosco C. *La Fuerza Muscular*. Editorial Inde. 2000.
7. Cappa D. *Entrenamiento de la potencia muscular*. 2000.
8. Cometti G.; *Los Métodos Modernos de Musculación*. Editorial Paidotribo. 2005.
9. Ehlenz; Grosser; Zimmermann. *Entrenamiento de la Fuerza*. Editorial Martínez Roca. 1990.
10. Fleck S., Kraemer W. *Designing resistance training programs*. Human Kinetics Books.
11. García Manso. *Alto Rendimiento. Adaptación y Excelencia Deportiva*. Editorial Gymnos. 1999.
12. García Manso M., *La Fuerza*. Edit. Gymnos. 1999.
13. González Badillo J., Gorostiaga Ayestarán E. *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento*. Editorial Inde. 1995.
14. Grimby G. *Physical activity and effects of muscle training in the elderly*. *Annals of Clinical Research*, Vol 20, N° 1-2, pp 62-66, 1998.
15. Grosser M. *Principios del entrenamiento deportivo*. Editorial Martínez Roca. 1984.
16. Grosser, Bruggeman, Zintl *Alto Rendimiento Deportivo*. Editorial Martínez Roca. 1989.
17. Howley y Franks. *Manual del Técnico en Salud y Fitness*. Editorial Paidotribo 2000.
18. Jiménez A. (Coordinador). *Entrenamiento de Fuerza. Avances en ciencias de la actividad física y el deporte*. Universidad Europea de Madrid. 2007.
19. Jiménez A. (Coordinador). *Entrenamiento Personal. Bases, fundamentos y aplicaciones*. Editorial INDE. 2005.
20. Platonov V. *El entrenamiento deportivo*. Edit. Hispano Europea 1990.
21. Platonov V; Bulatova M. *La Preparación Física*. Editorial Paidotribo. 1993
22. Platonov V.N. *La Adaptación en el Deporte*. Editorial paidotribo. 1995.
23. Platonov V. N. *El entrenamiento deportivo, teoría y metodología*. Editorial Paidotribo. 1994.
24. Pradet M.; *La preparación física*. Editorial Inde. 1999.
25. Schmidtbleicher D., *Ciclo Estiramiento-Acortamiento del sistema neuromuscular: desde la investigación hasta la práctica del entrenamiento*. Proceedings del Simposio Internacional de Fuerza y Potencia relacionadas con los deportes, la actividad física y la rehabilitación. 2000.
26. Tous Fajardo J.; *Nuevas tendencias en musculación*. 1999.
27. Verjoshansky Y., SIFF M. *Super entrenamiento*. Editorial Paidotribo. 2000.
28. Weineck J. *Entrenamiento óptimo* Edit. Hispano Europea 1990.
29. Zatsiorsky V.M. *Metodología deportiva*. Editorial Planeta. 1990