

Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración

P. L. Rodríguez García

Profesor de la Facultad de Educación. Universidad de Murcia.
Entrenador Superior de Fisicoculturismo y Musculación

Universidad de Murcia. Facultad de Educación

Resumen: La fuerza se presenta como uno de los factores de rendimiento esenciales en cualquier disciplina deportiva, así como en las distintas manifestaciones donde la actividad motriz sea necesaria de forma primordial. Sin embargo, las formas de presentación de dicha cualidad son muy variadas, circunstancia que requiere un conocimiento adecuado y minucioso de las necesidades particulares de cada especialidad o tarea, con el objeto de diseñar programas de trabajo de fuerza específicos e individualizados. Para tal circunstancia, será preciso una modificación de los factores principales que influyen en el desarrollo de la fuerza y, por tanto, en la determinación del tipo o expresión de fuerza necesario para obtener el máximo rendimiento o funcionalidad. Una vez determinadas las necesidades y el tipo de fuerza a desarrollar, será necesario establecer una evaluación del punto de partida de la misma para, de esta forma, determinar las metas a conseguir y modular el trabajo en función de dichas informaciones. Estos datos deberán ser extraídos de las baterías de pruebas o test estandarizados de fuerza que existen o, de otra forma, diseñar una prueba específica que reúna las condiciones principales que ha de tener cualquier test de valoración y que se ajuste estrictamente a nuestras necesidades.

Summary: The strength is introduced like one of the factors of essential efficiency in any sport discipline, as well as in any manifestation where the kinetic activity is necessary of primordial form. However, like you could have been appreciated, the forms of manifestation of this quality is very varied, circumstance that requires an adequate and elaborate knowledge of the particular necessities of each specialty or task, for the purpose of designing specific and individualized strength work programs. For like circumstance, you will be precise a modification of the factors principals that influence in the development of the strength and, therefore, in the determination of the type or expression of necessary strength in order to get the maximal efficiency. Once determined the necessities and the type of strength to develop, it will be necessary establish an evaluation of the point of parting of the same, for in this way, determine the goals to get and modulate the work in function of this informations. These datas will be extracted of the batteries of tests or standar test of strength that exists or, of another form, design a specific test that gathers the principal conditions that it are supposed to have any test of valuation and that it adjust strictly to our necessities.

1. Introducción:

La vitalidad en los seres vivos queda reflejada por una gran expresión de movimiento que, de forma imperativa, requiere la presencia de una fuerza que lo genere¹.

La producción de fuerza en el hombre va a ser imprescindible para su desarrollo dentro del medio que le rodea y para la adaptación al mismo. Es necesaria para la realización de tareas de la vida cotidiana, para el desempeño de los más variados trabajos, así como para constituir un desarrollo armónico de la estructura corporal en las diversas fases de crecimiento.^{9,11} Podemos apreciar que la máxima expresión de movimiento queda reflejada dentro del seno de las actividades físico-deportivas, donde cada vez son solicitados mayores niveles de exigencia, entre los cuales, la fuerza representa un alto exponente.

Dicha fuerza quedará manifestada por la movilización del aparato locomotor, conformado por un elemento pasivo, representado por las palancas óseas, articulaciones o centros de movimiento y haces ligamentosos como estructuras de salvaguarda de dichos centros de movimiento; y un elemento activo, constituido por el sistema neuromuscular, capaz de generar fuerzas internas en virtud de procesos de naturaleza fisiológica. Dichos procesos se van a ver influenciados por diferentes factores, entre los cuales, podemos destacar según diferentes autores^{12,17}: temperatura corporal, estado de preparación o entrenamiento, sección transversal muscular, longitud del músculo, pretensión muscular, tipo de contracción muscular, sexo, edad, tipo de palanca mecánica existente, tipos de fibras musculares, coordinación intramuscular e intermuscular y estado de fatiga.

El trabajo de fuerza en las diferentes disciplinas deportivas está adquiriendo un papel preponderante dentro de los programas de entrenamiento. Hemos de considerar que, en toda búsqueda de rendimiento deportivo, es importante tener en cuenta una amplia gama de elementos que, de forma directa o indirecta, van a propiciar la consecución del mismo. En primer lugar, y como factor primordial, es imprescindible adquirir un conocimiento exhaustivo de las características de la prueba o pruebas deportivas a las que debe someterse el deportista y determinar los niveles de fuerza que son demandados en la misma, circunstancia que posibilitará el diseño acertado de programas individualizados y específicos de entrenamiento de fuerza que nos puedan aproximar a la mayor eficacia de actuación.

En esta línea de consideraciones y, refiriéndonos concretamente a deportes de competición, es necesario tener en cuenta que, dentro de cada disciplina deportiva, existe una amplia gama de modalidades diferentes que reúnen una serie de peculiaridades susceptibles de modificar seriamente las líneas de trabajo de fuerza requeridas.

La conjunción de toda esta serie de factores van a determinar que la producción de fuerza y el resultado de su aplicación en el medio sea susceptible de ser clasificada en relación a diversos puntos de interés que analizaremos en este artículo.

Del mismo modo, una vez determinada la modalidad de fuerza requerida en cada prueba en cuestión, será necesario conocer el punto de partida de la misma a través de la puesta en práctica de toda una serie de ejercicios que puedan ofrecer una valoración cuantitativa eficaz de los niveles de fuerza alcanzados por un sujeto, información que será esencial para el diseño de programas específicos de entrenamiento o la modulación de los mismos en función de los datos arrojados por dichas pruebas²⁹. Dichos ejercicios o pruebas de valoración vendrán representados por los llamados **test de fuerza** que, junto a las características y criterios para determinar su utilidad, han de ser capaces de medir las diversas formas de fuerza existentes.

Por último, señalar que existe una extensa gama de pruebas de valoración para la determinación de la fuerza muscular. Por tanto, señalaremos aquellos test que en la actualidad son más representativos y poseen un mayor índice de utilización.

Fundamentos y clasificaciones de la fuerza

1. Fuerza y tipos de contracción muscular

La producción de fuerza está basada en las posibilidades de contracción de la musculatura esquelética. Dicha contracción se genera en virtud de la coordinación de las moléculas proteicas contráctiles de actina y miosina dentro de las unidades morfofuncionales descritas en las fibras musculares (sarcómeras). Sin embargo, la relación existente entre la tensión muscular generada y la resistencia a vencer, van a determinar diferentes formas de contracción o producción de fuerza. Estos tipos de contracción diferenciados van a dar como resultado los siguientes tipos de fuerzas:

1.1. Fuerza estática: es aquella que se produce como resultado de una contracción isométrica, en la cual, se genera un aumento de la tensión en los elementos contráctiles sin detectarse cambio de longitud en la estructura muscular^{24,25}. Es decir, se produce una tensión estática en la que no existe trabajo físico, ya que el producto de la fuerza por la distancia recorrida es nulo. En este caso, la resistencia externa y la fuerza interna producida poseen la misma magnitud, siendo la resultante de ambas fuerzas en oposición igual a cero. Esta manifestación de fuerza requiere un cuidado extremo en su práctica dadas las repercusiones cardiovasculares que conlleva en esfuerzos máximos²⁸.

1.2. Fuerza dinámica: es aquella que se produce como resultado de una contracción isotónica o anisométrica, en la cual, se genera un aumento de la tensión en los elementos contráctiles y un cambio de longitud en la estructura muscular⁴¹, que puede ser en acortamiento, dando como resultado la llamada **fuerza dinámico concéntrica**, en la cual, la fuerza muscular interna supera la resistencia a vencer; o tensión en alargamiento de las fibras musculares, que supondría la llamada **fuerza dinámico excéntrica** donde la fuerza externa a vencer es superior a la tensión interna generada.

Sobre el medio más eficaz de trabajo con cada una de estas formas de contracción muscular no existen datos aclaratorios debidamente contrastados, siendo recomendado para cada disciplina deportiva el empleo de la contracción más acorde a

las condiciones específicas de la prueba en cuestión.²⁶ Lo que sí se conoce es el hecho de que las contracciones excéntricas permiten movilizar altas intensidades con requerimientos energéticos menores, aunque se asocia de manera directa al dolor muscular tardío¹⁴. Otros autores señalan, sin embargo, que el entrenamiento excéntrico genera un aumento de fuerza de los tendones y músculos que, combinados con ejercicios de elasticidad, se convierte en una herramienta importante dentro de los métodos rehabilitadores¹³.

En la mayoría de las contracciones musculares efectuadas “in vivo” se produce un cambio de tensión y de longitud en el músculo, conjugándose las contracciones de naturaleza isométrica e isotónica, recibiendo esta forma de contracción el nombre de **auxotónica**. También conocemos la posibilidad de realizar contracciones **isocinéticas** mediante el empleo de dinamómetros electromecánicos que mantienen constante la velocidad de contracción del músculo en esfuerzo, independientemente de la fuerza aplicada, y que están adquiriendo un gran auge en programas de entrenamiento, sobre todo, dentro de la fuerza explosiva y en el campo de la rehabilitación³¹.

Si tenemos en cuenta una interacción entre las principales formas de contracción que poseen las fibras musculares (contracción concéntrica y excéntrica) podemos hablar de dos tipos de manifestación de fuerza diferentes, que suponen la llamada **fuerza activa y fuerza reactiva**⁴⁰.

Por fuerza activa se entiende aquella manifestación de fuerza en la cual sólo queda patente el acortamiento de la parte contráctil en un ciclo simple de trabajo muscular. Por el contrario, en la fuerza reactiva y, en virtud de los tejidos conectivos de naturaleza fibrosa que rodean a las estructuras musculares (figura 1), se genera un doble ciclo de trabajo muscular representado por el mecanismo de estiramiento-acortamiento. Cuando dichos tejidos son elongados, se acumula una gran energía potencial que puede ser transformada en energía cinética sumativa a la fase de contracción concéntrica que sigue al estiramiento.

2. La fuerza en relación a la movilización de resistencias

Si la relación entre la resistencia a vencer y la tensión muscular generada determina ciertas formas de contracción muscular, la movilización de dichas resistencias dará lugar a una serie de parámetros de relación entre carga y velocidad de ejecución de movimientos que produce el surgimiento de nuevas formas de clasificar la fuerza muscular.

La fuerza y la velocidad de ejecución mantienen una relación inversa, de tal forma que, ante una gran resistencia a superar, la velocidad de ejecución disminuye²³.

En este sentido, observaremos pequeñas resistencias a vencer que son desplazadas a gran velocidad de movimiento junto a grandes cargas movilizadas a base de movimientos de extrema lentitud. De esta relación, junto a la inclusión de los fenómenos de fatiga existentes ante la duración de las contracciones musculares, surgen las clasificaciones más frecuentes y generales establecidas por los diferentes autores del campo del entrenamiento deportivo^{4,17,20,8,32,19,22}.

2.1. Fuerza máxima: es la mayor expresión de fuerza que el sistema neuromuscular puede aplicar ante una resistencia dada^{35,36,21}. Dicha manifestación de fuerza puede ser estática (fuerza máxima estática), cuando la resistencia a vencer es insuperable; o dinámica (fuerza máxima dinámica), si existe desplazamiento de dicha resistencia.

Cuando la expresión de fuerza manifestada no alcanza el máximo de su expresión podemos hablar de la llamada **fuerza submáxima**, que también posee una modalidad estática (isométrica) o dinámica, y que viene expresada normalmente en términos de porcentaje sobre la fuerza máxima. Dentro de la fuerza submáxima existe una relación muy importante entre las magnitudes de intensidad y duración del esfuerzo.

Algunos autores^{17,38} llegan a distinguir dentro de la fuerza máxima dinámica entre la llamada **fuerza máxima concéntrica**, como la manifestación máxima de fuerza que se produce cuando la resistencia sólo se puede desplazar una vez o se desplaza ligeramente, y la **fuerza máxima excéntrica**, que es aquella fuerza máxima que se opone ante una resistencia que se desplaza en sentido opuesto al que realiza el sujeto.

Dentro de la fuerza máxima dinámica hay autores² que hablan de la llamada **fuerza pura**, como aquella movilización de carga que tan sólo permite repetir un ejercicio de dos a cuatro veces.

La fuerza máxima depende de tres factores principales que son susceptibles de ser entrenados, como son la sección transversal del músculo o hipertrofia (la hiperplasia producida por el fenómeno de “splitting” o rajamiento fibrilar no ha sido demostrada de forma clara, existiendo datos contradictorios en la bibliografía internacional³⁷), la coordinación intermuscular o intervención coordinada en el tiempo de los diferentes grupos musculares que participan en una acción y la coordinación intramuscular o grado de intervención coordinada de las diferentes unidades motrices que configuran un grupo muscular, basadas en un eficaz sistema de activación de las unidades motrices³⁹ y las fuentes energéticas para la síntesis de proteínas musculares^{33,27,3}.

2.1.1. Test de fuerza máxima

Dentro de las pruebas de valoración de fuerza máxima es preciso distinguir entre la fuerza máxima estática y la fuerza máxima dinámica.

Para la determinación de la fuerza máxima estática o isométrica pueden ser utilizados los llamados **dinamómetros isométricos**, donde es valorada la fuerza de los grupos musculares de una articulación en una determinada angulación en base al análisis de los picos de fuerza producidos a velocidad cero. No obstante, también pueden ser utilizados los **dinamómetros de cable**, **tensiómetros** o **máquinas de musculación** adaptadas a los diferentes grupos musculares con incremento progresivo de la carga hasta llegar a la ausencia total de movimiento en la contracción muscular.

Para la determinación de la fuerza máxima dinámica se establece la movilización de una determinada carga en una única repetición máxima (1 RM), pudiéndose realizar dichos test por medio de máquinas o pesos libres. Como ejemplo de esta serie de pruebas podemos señalar para el tren inferior el **test de flexión de rodillas con peso**⁴³ o "**sentadilla máxima**" (figura 2), donde el sujeto ha de establecer una flexión y extensión de piernas movilizand o la mayor carga que permita una única repetición completa (las angulaciones de ejecución del test se adaptarán a las características de la prueba en cuestión). La carga es colocada por medio de una barra de grandes dimensiones sobre los hombros del sujeto. El resultado del test supone el registro de dicha carga.

La mecánica de ejecución de este test puede ser establecida para cualquier grupo muscular, destacando el **test de fuerza tendido de espaldas**⁴³ o "**press de banco máximo**" (figura 3). En dicho test, el sujeto ha de movilizar la máxima carga posible en un movimiento de flexión y extensión completa de brazos tumbado en posición horizontal sobre un banco. Los brazos se colocan abiertos a la anchura de los hombros y la barra con la carga ha de descender hasta contactar con el pecho a la altura de la línea imaginaria marcada por los pezones. El resultado del test supone el registro de la carga mov ilizada.

Es importante tener en cuenta que, entre cada uno de los intentos efectuados, se ha de establecer una recuperación completa del sujeto que nos asegure y dote de fiabilidad en los resultados conseguidos en la prueba.

2.2. Fuerza explosiva: también denominada fuerza-velocidad y caracterizada por la capacidad del sistema neuromuscular para generar una alta velocidad de contracción ante una resistencia dada^{6,16,20,22}. En este caso, la carga a superar va a determinar la preponderancia de la fuerza o de la velocidad de movimiento en la ejecución del gesto. No obstante, las mejoras de fuerza explosiva encuentran una mayor correlación en el trabajo de fuerza que con mejoras de velocidad de ejecución¹⁰.

El tipo de fibras musculares implicadas en la acción va a tener una importancia vital para este tipo de manifestación de fuerza³⁴, siendo las fibras blancas, rápidas o fibras FT (fibras de alta velocidad de contracción, gran producción de fuerza y adaptadas a esfuerzos intensos de naturaleza anaeróbica) las que poseen un papel preponderante en contraposición a las fibras rojas, lentas o ST (poseen escasa velocidad de contracción, poca fuerza y adaptadas a esfuerzos prolongados de naturaleza aeróbica)

Otros autores²⁵ distinguen entre las manifestaciones de fuerza explosiva y **fuerza rápida**, señalando que fuerza explosiva supone la superación de resistencias que no alcanzan el límite mediante la aplicación de la máxima aceleración (potencia), mientras que la fuerza rápida es la aplicación de una aceleración por debajo de la máxima para superar una resistencia similar a la anterior. También se utiliza el término de **fuerza lenta** que podría ser comparado a las manifestaciones de fuerza máxima dinámica o fuerza pura.

Dentro de la fuerza explosiva se establece una atención directa a los elementos elásticos de las fibras musculares, circunstancia que justifica la aparición de otras formas de fuerza, en las cuales, el ciclo estiramiento-acortamiento ejerce una acción principal. De esta forma surge la llamada fuerza **explosivo-elástica** y fuerza **explosivo-elástico-reactiva**^{17,40}. Ambos tipos de fuerza suponen una subclasificación de la llamada **fuerza pliométrica**, definida como la capacidad de alcanzar una fuerza máxima (eliminando en este caso el matiz de movilización de altas resistencias y aplicando la consideración del mayor estímulo producido) en un período de tiempo lo más corto posible, en virtud de la energía acumulada en los procesos de estiramiento-acortamiento musculares^{7,18}.

La fuerza explosivo-elástica es aquella fuerza potencial que la musculatura almacena cada vez que se ve sometida a un estiramiento, energía que se transforma en cinética cuando se establece la fase de contracción concéntrica; es decir, los elementos elásticos del músculo actúan como si fuesen un muelle.

En la fuerza explosivo-elástico-reactiva se produce una reducción sensible del ciclo estiramiento-acortamiento, circunstancia que añade a la acción restitutiva de los tejidos la intervención del reflejo miotático o reflejo de estiramiento, que aumenta en gran medida la contracción subsiguiente. La fase de estiramiento-acortamiento ha de ser extremadamente rápida para obtener los beneficios de la acción refleja, situándose en torno a 240-160 mseg⁴⁰.

2.2.1. Test de fuerza explosiva

Para la valoración de la fuerza explosiva han sido muy representativos los test de salto vertical, destacando una gran variedad y modificaciones para distinguir la fuerza explosiva propiamente dicha del tren inferior y la intervención de fuerzas elástico-reactivas de la musculatura.

2.2.1.1. Test de salto vertical **“Squat Jump”** de Bosco⁵. El sujeto ha de efectuar un salto vertical máximo partiendo con rodillas flexionadas a 90° con el tronco recto y las manos colocadas a la altura de la cintura (el salto se realiza sin contramovimiento ni ayuda de los brazos) (figura 4). Con la utilización de plataformas de fuerza y tablas piezoeléctricas es posible obtener una relación de fuerza-tiempo que dé como resultado el impulso mecánico producido así como la determinación de la velocidad vertical de despegue y, consecuentemente, la altura alcanzada por el centro de gravedad.

Condiciones de ejecución:

1. Es preciso efectuar un buen calentamiento de la musculatura extensora de las piernas.
2. Ejecutar el test en ausencia total de fatiga.
3. No se debe permitir el contramovimiento de piernas, ya que es una prueba que valora la fuerza explosiva en ausencia de elementos elástico-reactivos.
4. La planta de los pies ha de permanecer durante la fase de impulso pegada al suelo.
5. Si se utiliza plataforma de fuerzas es preciso que esté recubierta de una superficie antideslizante.

Si no es posible la presencia de plataformas de fuerza, puede ser empleada la modalidad de instrumentación empleada en el **test de Abalakov**^{42,43}, en la cual, se calcula la altura alcanzada en el salto por medio de la utilización de una cinta métrica anclada en la cintura del sujeto. Otra variante más sencilla de utilizar es el llamado test de salto vertical “**jump and reach**”¹⁵ o “*detente vertical*”, donde únicamente se requiere una pared vertical y polvo coloreado como material imprescindible. Frente a la pared se marca inicialmente la altura alcanzada con ambos brazos extendidos. Después se separa el sujeto unos 20-30 centímetros de la pared y ejecuta un salto máximo en idénticas condiciones a las descritas anteriormente. Se medirá la diferencia de las marcas señaladas en la pared. Se realizan tres tentativas de las cuales se evalúa la mejor de todas ellas.

2.2.1.2. Test de salto en contramovimiento o “**Counter Movement Jump**” de Bosco. Supone una variación sobre el anterior, ya que se antepone a la acción de salto un rápido movimiento de flexo-extensión de piernas partiendo en posición de bipedestación (figura 5). El componente elástico eliminado anteriormente cobra una especial relevancia en esta expresión, en la cual, se consiguen aumentos de un 20% sobre el test anterior. Esta prueba valora por tanto la fuerza explosivo-elástica del sujeto, ya que las diferencias respecto al anterior se deben a la restitución de los elementos elásticos en serie de las fibras musculares. Esta diferencia de magnitud recibe el nombre de **índice de elasticidad**.

2.2.1.3. Para valorar la fuerza explosivo-elástico-reactiva se emplea el llamado **test de saltos sucesivos** que se realiza mediante la repetición de 4-5 saltos verticales sucesivos y máximos efectuados mediante un brevísimo tiempo de contacto de aplicación de la fuerza en el suelo (son considerados buenos registros aquellos en los cuales el sujeto permanece en contacto con el suelo unos 160 milisegundos aplicando altos picos de fuerza) y evitando la deformación articular en cada contacto con el suelo. El cronómetro conectado en el tapiz registra tanto el tiempo de vuelo como el de contacto en la plataforma.

En relación con el tren superior destacaremos las pruebas de lanzamientos de objetos a máxima distancia: **test de lanzamiento de balón**.

2.2.14. Test de **lanzamiento de balón medicinal** (3-5 Kg.). Colocado en posición erguida y sujetando un balón medicinal con ambas manos por encima de la cabeza, se trata de lanzar el balón (los hombres lanzarán 5 Kg., mientras las mujeres emplearán 3 Kg.) a la mayor distancia posible mediante la realización de una flexo-extensión de piernas con o sin arqueamiento del tronco sin rebasar una línea transversal situada delante del lanzador (figura 6). Existe una variante en la cual se coloca al sujeto arrodillado tras la línea de partida. Se realizan dos tentativas de las cuales se evalúa la mejor de ellas.

2.2.15. Test de **lanzamiento a una mano** (varios pesos). Colocado lateralmente y con una de las piernas adelantadas tras una línea transversal, se ejecutará el lanzamiento del objeto realizando un cambio de peso de piernas hacia delante (figura 7). Los pesos

utilizados en este tipo de lanzamiento son variados¹⁵ (7,25 Kg., 6 Kg., 5 Kg., 4 Kg.) pudiéndose llevar a cabo por adultos, jóvenes y niños.

2.3. Fuerza-resistencia: es la capacidad de soportar la fatiga en la realización de esfuerzos musculares que pueden ser de corta, media y larga duración. Supone, por tanto, una combinación de las cualidades de fuerza y resistencia, donde la relación entre la intensidad de la carga y la duración del esfuerzo van a determinar la preponderancia de una de las cualidades sobre la otra.

En este sentido, podemos hablar de la llamada **fuerza resistencia de corta duración**, donde se intenta superar la fatiga ante intensidades superiores al 80% de una repetición máxima (1 RM), circunstancia en la cual dominan los factores locales y donde no existe aportación de oxígeno y nutrientes por vía sanguínea, debido al cierre de las vías arteriales a causa de la elevada tensión muscular.

Hablaremos de **fuerza resistencia de media duración** en esfuerzos mantenidos ante cargas situadas entre el 20% y el 40% de 1 RM, donde las cualidades de fuerza y resistencia aportan un valor prácticamente equitativo de cara al rendimiento. Por último, señalar la denominada **fuerza resistencia de larga duración**, manifestada en esfuerzos mantenidos por debajo del 20% de 1 RM, donde las vías de producción de energía aeróbicas adquieren clara preponderancia en relación a la fuerza local.

2.3.1. Test de fuerza resistencia.

Dadas las condiciones de variedad en las diferentes formas de manifestación de la fuerza-resistencia, podemos encontrar un amplio abanico de pruebas de valoración, en las cuales, la relación intensidad, tiempo o número de repeticiones se adapta a las características de dichas manifestaciones. Señalaremos a continuación los modelos más usuales en la valoración de la fuerza resistencia para tren superior e inferior.

2.3.1.1. Test de **flexo-extensiones de pierna**¹⁵. El sujeto se coloca junto a una pared donde establecerá una marca con el brazo extendido y apoyado sobre una pierna, con la cual efectuará flexo-extensiones contactando en la fase de flexión con una guía colocada a 20 centímetros por la parte posterior y a una altura correspondiente con la rótula del sujeto, mientras que en la extensión completa ha de situar el brazo extendido sobre la marca señalada previamente en la pared. Durante la extensión de pierna el tronco ha de permanecer recto (perpendicular a la línea de tierra). Se anotará como resultado del test el tiempo empleado por el examinado en ejecutar diez flexo-extensiones completas (figura 8)

2.3.1.2. Test de **flexión de brazos en barra**⁴³ o "**dominadas**" (figura 9). Se coloca el sujeto suspendido sobre una barra con los brazos a la anchura de los hombros y las palmas de las manos orientadas hacia delante. Se ha de ejecutar una flexión de brazos manteniendo el cuerpo totalmente extendido hasta contactar con el mentón en la parte superior de la barra. Se anotarán como resultado del test el máximo número de repeticiones que sean efectuadas en 30 segundos.

2.3.1.3. Test de **extensiones de brazos en suelo** o "*fondos en el suelo*". Se coloca el sujeto en tendido prono con apoyo de pies y manos en el suelo, las puntas de los dedos están orientadas hacia delante. Los brazos se colocan a la anchura de los hombros. Se ha de ejecutar la extensión completa de los brazos manteniendo el cuerpo alineado. Se anotará como resultado del test el mayor número de repeticiones efectuadas en 30 segundos (figura 10).

2.3.1.4. Test de **fuerza-resistencia abdominal**. Colocados en decúbito supino con flexión de cadera a 90° y con un agarre que mantenga los pies pegados al suelo o colchoneta. Las manos están colocadas de forma entrelazada y apoyadas en el pecho. Se ha de realizar movimientos de flexión de tronco hasta contactar las manos en los muslos. Se anotará como resultado del test el mayor número de repeticiones efectuadas en 30 segundos (figura 11).

En la figura 12 se puede observar un esquema de los diferentes tipos de fuerza teniendo en cuenta criterios de relación entre las intensidades movilizadas, velocidad de contracción y fatiga.

3. Fuerza y peso corporal

Si tenemos en cuenta que uno de los factores determinantes de la producción de fuerza en el sujeto es la cantidad de tejido muscular existente, para establecer una valoración consecuente de la misma, ha de ser analizada en relación directa con el peso corporal total del mismo ya que, a mayor número de miofibrillas musculares, mayor cantidad de fuerza podrá ser generada.

De esta relación fuerza/peso corporal surgen los términos de **fuerza absoluta** y **fuerza relativa**^{19,41}. Por fuerza absoluta se entiende la cantidad de fuerza que un sujeto puede producir independientemente de su peso corporal, mientras que la fuerza relativa es la cantidad de fuerza producida en relación con el peso corporal. Altos niveles de fuerza relativa suponen un índice importante para el desarrollo de la fuerza explosiva.³⁰ Ésta es la base del establecimiento de diferentes categorías en deportes donde la fuerza es un factor decisivo de rendimiento, tales como halterofilia, judo, boxeo, lucha, etc.

Junto a estas manifestaciones de fuerza es preciso destacar la llamada **fuerza límite**, que es aquella magnitud de fuerza que no puede ser obtenida de forma voluntaria, llegándose a conseguir a través de condiciones psicológicas extremas, consumo de fármacos o electroestimulación. Algunos autores utilizan la expresión fuerza absoluta para referirse a la fuerza límite^{16,17}.

4. Fuerza y deporte: preparación para la competición

Otra de las clasificaciones que se pueden establecer en relación con la fuerza surge de la consideración del tipo de trabajo realizado en referencia a las actividades deportivas practicadas. En este sentido, se puede hablar de la llamada **fuerza general** y **fuerza específica** o **especial**^{20,35}.

Por fuerza general entendemos todos aquellos ejercicios que persiguen una formación en fuerza de carácter globalizador y necesario para obtener una preparación básica en fuerza, que puede ser válida para el desarrollo de cualquier disciplina deportiva. Sin embargo, la fuerza específica o especial viene referida a todos aquellos ejercicios que tienden al aumento de la fuerza en las condiciones concretas que requiere una determinada disciplina deportiva, trabajando los grupos musculares más solicitados en dichas disciplinas y reproduciendo en todo momento los gestos concretos de dicha actividad.

5. Consideraciones

Hemos de tener en cuenta, en referencia al tratamiento de la fuerza, una serie de aspectos fundamentales:

- Analizar las características de la prueba deportiva en cuestión, así como las demandas de fuerza que son solicitadas para la búsqueda de eficacia y rendimiento.
- Seleccionar el tipo de fuerza principal que ha de ser trabajada y determinar todos aquellos factores que dan como resultado dicha manifestación y que pueden ser entrenables.
- Utilizar en todo momento como punto de partida para el diseño de los programas de entrenamiento los datos aportados por las correspondientes pruebas de valoración. Dichas pruebas de valoración han de reunir una serie de criterios científicos esenciales para determinar su empleo:
 - **objetividad:** se refiere al grado de independencia de los resultado en relación con el examinador que ejecute la prueba.
 - **confiabilidad:** se refiere al grado de exactitud en los resultado que muestra dicho test en medidas repetidas de una misma cualidad.
 - **validez:** se refiere a la cualidad que ha de poseer un test para medir realmente aquello que se desea evaluar.
- Considerar en todo momento los objetivos por los cuales son establecidas las pruebas de valoración que, básicamente, pueden ser los siguientes:
 - La búsqueda de rendimiento para una determinada modalidad de fuerza.
 - Criterios para la detección de talentos en función del análisis de datos en población normal.
 - Determinar aquellas posibles pruebas en las cuales el sujeto establece unos mejores índices de actuación y que podría suponer el perfil de intervención deportiva.
 - Modular el proceso de entrenamiento en base a los resultados obtenidos.
- Es importante que sean seleccionadas aquellas pruebas de valoración más significativas que respondan de forma directa a las necesidades de fuerza de cada una de las disciplinas deportiva analizadas. A modo de ejemplo, destacar que sería un

error importante solicitar de un deportista de disciplinas de gran fondo (maratón, ultramaratón, esquí de fondo, etc.) la realización de una prueba de valoración de fuerza explosiva, siendo más efectivo en este caso el desarrollo de pruebas de fuerza resistencia de larga duración.

- Es preciso establecer una distinción entre los **test de laboratorio** y los llamados **test de campo**. En los test de laboratorio se lleva a cabo una evaluación dentro de un ambiente sumamente controlado y utilizando una instrumentación que simula la actividad deportiva. En los test de campo, se establece una evaluación del deportista en el ambiente concreto de la prueba, circunstancia por lo cual es complicado que puedan ser controladas las variables meteorológicas (temperatura, humedad, viento) y los instrumentos utilizados nunca pueden alcanzar los niveles de precisión que se obtienen en laboratorio; no obstante, hemos de destacar que se alcanza una gran especificidad en relación a la prueba en competición.
- Por último, hemos de tener en cuenta que es necesario poseer datos de percentiles en relación a resultados de las pruebas que van a ser aplicadas para cada grupo de población analizada. Por tanto, nunca han de ser comparados datos de población normal con sujetos que están mediana o altamente entrenados, siendo preciso seleccionar datos específicos de la prueba deportiva en cuestión.

Referencias bibliográficas

- 1.- AGUADO X. Eficacia y técnica deportiva. Barcelona: Inde, 1993.
- 2.- BATTISTA E. VIVES J. Fuerza y flexibilidad muscular. Buenos Aires: Stadium, 1975. p. 104.
- 3.- BERRA B. RAPELLI S. La producción energética muscular. Sport y Medicina 1990; 6: 29-33.
- 4.-BOMPA T.O. Theory and methodology of Training. The Key of Athletic Performance. Dubuque: Kendall, 1990. pp. 267-273.
- 5.-BOSCO C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona: Paidotribo, 1994. pp. 39-41.
- 6.- CERANI J.D. Las cualidades físicas y sus etapas sensibles: la fuerza. Sport y Medicina 1993 ; (19) : 15-18.
- 7.-CHU D.A. Ejercicios pliométricos. Barcelona: Paidotribo, 1993. pp. 9-15.
- 8.-COMETTI G. Les methodes modernes de musculation. Dijon: UFR STAPS, 1988. pp. 3-5.
- 9.-CORBIN C.B. Youth fitness, exercise and health: There is much to be done. Research Quarterly for Exercise and Sport 1987; 4 (58): 308-14.
- 10.-DELGADO A. PERES G. VANDEWALLE H. MONOD H. Efectos del entrenamiento sobre la potencia máxima anaeróbica de la relación fuerza-velocidad. Archivos de Medicina del Deporte 1990; 25 (7): 25-29.
- 11.-DEVÍS J. PEIRÓ C. Dossier: la actividad física y la promoción de la salud en niños/as y jóvenes: la escuela y la educación física. Revista de Psicología del deporte 1993; 4: 71-86.
- 12.-EHLLENZ H. GROSSER M. ZIMMERMANN E. Entrenamiento de la fuerza. Barcelona: Martínez Roca, 1990. p. 16.
- 13.-EKBLÖM B. Entrenamiento de la potencia y algunas aplicaciones clínicas. Archivos de Medicina del Deporte 1989; 6 (23): 263-264.
- 14.-EKBLÖM B. FRIDEN J. Contracción excéntrica y dolor muscular tardío. Archivos de Medicina del Deporte 1989; 23 (6): 259-261.
- 15.-FETZ F. KORNEXL E. Test deportivo-motores. Buenos Aires: Kapelusz, 1976. pp. 17-39.
- 16.-GENERELO E. TIERZ O. Cualidades físicas (fuerza, velocidad, agilidad y calentamiento). Zaragoza: Imagen y Deporte, 1994. pp. 19-20.
- 17.-GONZÁLEZ J.J. GOROSTIAGA E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Barcelona: Inde, 1995. p. 51.
- 18.-GUTIÉRREZ M. PADIAL P. Efecto de la precontracción muscular sobre el tiempo de impulso y altura alcanzada por corredores en salto vertical. Archivos de Medicina del Deporte 1991; 29 (8): 23-27.
- 19.-HARRE D. Teoría del entrenamiento deportivo. Buenos Aires: Stadium, 1985. pp. 123-124.
- 20.-HARRE D. HAUTMANN M. La capacidad de la fuerza y su entrenamiento. Revista de Entrenamiento Deportivo 1994; 1 (8): 32-38.
- 21.-HAUPTMANN M. HARRE D. El entrenamiento de la fuerza máxima. Revista de Entrenamiento Deportivo 1987; 2 (1): 11-18.

- 22.-HEGEDŪS J. Teoría general y especial del entrenamiento deportivo. Buenos Aires: Stadium, 1975. pp. 105-107.
- 23.-JAKOV E. BERG A. ARRATÍBEL I. KEUL J. Excitabilidad neuromuscular en relación a la función y la capacidad de carga de la musculatura. Archivos de Medicina del Deporte 1989; 22 (6): 135-141.
- 24.-KIRSCH L. Entrenamiento isométrico. Ejercicio para desarrollar la fuerza muscular y relajarse. Barcelona: Paidotribo, 1993. pp. 14-15.
- 25.-KUZNETSOV V. Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto nivel. Buenos Aires: Stadium, 1989. pp. 11-13.
- 26.-LAMBERT G. El entrenamiento deportivo. Preguntas y respuestas. Barcelona: Paidotribo, 1993. pp. 213-214.
- 27.- MACCHI G. Potasio y trabajo muscular. Sport y Medicina 1991; 9: 42-45.
- 28.-MACCHI G. Respuesta cardiovascular a la contracción isométrica. Sport y medicina 1993; 24: 21-23.
- 29.-MC DOUGALL J.D. Los test de rendimiento del deportista. Sport y Medicina 1993; 24: 24-32.
- 30.- MARTÍN R. La fuerza relativa. Revista de Entrenamiento Deportivo 1987; 4-5 (1): 70-79.
- 31.-MARTÍN F.J. ALONSO M. Utilidad de los distintos sistemas de entrenamiento de potencia muscular. Archivos de medicina del Deporte 1987; 13 (4): 37-44.
- 32.-MATVÉEV L. Fundamentos del entrenamiento deportivo. Madrid-Moscú: Raduga, 1985. pp. 182-187.
- 33.-MONTEVENTANO E. La fructosa y la síntesis de tejido muscular. Sport y Medicina 1991; 9: 8-10.
- 34.-MORALES J.L. AGUERA J.L. VIVO J. MIRÓ F. Modificaciones por el entrenamiento de los tipos de fibras II (Ia y Iib) en el músculo de la rata. Archivos de Medicina del Deporte 1990; 26 (7): 127-132.
- 35.- NAVARRO F. La fuerza. Apuntes Educación Física 1987; 7-8: 20-25.
- 36.-OZOLIN N.G. Sistema contemporáneo de entrenamiento deportivo. La Habana: Científico-Médica, 1983. pp. 78-95.
- 37.- PEÑA J. ROLDÁN R. VAAMONDE R. Adaptación morfológica de las fibras musculares al ejercicio: Hipertrofia e hiperplasia. Archivos de Medicina del Deporte 1985; 5 (2): 7-10.
- 38.-PIPES T. WILMORE J.H. Isokinetic and isotonic strength training in adult men. Medicine and Science in Sport 1975; 7 (4): 22-26.
- 39.-VEICSTEINAS A. ORIZIO C. PERINI R. El sonido muscular. Sport y Medicina 1993; 20: 11-15.
- 40.-VITTORI C. El entrenamiento de la fuerza para el sprint. Revista de Entrenamiento Deportivo 1990; 3 (4): 2-8.
- 41.- WEINECK J. Entrenamiento óptimo. Barcelona: Hispano Europea, 1988.
- 42.- LITWIN J. FERNÁNDEZ G. Evaluación en Educación Física y Deportes. Buenos Aires: Stadium, 1990. pp. 69-74.
- 43.- GROSSER M. STARISCHKA S. Test de condición física. Barcelona: Martínez Roca, 1989. pp. 31-72.

FIGURA 1

Figura 1. Representación de un modelo mecánico de estructura muscular y componentes elásticos

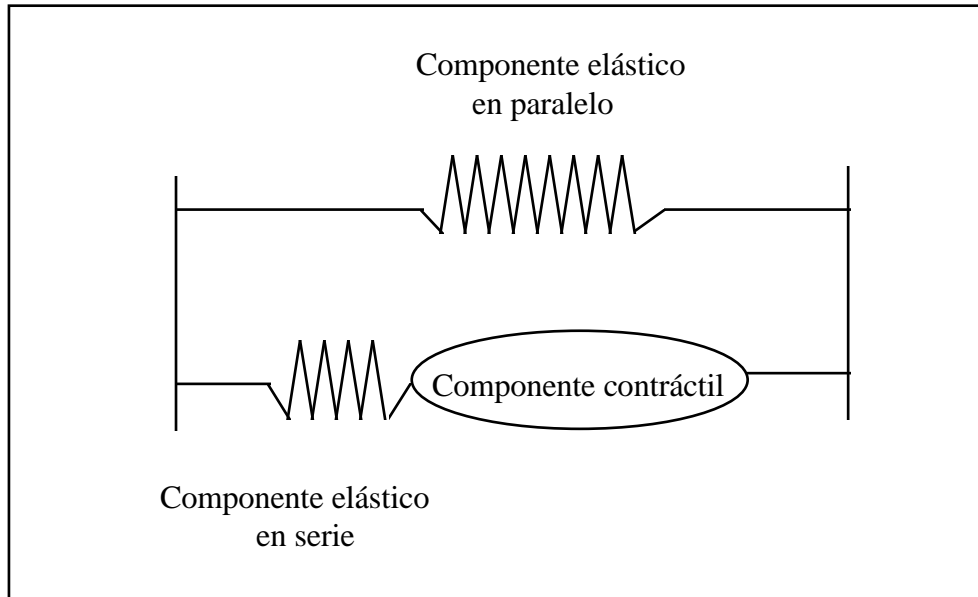


Figura 2. Test de flexión de rodillas con peso o “*sentadilla máxima*”

Figura 3. Test de fuerza tendido de espaldas o “*press de banco máximo*”

Figura 4. Test de salto vertical sin contramovimiento ni ayuda de brazos “*Squat Jump*” de Bosco

Figura 5. Test de salto vertical en contramovimiento sin ayuda de brazos “*Counter Movement Jump*” de Bosco

Figura 6. Test de lanzamiento de balón medicinal (empleo de dos manos)

Figura 7. Test de lanzamiento de lanzamiento a una mano (varios pesos)

Figura 8. Test de flexo-extensiones de piernas

Figura 9. Test de flexión de brazos en barra o “*dominadas*”

Figura 10. Test de extensión de brazos en el suelo o “*fondos en el suelo*”

Figura 11. Test de fuerza-resistencia abdominal

FIGURA 12

Figura 12. Esquema integrado de los diferentes tipos de fuerza

