

Monograph

Evaluación de la Fuerza para la Salud: Reflexiones para su Aplicación en Programas de Acondicionamiento Físico Saludable

Prof. Juan Ramón Heredia Elvar¹, Iván Chulvi Medrano¹, Miguel Ramón¹ y Raquel Pomar¹

¹*Asociación de Técnicos y Profesionales de la Actividad Física y el Deporte de la Comunidad Valenciana.(España). Departamento de Formación, investigación e innovación técnica.*

RESUMEN

Son muchas la ocasiones en las que en los centros de actividad física para la salud (gimnasios, Centros de *Fitness-Wellness*) se realizan evaluaciones de la fuerza, normalmente dinámica máxima, de los clientes/ socios. Nosotros sugerimos que exista un replanteamiento de la evaluación de la fuerza, en concreto de la dinámica máxima, puesto que para objetivos de salud dicha evaluación debería diferir con respecto a la realizada en la práctica deportiva de rendimiento, que por otro lado es la que realizan los técnicos de las salas de musculación. Desde este punto de vista nos formulamos ciertas preguntas, ¿cómo saber que estímulo es necesario para mi entrenamiento?, ¿de qué dependerá el estímulo o carga de entrenamiento?, ¿tengo que hacer algún test de evaluación al principio de mi programa de entrenamiento? ¿es correcto realizar el test de 1RM para el entrenamiento saludable?. El siguiente texto pretende abordar estas preguntas desde la rigurosidad científica que aportan profesores e investigadores de la talla de Juan José González Badillo, Juan Carlos Colado, Juan M. García Manso, Alfonso Jiménez, Julio Tous, entre otros.

Palabras Clave: test evaluativo, fuerza máxima, intensidad, periodización, entrenamiento funcional, ATPE (actitud tó

INTRODUCCION

La fuerza desde un punto de vista fisiológico, sería definida como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse. Capacidad que depende del número de puentes cruzados (Goldspink, 1992), el número de sarcómeros en paralelo, la tensión específica (Semmler y Enoka, 2000), la longitud de la fibra y del músculo, los tipos de fibra, los factores facilitadores e inhibidores de la activación muscular (González Badillo y Ribas Serna, 2002).

Cuando hablamos de fuerza máxima debemos hacer una diferenciación clara para no confundir conceptos. Por un lado consideramos la **Fuerza absoluta**: muchas veces confundida con la manifestación dinámica máxima y, en este caso, referida más a una capacidad potencial, o sea capacidad teórica que no se manifiesta, normalmente, de forma voluntaria (entrenamiento) sino más bien en situaciones de carga psicológica extrema, con ayuda de “farmacología” o por electroestimulación (Heredia y cols., 2006). Coincidimos con García Manso y cols. (1996) en la concepción de la fuerza absoluta como la magnitud de carga límite que el músculo es capaz de levantar.

Por otro lado existe la **fuerza dinámica máxima** referida a la expresión de fuerza cuando la resistencia es desplazada una sola vez o se puede desplazar ligeramente con velocidad baja (debido a la gran carga, la velocidad debe ser máxima para esa carga).

Evidentemente si medimos la fuerza máxima dinámica por ejemplo con un *squat* se produce un CEA y podríamos considerarla como expresión reactiva: ciclo doble de trabajo muscular, pero es precisamente esa gran carga y baja velocidad lo que hace despreciable la posible activación pliométrica (aprovechamiento de capacidad elástica muscular) (González y Rivas, 2002; Heredia y col., 2006). Podemos resumir que la fuerza máxima representa la contracción máxima voluntaria (MVC) de un músculo, ya sea para movilizar o para estabilizar un segmento o articulación.

El concepto de **fuerza útil** (González y Rivas, 2002) correspondería a la fuerza que aplica el deportista cuando realiza su gesto específico de competición. Ese valor de fuerza dinámica máxima relativa (FDMR) puede ser uno de los principales objetivos del entrenamiento orientado al rendimiento deportivo. A este respecto, son interesantes, para su valoración y estimación, las propuestas de grupos como el de Garrido y cols (2006), mediante el diseño de un ergodinamómetro que permite medir la fuerza útil del gesto técnico, evaluar el gesto durante la aplicación de la fuerza, o describir una curva de fuerza-tiempo "técnica" con características específicas y diferentes según deporte (Garrido y cols. 2006).

Otro concepto a considerar a la hora de la valoración de la fuerza, es el de **potencia**. Este concepto estará muy ligado al de velocidad de ejecución y de hecho, la define (potencia = fuerza x velocidad). Si bien es cierto que cuanto mayor sea la velocidad de desplazamiento de una misma resistencia, mayor potencia se desarrollará (González y Rivas, 2002), al igual que cada porcentaje de 1RM se puede hacer un número determinado de repeticiones /serie, también cada porcentaje tiene su "velocidad" y su "potencia", con el hecho especial de que las velocidades y potencias alcanzadas con un mismo porcentaje van a ser muy distintas en función de un factor determinante como es la velocidad a la que se alcanza la RM en cada ejercicio. Además, si bien es cierto que se acepta que con el 30% de la fuerza isométrica máxima (FIM) se consigue la mejora de la máxima potencia en acciones concéntricas, debemos considerar que para entrenar la máxima potencia hay que hacerlo con porcentajes muy distintos en función de los ejercicios (González y Rivas, 2002).



Evaluación de la Fuerza: Conceptos y Objetivos

La evaluación de la fuerza, forma parte del control del entrenamiento, puede buscar objetivos como los expuestos por González y Rivas (2002):

- 1) Controlar el proceso de entrenamiento/cambios en el rendimiento.
- 2) Valorar la relevancia de la fuerza y la potencia en el rendimiento específico.
- 3) Definir las necesidades de fuerza y potencia

- 4) Definir el perfil del deportista: puntos débiles y fuertes.
- 5) Comprobar la relación entre los progresos en fuerza y potencia y el rendimiento específico: relación entre cambios.
- 6) Predecir los resultados.
- 7) Prescribir el entrenamiento mas adecuado en función de
 - a. Las necesidades de fuerza y potencia en el deporte y del propio sujeto
 - b. Los resultados de los test realizados hasta el momento
 - c. Valoración de la influencia de la fuerza y la potencia sobre las demás cualidades
 - d. Discriminar entre deportistas del mismo y de diferentes niveles deportivos
 - e. Contribuir a la identificación de talentos.

Como vemos, el proceso de evaluación de la fuerza y sus manifestaciones, es un proceso complejo, multifactorial y que conlleva la obtención de una cantidad de información clave para el entrenamiento deportivo. No puede ser de otra manera. El control del entrenamiento no puede limitarse a un solo parámetro como puede ser el valor de 1RM (como ya veremos).

Sin embargo, cuando el entrenamiento se orienta al **acondicionamiento físico saludable**, deberíamos replantearnos los objetivos pretendidos, no tan complejos inicialmente, y los datos relevantes para el control y prescripción del entrenamiento con dicho fin.

Nosotros creemos que el planteamiento actual en los **programas orientados al acondicionamiento físico saludable en tiempo de ocio**, debería contemplar una serie de **pre-requisitos previos** (Heredia, 2005):

1. Debe servir para determinar la zona o franja de entrenamiento neuromuscular en la que el sujeto va a iniciar su programa (dependiendo, obviamente de la fase del mismo).
2. Debe garantizar una transferencia directa entre los datos obtenidos y su aplicación a la prescripción del entrenamiento.
3. Debe realizarse evitando situaciones que supongan riesgo potencial lesivo y garantizando una correcta y segura ejecución.
4. Debe permitir comprobar evoluciones entre mediciones y, lógicamente, la valoración de los efectos del entrenamiento. Siendo, este caso, igualmente importante la obtención como valor de "feedback de refuerzo positivo" para el cliente.

Si analizamos detenidamente los pre-requisitos expuestos, nos daremos cuenta de lo **cuestionable** de los planteamientos actuales entorno a las valoraciones de la fuerza en el campo de la salud:

- ¿Es realmente necesario determinar el nivel actual de rendimiento de un sujeto cuyo objetivo es la mejora de la salud/funcionalidad?. Máxime conociendo que será la situación psico-biológica individual del sujeto en ese día el que determine la prescripción de un programa de entrenamiento a corto-medio plazo.
- Si, tal y como veremos posteriormente, esta demostrado la incidencia del nº de repeticiones y del carácter de esfuerzo (diferencia entre repeticiones realizadas y realizables) en factores neurales (fuerza máxima coordinación-intramuscular), estructurales (hipertrofia) o metabólicos (resistencia a la fuerza), podremos establecer y manejar las variables de volumen, intensidad y densidad de manera precisa y suficiente, garantizando un estímulo adecuado y suficiente para garantizar adaptaciones durante la vida de práctica de ejercicio físico saludable en cualquier individuo.
- Será necesario el control de variables relacionadas con la carga de entrenamiento y, además, con otros parámetros como podrían ser la ATPE (Actitud Tónico Postural Equilibrada), siendo necesario determinar los ejercicios a evaluar y acotar y controlar todas las variables de ejecución, para garantizar una posterior repetición en situaciones estables y similares.

Antes de desarrollar la propuesta de este grupo y siguiendo a González y Gorostiaga (1996) realizaremos un breve repaso a los métodos para la valoración de la fuerza y sus manifestaciones (recordemos que con una concepción más aplicable al entrenamiento deportivo), considerando los métodos existentes para la valoración de la misma en función del tipo de activación muscular en que son realizadas:

- Mediciones en activaciones isocinéticas (concéntrica-excéntrica)
- Mediciones en activaciones isométricas
- Mediciones en activaciones isoinerciales (pesos libres) con o sin instrumentos adicionales de medida y saltos (CEA intenso).

Intentaremos conocer la metodología para su desarrollo y las posibles aplicaciones al campo del entrenamiento deportivo y, especialmente, el acondicionamiento físico saludable (*Fitness-Wellness*).

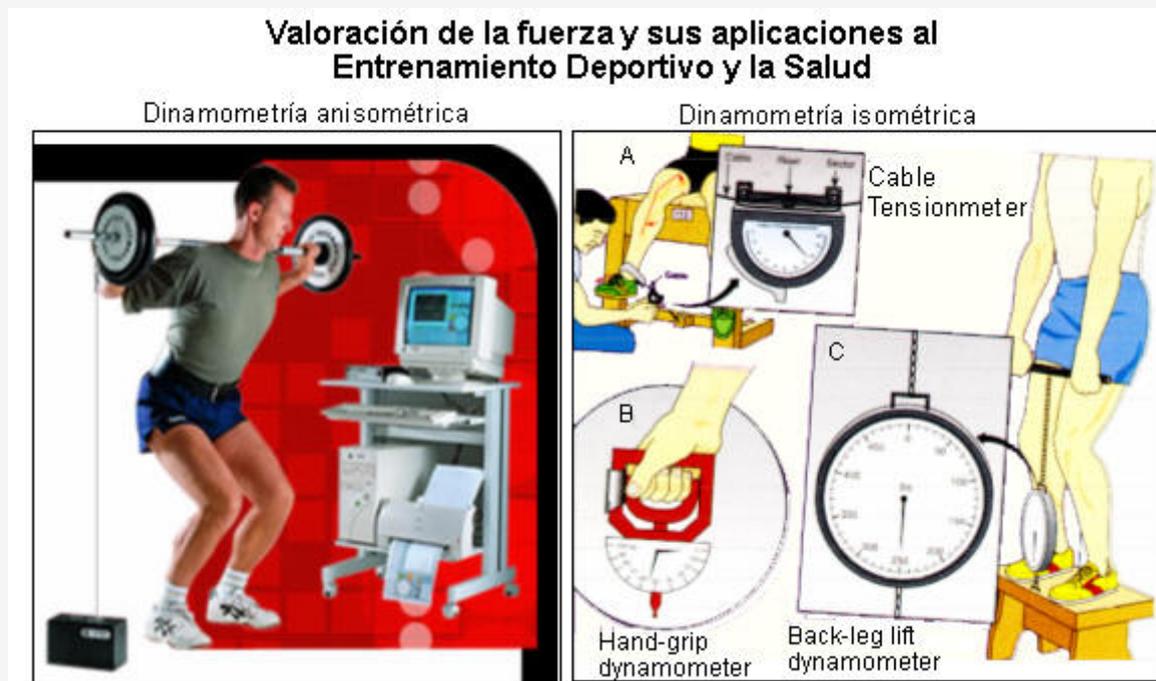


Figura 2. Mediciones en activaciones estáticas y dinámicas.

Mediciones en Activaciones Isocinéticas

Los dinamómetros isocinéticos se han utilizado en la rehabilitación, especialmente en la rodilla, como medio de realizar ejercicios dinámicos concéntricos y excéntricos, en los que se consigue hacer trabajar todo el potencial de fuerza del músculo, en todos los grados del arco de movimiento (González Moro, 2004).

El ejercicio isocinético puede ser utilizado para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar una fuerza o momento torsional y como modalidad de ejercicio para restablecer el nivel de fuerza tras una lesión o, simplemente como entrenamiento (González Moro, 2004).

Algunas de las características de este tipo de medición son:

- La velocidad de movimiento de los segmentos corporales activados permanece constante.
- Valoran movimientos en rotación que, en muchas ocasiones, no son cuantificables por otro tipo de dinamómetros.
- La resistencia generada por el dinamómetro es de igual magnitud que la fuerza muscular aplicada a lo largo del todo el recorrido del movimiento.
- Permite utilizar cargas óptimas sobre los músculos y valorar la fuerza (momentos de fuerza en los movimientos articulares) en condiciones dinámicas.
- De utilidad en rehabilitación y recuperación de lesiones. Poca utilidad para el entrenamiento deportivo ya que en (casi) ninguna disciplina deportiva existen acciones isocinéticas.

Los principales componentes de los dinamómetros isocinéticos son (González Moro, 2004):

Variable	Características
Velocidad de Movimiento	Velocidades lentas (hasta 60°/s). Velocidades rápidas (mayores a 180°/s).
Rango de Movimiento	Establecido para cada articulación y movimiento. Limitado por la patología específica.
Tipo de Contracciones	Concéntrica. Excéntrica.
Ritmo de Trabajo	Continuo. Sobrepuesto o contracción a contracción.

Tabla 1. Principales variables a tener en cuenta en cuetna en dinamometría isocinética (González Moro, 2004).

Fuerza (newton)	Es el producto de la masa desplazada por la aceleración adquirida. Es lo que realmente hace el músculo
Momento (newton x metro)	Cuando la fuerza se realiza a lo largo de un eje de rotación. Es el momento torsional e indica el resultado externo.
Trabajo (Julios)	Es la fuerza ejercida por la distancia de desplazamiento. Es la energía desarrollada. Gráficamente se objetiva como el área bajo la curva del momento.
Potencia (vatios)	Es el trabajo producido por el tiempo empleado. Útil en tareas repetitivas.

Tabla 2. Magnitudes físicas empleadas en dinamometría isocinética (González Moro, 2004).

Las unidades más empleadas en la valoración isocinética son las derivadas del momento torsional, se pueden expresar como el momento medio desarrollado en todo el rango de movimiento; el momento máximo alcanzado y la posición angular del recorrido en que se ejerce el momento máximo. Se puede estudiar el momento de cada ángulo determinado obteniéndose los momentos angulares específicos (González Moro, 2004)

Los momentos o fuerzas realizadas se pueden expresar de forma aislada o relacionando los grupos musculares antagonistas. De esta manera se obtienen los cocientes flexores/extensores de la cadera, rodilla, hombro o el cociente rotadores externos/rotadores internos del hombro. Esta forma de expresar los resultados nos permite detectar posibles déficit de fuerza y desequilibrios musculares (González Moro, 2004).

Las principales **ventajas** de la valoración isocinética son, principalmente (González yRivas, 2002; González Moro, 2004):

- Permite comparar músculos agonistas y antagonistas
- Permite mediar acciones isométricas, concéntricas y excéntricas
- Se pueden comparar miembros entre si (desequilibrios), discrepancias bilaterales, valorar debilidades generales musculare, atrofiadas localizada y zonas de debilidad.

Según P. Kannus (1994 citado por González y Rivas, 2002), la mayor **desventaja** de estas mediciones isocinéticas se deben a que es un movimiento no natural. Además a la luz de diversos estudios (Gleeson y Mercer, 1996 citados por Gorostiaga y Rivas, 2002) las mediciones isocinéticas deben ser tomadas con precaución (afectación en los datos por notables niveles de errores de medida, según ángulo de medición, menor fiabilidad en relación a mayores velocidades, etc.)

Además existen dos grandes inconvenientes para no entrar a valorar dicha opción como pausable de utilización por parte del Técnico en ejercicio físico y salud (*Fitness*):

- La validez, a nivel de especificidad, de dicho diagnóstico, ya que en un movimiento en nuestra vida cotidiana o en la práctica deportiva es prácticamente imposible conseguir que la velocidad de un movimiento, a través de un eje articular, sea constante.
- Su enorme costo y necesidad de preparación del personal responsable.

Mediciones en Activaciones Isométricas

Para la realización de este tipo de pruebas con el máximo de fiabilidad y precisión posible, se precisaría de un "transductor" de fuerza (células de carga) y, a ser posible, de un soporte informático que ayude en la recogida de los datos y posterior tratamiento.

Se podría medir (González y Rivas, 2002):

- Pico máximo de fuerza
- Fuerza explosiva en régimen estático en cualquier punto o tiempo y la fuerza explosiva máxima
- El tiempo transcurrido hasta alcanzar los distintos valores de fuerza
- La resistencia a la fuerza con distintos porcentajes de la FIM (fuerza isométrica máxima)

El valor de las mediciones isométricas posee algunas cuestiones que deberíamos considerar como posibles desventajas para su aplicación en programas de ejercicio físico y salud (*fitness*) :

- Su aplicación debe realizarse en el ángulo en el que se produce el pico de fuerza en el gesto específico que se pretenda valorar, implicando una relación en prestaciones dinámicas de cuestionable validez, además de que parece haber poca relación entre las adaptaciones neuromusculares, estructurales y mecánicas entre ejercicios dinámicos y estáticos (González y Rivas, 2002).
- Esta ampliamente aceptado y documentado que los ejercicios con un elevado componente estático (isométrico) están contraindicados para personas con enfermedad cardiovascular, debido fundamentalmente al elevado aumento de la tensión arterial sistólica generado y a su potencial como inductores de una isquemia durante el esfuerzo (Pate et al, 1991; Jiménez, 2003).

Mediciones en Activaciones Isoinerciales (Pesos Libres) en Acción Miométrica (Concéntrica) y saltos (CEA Intenso) con y sin Tecnología

La medición de la fuerza con pesos libres (e inicialmente sin tecnología) es, quizás, el sistema más habitual, sencillo y barato para medir la fuerza, aunque solo nos puede proporcionar información sobre valores de fuerza dinámica máxima expresados en kilogramos desplazados (González y Rivas, 2002). El ejemplo más sencillo la obtención del valor de 1 RM (repetición máxima) en un ejercicio. También podríamos obtener el valor de dicha RM mediante la utilización de distintas fórmulas.

Factores que deben tener en cuenta en la Estimación de la RM (a partir de Tous, 2000; Weir y col., 1994; Kraemer, Fry, 1991; Brown y Weir, 2001; Heredia y cols., 2005; González Badillo y Ribas Serna, 2002; Jiménez, 2003)

- **Familiarización:** será necesario que los sujetos tengan una toma de contacto con el equipamiento a utilizar al menos una sesión antes de valorar la RM.
- Seleccionar los ejercicios que más van a ser entrenados, o los que mayor especificidad y/o funcionalidad posean. En este caso, si se escogen ejercicios con pesos libres o máquinas, deberemos procurar que se dirijan a los grandes grupos musculares. Según Kannus (1994) cuando se realizan test con máquinas, resulta un movimiento muy específico, que por lo general, no es un movimiento natural. Por lo que no se podrían aplicar los resultados obtenidos a las acciones en las que interviene una cadena cinética multiarticular completa (González Badillo y Ribas Serna, 2002)
- Dentro de la misma sesión de evaluación no realizar más de 2-3 ejercicios. Evitar evaluar en la misma sesión músculos que actúen como sinergistas en otros movimientos o ejercicios a evaluar
- Aplicar a sujetos expertos. Recordemos que existirá una importante influencia de la variable de aprendizaje en la evaluación de sujetos que se inician en el entrenamiento, y que dicha evaluación no sería muy necesaria cuando conocemos que las primeras adaptaciones (fundamentalmente de tipo neural) se producen con cargas muy bajas (se estima que con resistencias del 45-50%, e incluso menores), permitiendo además, un adecuado aprendizaje de la técnica correcta de ejecución de los ejercicios (Feigenbaum, Pollock, 1999; Jiménez, 2003)
- El intervalo de recuperación entre series no debe ser menor de 1 minuto ni mayor de 5 (Weir y col., 1994)
- El número óptimo de series de única repetición para determinar la fuerza máxima no debería exceder de tres o cinco (Kraemer, Fry, 1991)
- **Fiabilidad:** se deberían realizar dos intentos en dos días diferentes para conseguir unos datos los más fiables posibles y evitar la gran variabilidad en las mediciones.
- **Calentamiento** de 5-10 repeticiones al 40-60% del máximo percibido
- Descanso de 1' y realizar estiramientos suaves, ejecutar de 3-5 repeticiones al 60-80% del máximo percibido.
- El siguiente paso llevará al sujeto cerca de su 1RM percibida. Se aumentará el peso y se intentará realizar una repetición. Si se consigue, se concederán de 3 a 5 minutos de descanso, después de los cuales se seguirá aumentando el peso hasta que no se consiga levantarlo.

- El valor de 1RM será el correspondiente al peso del último levantamiento exitoso.
- Es importante establecer una comunicación constante con el sujeto valorado, preguntándole por sus sensaciones y su estimación de lo cerca que está de su 1RM
- Se debe mantener una correcta actitud tónica postural equilibrada (ATPE)(Heredia y col., 2005) durante la ejecución de la valoración
- Hay que ser cuidadoso a la hora de interpretar los datos obtenidos (Brown y Weir, 2001), puesto que son muchos los factores que pueden influenciar en su manifestación
- Los test deben aplicarse en el momento oportuno y los resultados obtenidos deben tener una aplicación en el proceso de entrenamiento
- Se recomienda dividir por el peso corporal el número de kilogramos levantados para obtener el la fuerza relativa al peso y poder realizar mediciones interindividuales

Protocolo de determinación directa de 1RM			
Fase	Objetivo	Medio	Tiempo
1	Entrada en calor general	Ejercicios cardiovasculares y de movilidad articular y flexibilidad	5-10 minutos
2	Fase específica y aplicativa	6 a 8 repeticiones con el 40% - 60% del peso supuestamente máximo	Descansando un minuto
3	Preparación articular y fibrilar específica	3 a 5 repeticiones con e 70%-80% del peso estimado teórico y con velocidad creciente	3 minutos de pausa
4	Preparación neuromuscular específica	Aumento del peso, cercano al máximo, 85 al 90% del peso estimado o teórico, realizando 2 repeticiones	Se descansa 3 a 5 minutos
5	Máxima activación neuromuscular	Con un peso cercano al 95% del peso teórico. Se le indica al sujeto que realice una repetición	Se descansa 1-2 minutos
6	Búsqueda del peso máximo	Aplicando una carga del 100% y se determina el peso máximo (1RM). Se pueden realizar de 3 a 5 intentos hasta afinar al máximo	El descanso entre intentos será de 3 a 5 minutos

Tabla 3. Protocolo determinación directa 1RM (Casas en Jiménez, 2005).

Caso de deberse utilizar la RM se podrá realizar un test de carga progresiva o bien el empleo de alguna fórmula (lineal o exponencial) para hallar el valor de dicha RM (Tous, 2000).

Brzycki (1993)
$1RM = \text{Peso levantado} \times \left[\frac{1,0278}{1,0278 - (2,78 \cdot \text{reps hasta fallo})} \right]$ $1,0278 - (0,0278 \cdot x)$ (Recordar que parece ser la más precisa cuando se realizan menos de 10 repeticiones)
Wlady (1988) Epley (1985)
$1RM = (\text{peso levantado} \times 0,0333 \times \text{reps hasta fallo}) + \text{peso levantado}$ (Bastante más precisa cuando se realizan más de 10 repeticiones)
Lander (1985)
$\%1RM = 101,3 - (2,67123 \cdot \text{reps hasta fallo})$
O'Connor et al (1989)
$\%1RM = 0,025 (\text{peso levantado} \times \text{reps hasta fallo}) + \text{peso levantado}$

Tabla 4. Formulas de estimación del valor de 1RM

Si bien es cierto que para el rendimiento deportivo los test con pesos libres nos pueden permitir acercanos bastante a la

situación real de competición, esta información es insuficiente y deberá completarse, para lo cual se han diseñado algunos instrumentos interesantes para el técnico que nos proporcionarán mayor información.

La revolución tecnológica de la valoración y control del entrenamiento de la fuerza se puede aplicar a cualquier manifestación de la fuerza. Los parámetros que nos ofrece esta tecnología para la valoración de la fuerza son la velocidad, la aceleración, tiempo hasta alcanzar la velocidad máxima, tiempo hasta alcanzar la aceleración máxima; fuerza media, fuerza máxima, tiempo hasta llegar a la fuerza máxima; potencia media, potencia máxima, tiempo hasta alcanzar la potencia máxima y ángulo máximo (Pérez, 2004).

Los *Encoders* lineales (podemos encontrar dos aparatos que nos facilitan los datos anteriormente citados el *Ergopower* (Bosco System) y *Realpower* (Globus), poseen un sistema electrónico de medición basado en el *encoder* lineal que puede ser adaptado y aplicado a cualquier máquina de musculación que emplee como resistencia externa la fuerza de la gravedad. El biorrobot mide y registra la velocidad de desplazamiento en función del tiempo. De esta manera puede mostrar todos los parámetros derivados como velocidad, aceleración, potencia, trabajo, etc.

El sistema *MuscleLab* diseñado por el equipo que dirigía el Dr. Carmelo Bosco, o en su versión *microMuscleLab Power*, nos permitirá la medición precisa de la potencia (W), la fuerza (N), el trabajo mecánico (kJ), la velocidad (m/s), el pico de la velocidad, el tiempo (s) y el desplazamiento de la carga (cm). Ello supone operar a un nivel superior de conocimiento de las prestaciones neuromusculares. Para obtener los datos de los resultados de los parámetros de un movimiento efectuado con una máquina de musculación o una carga libre, se conecta el sensor de movimiento del *MuscleLab* a la carga a desplazar. El equipo registrará el desplazamiento en función del tiempo y todos los parámetros derivados son calculados automáticamente: Velocidad (m/s), velocidad angular (rad/s), fuerza, potencia, momento, etc. Se puede ver en forma numérica o gráfica. Calcula la carga de 1RM. Relación carga-peso corporal. Proporciona las ecuaciones personalizadas de las curvas fuerza-velocidad y carga-velocidad y para mayor información se pueden conectar goniómetros, EMG o acelerómetros incorporados en el equipo, poseyendo también un sistema de *biofeedback* que permite optimizar la eficiencia del entreno de fuerza

Evaluación del CEA (Saltos)

Otra interesante forma de valoración de la fuerza y sus manifestaciones, aplicada a los saltos, si dicho salto se realiza sobre una plataforma de contactos conectada a un cronometro (por ejemplo, Ergojump, Bosco System, made by Globus), con la técnica de ejecución adecuada, es posible saber el tiempo de vuelo y, por tanto, la altura alcanzada por el centro de masas del deportista:

$$H_v = \frac{T_v^2 \cdot g}{8}$$

Donde H_v es la altura en metros que alcanza el centro de masas del deportista, T_v es el tiempo de vuelo en segundos y g la aceleración de la gravedad (9.81 m s^{-2} de promedio).

Ello nos permitirá establecer la influencia de los componentes contráctil, de reclutamiento y sincronización, índice de utilización acción brazos, elasticidad y reactividad neuromuscular y establecer con estos datos el perfil de dichas capacidades y relacionarlo con un perfil determinado en relación a la especialidad deportivas, así como nos ayudará a determinar los factores a privilegiar en la estrategia de entrenamiento (Vélez, 1997).

Este tipo de valoración es de difícil aplicación (por su utilidad) para los programas de acondicionamiento físico orientado a la salud, dada la poca transferencia y relativo valor de la información que nos proporcionaría dichos tests.

VALORACIÓN DE LA FUERZA Y SUS APLICACIONES AL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Y LA SALUD
MANIFESTACIONES DE LA FUERZA

Manifestaciones Activas		Manifestaciones Reactivas		
Máxima dinámica	Explosiva	Elástico - Explosiva		ReflejoElástico-Explosiva
			+ Acción de brazos	+ Acción de brazos
Sentadilla completa	Squat jump - SJ	Countermovement - CMJ	Abalakov	Bounce drop jump - BDJ

Capacidad contráctil
 Capacidad de reclutamiento Instantáneo y sincronización
 Capacidad elástica
 Capacidad refleja y de rebote

$$\begin{array}{c}
 \underbrace{DJ}_{100\%} = \underbrace{(SJ_{PC})}_{(A\%)} + \underbrace{(SJ - SJ_{PC})}_{(B\%)} + \underbrace{(CMJ - SJ)}_{(C\%)} + \underbrace{(Abk - CMJ)}_{(D\%)} + \underbrace{(DJ - Abk)}_{(E\%)}
 \end{array}$$

Figura 3. Manifestaciones de la fuerza y valoración de la capacidad de salto.(Vittori, 1990; Gonzalez y Gorostiaga, 1995).

Valoración de la Fuerza y sus Aplicaciones al Entrenamiento Deportivo y para la Salud

Valoraciones Manifestaciones fuerza ativas y reactivas: MI / saltos



Ergo tester y plataforma de contacto (Globus) (Pérez, 2004)

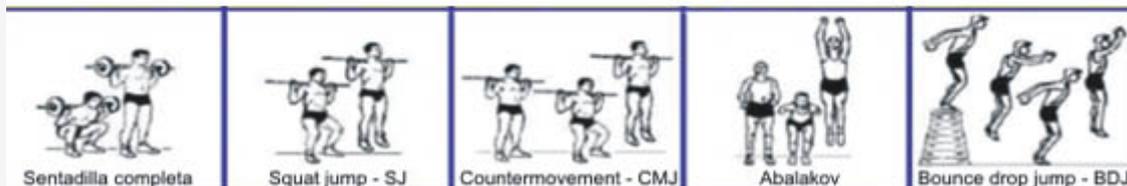


Figura 4. Valoración manifestaciones fuerza activas y reactivas: miembro inferior/saltos .(Vittori, 1990; Gonzales y Gorostiaga, 1995; Pérez, 2004).

Evaluaciones de la Fuerza en el Entrenamiento Saludable: Reflexiones Iniciales

Tal y como hemos expuesto, uno de los factores claves que vendrá a determinar directamente dicha evaluación de la fuerza, en este caso en el campo de la salud, es el de carga de entrenamiento. La determinación de la carga de entrenamiento de fuerza (en este caso con resistencias, en activaciones de tipo anisométricas-concéntricas con pesos libres o máquinas), supone el intento de definir el parámetro de la **intensidad de la carga**. La intensidad es el aspecto cualitativo del entrenamiento, siendo el grado de esfuerzo que exige un ejercicio (González y Gorostiaga, 1996).

La intensidad máxima podría expresarse por el **peso utilizado** y la relativa con el **% de dicho peso en relación al máximo en el ejercicio**. Es muy frecuente y práctico el utilizar el % de 1 RM (repetición máxima) como expresión de la intensidad de entrenamiento. Según esta afirmación, ello querría decir que si realizase un test de 1 RM de press banca, por ejemplo, y en dicho test consiguiese hacer una repetición (no más) de 100 kg, estaría trabajando con una intensidad del 80% cuando trabajase con 80 kg.

Valoración de la Fuerza y sus Aplicaciones al Entrenamiento Deportivo y la Salud	
Fuerza: Parámetros de control de la carga	
Volumen	Por si solo no tiene mucha relevancia, tiene valor unido a los valores de la intensidad . Es la medida cuantitativa global de las cargas de entrenamiento de diferente orientación que se desarrollan en una sesión, micro, meso o macrociclo. INDICADORES VOLUMEN Repeticiones – Series-Tonelaje (deshuso)
Intensidad	Aspectos cualitativos de la carga. INDICADORES INTENSIDAD Peso medio – zona intensidad - IMR
Carácter de Esfuerzo	Número de repeticiones que se dejan de hacer en cada ejercicio/serie
Densidad Recuperación	Tiempo recuperación entre sesiones, micro y mesociclos Tiempo de descanso entre series (micropausa) y ejercicios (macropausa)
Ejercicio y Tipo de Resistencia	Ejercicios de efectos localizado, generales, específicos. Tipos de resistencia /carga. Peso corporal (autocarga), pesas libre (mancuernas-barras), máquinas (resistencia fija, variable, acomodada, inercia), aparatos lastrados.
Tipo de Ejecución	Determina la forma de ejecución de dicho ejercicio (velocidad, estabilización y ROM)

Tabla 5. Entrenamiento de la Fuerza: parámetros de control de la carga (Heredia, Isidro, Ramón, Pinsach, 2006)

Si bien, como veremos, aún realizando un test de 1RM y estimando el máximo peso que podríamos movilizar en ese ejercicio, en “ese” momento, estableciésemos la dinámica de la intensidad de entrenamiento, no siempre la intensidad estimada (por ejemplo el 60%) corresponderá con dicho valor en relación a la máxima posibilidad de sujeto. Otros factores, como por ejemplo la velocidad de ejecución, van a ser determinantes. Cuando la resistencia (mucho más adecuado este término) utilizada sea igual o superior al 90% de 1RM, la velocidad de ejecución tiene que ser la máxima posible, ya que con esos % no se puede regular la velocidad. Sin embargo con % inferiores al 85-90% puede tener mucha importancia que el movimiento se realice a la máxima velocidad o no.

En relación a la **estimación del valor de 1 RM mediante fórmulas**, debemos considerar algunas cuestiones al respecto. En efecto, cuando ni el número de repeticiones por serie ni el peso han de ser los máximos posibles, hay que tener mucho tacto para no alejarse demasiado del pretendido. Debiendo considerar (a partir de González Badillo, 1997):

- Saber qué porcentaje representa una carga (peso) según las repeticiones que se pueden hacer con ella. Para tener una orientación bastante aproximada se proponen numerosas fórmulas con las que podemos conocer tanto el valor de 1RM como el % que presenta un peso en función de las repeticiones que hayamos podido hacer. Pero cuidado en la aplicación a todos los ejercicios. González Badillo (1997) únicamente expone una correlación entre los predictores (número máximo de repeticiones realizadas con el peso correspondiente) y el criterio (1RM o el % de 1RM) de 0.99 en press banca y 0.96 para la sentadilla. La fórmula expuesta por Brzycki (1993), muestra una

precisión menor a partir de las 10-12 repeticiones (otras como la Weldon (1988) y Epley (1985) parecen ser más precisas cuando se realizan más de 10 repeticiones). El uso de las mismas tanto en entrenamiento como test, es más fiable cuando el número de repeticiones está comprendido entre 2 y 10 (González Badillo, 1997; Tous, 1999).

- Tener muy claro los objetivos de entrenamiento
- Tener claro que según dichos objetivos y necesidades de fuerza, el mismo número de rep/serie debe representar una carga/esfuerzo diferente
- El grado de esfuerzo exigido está en relación con el número de repeticiones que se deje de hacer (carácter del esfuerzo) en cada serie con relación a las máximas posibles.
- Conocer el efecto que produce cada número de repeticiones por serie en relación con el esfuerzo que exige.

La RM para la Determinación de la Carga de Entrenamiento de Fuerza: Utilidad, Problemática y Propuestas

¿Realmente podríamos afirmar que mediante un **test 1RM** conoceríamos la “verdadera capacidad máxima” del sujeto para ese ejercicio?, o por el contrario existirán algunas variables que influirán directamente en que ese valor de 1RM correspondan a la situación de rendimiento actual del sujeto en ese día en cuestión y en una determinada situación psicobiológica?. La medida del valor obtenido y sus posibles aplicaciones, ¿son realmente valiosas en relación al costo/beneficio? Veamos una pequeña reflexión:

- Diversos autores (Kroll, 1962; Reinking et al., 1996; citados por Brown y Weir, 2001; Jiménez, 2004) exponen acerca de la necesidad de tener en cuenta que los **sujetos inexpertos** experimentan importantes mejoras en sus valores de fuerza en sesiones sucesivas de valoración simplemente por su familiarización con el test, con el equipamiento y con el tipo de acción muscular solicitada (Kroll, 1962; Reinking et al., 1996; citados por Brown y Weir, 2001; Jiménez, 2004)
- Solo determina la **capacidad de rendimiento en acciones miométricas** (concéntricas) y no información sobre la capacidad pliométrica (Jiménez, 2004)
- El valor obtenido en 1RM está limitado por **punto de menor eficacia mecánica en todo el ROM** (*sticking point*) (McArdle et al, 1996; Jiménez, 2004).
- Dependen de la **situación PSICO-BIOLÓGICA** individual en ese día y momento.
- La incorrecta medición de 1RM. Si por ejemplo, en un press banca al medir dicho valor la velocidad media el movimiento ha sido igual o superior a 0,3 m s⁻¹, la RM medida estará por debajo de la real, lo que podría significar que a partir de ahí los entrenamientos tenderán a realizarse con resistencias inferiores a la teóricamente programadas.

En general, podríamos considerar la propuesta inicial de desaconsejar o limitar la realización de tests máximos de fuerza (pueden ser más útiles otros valores o parámetros para determinar la intensidad del ejercicio en el entrenamiento de la fuerza), así por ejemplo, instituciones como la Academia Americana de Pediatría y la National Strength and Conditioning Association (en García Manso, 1996) **recomiendan el uso de 10 RM y/o el empleo de fórmulas, normalmente lineales** (Brzycki, 1993, Epley, 1985; Lander, 1985, O'Conner et al. 1989 en Tous, 2000).

A este respecto, sería necesario volver a plantear algunas cuestiones:

- Está documentada (tal y como se ha indicado anteriormente) **una pérdida de fiabilidad a partir 10-15 repeticiones** (según test), lo cual nos podría conducir a una estimación de 1 RM no muy ajustada a las posibilidades reales del sujeto.
- **¿Cómo influye la fatiga a partir de 1RM?** Es muy importante entender que dicho factor condicionará el propio resultado en el test de estimación de 1RM mediante fórmulas (tanto más cuanto mayor número de repeticiones se realicen).
- **El factor de la velocidad de ejecución es determinante** en este caso y mayor a cuantas más repeticiones realicemos para determinar el valor de la RM.

A este respecto, a partir de la propuesta de González Badillo (1996) (en Heredia y cols., 2006), entendemos que el aplicar alternativas a dicho concepto tradicional de RM es mucho más útil y, posiblemente, riguroso. Así como podría ser, por ejemplo, el considerar el CARÁCTER DE ESFUERZO (González Badillo, 1997) y velocidad de ejecución como medios complementarios de control de la intensidad de entrenamiento.

El **carácter de esfuerzo** viene determinado por el número de repeticiones que hacemos o dejamos de hacer en una serie. Así por ejemplo no es lo mismo programar un trabajo de 3 repeticiones por serie pudiendo hacer 6 (carácter de esfuerzo no máximo) que realizar el máximo número de repeticiones con una carga (carácter de esfuerzo máximo)

Si el carácter de esfuerzo es el máximo (máximo número de repeticiones en una serie) trabajaré la fuerza máxima a expensas de adaptaciones funcionales (según repeticiones de 1 a 3 por ejemplo) o estructurales (con repeticiones de 8-10)

CARÁCTER DE ESFUERZO	CARÁCTER ESFUERZO MÁXIMO (C_{emax}) No es posible realizar ninguna repetición más de las previstas.
	CARÁCTER ESFUERZO SUBMÁXIMO (C_{esub}) Se pueden realizar más repeticiones de las previstas.
	CARÁCTER ESFUERZO SUPRAMÁXIMO (C_{esupr}) Realizo más repeticiones de las posibles (con ayuda)

Tabla 6. Definición y clasificación del carácter de esfuerzo (González y Gorostiaga, 1995; Heredia y cols, 2006)

Partiendo de la base de que está bien documentada el conocimiento de que si realizamos “x” número de repeticiones por serie y no más, estamos influyendo sobre una determinada manifestación de fuerza y consiguiendo una serie de efectos a nivel nervioso, estructural, etc. (González y Gorostiaga, 1996), podríamos establecer la intensidad en base a la determinación de **franjas de entrenamiento muscular** (repeticiones/serie), junto a la determinación del **carácter de esfuerzo** (y su influencia sobre la manifestación de fuerza pretendida: podrá acentuar, minimizar o neutralizar dicha influencia), sin olvidar la importancia de la velocidad de ejecución sobre dichos efectos (se establece dicho planteamiento en base a una velocidad máxima para la carga referida, pudiendo ser determinante dicha velocidad alta-máxima en las manifestaciones de fuerza-máxima de tipo neural (coordinación intramuscular) y las manifestaciones explosivas antes los distintos tipos de carga).

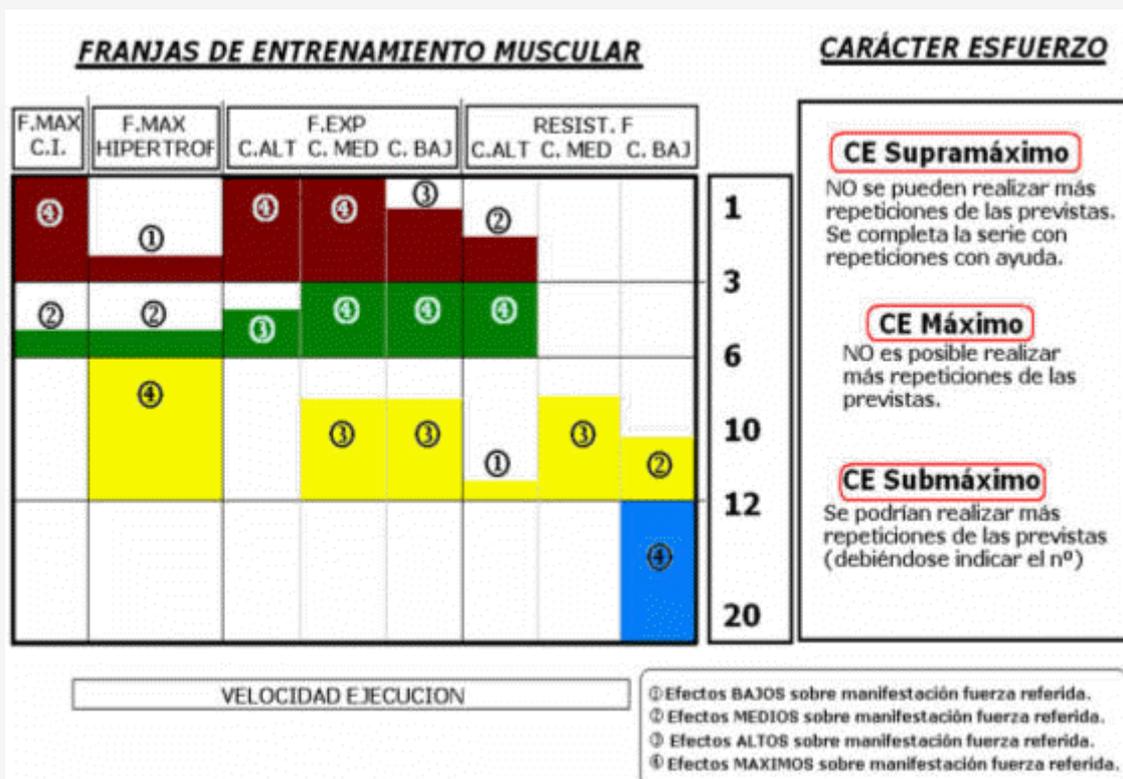


Figura 5. Definición de zonas o franjas de entrenamiento muscular. (Heredia, Isidro, Pinsach, Ramón, 2006).

La utilización de **Escala de Percepción de Esfuerzo** (Robertson y col., 2003) está ampliamente documentada y constituye una valiosa herramienta para el técnico. La **escala OMNI-Resistance** (0-10) tendría ventajas para percibir la intensidad de esfuerzo, en actividades intermitentes como los entrenamientos de fuerza (Day y col., 2004; Pincivero y col., 2003; Nacleiro en Jiménez, 2004). La utilización de dicha escala parece necesitar un periodo de adaptación y aprendizaje con adecuadas instrucciones sobre su aplicación (Glass y Satanon, 2004; Noble y Robertson, 1996; Nacleiro en Jiménez, 2004), habiéndose estimado dicho periodo entre 8 y 12 sesiones, donde el sujeto debe familiarizarse con el uso de escala (Nacleiro en Jiménez, 2004).

Discusión: ¿Valoración de la fuerza desde la perspectiva de la ATPE?

Al plantearnos la evaluación de la fuerza y manifestaciones para el entrenamiento orientado a la salud y el bienestar, deberíamos plantearnos:

1. Relación costo/beneficio
2. Utilidad y aplicación.

¿Es realmente útil valorar la fuerza dinámica máxima en las extremidades cuando lo que abordamos será un entrenamiento orientado a la “funcionalidad”, acciones articulares globales y movimientos?.

A continuación presentamos otra forma de valoración de la fuerza muscular, una propuesta que ha sido concebida bajo la perspectiva del acondicionamiento físico orientado a la salud. De forma más específica nos centraremos en el entrenamiento funcional ((Heredia, Chulvi, Ramón, 2006), el cual se centra en planificar microprogresiones de ejercicios basados en los requerimientos de estabilidad (Heredia, Chulvi, Ramón, 2006). Este tipo de ejercicio solicitan patrones dinámicos multi-articulares y multiplanares que necesitan transmitir la fuerza entre extremidades. Muchas veces no existen estas microprogresiones, por lo que la propuesta de ejercicios queda supeditada al uso de ejercicios con utilización de diferente material. Esta situación puede ser de riesgo, puesto que no existe un verdadero control de la progresión del entrenamiento, pudiendo caer en una situación peligrosa si se genera inestabilidad a una articulación inestable.

Debemos contemplar la necesidad de la evaluación del nivel de *fitness* muscular, no solo como forma de determinar la carga de entrenamiento (con todas las cuestiones ya analizadas), sino partiendo de la búsqueda de información que nos permita una prescripción mucho más eficaz del programa de entrenamiento. Para ello debemos abordar la necesidad de entender al esqueleto como un conjunto de cadenas musculares entrelazadas que trabajan sinérgicamente (Miralles y Miralles, 2005) y que, tal y como afirma H. Jackson (Vélez, 2005), nuestro cerebro no sabe de músculos, sino de movimientos; dicho de otra manera, nuestro sistema nervioso actúa mediante movimientos y no mediante músculos.

Consideramos la ATPE aquella actitud que englobando todos los parámetros referentes al tono muscular, postura y colocación corporal (segmentaria y global) equilibrada (entendido como máxima estabilidad y distribución de fuerzas y apoyos) que son adecuados para el mantenimiento de la salud estructural y funcional del aparato locomotor, así como sus posibles modificaciones en función de la actividad o tarea a realizar (Heredia y cols., 2005). Dentro de la misma consideraremos:

- **La ATPE de base:** que constituirá los niveles de actitud y alineación postural, organización neuromuscular (musculatura tónico-fásica) y capacidad de integración neuromuscular que posee el individuo en el momento actual. Se debe valorar dicha ATPE de base desde una perspectiva de mínimos saludables.
- **La ATPE específica o funcional:** referida más al desarrollo de hábitos y a la enseñanza del control, conciencia corporal y actitud tónico postural correcta no sólo en cada uno de los ejercicios de *fitness* muscular, sino también en el desarrollo de actividades diarias (levantar pesos, transportar bolsas o cargas, estar de pie, sentado, tumbado, etc.). A este nivel se valorarán la asimilación de dichos parámetros en el día a día de entrenamiento.

La evaluación de la ATPE de base, como principal factor de evaluación, conllevará:

- La detección de posibles “eslabones débiles” en las cadenas musculares (normalmente por restricción).
- La detección de desequilibrios musculares tanto en la organización neuro-muscular básica (musculatura tónico-fásica), como en posibles modificaciones de la misma (normalmente por adaptaciones específicas).

Ello será determinante con vistas a:

- Garantizar una adecuada prescripción y desarrollo del programa de ejercicio.
- Garantizar una verdadera “individualización” del entrenamiento, considerando los requerimientos de la propia organización neuro-muscular y buscando un reequilibrio de la misma que repercuta en una mejora de sus niveles de salud, funcionalidad y bienestar (la prescripción en base a un estado de equilibrio no real, podría suponer una mayor incidencia sobre dicho desequilibrio).

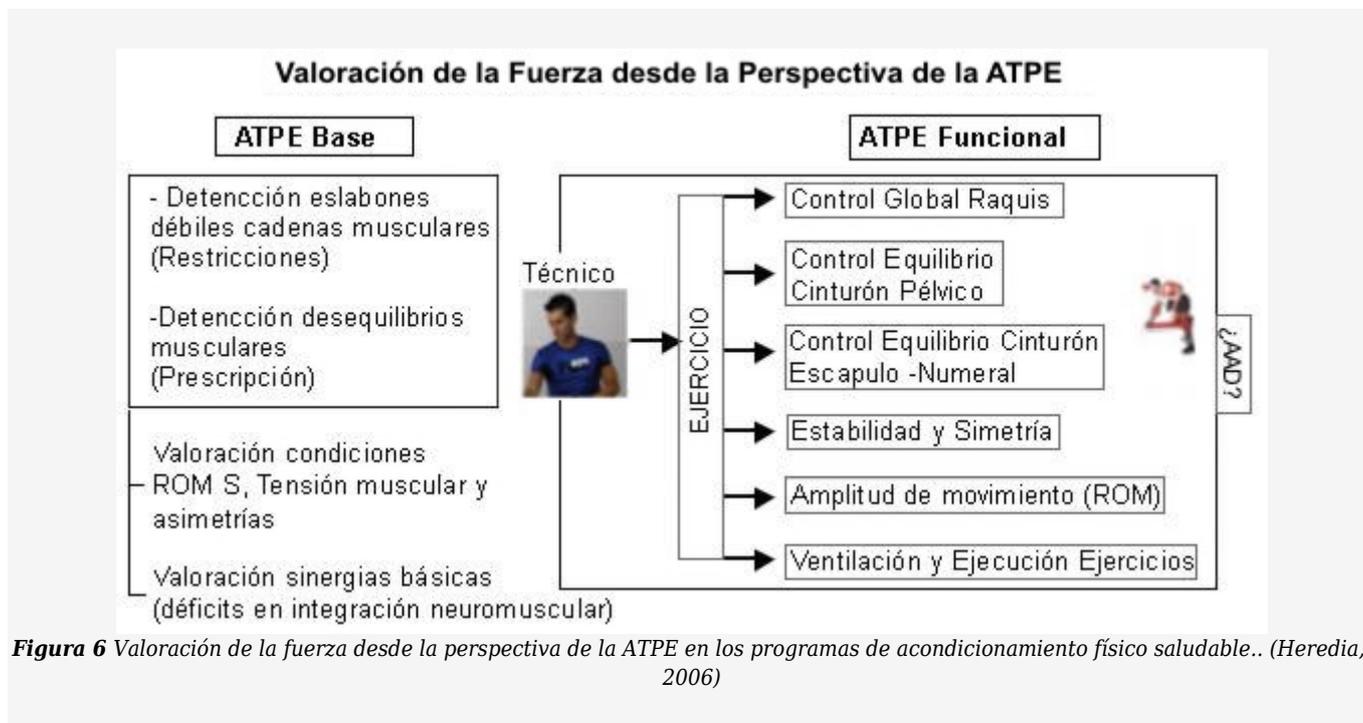


Figura 6 Valoración de la fuerza desde la perspectiva de la ATPE en los programas de acondicionamiento físico saludable.. (Heredia,, 2006)

La metodología de dicho proceso evaluativo (no se trata únicamente de un test), podrá ser analizado con mayor detenimiento (no es el objetivo del presente trabajo) en una futura publicación. Únicamente se ha pretendido realizar un análisis que nos conduzca a una reflexión al respecto de la evaluación de la fuerza en el contexto del entrenamiento para el acondicionamiento físico orientado a la salud.

Conclusión

En el campo del entrenamiento orientado a la salud, es posible que sea necesario considerar la perspectiva de la evaluación del *fitness* neuromuscular desde una perspectiva distinta a como se ha venido planteando hasta la fecha.

La valoración del *fitness* neuromuscular es un proceso complejo, multifactorial y que conlleva la obtención de una cantidad de información clave para el entrenamiento. El control del entrenamiento no puede limitarse a un solo parámetro como puede ser el valor de 1RM y dicho valor no debería ser considerado como referente a la hora de servir para la prescripción del entrenamiento en programas de acondicionamiento muscular saludable. La utilización del Carácter de Esfuerzo, la Escala de Percepción de Esfuerzo, entre otros parámetros deben ser herramientas que el técnico maneje para tal fin.

La evaluación de la fuerza en los programas orientados al acondicionamiento físico saludable debería ser replanteada en función de las líneas actuales de trabajo que enfatizan la concepción del entrenamiento desde una perspectiva más funcional. Por ello sería interesante considerar integrar el concepto de ATPE y evaluación del mismo de manera que nos garantice una prescripción mucho más eficaz y un mejor ajuste e individualización del programa de entrenamiento.

REFERENCIAS

1. Bompa, T (2000). Periodización del entrenamiento deportivo. *Barcelona: Paidotribo*
2. Brown, L.E.; Weir, J.P (2001). Accurate Assessment of Muscular Strength and Power, ASEP Procedures Recommendation. *Journal of Exercise Physiology 4 (3)*
3. Colado, J. C (1996). Fitness en las salas de musculación. *Barcelona: Inde*
4. (1999). El manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. *Barcelona. Paidotribo*
5. Heredia Elvar, Juan R. Costa, Miguel R (2004). Propuesta para Diseño de Programas de Fitness Muscular. *PubliCE Standard. 13/09* *Pid: 354*
6. Heredia, J.R. Miguel, R.; Abril, M (2005). Criterios para la observación, control y corrección de ejercicios de musculación para la salud. *PubliCE Standar pid: 426*
7. Kannus, P (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int, J. Sports.*

8. Tous, J (1999). Nuevas tendencias en fuerza y musculación. *Barcelona: Ergo*