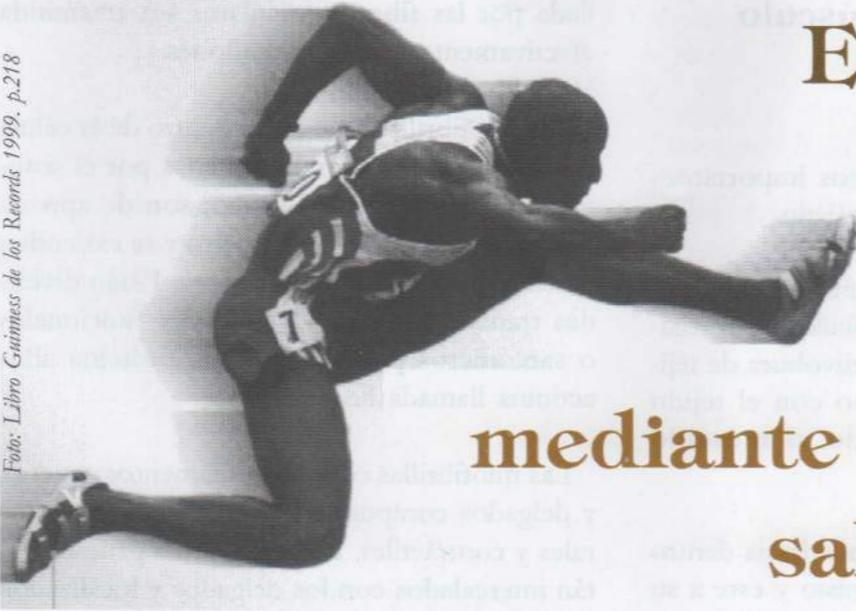


Foto: Libro Guinness de los Records 1999, p.218



# Evaluación funcional de la potencia mediante el test de saltabilidad

ORLANDO REYES CRUZ\*

## Resumen

**L**a valoración funcional del deportista no debe limitarse a la medida del consumo de oxígeno ni el umbral anaeróbico, sino a las diferentes capacidades que en conjunto permiten el buen rendimiento deportivo. Una de esas capacidades es la potencia, es decir, la capacidad para desarrollar altas cargas de trabajo mecánico en cortos periodos de tiempo. Desde el punto de vista de la utilización de sustratos, con relación al tiempo de ejecución, esto correspondería a la capacidad para escindir fosfato de creatina y regenerar rápidamente ATP a partir de ADP.

La fuerza puede ser valorada en test isométricos mediante variables biomecánicas como el ángulo al que se valora y la longitud del músculo en ese ángulo. Otra forma de valorarla es mediante test isocinéticos en los que se mide el pico torque en cada uno de los arcos del movimiento a velocidad constante, lo cual permite una valoración más dinámica. Igualmente se utilizan el dinamómetro de masa inercial giratoria y el dinamómetro isotónico computarizado. Otros métodos miden la capacidad de desarrollar este tipo de trabajos, no solo en un grupo muscular, sino que permiten una valoración global de la potencia anaeróbica. Son ellos, el test de Margaria, en el que se mide el tiempo en el cual se suben 6 escalones a la máxima velocidad posible, y se calcula la potencia mecánica con la fórmula  $Pot = h/t$  donde  $h$  es la altura y  $t$  el tiempo; el test de Wingate que usa un cicloergómetro y se hace realizando el máximo número de pedaleos en 30 segs. contra una resistencia que es proporcional al peso corporal, esto permite calcular la potencia y el índice de fatiga. Los dos últimos test miden la máxima capacidad de trabajo muscular asociada a los sustratos metabólicos utilizados, pero no necesariamente la máxima potencia mecánica, que depende también de las propiedades viscoelásticas del músculo.

\*Md. COLDEPORTES

## Aspectos del músculo

### Estructura y contracción.

Se tratan sólo algunos puntos importantes para el objetivo del presente trabajo.

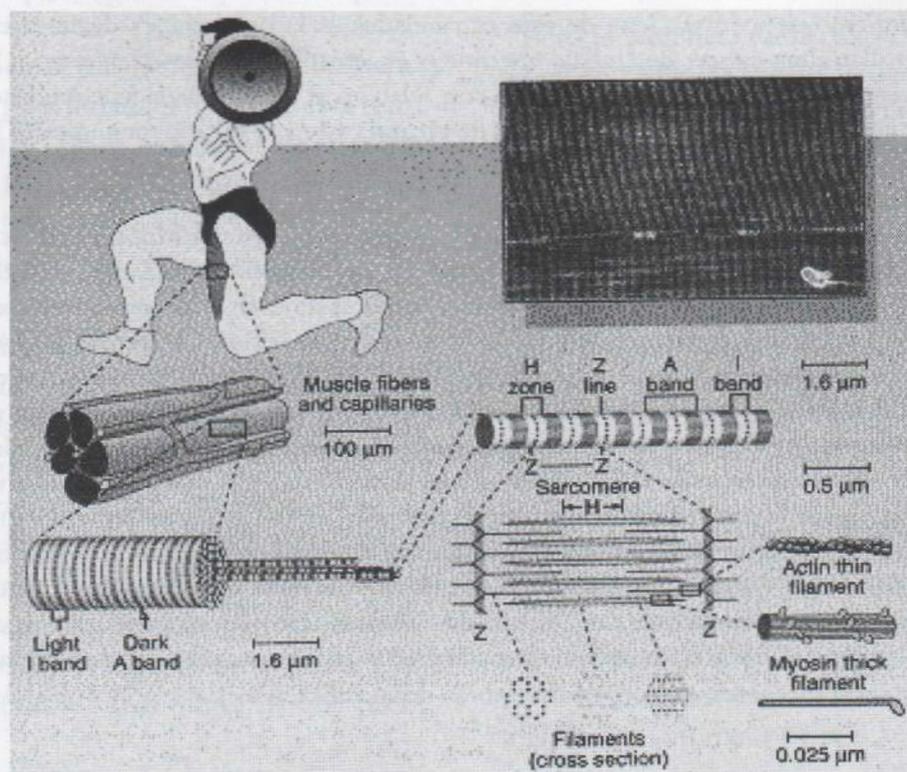
Las fibras del músculo esquelético están agrupadas por el perimysio, en fascículos de aproximadamente 20 fibras, en una envoltura de tejido conectivo que es continuo con el tejido conectivo que rodea a todo el músculo (epimysio).

Este tejido conectivo continúa hacia dentro rodeando cada fibra, el endomysio y éste a su vez es continuo con la membrana celular de cada fibra muscular llamada sarcolema, compuesta de glicoproteínas y lípidos. La fina conexión entre la membrana celular de las fibras musculares y las estructuras de tejido conectivo circundantes, permiten que la fuerza desarro-

llada por las fibras musculares sea transmitida efectivamente hacia los tendones.

Las miofibrillas, que están dentro de la célula muscular, se encuentran divididas por el sistema de retículo sarcoplásmico; son de aproximadamente 1 micra de diámetro y se extienden de extremo a extremo de la fibra. Están divididas transversalmente en unidades funcionales o sarcómeros por una hoja de proteína alfa-actinina llamada línea Z.

Las miofibrillas contienen filamentos gruesos y delgados compuestos de proteínas estructurales y contráctiles. Los filamentos gruesos están intercalados con los delgados y localizados hacia el centro de la sarcómera. Ellos están unidos a las líneas Z por una larga proteína denominada titina. Las proyecciones de los filamentos gruesos se extienden hacia los filamentos delgados formando los puentes cruzados. Estos, a su vez, contienen las proteínas actina,



tropomiosina y troponina de aproximadamente 5 nm de diámetro y 1 micra de longitud.

En el centro de la banda H del sarcómero se encuentra la línea M, que contiene varias proteínas, entre ellas, la miodesmina proteína estructural que une filamentos gruesos vecinos entre sí y creatin fosfoquinasa (CPK), enzima que ayuda al mantenimiento de adecuadas concentraciones de ATP en la fibra muscular.

La cantidad de acoplamiento entre filamentos gruesos y delgados varía con la longitud del sarcómero y determina en gran medida qué tanta fuerza desarrollará el músculo cuando es estimulado. De esto se deriva el concepto de la relación longitud-tensión.

El proceso de contracción muscular involucra, básicamente, cuatro etapas: la propagación del potencial de acción (producto de la estimulación del sarcolema por un neurotransmisor liberado en las terminaciones de la placa neuromuscular) dentro del sistema de túbulos T y la liberación de calcio desde el retículo sarcoplásmico al citoplasma, la activación de las proteínas contráctiles por el calcio, la generación de tensión por las proteínas musculares, y la relajación del músculo.

Los filamentos delgados son progresivamente llevados hacia el centro del sarcómero por el ciclo repetitivo de los puentes cruzados, y éstos llevan consigo a los discos Z. La fuerza desarrollada al doblarse los puentes cruzados es transmitida a través del filamento delgado hacia la línea Z y luego a través del sarcolema y las inserciones tendinosas del músculo hasta los huesos. Los filamentos delgados y gruesos representan el *componente contráctil*, y los tendones y otras estructuras como el tejido conectivo que rodea al músculo y otras proteínas, el *componente elástico*. En cuanto a su disposición, hay estructuras en serie como los puentes cruzados entre actina y miosina, tendones y en paralelo como

la proteína titina de las sarcómeras, el perimisio y el endomisio.

Un aspecto especial del músculo es la viscoelasticidad, propiedad que lo diferencia del comportamiento de otros materiales. Se dice que un material es viscoelástico cuando su deformación es dependiente de la carga aplicada y del tiempo en que se tarda en aplicar. Esto también hace que parte de la energía almacenada se disipe en forma de calor y no se utilice totalmente en la recuperación de la forma original. El retraso del efecto sobre la causa que la produce se denomina histéresis, así que, con el fin de aprovechar al máximo la energía elástica disponible, la histéresis debe ser menor.

## Control Neural

El control neural del movimiento voluntario involucra las áreas motoras de la corteza, las vías motoras y los moduladores de la respuesta. Existen dentro de los moduladores elementos de importancia, como los reflejos espinales, que aumentan la habilidad del sistema motor para producir un movimiento coordinado. Hay reflejos como el cutáneo que permite alejar un miembro de una fuente dolorosa, y otros como el reflejo muscular, que tiene dos modalidades: el *reflejo de estiramiento* y la *reacción al alargamiento*.

El reflejo de estiramiento causa la contracción del músculo que es estirado. El receptor en este reflejo, es el huso muscular, que tiene fibras musculares con inervación motora y sensitiva. La inervación aferente tiene dos tipos de neuronas y la eferente dos tipos de motoneuronas gamma. La descarga aferente del reflejo de estiramiento se incrementa cuando el músculo es estirado y decrece cuando es contraído. La descarga eferente, por la motoneurona gamma, aumenta al contraerse el músculo para que el SNC continúe recibiendo información de la magnitud del acortamiento muscular.

La reacción de alargamiento causa inhibición de la motoneurona alfa que inerva el músculo que se encuentra bajo tensión, permitiéndole su alargamiento. Los receptores de esta reacción se encuentran en el órgano tendinoso de Golgi; pequeños receptores encapsulados localizados en los tendones hacia la unión miotendinosa, no tiene ni fibras musculares ni innervación eferente. El órgano tendinoso es estirado siempre que el músculo se contrae. Tradicionalmente se ha interpretado como un reflejo protector en el cual una fuerte y potencialmente dañina fuerza muscular inhibe al músculo para que se alargue, a pesar del intento de continuar generando fuerza. Hoy se sabe que juega un más importante papel en la regulación de la tensión durante la actividad muscular normal. Se trata entonces de una inhibición autogénica. Otros mecanismos de control neural del movimiento escapan a esta revisión.

## El salto

Así, es posible medir la máxima potencia mecánica y además hacerlo en un gesto que sea parecido a aquellos que se utilizan corrientemente en el deporte, utilizando un test de saltabilidad.

El salto es un gesto que se utiliza en gran cantidad de actividades físicas, y los músculos implicados en este gesto son también utilizados en otros similares. Por otro lado, la capacidad del músculo para desarrollar estos trabajos depende no solo de su capacidad contráctil, sino también de sus propiedades viscoelásticas que le dan la propiedad de almacenar y utilizar energía elástica, y de sus propiedades coordinativas.

Casi todos los deportes usan movimientos que implican un ciclo con fases de estiramiento y acortamiento donde el músculo que va a contraerse es estirado previamente. En ese momento, cierta cantidad de energía es almacenada en

los elementos elásticos del músculo para ser liberada, posteriormente, en forma de trabajo mecánico. El ciclo llamado *estiramiento-acortamiento* consta de tres tipos de contracción, una contracción excéntrica seguida de una contracción concéntrica del mismo grupo muscular, y entre las fases concéntrica y excéntrica, una muy breve fase isométrica. Durante la realización de un salto vertical simple, el almacenamiento y la recuperación de la energía elástica en el músculo y el tendón, contribuyen en un 25% a 50% a la mejora de la actuación, tras un gesto de *contramovimiento*. En las investigaciones de Bosco, las ganancias medias están entre un 15 y 20%. Es de anotar que la facilitación del reflejo de estiramiento durante el ciclo estiramiento-acortamiento es disminuida si este ciclo se repite con suficiente duración o intensidad, probablemente por lesión muscular e inflamación.

En 1982, en Finlandia, Bosco realizó un trabajo en el que comparó la curva fuerza-velocidad angular y la actividad eléctrica muscular cuando se realiza un salto partiendo de la posición estática con rodillas a 90° (SJ), un salto partiendo de la misma posición, pero con un contramovimiento previo (CMJ), y un salto cayendo previamente desde una altura (DJ). El resultado es que hay una potenciación del salto encontrándose mayores promedios de fuerza cuando se realiza previamente un trabajo excéntrico antes del concéntrico. Esto se debe, algunas veces, a un reflejo de potenciación eléctrica en el músculo, demostrado por EMG, o a una potenciación elástica del músculo, siendo la proporción de estos dos componentes, variable de un sujeto a otro. Resultados similares han encontrado otros investigadores. Bosco atribuye un 30% de la mejoría a la capacidad refleja y un 70% a la capacidad elástica.

Para que pueda almacenarse energía potencial elástica es imprescindible que la musculatura implicada tenga una contracción excéntrica.

ca, la cual actuará frenando el movimiento. La eficacia de esta acción dependerá de los siguientes factores:

*La velocidad de la fase excéntrica.* A bajas velocidades de la fase excéntrica le corresponde una mayor pérdida de energía elástica. La magnitud de ésta energía se incrementa con la velocidad.

*Duración de la fase de acoplamiento.* Entre la fase excéntrica y la concéntrica hay un tiempo; que entre menor sea, hay menos pérdida de energía elástica.

*Velocidad de la fase concéntrica.* Entre mayor sea esta velocidad mayor su contribución al ciclo estiramiento – acortamiento.

*Carga externa.* La fuerza se ve influenciada por la carga externa con la que se realiza el ejercicio.

*Composición de las fibras musculares.* Al parecer, hay mayor eficacia en los músculos en los que predominan fibras rápidas.

Además, la mejora en el salto por el contramovimiento, se debe a la energía elástica acumulada proveniente de la fuerza de la gravedad y al reclutamiento reflejo de unidades motoras (reflejo miotático o de estiramiento). La cantidad de energía elástica que se acumula en el músculo, depende también del grado de deformación de sus componentes elásticos en serie, especialmente de los tendones, pero también de los componentes elásticos del interior de cada sarcómero y de los componentes elásticos en paralelo.

El concepto de *Stiffness* (dureza o rigidez muscular) se refiere a la capacidad de oposición al estiramiento que es capaz de desarrollar el músculo. Ésta tensión, como cualquier otra generada por el músculo a través de una contrac-

ción muscular, se transmite hasta su inserción a través del tendón y actuando de forma contraria a la que se produce durante la fase excéntrica por la inercia que lleva el cuerpo. El stiffness es proporcional a la superposición entre los filamentos gruesos y delgados, los cuales determinan, en parte, el grado de tensión de la oposición desarrollada. Tal rigidez depende también de factores como la preactivación o contracción anticipada, que permite optimizar la acción muscular y que está directamente relacionada con la carga que se espera soportar, y de la inervación refleja que desencadena los reflejos como el de estiramiento ya mencionados. La rigidez o stiffness se podrá mantener hasta que el músculo alcanza una deformación entre el 3-4% de su longitud inicial.

## Pruebas de saltabilidad

La historia del uso de test de saltabilidad arranca en 1885 con Marey, quien elabora una plataforma sensible a la fuerza vertical. Posteriormente, en 1921 Sargent desarrolla un test de salto vertical con el que calcula potencia, y en 1938, Abalakov, uno en el que usa una correa atada a la cintura. Davies y Cavagna (1968-1972) desarrollan la plataforma de fuerza, midiendo la fuerza de reacción, y Asmussen, en 1974, calcula la altura del salto con el tiempo de vuelo mediante la fórmula  $h=tv^2 \times 1.226$ . Más adelante aparece un tapete conductivo conectado a un sistema de cronometraje electrónico. Bosco, en 1983 propone una batería de pruebas para la medición de la capacidad del salto, que es usada actualmente; ya en 1982 había demostrado una potenciación del salto cuando se hace un contramovimiento.

En la capacidad de salto se involucran elementos determinantes como el componente elástico, el componente contráctil, la capacidad de reclutamiento muscular por parte del

sistema nervioso, la energía cinética desarrollada en la acción violenta del tronco durante el salto, y la capacidad coordinativa. Se ha encontrado, inclusive, correlación entre la potencia muscular y el porcentaje de fibras rápidas presentes en los músculos extensores de las piernas.

El test de Bosco permite la valoración de la capacidad de la fuerza durante el salto de una manera en la que no se necesitan equipos muy sofisticados y en la cual se obtienen resultados que son fácilmente interpretables por el entrenador, útiles en la evaluación y planificación del entrenamiento.

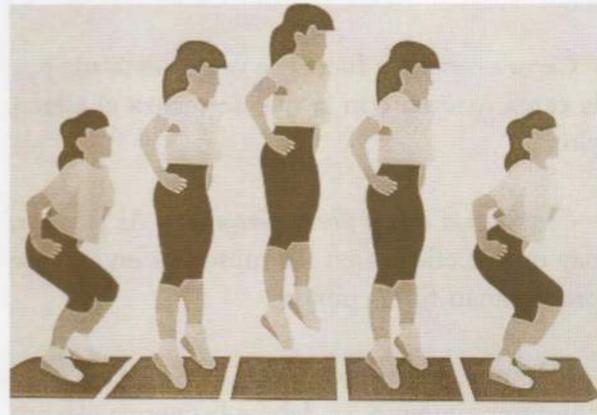
El éxito en la valoración del test depende de la estandarización de las condiciones en las cuales se realiza. Su evaluación debe hacerse contando con variables que intervienen en el desempeño del salto como: sexo, edad, disciplina deportiva, años de entrenamiento y periodo de preparación. Se debe informar al atleta sobre las características del test, motivarlo para su correcta realización y hacer los saltos en varias oportunidades. Se debe tomar registro del lugar, hora y condiciones de las pruebas. La forma correcta de realización se describe en cada test; básicamente se diferencian en la posición en que se inicia el movimiento, que determina los diferentes resultados. Sin embargo, hay estudios realizados con modelos de simulación computarizada en los que se sugiere que la altura máxima del salto vertical es prácticamente la misma en un amplio rango de posiciones iniciales.

Es aconsejable realizar un calentamiento muscular, previo a la realización del test. El aumento de la temperatura influye mejorando la fuerza máxima dinámica desarrollada y, por el contrario, la disminución de la temperatura inducida disminuye el desempeño muscular y la actividad electromiográfica. Diferentes estudios son contradictorios; se ha encontrado disminución de altura en el salto vertical con la

disminución de la temperatura muscular, y aumento de la ganancia de altura en el salto cayendo desde una altura de 40cm. La hipótesis que explicaría este último hallazgo es que la baja temperatura disminuye la frecuencia de ruptura de puentes cruzados.

### Media sentadilla squat jump (sj)

El sujeto está sobre el tapiz, manos en la cadera y piernas flexionadas por la rodilla en ángulo de 90°. Mantiene la posición por 5 seg. y ejecuta un salto vertical, evitando el contramovimiento y sin soltar las manos. La caída es con piernas extendidas.



Esta prueba valora la habilidad para el salto y la producción de fuerza explosiva de las extremidades inferiores. El resultado es expresado como la altura a la cual se ha elevado el centro de gravedad. El SJ es una prueba de fuerza – velocidad y puede ser aplicado en muchas actividades deportivas.

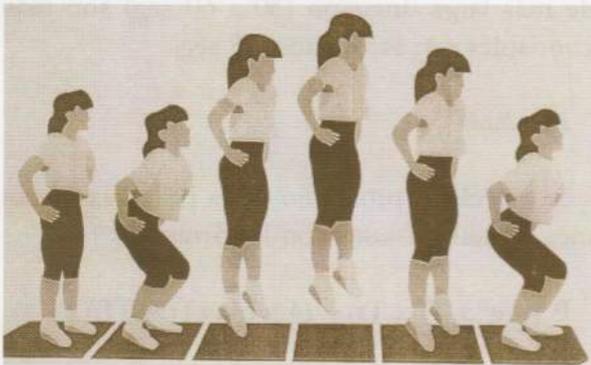
#### Resultado.

El tiempo de vuelo es usado para calcular la altura y se calcula:  $h = g \times t^2 / 8$  donde  $h =$  altura,  $g =$  aceleración de la gravedad ( $9.8 \text{ m.s}^2$ ),  $t =$  tiempo de vuelo.

El más alto salto es el resultado final de la prueba.

### Salto en contramovimiento *counter movement jump* (cmj)

Similar al anterior, pero varía la posición de partida. Se inicia desde la posición vertical a partir de la cual se hace una flexión hasta un ángulo de 90° y luego se ejecuta el salto sin soltar las manos de la cintura y cayendo con piernas extendidas.



#### Resultado.

Se utiliza la misma fórmula que en el caso anterior para la altura.

En el CMJ es posible valorar la energía elástica. En este caso el potencial elástico de los músculos extensores de los miembros inferiores. Una manera de evaluar éste potencial elástico, es comparar el desempeño en el SJ con el del CMJ. Así:

$E\% = (CMJ - SJ) \times 100/SJ$ , donde  $E\%$  = porcentaje de energía elástica, SJ y CMJ = los valores encontrados en esos dos test.

Si la diferencia observada entre los test CMJ y SJ es inferior a un 10%, la eficiencia en el aprovechamiento del ciclo estiramiento-acortamiento es insuficiente, mientras que diferencias superiores al 20% indican un déficit de la capacidad contráctil del músculo.

La cantidad máxima de energía acumulable como energía elástica se expresa,

$E_{el} = m \cdot g(h \text{ máx.} - h \text{ min.})$ , donde  $m$  = masa corporal,  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $h$  máx. la altura del centro de masa al inicio del movimiento,  $h$  min. la altura al inicio de la fase ascendente. Cuando se realiza un SJ  $h$  máx. y  $h$  min. son iguales por lo que su diferencia es cero y no existe acumulación de energía elástica.

### Test de abalakov, test de sargent y formula de Lewis

Estos permiten la valoración del efecto del movimiento de los brazos durante el salto vertical, debido a que su ejecución es igual al CMJ; pero se da libertad al movimiento de los brazos, que incrementan la capacidad de impulso. Abalakov usa una cinta atada a la cintura y Sargent busca la diferencia de altura entre el brazo extendido antes y en el momento de ejecutar el salto. La fórmula de Lewis calcula la potencia anaeróbica aláctica en unidades de  $kgm/seg$ , a partir de la altura alcanzada así,

$$P = 0.49 \times \text{peso corporal(kg)} \times \text{altura (cm)}$$

Se ha visto utilizando CMJ que, la contribución de los brazos en la potencia del salto equivale mas o menos al 12.7% del pico total del momento vertical del cuerpo. En la carrera, ésta contribución es de aproximadamente un 6.4%

### Salto en profundidad *drop jump* (dj)

Consiste en saltar verticalmente luego de caer desde una altura que puede ser 20, 40, 60 y 80 cms., conservando las manos en la cintura. Valora la fuerza- velocidad, la elasticidad del mecanismo extensor, y la fuerza refleja. Especialmente se valora en deportes en los que los atletas necesitan fuerza y tolerancia a los im-

pactos con estiramiento. Un ejemplo es el salto triple, en el que el atleta necesita una buena tolerancia a los impactos durante su desempeño.



Figure 7. Drop jump.

#### Resultado.

Se utiliza la fórmula que relaciona altura y tiempo de vuelo, ya mencionada.

Se ha encontrado una buena correlación entre los tests de SJ, CMJ y DJ para medir la velocidad del salto vertical basándose en el tiempo de vuelo.

### Prueba de saltos continuos

#### Test de 5 a 7 seg.

Propuesto por Vitori como variante del DJ. Consiste en realizar de 5 a 7 saltos con la ayuda de los brazos e intentando alcanzar la máxima altura con el menor tiempo de contacto en el piso. Se puede calcular la rigidez (stiffness) saltando cinco veces y utilizando los datos de los tres mejores saltos, así:

Rigidez (W/kg) =  $2g^2 \times tv^2 / 8 \times tc$ , donde  $tv$  es tiempo de vuelo y  $tc$  tiempo de contacto.

Los valores promedio en velocistas es: hombres, de 70-75 watos/kg; y mujeres, 60-65.

#### Salto continuos.

El sujeto está en posición de sentadilla (rodillas a 90°) y conserva las manos en la cintura. Debe saltar continuamente haciendo el máximo esfuerzo durante 15, 30 o 60 seg con el fin de determinar la máxima potencia mecánica del mecanismo extensor. Las variables implicadas son el número de saltos, el total de tiempo de vuelo y el tiempo total de la prueba. Los test de más larga duración (30 a 60 seg) son más confiables que los cortos, 15 seg.

#### Resultado.

Se calcula el promedio de la potencia mecánica durante el salto con la fórmula,

$$P = (g^2 \times Tf \times Tt) / (4 \times n \times (Tt - Tf))$$

Donde P es potencia mecánica W/k, g es la aceleración de la gravedad, Tf es la suma de los tiempos de vuelo, Tt es el tiempo total de la prueba, n es el número de saltos, Tt - Tf es la suma de los tiempos de contacto y 4 es una constante.

En ésta fórmula, propuesta por Bosco en 1982, se encuentran más altos valores de potencia mecánica -medida de esta forma- que en un test de Wingate y en un test de Margaria, de lo que se puede deducir que, en estos test, se ve reflejado, principalmente, la conversión quimio-mecánica del músculo; mientras que en el jump-test, la energía elástica también es utilizada. Fórmulas similares a las empleadas en estos test de laboratorio también han sido utilizadas con éxito en pruebas de campo.

Se puede calcular, aquí también, un índice de fatiga en los test de 60 seg, usando los valores mayor y menor de potencias promedios en 15

seg, obtenidos en los 60 seg de trabajo aplicando la relación:

$$IF = (P_{\max} - P_{\min}) / P_{\max} \times 100.$$

### Curva fuerza – velocidad o fuerza explosiva

Se mide el tiempo de vuelo y altura al añadir cargas crecientes. Se puede ejecutar partiendo desde sentadilla o en cualquier otra modalidad. El peso se incrementa hasta el límite de las posibilidades con incrementos estándar o relativos al peso corporal.

El salto estático con cargas extras permite evaluar la fuerza explosiva concéntrica de los miembros inferiores durante la fase de propulsión. Este test valora las características de fuerza/velocidad del aparato extensor, y es de utilidad en la prescripción de las cargas que se utilizarán posteriormente en el entrenamiento. La carga se coloca con una barra de pesos sobre los hombros. Se desarrollan tres saltos máximos con cada uno de los pesos seleccionados. Los saltadores jóvenes se cargarán con pesos de 0 a 40 Kg. Los adultos y los saltadores experimentados, con pesos equivalentes al 0, 5, 20, 50(SJ50%BW) y 100%(SJ100%BW) del peso corporal.

#### *Resultado.*

El tiempo de vuelo se calcula como se indicó. También es posible calcular un índice de fuerza FI como sigue:

$$FI(\%) = (SJ100\%BW / SJ 0Kg) \times 100 \text{ (Bosco 1994)}.$$

Éste índice relaciona una expresión que es más de velocidad: el SJ con una que es más de fuerza: el SJBW.

De los resultados de los saltos se puede elaborar una curva de fuerza/velocidad describiendo las características de la fuerza de los músculos extensores. La primera parte de la curva describe la velocidad y las características de la fuerza/velocidad. La última parte describe más las características de la fuerza maximal en el desarrollo de la explosividad.

### Saltos horizontales

Es de muy fácil ejecución porque solo necesita una cinta métrica y un foso de caídas. Se usan el salto horizontal a pies juntos y los multisaltos a una o dos piernas. El más utilizado es el salto horizontal a pies juntos y saliendo de parado.

### Utilidad

El test de saltabilidad permite evaluar la capacidad de producción de energía mecánica a partir de los procesos bioquímicos y de la energía elástica del músculo durante un ejercicio de ciclo estiramiento-acortamiento, que es el tipo más común de locomoción humana.

La capacidad de fuerza explosiva y la capacidad de reclutamiento, así como la potencia anaeróbica aláctica, juegan un papel esencial en deportes como baloncesto o voleibol. Por ello, los controles periódicos de estos parámetros se vuelven indispensables para valorar los aspectos de entrenamiento.

Se han encontrado diferencias entre los valores que resultan de éstas mediciones, cuando se comparan diferentes actividades deportivas y diferentes periodos de entrenamiento. Del manera que, la evaluación de la saltabilidad posibilita diferenciar aquellos deportes que requieren de movimientos explosivos aislados y

conocer las características de las adaptaciones biológicas en períodos de entrenamiento específico.

Numerosas comunicaciones han confirmado la utilidad de estas pruebas en deportes como el voleibol, el skiing y el fútbol, al medir y controlar capacidades como la curva fuerza-velocidad. Se ha usado en salud ocupacional al medir los efectos de bajas temperaturas sobre el desempeño muscular.

Como ya se ha mencionado, la utilidad de estas mediciones es amplia. El sistema anaeróbico está involucrado en la producción y entrega de energía en todas las formas de actividad física. Este sistema responde al entrenamiento con adaptaciones bioquímicas, neurales y anatómicas. Al contrario que el sistema aeróbico, sus adaptaciones tienden a ser más localizadas que sistémicas. Recientes investigaciones sobre la entrenabilidad del sistema anaeróbico, inclusive en edades avanzadas, han sido desarrolladas con éxito.

Un entrenamiento correcto de la musculatura, para el buen desempeño, debe componerse de una combinación adecuada de ejercicios de estiramiento y de fuerza, ayudándose, incluso, de ejercicios de resistencia, con el fin de complementarlo. Éste método se ha denominado Power-stretch ya que no existen capacidades realmente puras.

## Bibliografía

- ASMUSSEN, E., BONDE, F. (1976) *Mechano-elastic properties of human muscles at different temperatures*. Acta physiol. Scand. 96.
- ASMUSSEN, E., BONDE F. (1974). *Storage of elastic energy in skeletal muscles in man*. Acta physiol. Scand. 91.
- BERG, U. (1979) *Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles*. Acta Physiol Scand. p. 107.
- BOSCO, Carmelo. (1994) *La Valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona. Ed Paidotribo.
- et. al. (1982) *A simple method for measurement of mechanical power in jumping*. Eur. J. Appl Physiol .
- (1987). *Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica aláctica con los test de Bosco*. Apuntes 24.
- BOSCO, J., et. al. (1982) *Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise*. Acta Physiol Scand. p. 114.
- BULLOCK, John, et al. (1995) *Physiology*. USA. Ed. Williams & Wilkins.
- CAHILL BR., et al., (1997). *The clinical importance of the anaerobic energy system and its assessment in human*