

# EVALUACIÓN DE EN CORREDORES

En artículos anteriores explicamos diferentes tipos de entrenamientos para mejorar aspectos concretos en la resistencia. En este artículo revisamos las principales formas de evaluación del nivel de fuerza en corredores de fondo. Nos centraremos en tres tipos de evaluación: estimación de los pesos de entrenamiento en máquinas, evaluación de la fuerza y potencia en sentadilla y uso de un índice de estabilidad de la amplitud de la zancada en entrenamientos exigentes.

*Jonathan Esteve Lanao y Diego Moreno Pérez*

## Fuerza muscular

La mecánica define como fuerza a toda acción de un cuerpo material sobre otro, al cual le causa cambios en su estado, de reposo o movimiento, pudiendo desplazarlo, detenerlo, modificar su velocidad o deformarlo. No obstante, como capacidad física, la fuerza se expresa por la acción conjunta del sistema nervioso y muscular para generar tensión, traccionar sobre el sistema esquelético y aplicarla o transmitirla sobre otros cuerpos para poder realizar movimientos, oponerse, vencer o reaccionar ante las fuerzas externas (Siff, 2004). De esta manera, hay que diferenciar a la fuerza como acción mecánica (en inglés «force») de la fuerza muscular (en inglés «strength»), que se relaciona con la capacidad física y se expresa por la cantidad de tensión producida y transmitida desde el sistema neuromuscular a una velocidad de movimiento (Knutzen et al., 1999).

De las definiciones anteriores, podemos deducir que la fuerza es una capacidad física básica a partir de la cual pueden desarrollarse eficazmente las demás, ya que si un sujeto no dispone de niveles de fuerza adecuados no podrá iniciar o ejecutar los movimientos que le son requeridos y por lo tanto menos podrá realizarlos a la velocidad o ejecutarlos muchas veces para incidir sobre la resistencia. Además, si no se dispone de la fuerza necesaria para realizar el movimiento específico, éste no podrá ser realizado con la técnica correcta, se perderá eficacia y se ejecutará inadecuadamente produciéndose sobrecargas sobre las

estructuras de sostén como las articulaciones, ligamentos o huesos que pueden dañarse o deteriorarse (Volkov and Filin, 1989).

Diversos estudios han demostrado la eficacia de los entrenamientos de fuerza para reducir el índice de lesiones (Alkner et al., 2003) u optimizar el rendimiento deportivo (Baker, 1996).

## Manifestaciones (tipos) de la fuerza

Dentro de todo lo que engloba la Fuerza debemos comprender que existen diferentes manifestaciones, es decir, diferentes 'tipos' de fuerza muscular. De forma muy sencilla entendemos que no es lo mismo realizar una acción muscular explosiva para saltar una valla que realizar una tensión constante y repetida durante un esfuerzo prolongado como puede ser en una carrera de fondo. Para simplificar y que quede más claro, agruparemos en tres las diferentes manifestaciones de la fuerza. Pese a que existan otras manifestaciones a distinguir o puntualizaciones a realizar, nos quedaremos con los términos de Fuerza Máxima, Fuerza Explosiva o Fuerza Resistencia.

Hablamos de **Fuerza Máxima** aplicada como el mayor nivel de fuerza que puede alcanzarse al intentar transmitir la mayor aceleración posible desde el sistema neuromuscular hacia una resistencia externa. Es lo que conocemos como 1RM (una repetición máxima), es decir, una carga que podríamos vencer una y no dos veces. Su utilidad en el entrenamiento de resistencia, va orientada por un lado a la ayuda de

ésta sobre otras manifestaciones más específicas (fuerza resistencia) o en la prevención de lesiones. Por ejemplo, para tolerar un alto volumen de entrenamiento de carrera puede ayudar tener altos niveles de fuerza máxima.

Por otro lado, podemos definir la **Fuerza Explosiva** como la capacidad del sistema neuromuscular de desarrollar altos niveles de fuerza en poco tiempo (Newton and Dugan, 2002). En el deporte en general existen gran cantidad de acciones deportivas que se realizan generando fuerza a alta velocidad. Un ejemplo fácil de evaluar son los saltos (en altura o en distancia).

La **Fuerza Resistencia**, por su parte, representa la capacidad de mantener unos determinados niveles submáximos de fuerza durante largo tiempo o repeticiones, en presencia de fatiga o retrasando la aparición de la misma. Este 'tipo' de Fuerza es el más específico en los corredores, sin olvidarnos que durante el gesto de carrera hay un componente de explosividad no-máximo, por lo que puede verse relacionada con la Fuerza Explosiva.

## Evaluación de la fuerza en corredores de fondo

Antes de centrarnos en los diferentes sistemas para evaluar las distintas manifestaciones de la fuerza, es importante decir que no son determinantes directas del rendimiento, sino limitantes. Es decir, que pueden comprometer el rendimiento (o el entrenamiento), si no se tienen unos determinados niveles mínimos. Queremos

# LA FUERZA DE FONDO



decir que debemos ver el entrenamiento de fuerza como un complemento de las cualidades principales de la resistencia; aun así, cada vez más entrenadores lo asumen como un medio fundamental para optimizar el rendimiento.

Uno de los problemas con el entrenamiento de fuerza y su efectividad es la correcta selección de ejercicios. En principiantes puede servir con las autocargas y ejercicios en máquinas convencionales (de resistencia acomodada), y conforme se gana en experiencia será necesario centrarse más en el peso libre y en ejercicios específicos. Pero otro problema habitual es la correcta selección de las cargas (series, repeticiones...), especialmente el peso de entrenamiento. A continuación detallamos tres protocolos básicos de evaluación de la fuerza máxima, potencia o fuerza explosiva y fuerza resistencia.

## **Evaluación de la fuerza máxima y potencia máxima en atletas con un nivel de fuerza intermedio o bajo**

En este nivel estarían aquellos atletas que no han entrenado fuerza o que disponen de un nivel bajo (de fuerza) y experiencia en este tipo de entrenamiento. Para principiantes nos vamos a centrar en ejercicios con máquinas, sin descuidar un progresivo aprendizaje de los ejercicios con peso libre.

**Las distintas manifestaciones de la fuerza no son determinantes directas del rendimiento, sino limitantes.**

Una vez seleccionados los ejercicios con los que vamos a entrenar (por ejemplo prensa de piernas, flexión de rodilla, máquina pectoral, extensión de rodilla, gemelos, máquina dorsal...), realizaremos 2-4 sesiones de familiarización, donde el peso irá progresando y tomaremos una referencia. Hacer una evaluación el primer día quedaría en seguida desactualizada, tanto por el propio aprendizaje del gesto como por la mejora neta en fuerza. Tras esas sesiones, sin embargo, es preciso determinar los pesos de entrenamiento, porque a menudo los deportistas populares se contentan con entrenar con pesos que son, en efecto, insuficientes.

El objetivo del test es conocer o estimar nuestro 1RM (1 re-

petición máxima), es decir, cuál es la carga que podemos mover una vez y no dos, y con ello establecer % para diferentes tipos de entrenamiento. Empezaremos el test estimando un peso máximo (RM) según la percepción en las sesiones previas. Conociendo este peso estimado realizaremos dos series previas al test, una primera de 6 a 8 repeticiones con una carga del 60 al 40% del 1RM estimado, con una pausa de un minuto. A continuación haremos una serie de 3 a 5 repeticiones con una carga del 80% al 70% estimado, a velocidad creciente de movimientos, con una pausa de 3'. Con esto comenzaremos el test, que consistirá en realizar una serie al fallo (momento en el que no podemos realizar más repeticiones) de un máximo de 7 repeticiones. Si la carga escogida nos va a permitir realizar más de 7 repeticiones, debemos detener la serie, y tras un nuevo descanso lo intentaremos con una carga superior que esté más ajustada. Iremos anotando en cada máquina, la carga empleada y el número de repeticiones al fallo posibles, e introduciremos estos datos en las fórmulas que estiman el 1RM.

La figura 1 sintetiza el proceso para la estimación de 1RM con máquinas, y la figura 2 resume las fórmulas más fiables para estimar el 1RM desde una carga submáxima. Como podemos observar existen diferentes ecuaciones válidas, con especial fiabilidad para unos u otros ejercicios sobre un número de repeticiones determinado (Lesuer et al., 1997).

Así, de una forma muy sencilla podemos tener una orientación de nuestra fuerza máxima.

## TEST PARA EL CÁLCULO DE PESOS EN MÁQUINAS

### 1. Realiza un calentamiento con este esquema:

- ▶ Estiramientos isométricos (5-10" por ejercicio)
- ▶ Fase Cardiovascular (5-20' de trote suave)
- ▶ Calentamiento específico (en cada máquina, estimando cuál sería el 100% aproximado con la fórmula según sensaciones de días previos):
  - Realizar 6 a 8 repeticiones con un peso del 60 al 40% del 100% estimado. Pausa de 1'
  - Realizar 3 a 5 repeticiones con un peso del 80 al 70%, a velocidad creciente. Pausa de 3'

### 2. Test: Realiza una serie al fallo de un máximo de 7 repeticiones.

- ▶ Anota, para cada ejercicio, el PESO y el número de REPETICIONES (al fallo) posibles. Aplica las fórmulas para calcular el 100% y de ahí los % de peso necesarios para el entrenamiento.

Figura 1. Test para cálculo de pesos en máquinas.

Si queremos hacer las cosas mejor existen sistemas de medición de la potencia que nos permitirán completar nuestro perfil en fuerza (fuerza máxima, potencia máxima...). Sistemas como el láser o el «encoder» permiten registrar la velocidad de la carga que desplaza el deportista y por tanto la potencia mecánica ejercida. Así, podemos registrar la potencia generada con cada carga o a diferentes niveles de sobrecarga respecto al 100%.

Y lo que es muy importante, no sólo permite evaluar nuestra potencia a diferentes cargas, sino que también es de gran utilidad durante el entrenamiento de fuerza ya que nos permite registrar la potencia media de cada repetición. Con ello podemos establecer unos criterios de pérdida significativa a

partir de lo cual el sistema nos avise para detener el entrenamiento, pues lógicamente esas repeticiones que no generan la potencia óptima suponen un esfuerzo gratuito.

### Evaluación de la fuerza máxima y la potencia máxima en atletas con un nivel de fuerza alto o muy alto

Nos estamos refiriendo a atletas con un cierto nivel de experiencia y fuerza en este tipo de entrenamientos, así como un dominio técnico de los ejercicios a realizar. Este tipo de atletas podrán avanzar en el tipo de ejercicios a evaluar y entrenar, como son el peso guiado (multipower) o libre (sentadilla en barra libre). Veremos a continuación un test progresivo para estimar el 1RM en este tipo de ejercicios (Naclerio et al., 2009).

Autor	Fórmula	Correlación	Tipo de relación	Rango de repeticiones recomendado
Brzycki	$\% \text{ 1RM} = 102.78 - 2.78 \text{ Rep}$ $1\text{RM} = \text{kg} \cdot 100 / (102.78 - 2.78 \cdot \text{Rep})$	+ Alta Tren Sup. + Mod-Alta Tren Inf.	Lineal Sobrestima	< 10 Validada en máquinas
Eppley	$1\text{RM} = (1 + 0.033 \cdot \text{Rep}) \cdot \text{kg}$	+ Alta Tren Sup + Alta Tren Inf	Lineal Predice kg sobrestima	< 15 Aplicada en Tren Inf.
Lander	$\% \text{ 1RM} = 101.3 - 2.67123 \cdot \text{Rep}$	+ Alta Tren Sup. + Mod-Alta Tren Inf.	Lineal sobrestima	< 15
Mayhew y col.	$\% \text{ 1RM} = 52.2 + 41.9 \cdot (e^{-0.055 \cdot \text{Rep}})$ $1\text{RM} = 100 \cdot \text{kg} / \% \text{ 1RM}$	+ Alta Tren Sup. + Alta Tren Inf.	Exponencial Subestima en tren superior y Sobrestima en tren inferior	6 a 20 Validada en press banca
Wathen	$\% \text{ RM} = 48.8 + 53.8 \cdot (e^{-0.075 \cdot \text{Rep}})$ $1\text{RM} = 100 \cdot \text{Kg} / \% \text{ 1MR}$	+ ALTA TREN SUP + ALTA TREN INF	Exponencial Subestima en tren inferior	< 10 Validada en pres banca y Sentadilla
O'Conner y col	$1\text{RM} = \text{kg} \cdot (1 + 0.025 \cdot \text{Rep})$	+ Alta Tren Sup. + Alta Tren Inf.	Lineal Predice kg Subestima.	< 10 Validada en sentadilla
Lombardi	$1 \text{ RM} = \text{kg} \cdot (\text{Rep})^{0.1}$	+ Alta	Exponencial Predice kg	< 10 Validada en peso muerto

Figura 2. Ecuaciones para estimar 1RM por test de máximas repeticiones.





### Ejemplo de caso de estimación del peso máximo (1 RM): 5 repeticiones al fallo (5RM) con 30 kilos

1. Substituye los datos obtenidos en la Fórmula de Brzycki:
  - I.  $(102,78 - 2,78 \times \text{número de repeticiones}) = \% \text{ de 1RM.}$
  - II.  $(102,78 - 2,78 \times 5RM) = 88\% \text{ de 1RM.}$
2. Conociendo este valor podemos conocer nuestro 100% ó RM con una regla de tres sencilla:  
Si 30kg es su 88,88% RM su 100% será 33'8kg  $(100 \times 30\text{kg} / 88,88\% = 33,8\text{kg})$
3. Hacer las reglas de tres necesarias desde el 100% y usar el peso más cercano en la máquina para entrenar.
4. Actualizar los pesos cada 3-4 semanas o conforme en el desarrollo del entrenamiento se observen progresos.

**Figura 3.** Ejemplo de caso de estimación del peso máximo (1RM).

Debemos seleccionar en primer lugar el ejercicio a evaluar (por ejemplo media sentadilla a 90° de flexión de rodilla) y el protocolo a utilizar, donde se incluyen: el peso inicial, el incremento en cada serie, el número de repeticiones y la pausa entre cada serie. Para conocer el peso inicial debemos estimar en un primer lugar el nivel de 1RM o peso final a través de test realizados previamente, percepción subjetiva o referencias de poblaciones similares. Una vez estimado nuestro 1RM cogeremos el 30% de esta carga y será nuestro Peso Inicial (PI). Para determinar el incremento secuencial de la carga entre cada serie haremos este pequeño cálculo  $(1RM \text{ estimada en kg} - PI) / (\text{Series totales} - 1) = \text{Incremento en kg en cada serie.}$  Las series totales son el número de series que establecemos para estimar en la últi-

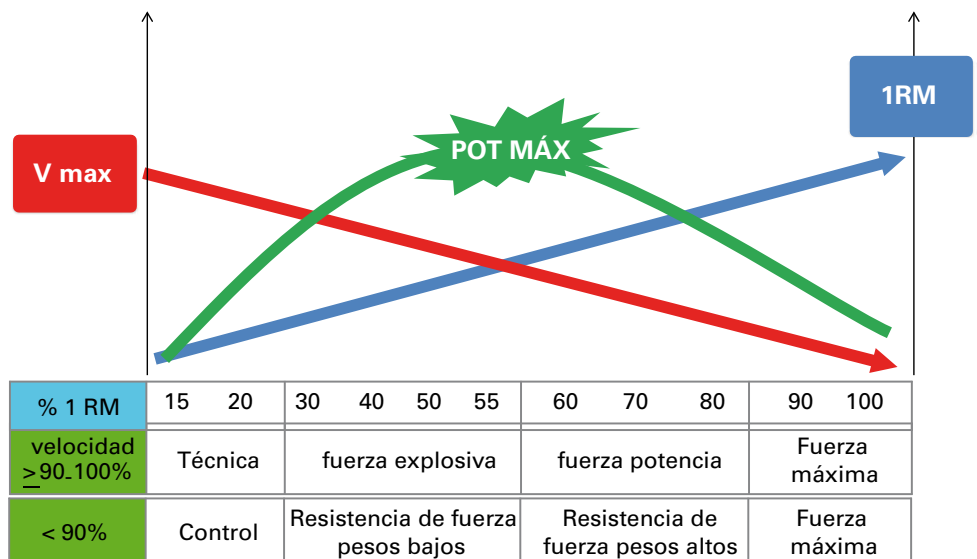
ma el 1RM con una carga elevada (por ejemplo en 7 series totales sería recomendable).

El test comenzará con el PI donde el atleta tendrá que realizar 2-3 repeticiones, en este caso media sentadilla haciendo la fase concéntrica a máxima explosividad. Las siguientes series se harán las mismas repeticiones aumentando la carga según el incremento adecuado y con una recuperación entre cada serie de 2-3'. Cuando nos acerquemos a la última serie o nuestra percepción subjetiva del esfuerzo sea muy elevada, con una recuperación previa de 5' pondremos la carga correspondiente y haremos todas las repeticiones posibles (ideal entre 1 y 4). Con la carga (Kg) levantada y el número de repeticiones realizadas sacaremos nuestro 1RM con las fórmulas que vimos antes.

## El entrenamiento de fuerza debe verse como un complemento de las cualidades principales de la resistencia.

Si realizamos el test con mecanismos que miden la potencia (encoder) podremos conocer la potencia generada con cada carga y saber por tanto con qué carga externa generamos nuestra potencia máxima. Por nuestra experiencia, el uso de estos sistemas no han dado numerosos beneficios no sólo durante la evaluación, sino también durante el entrenamiento de fuerza. La figura 4 muestra la evolución de fuerza, velocidad y potencia durante este tipo de tests progresivos.

De forma empírica, nuestra experiencia nos indica que niveles iguales o inferiores a 1,4 de fuerza máxima relativa (respecto a nuestra masa corporal) se empiezan a relacionar con lesiones por sobreuso, siendo óptimo superar los 1,9-2,0, valores a partir de los cuales se debe trabajar ya con peso libre (recordamos que estos datos corresponden al ejercicio de sentadilla 90° en multipower). En la figura 5 podemos observar un baremo simplificado de los que usamos para conocer el nivel de fuerza, potencia máxima e índice SLS que usamos con nues-



**Figura 4.** Evolución de las variables fuerza, velocidad media y potencia media del levantamiento en un test progresivo hasta 1RM. Estos eventos y los % de carga determinan las zonas de entrenamiento.

CLASIFICACIÓN	HOMBRES	MUJERES	FZA. MÁX. Relativa (kg/PC)	HOMBRES	MUJERES	POT. MÁX. Relativa	FUERZA ESPECÍFICA (SLS)
	FZA. MÁX. Absoluta kg totales	FZA. MÁX. Absoluta kg externos		POT. MÁX. Absoluta	POT. MÁX. Absoluta		Dif. 1º- 3º tercio
	kg	kg	kg/PC	W	W	W/kg PC	
EXCELENTE	210	165	3,0	1500	1178	23	1,5
MUY BUENO	182	143	2,6	1300	1021	20	0,5
BUENO	154	121	2,2	1100	864	17	-0,5
MEDIO	126	99	1,8	900	707	14	-1,5
BAJO	98	77	1,4	700	550	11	-3
MUY BAJO	70	55	1,0	500	393	8	-5,0

Figura 5. Baremo para evaluación de fuerza y potencia en el ejercicio de Media Sentadilla en Multipower (90° flexión de rodilla) (Esteve y Cejuela, 2010).

tros atletas en el programa de entrenamiento «All In Your Mind» para corredores y triatletas.

Existe por tanto una relación lineal «velocidad / % de 1RM» que nos permitirá sacar una

ecuación particular para un deportista o un determinado grupo específico. Esto tiene beneficios evidentes en el entrenamiento ya que podremos saber qué % de nuestro 1RM estamos moviendo en cada entrenamiento

sin necesidad de realizar el test de forma repetida. Para el entrenamiento diario tiene grandes beneficios, ya que nos permite no cansarnos más allá de las repeticiones óptimas, es decir, en las que se mantiene la potencia específica. Ahora que está de moda hablar del entrenamiento por watsios en ciclismo / triatlón, en efecto de lo que estamos hablando es que el trabajo de fuerza con pesas también se controla por medio de la potencia. En deportistas que deben preservar sus fibras lentas para los esfuerzos cotidianos, y que el entrenamiento de fuerza suma sin dejar una fatiga residual excesiva, el uso de estos instrumentos precisos puede optimizar el entrenamiento y evaluación de la fuerza.

Atleta: Youness Aithadi Fecha: 13-ene-11 Evento: 6x800 VAM R'=3'

REP (nº)	DIST	TIEMPO		V	V	T6	FREC	Ampl	A/V	DIF (1er- 3er tercio)
		min	s	(km/h)	(m/s)	(ss.dd)	ciclos/min	cms	(cms/m/s)	
1	400	1	4	22,50	6,25	3,09	97	193	30,9	
2	400	1	6	21,82	6,06	3,06	98	185	30,6	
3	400	1	5	22,15	6,15	3,00	100	185	30	
4	400	1	6	21,82	6,06	3,03	99	184	30,3	30,45
5	400	1	3	22,86	6,35	3,12	96	198	31,2	
6	400	1	5	22,15	6,15	3,00	100	185	30	
7	400	1	1	23,61	6,56	3,10	97	203	31	
8	400	1	5	22,15	6,15	3,03	99	186	30,3	
9	400	1	5	22,15	6,15	3,07	98	189	30,7	
10	400	1	5	22,15	6,15	3,04	99	187	30,4	
11	400	1	4	22,50	6,25	2,91	103	182	29,1	
12	400	1	6	21,82	6,06	3,00	100	182	30	30,05

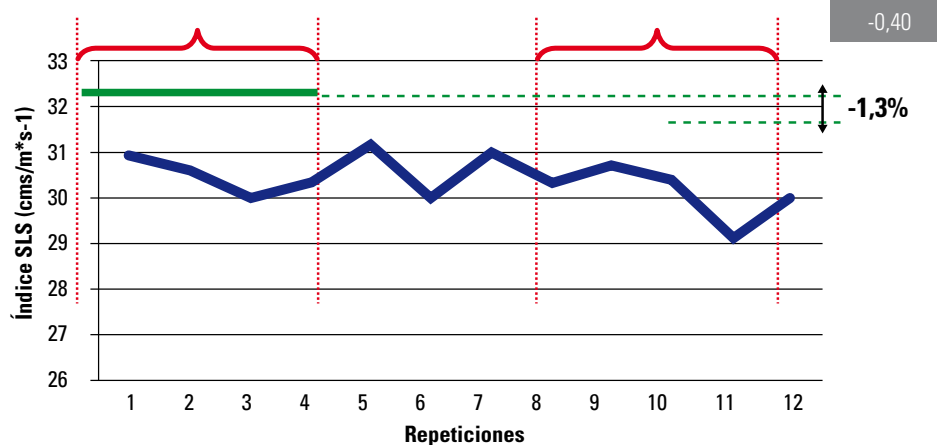


Figura 6. Ejemplo de análisis de un entrenamiento en el índice de fuerza resistencia de la zancada SLS.

Otros métodos clásicos de evaluación de la potencia son los saltos, ya sea el protocolo habitual de saltos verticales en plataforma de contacto (Squat Jump, Contramovimiento, rebotes en 15 a 60 segundos...) o en saltos horizontales. Nuestra experiencia en este sentido, sin embargo, no nos ha mostrado resultados útiles más allá de los tests de rebotes en 15 a 60 segundos, donde se evalúa fundamentalmente el tiempo de contacto y altura de vuelo y el efecto de fatiga sobre ellos. Sin embargo, es un gesto inespecífico, por lo que diseñamos en su día un test que relaciona la habilidad de mantener potencia en fatiga en el gesto de carrera.

**Mantener la amplitud de paso en fatiga se relaciona con los niveles de potencia en fatiga o fuerza resistencia.**



## Evaluación de la fuerza resistencia específica

En este último apartado vamos a ver cómo evaluar la Fuerza Resistencia en los corredores. Quizás esta manifestación de la fuerza sea la más importante (sin dejar de lado la fuerza máxima y explosiva) ya que es el 'tipo' de fuerza más específica en carrera (nos permite realizar un esfuerzo repetitivo durante un periodo de tiempo prolongado).

Para su evaluación hablaremos del índice de estabilidad entre Amplitud de paso y Velocidad (Stride Length / Speed o «SLS»), que consiste en medir si existe una pérdida o no en la amplitud de zancada durante un entrenamiento o competición a una velocidad determinada. Este índice (SLS) se calcula dividiendo la amplitud (cm) entre la velocidad (m/s). Esto se hace así porque medir zancadas o frecuencias independientemente de la velocidad de desplazamiento no tiene sentido, ya que están íntimamente unidas, y porque por otra parte lo que interesa es ver el efecto de la fatiga sobre la zancada natural.

Se asume que la habilidad para mantener un estilo constante de carrera se relaciona con la economía (Gazeau et al, 1997), y que

mantener la amplitud de paso en fatiga se relaciona con los niveles de potencia en fatiga o fuerza resistencia (Esteve-Lanao et al, 2008). Lo ideal sería grabar con una cámara de alta velocidad, en un mismo tramo, velocidad y frecuencia de paso. Pero de forma operativa puede hacerse tomando los tiempos de cada vuelta y el tiempo de 6 apoyos de una misma pierna, con dos cronómetros.

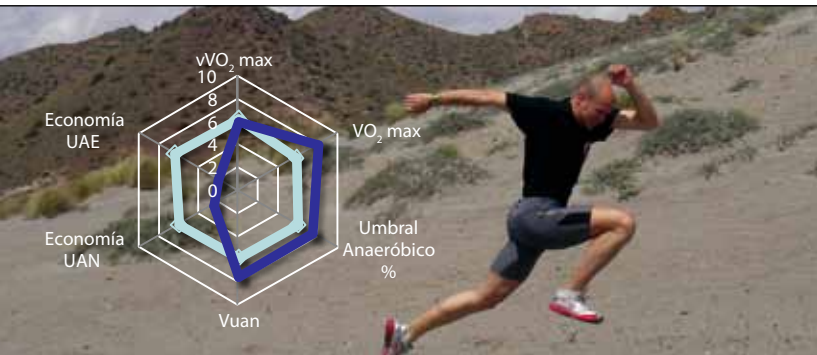
La amplitud (cm) es igual a la Velocidad (M/s) x 60 / (Frecuencia / 2 x 100). Y la frecuencia (ciclos/minuto) es igual a 60x5/ Tiempo que tarda en apoyar 6 veces el mismo pie.

Se utiliza en entrenamientos a intensidades elevadas y volúmenes importantes, donde exista una fatiga evidente al final del entre-

namiento. Deben ser ritmos similares todo el tiempo. También puede evaluarse, de forma óptima, en una competición a ritmo constante. Debemos hacer el promedio del primer tercio del entrenamiento y del último tercio y así comparar las variaciones que existen desde el inicio hasta el final, sacando la diferencia en valor absoluto o el % de diferencia. Si el índice disminuye, significa que se pierde amplitud respecto a la velocidad que se lleva, lo cual indicaría una falta de fuerza. Las pérdidas parecen ya de relevancia cuando superan el 3%, y el nivel óptimo sería de 0, a efectos de considerar necesidades de desarrollo de la fuerza resistencia específica (Esteve-Lanao et al, 2008). La figura 6 muestra un ejemplo de evaluación del índice SLS en una sesión de entrenamiento. ■ ■ ■ ■

## BIBLIOGRAFÍA

- ALKNER, B. A. ET AL. Eur J Appl Physiol. 90 (44-49). 2003.  
 BAKER, D. J. Strength Cond. Res, 10 (2), 131-136. 1996.  
 ESTEVE, J.; CEJUELA, R. y NACLEIRO, F. Entrenamiento Deportivo: Fundamentos y aplicaciones en diferentes Deportes. Capítulo 13: 195-211. Panamericana. Madrid, 2010.  
 ESTEVE-LANAÑO, J. ET AL. J Strength Cond Res 22:1176-1183. 2008.  
 GAZEAU. Arch Physiol Biochem Vol 105: pp 583-590. 1997.  
 NACLEIRO, F.J. ET AL. J Hum. Sport Exerc. Vol IV No II 2009 100-113.



## Evaluación y programa de entrenamiento científico para deportistas populares

[www.allinyourmind.es](http://www.allinyourmind.es)

