

Aplicaciones prácticas en la evaluación de la fuerza desde el campo de la salud. Reflexiones y propuestas

*Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Entrenador Personal
Grupo Español Especialistas Ejercicio Física, Salud y Fitness
Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico, la salud y el fitness
FNCSA. FACSM

**Entrenadora personal. Grupo Español Especialistas Ejercicio Física, Salud y
Fitness
Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico, la salud y el fitness

Iván Chulvi
Laura Masía

chulvi77@hotmail.com
(España)

Resumen

En la actualidad existen evidencias que fundamentan la inclusión de programas de acondicionamiento neuromuscular como actividad física saludable. Al igual que con cualquier otra capacidad –aptitud cardiovascular o elasticidad entre otras- se deberá conocer el nivel inicial del practicante. Los datos aportados por una adecuada valoración del sistema neuromuscular aportarán información personalizada que permitirá conocer el nivel inicial, establecer objetivos, diseñar un programa de ejercicios, establecer una planificación y comparar los resultados tanto por la progresión del sujeto como comparando con tablas estandarizadas. Sin embargo, en ocasiones las valoraciones del sistema neuromuscular no están totalmente adecuadas bajo el prisma de la salud. Por tanto, el objetivo del presente trabajo ha sido reflexionar bajo las circunstancias específicas de los centros fitness una propuesta para abordar la evaluación del sistema neuromuscular.

Palabras clave: Fitness. Valoración neuromuscular. Aptitud músculo-esquelética.

<http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 14 - Nº 133 - Junio de 2009

1 / 1

Introducción

Actualmente, el entrenamiento de fuerza muscular está siendo ampliamente utilizado por diversos sectores de la población que engloban desde personas jóvenes-adultas sanas, hasta personas de edad avanzada y personas con diversos tipos enfermedades y discapacidades. La ampliación del espectro de actuación del entrenamiento de la fuerza es gracias al incansable esfuerzo por diversas instituciones e investigadores que han demostrado la eficacia, seguridad y beneficios asociados al entrenamiento de la fuerza (Feigenbaum & Pollock, 1999; Conley & Rozenek, 2001; Rodríguez, 2008; Ratamess et al, 2009). Además ha sido sugerido que son requeridos unos niveles de aptitud neuromuscular para afrontar con éxito las tareas cotidianas y laborales (Warburton et al., 2001; Heyward, 2006).

El centro de fitness resulta uno de los lugares más apropiado para el entrenamiento de esta capacidad. Por lo tanto, los instructores en entrenamiento de estos centros deben estar preparados no sólo para diseñar los programas de entrenamiento de fuerza, sino también para realizar una valoración acorde con las demandas del cliente.

En este sentido, y debido al importante movimiento actual encaminado a preservar la salud, para lógico pensar que, la gran parte de los usuarios de centros de fitness, tengan objetivos relacionados con la salud. Por lo tanto, el principal objetivo de este artículo es por un lado, aportar fundamentación para realizar la valoración del estatus neuromuscular previo al diseño del entrenamiento de fuerza. Por otro lado, aportar procedimientos prácticos y herramientas para el desarrollo de evaluaciones de fuerza dentro de los centros de fitness bajo la perspectiva de la salud.

Importancia de la evaluación del sistema neuromuscular

La evaluación del sistema neuromuscular debe involucrar la valoración de la fuerza máxima y la resistencia muscular. Una definición de fuerza muy auxiliada es propuesta por Knuttgen & Kraemer (1987):

La fuerza es la manifestación externa obtenida por la tensión interna generada por un músculo o grupo muscular a una velocidad determinada.

Por su lado, la resistencia muscular es la capacidad de un grupo muscular determinado para desarrollar fuerza submáxima para afrontar un esfuerzo durante un periodo prolongado. Existen algunas evidencias que aportan a esta capacidad la mayor funcionalidad para afrontar las tareas de la vida cotidiana (Jiménez, 2003).

Ambos conceptos, deben cubrir con el criterio principal de especificidad, tanto del grupo muscular, como del tipo de contracción y velocidad de la misma, la mecánica del ejercicio y la relación de la experiencia del evaluado (Gamble, 2006). Sobre este último punto cabe apuntar por ejemplo, que los sujetos inexpertos experimentarán grandes mejoras en los registros de la valoración debido a la familiarización con el test y el tipo de acción solicitada principalmente (Brown y Weir, 2001).

En el presente trabajo es asumido que la evaluación de la fuerza estará restringida por la manifestación de la fuerza, es decir, que estará medido externamente. Aunque es conocido que con electromiográfica (EMG) ó cálculos de la arquitectura muscular y la manifestación de la fuerza se podría determinar los niveles de fuerza interna, no han sido considerados para el presente trabajo.

La valoración de la fuerza dentro de los programas de acondicionamiento neuromuscular saludable debería fundamentarse en los siguientes planteamientos:

- Debe determinar la aptitud neuromuscular.
- Debe ser funcional.
- Debe cumplir con el principio de especificidad del entrenamiento (Abernethy et al., 1995).
- Debe garantizar la transferencia entre los registros obtenidos y su aplicación en los procesos de prescripción y planificación del entrenamiento.
- Debe realizarse evitando situaciones que supongan un incrementado potencial riesgo de lesión y garantizando una correcta y segura ejecución.
- Debe permitir comprobar evoluciones entre registros.

La evaluación previa y específica de la fuerza permitirá conseguir mayores niveles de eficacia, transferencia y reducción del riesgo de lesión (tabla 1).

Ventajas de la evaluación previa	Parte de la evaluación	Descripción
Eficacia/Transferencia	<i>Análisis biomecánico</i>	Implica el tipo de acción, ángulos articulares durante el ejercicio de entrenamiento, participación muscular, velocidad de acción y curvas de fuerza.
	<i>Demandas metabólicas</i>	Implica las diferentes vías energéticas y respuestas metabólicas que los ejercicios y el método de entrenamiento.
Prevención de lesiones	<i>Equilibrio muscular</i>	Implica la detección de músculos hipertónicos frente a hipotónicos, y su relación con alteraciones posturales, tanto en actividades de la vida cotidiana como de la vida cotidiana laboral.

Tabla 1. Importancia de la realizar una evaluación del sistema neuromuscular previa al entrenamiento. A partir de Kramer & Fragala, 2006.

Asumiendo que el debate dosis- respuesta en las adaptaciones del entrenamiento de fuerza permanece abierto, existe un evidente consenso de la necesidad de prescribir adecuadamente el programa de entrenamiento de fuerza para obtener los beneficios de su práctica. Sin la necesidad de alcanzar valores atléticos, el entrenamiento de fuerza pretende mejorar el rendimiento funcional del sistema neuromuscular con el fin de obtener los cambios fisiológicos y adaptaciones beneficiosas.

Existe una gran cantidad de variables manipulables para maximizar el entrenamiento de fuerza (Tan, 1999; Bird et al., 2005; Kraemer & Fragala, 2006; Ratamess et al., 2009), no obstante en el caso que nos ocupa, serán agrupados y definidos como dosis. Este conjunto de variables manipulado adecuadamente genera respuestas biológicas (Spiering et al., 2008) que deberán aportar especificidad al entrenamiento tanto por las vías metabólicas y hormonales, como para la obtención de los objetivos propuestos. Por otra parte, el análisis de la especificidad mecánica del movimientos o patrones de movimiento criterio de selección de ejercicio resulta de vital importancia para la adecuada prescripción del entrenamiento fuerza (Chulvi et al., in press).

Evaluando la dosis

La dosis representa los valores de estrés que el entrenamiento de fuerza va a generar al organismo –específicamente al grupo muscular objetivo-. Tradicionalmente el volumen y la intensidad han sido las variables que mayor estudio han provocado, principalmente por motivos de periodización (Fleck, 1999; Fleck & Kraemer, 2004; Zatsiorsky y Kramer, 2006). Clásicamente la intensidad ha sido asumido como una variable de gran influencia sobre las respuestas biológicas (Fry, 2004). Por ello, en este sentido, la evaluación de la fuerza ha ido acompañado a la repetición máxima voluntaria (1-RM).

A la hora de desarrollar una valoración directa de la repetición máxima voluntaria el evaluador debe asumir diversos factores, a continuación, son citados los más importantes tras una revisión previa de los procedimientos de mayor aceptación (Chulvi et al., 2007).

- 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.
- 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
- El intervalo de recuperación entre series no debe ser menor de 1 minuto ni mayor de 5
- 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.

- Valoración:
 - Activación del sistema neuromuscular realizando 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 tónico postural equilibrada
- Hay que ser cuidadoso a la hora de interpretar los datos obtenidos, puesto que son muchos los factores que pueden influenciar en su manifestación
- 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

En el caso de necesitar el registro directo, por motivos específicos, resulta recomendada las guías que instituciones de prestigio como la National Strength Conditioning Association (NSCA) o American Society of Exercise Physiologists (ASEP) han publicado (Beachle & Earle, 2000; Weir & Brown, 2001).

Sin embargo, aunque resulta segura y eficaz, la forma directa de registro de 1-RM no cumple con los fundamentos teorizados previamente para el desarrollo de evaluación de la fuerza dentro de los programas neuromusculares saludables (Chulvi et al., 2007). En nuestra revisión anterior (Chulvi et al., 2007) fue sugerida la aplicación de las diversas fórmulas predictivas para determinar 1-RM, si se pretende diseñar y monitorizar el programa de acondicionamiento neuromuscular mediante porcentaje de 1-RM. La predicción de 1-RM a partir de resistencia muscular sub-máxima es debida a que ha sido apuntada la relación entre resistencia muscular y porcentaje de 1-RM.

Existen diversas fórmulas de regresión que permiten estimar la fuerza máxima a partir de resistencias sub-máximas, las más auxiliadas por su fiabilidad han sido recogidas en la tabla 2. No obstante, existen más cantidad de fórmulas, encontrando fórmulas específicas al ejercicio realizado (Dohoney et al., 2002) y fórmulas en las que no resulta necesario realizar repeticiones, y es estimado a partir de algún factor morfológico (Chulvi y Díaz, 2008).

Autor	Fórmula	Consideraciones
Brzycki (1993)	$1\text{-RM} = 1.0278 - (2.78 \text{ reps al fallo})$	Parece ser la más precisa cuando son realizadas menos de 10 repeticiones
Epley (1985)	$1\text{-RM} = (1 + 0.0333 \times \text{reps hasta el fallo}) \times \text{peso levantado}$	Parece ser que es una de las que menor error de predicción genera.
Lander (1985)	$1\text{-RM} = 101.3 - (2.671233 \times \text{reps hasta el fallo})$	
O'Connor et al. (1989)	$1\text{-RM} = 0.025 (\text{peso levantado} \times \text{X reps hasta el fallo}) + \text{peso levantado}$	

Tabla 2. Fórmulas regresivas de mayor aceptación. Tomado de Chulvi et al., 2007

A la hora de aplicar las fórmulas de regresión debe apuntarse que su fiabilidad y validez son acertadas en franjas de entre 2 y 10 repeticiones, invitando al evaluado a llegar al fallo muscular. Superar este rango, implicará desvirtuar la capacidad predictiva de la fórmula aplicada.

Una vez establecido la repetición máxima, resulta muy aconsejable relativizar esos datos. Para este fin, se debe dividir el registro de 1RM entre la masa corporal. El índice extraído, permitirá una interpretación más personalizada de los cambios en los niveles de fuerza, de la misma forma que permitirá comparar ese resultado con respecto a una media.

Registro 1-RM (en kilogramos) / peso corporal del evaluado (en kilogramos).

Utilización de 8-12 RM

Ha sido descrito que el rango establecido entre 8 y 12 repeticiones resulta adecuado para el entrenamiento de fuerza con objetivos saludables (Hass et al., 2001), por lo tanto, establecer que la evaluación se encuentre en este rango de repeticiones permitirá una gran transferencia al diseño y programación del ejercicio.

Establecer el peso máximo obtenido en dicha franja de repeticiones –que deberían ser las más prescritas dentro de un programa de acondicionamiento neuromuscular saludable- permitirá una gran aplicación directa al diseño de entrenamiento. De forma añadida, permite realizar cambios en el peso a partir de la utilización del carácter de esfuerzo (aspecto que será desarrollado en un apartado posterior).

Valoración de la fuerza resistencia

Curiosamente, las valoraciones de la fuerza resistencia, no han recibido tanta importancia como la valoración de la fuerza máxima, y puede decirse que no existen protocolos estandarizados aplicables al campo de la salud. Por ello, y citando un trabajo pionero recogido por Heyward (2006) realizado por Pollock y colaboradores (1978), se recomienda establecer el 70% de 1RM para el ejercicio a valorar e instar al evaluado a que realice tantas repeticiones como les sea posible. Los datos desprendidos de su estudio muestran que el individuo promedio debería poder alcanzar entre 12 y 15 repeticiones.

No obstante, debe ser comentado que existe gran cantidad de información referente a pruebas de resistencia muscular calisténica –utilizando el propio peso corporal-, entre ellas destacamos las dominadas, las flexiones y las extensiones de tronco. Por último, y debido a la reciente inclusión de los ejercicios de estabilidad lumbar, también existen tests relacionados con la resistencia muscular de la faja lumbo-abdominal realizando la función de estabilización – como por ejemplo el test de Biering-Sorensen, el puente lateral (foto 1) y el puente frontal- (McGill et al., 1999; McGill, 2007).



Foto 1. Realización del puente lateral.

A la hora de la realización de los tests de valoración del sistema neuromuscular tanto de fuerza máxima como de fuerza resistencia puede servir de ayuda la aplicación de alguno de los dos aspectos de control de la carga basados en la autopercepción, comentados a continuación. Estas herramientas permiten averiguar la percepción del esfuerzo realizado en el ejercicio de fuerza relacionado el número de repeticiones realizadas con respecto a las máximas posibles.

El primer factor importante en la valoración debe ser conocer el grado de esfuerzo exigido, el cual está relacionada con el número de repeticiones que se dejan por hacer con respecto al número de repeticiones máximas –fenómeno conocido como **carácter de esfuerzo**- (González y Ribas, 2002).

Este aspecto, principalmente aplicado al campo del monitoreo del entrenamiento de fuerza, puede aplicarse a las valoraciones de dicha capacidad, puesto que permitirá poder ajustar la carga (cantidad de kilogramos) en función de las aportaciones del sujeto evaluado.

Un segundo aspecto muy relacionado es la aplicación de **escalas de percepción de esfuerzo**. Desde la aparición de la escala de percepción de esfuerzo del doctor Borg, gracias a su prolija investigación sobre dicho tópico, ha existido un gran interés por su aplicación al campo del entrenamiento de la fuerza. En esta línea resulta de obligada mención la labor del doctor Robertson, quien ha validado una escala de percepción de esfuerzo al entrenamiento de fuerza, conocida como OMNI-Resistance (Robertson et al., 2003). A partir de los trabajos de Robertson, Naclerio (2005) realiza una revisión donde concluye que:

- a. Existe correlación entre la percepción de esfuerzo y el lactato sanguíneo.
- b. Existe correlación entre la percepción de esfuerzo y la actividad electromiográfica. Resultando un mayor reclutamiento de unidades motrices cuanto mayor sea la percepción de esfuerzo.
- c. Resulta una forma válida para cualquier tipo de resistencia.

Percepción del esfuerzo	Cuantificación de la percepción
Extremadamente fácil/Fácil/Facilísimo	0-1
Fácil	2-3
Algo fácil	4-5
Algo duro ó cansado	6-7
Duro ó cansado	8
Muy duro o cansado	9
Extremadamente duro/Cansadísimo	10

Tabla 3. Escala de percepción de esfuerzo OMNI-Res. Adaptado de Robertson et al., (2003).

Analizando la selección de ejercicios

La selección de ejercicio o movimiento para la evaluación deberá atender también al principio de especificidad, en este caso, especificidad biomecánica (Gamble, 2006). Para ello, debería atender principalmente a los siguientes factores, tal y como ha sugerido previamente para la selección de ejercicios para el desarrollo de un programa de acondicionamiento neuromuscular saludable:

- **Ergonomía:** Los ejercicios deberán poseer nulo o escaso potencial lesivo a nivel articular. El conocimiento de la correcta ergonomía y técnica del ejercicio deberán estar en todo momento monitorizado (Knudson, 2007), con el fin de asegurar una reducción del riesgo potencial de lesión.
- **Eficacia:** Los ejercicios deben activar eficazmente los grupos musculares deseados y sus respectivas unidades motrices (Chulvi et al., 2007), optimizándose así el esfuerzo del ejercitante y la duración de la sesión. La eficacia del ejercicio es monitorizada por la ejecución del movimiento, puesto que pequeñas variaciones del mismo pueden alterar los grados de implicación muscular.
- **Funcionalidad:** los ejercicios debería responder a aspectos de rendimiento y compensación para las actividades de la vida diaria (AVD) y actividades de la vida diaria laboral (AVDL). Para aclarar este concepto debe aclararse que el concepto funcional, el cual está basado en la especificidad del movimiento entrenado con el movimiento que se desea mejorar, o en su caso que se desea compensar, y no por ello, deba estar presente poleas o material inestabilizador.

Otras evaluaciones asociadas al estado del sistema neuromuscular

En este apartado han sido recogidas distintas evaluaciones relacionadas con la aptitud neuromuscular saludable que difieren del concepto general de rendimiento neuromuscular pero que resultan de gran interés en la valoración saludable.

1. Valoración Postural

Las alteraciones o desequilibrios posturales-estáticos pueden ser reflejo de desequilibrios entre musculatura tónica y fásica, pudiendo estar asociadas a síndromes crónicos (Janda, 2003).

Por lo tanto, establecer una valoración postural general a nivel frontal, lateral como posterior (figura 1), permitirá una aproximación sobre posibles desequilibrios. Para este objetivo, existen patrones de valoraciones posturales desarrolladas ampliamente en un manual de gran aceptación titulado Kendall's músculos pruebas funcionales postura y dolor (Kendall et al., 2007).

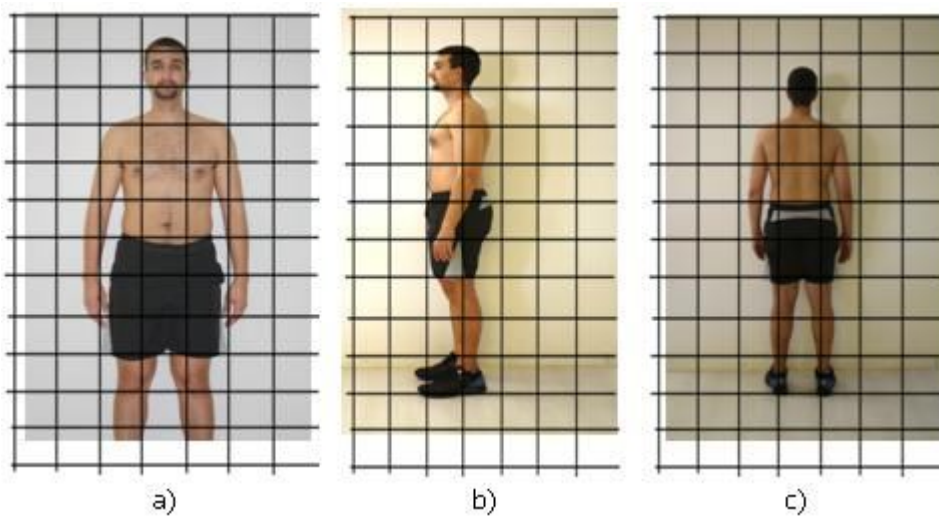


Figura 1. A) imagen para evaluar postura frontal; B) imagen para evaluar la postura latera; C) imagen para evaluar la postura posterior.

A las fotos se les ha aplicado una rejilla digital que facilita la valoración.

A este respecto, son conocidas las relaciones establecidas entre grupos musculares opuestos. Si estas relaciones (ver tabla 4) son adecuadas, existe equilibrio muscular, situación que desembocará en una correcta estabilidad articular.

Aunque la forma más específica para establecer estas relaciones incluye dispositivos de control de la velocidad, la comparación de 1RM resulta muy funcional.

Grupos musculares	Relación de equilibrio muscular
Extensores y flexores de cadera	1:1
Extensores y flexores de codo	1:1
Extensores y flexores del tronco	1:1
Inversores y eversores de tobillo	1:1
Flexores y extensores del hombro	2:3
Extensores y flexores de la rodilla	3:2
Rotadores internos y externos del hombro	3:2
Flexores plantares y dorsiflexores del tobillo	3:1

Tabla 4. Relación de equilibrio muscular. Tomado de Heyward, (2006).

2. Valoración en movimiento

En ocasiones, la valoración estática de la postura resulta insuficiente, bien porque no indica el origen específico de la debilidad, o porque, no se registran en que región del arco de movimiento articular resulta más pronunciada.

La realización de pruebas funcionales musculares dinámicas permitirá ampliar la información sobre el equilibrio neuromuscular de la persona evaluada, diversos manuales abordan de forma práctica este menester, presentando una gran cantidad de valoraciones para las diversas articulares y músculos (Sharman, 2006; Kendall et al., 2007; Hislop & Montgomery, 2006).

De la misma forma se puede incluir la realización de un ejercicio que cubra las mismas premisas de patrón motor que la actividad que se pretende mejorar, analizando en dicho movimiento cualquier tipo de desequilibrio muscular.

3. Valoración específica biomecánica

Esta valoración precisa de la necesidad de realizar el análisis a las curvas de fuerza y a la especificidad mecánica del ejercicio. El concepto de curva de fuerza alude a las gráficas resultantes de representar el momento de la articulación en función de la posición angular de la misma (Kulig et al., 1984).

Tener presente las curvas de fuerza permitirá ajustar el dispositivo de resistencia a seleccionar para poder acoplarlo a la máxima capacidad de generar fuerza de la(s) articulaciones involucrada-as. Los diversos mecanismos que se utilizan como fuente de resistencia generan diferentes curvas de fuerza. Por ejemplo un operario de mudanzas en ocasiones requiere de levantar pesos libres tales como sofás, a los cuales les implicará una aceleración importante en la primera parte del levantamiento, por lo tanto, si se pretende valorar la capacidad de fuerza de este sujeto, no se debería pensar en utilizar dispositivos donde la aceleración pueda estar reducida o controlada como en el caso de las máquinas isocinéticas.

Por su parte, la especificidad mecánica del ejercicio permite una mayor transferencia al patrón motriz que se pretende mejorar, y con ello, una mayor eficacia. La mecánica de los patrones motrices a entrenar deben tener presente la línea de resistencia y como diversos ejercicios orientados al fortalecimiento de la misma región pueden variar la demanda muscular. Un ejemplo práctico e ilustrativo ha sido recientemente publicado por el Dr. Anning, quien analiza biomecánicamente diversos ejercicios orientados al fortalecimiento de ejercicios con la triple extensión de los miembros inferiores (figura 2) , y demuestra la variación en los niveles de contribución de los grupos musculares extensores en función de cambios mecánicos (Anning, 2008).

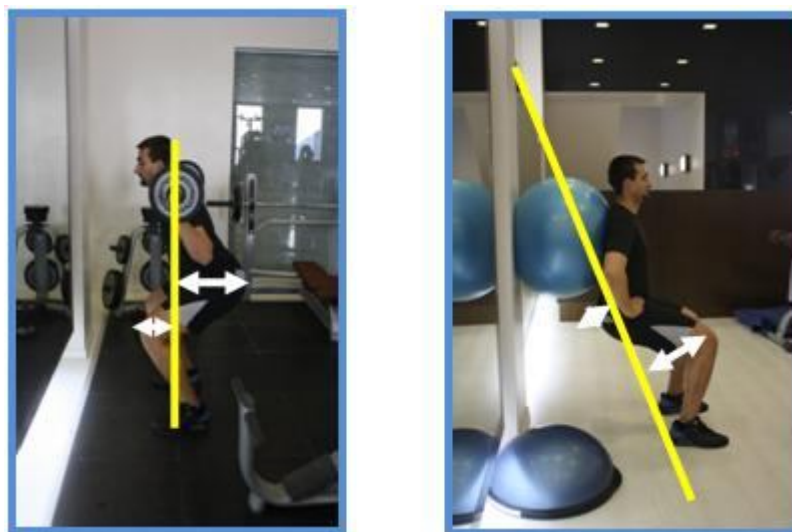


Figura 2. Dos ejercicios que involucran la triple extensión de los miembros inferiores. La línea amarilla determina la línea de resistencia y la flecha bidireccional muestra el momento de fuerza. Con este análisis se observa que en la imagen A) sentadilla con peso libre, existe un mayor énfasis de los grupos extensores de la cadera frente a los extensores de la rodilla. Por su parte la imagen B) sentadilla con propio peso corporal apoyado sobre fitball, se observa un mayor énfasis en los extensores de rodilla.

Evaluación de la fuerza en personas mayores

Las personas de edad avanzada requieren, en ocasiones, de adaptaciones específicas en los programas de actividad física. En lo referente a la evaluación de la aptitud neuromuscular, el registro directo resulta seguro, siempre y cuando se mantengan los procedimientos adecuados. No obstante, en muchas ocasiones resulta más adecuada la estimación de dicho valor. De forma añadida el instructor debe conocer la existencia del Senior Fitness Test, que se trata de una batería de evaluación adaptada para las personas de edad avanzada. Esta batería diseñada por Rikli & Jones (2001), asume el concepto de evaluación de la aptitud funcional, definido como la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria de forma segura e independiente sin experimentar gran fatiga (Rikli & Jones, 2001). Dentro de esta batería, está recogida dos valoraciones de la fuerza-resistencia, por un lado la flexión de brazo y por otro lado, el levantamiento de silla durante 30 segundos (figura 3).

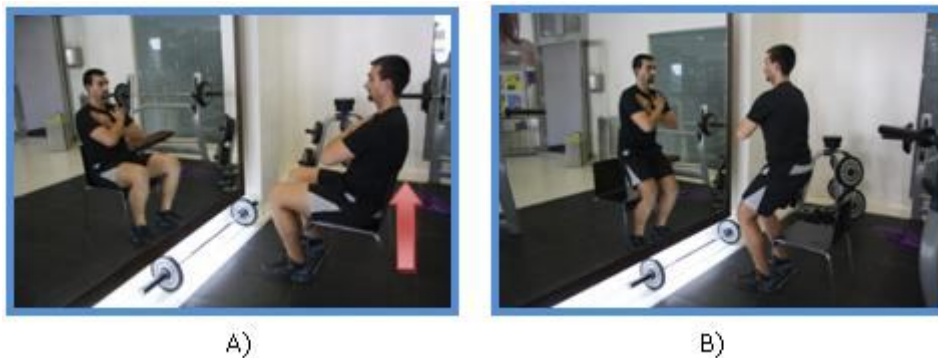


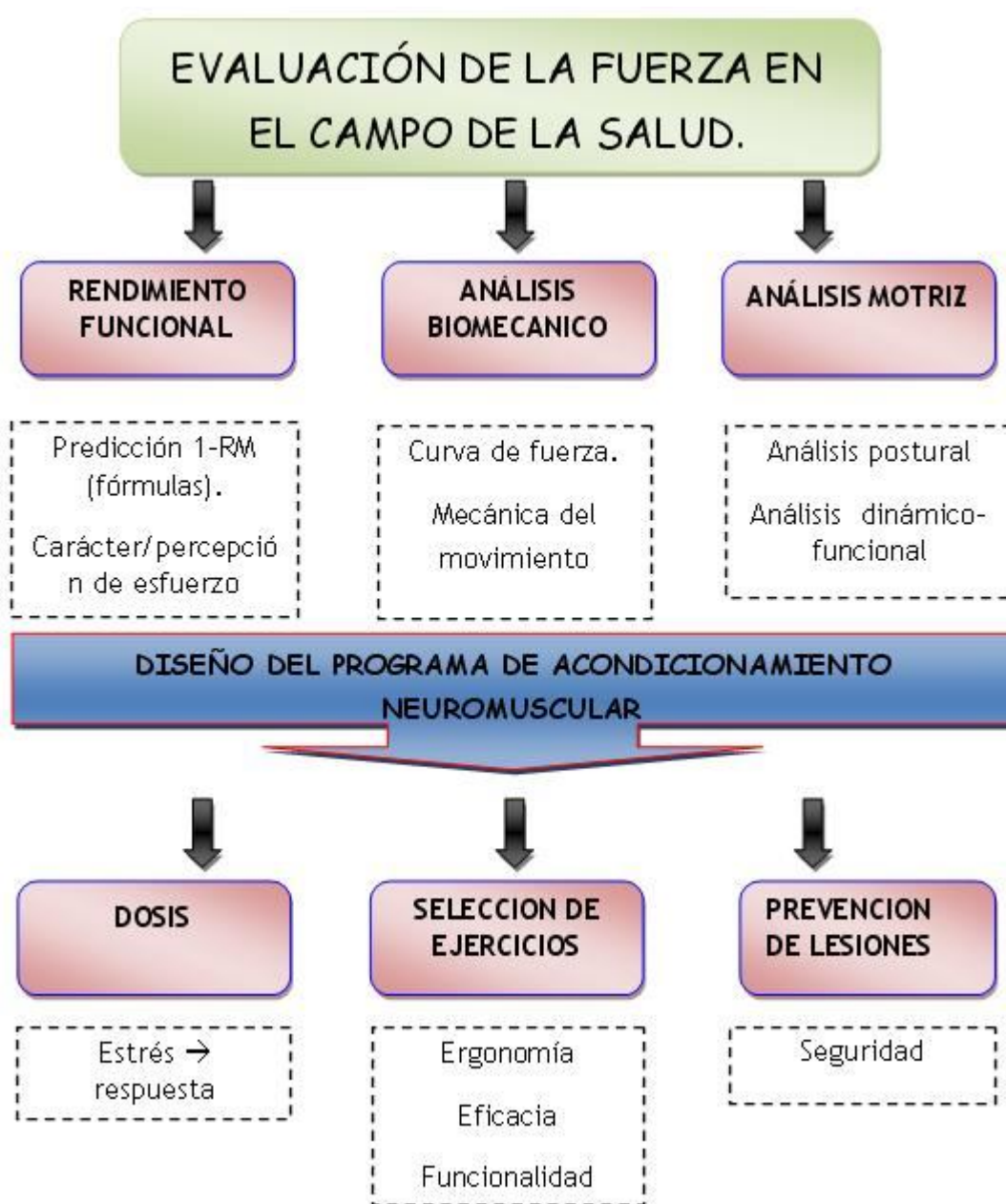
Figura 3. Posición de inicio (foto A) y posición media (foto B) (faltando la posición final, en la que el sujeto se encuentra en la extensión completa, totalmente en bipedestación) media de la prueba de levantamiento de silla durante 30 segundos

Conclusiones

El presente artículo ha pretendido abordar la importancia de realizar una evaluación del sistema neuromuscular desde la perspectiva de la salud asociado a los centros de fitness y wellness. La adecuada valoración garantiza un correcto diseño y planificación del programa de acondicionamiento neuromuscular, una reducción del riesgo de lesión y una gran transferencia a las actividades cotidianas y actividades cotidianas laborales –ya sea por mejora de rendimiento de una tarea específica o por una compensación o reajuste neuromuscular debido a un desequilibrio muscular- (anexo 1). De forma añadida permitirá establecer objetivos y ser comparados para cuantificar la progresión del cliente, pudiendo servir como herramienta de motivación y adherencia. Muchas de estas valoraciones clínicas o de campo se basan en la facilidad de realización y de reproducción para la gran mayoría de edades y situaciones.

Sin embargo, pese a su aceptación y aplicación, debe ser conocido que, existe tecnología la cual permite realizar valoraciones más precisas y objetivas, y aunque en la actualidad, no están muy difundidas dentro del fitness y el wellness, se debería conocer su existencia, su funcionamiento y su aplicación. Por un lado permitiría sugerir al cliente la utilización de dicha tecnología que algún centro posea, y en segundo lugar, pensando en la posible inclusión de dichos instrumentos en centros de fitness y wellness en un periodo a medio largo plazo. Aunque existen muchos instrumentos de nueva tecnología citaremos los más utilizados: *encóder lineal*, *dinamómetros isocinéticos*, *el MuscleLab*, *esterilla de contacto*, *plataformas de fuerza*, etc.

Anexo 1.



Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer la colaboración desinteresada por parte de D. Iván Llobell quien realizó meticulosamente las fotografías incluidas en el presente trabajo.

Referencias bibliográficas

- Abernethy P, Wilson G, Logan P. Strength and power assessment: Issues, controversies and challenges. *Sports Med* 1995; 19 (6):410-417.
- Anning, J. A practical comparison of different lower body resistance training modes. *NSCA's Performance Training Journal*. 7(1):10-12, 2008.
- Beachle TR, Earle RW (eds.) Essential of strength training and conditioning. Champaign, IL: *Human Kinetics*. 2000.
- Bird SP, Tarpering KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. A review of the acute programme variables. *Sports Med* 2005; 35 (10): 841-851.
- Brown LE & Weir JP. Accurate assessment of muscular strength and power, ASEP procedures recommendation. *J Exer Physiology* 2001; 4 (3).
- Chulvi I, Díaz A. Eficacia y seguridad del press de banca. Revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 2008; 8 (32):338-352.
- Chulvi I, Heredia JR, Isidro F, Masiá L. La dosis en el entrenamiento contra-resistencias para la salud: criterios para la selección de ejercicios. Cuadriceps. *International Journal of Physical Education, Physical Activity, Sports and Health* (in press).
- Chulvi I, Heredia JR, Pomar R, Ramón M. *Evaluación de la fuerza para la salud: reflexiones para su aplicación en programas de acondicionamiento físico saludable* PubliCE Standard Pid 778.
- Conley MS & Rozenek R. Health aspects of resistance exercise and training. National Strength and Conditioning association position statement. *Strength and Cond J* 2001; 23 (6):9-23.
- Dohoney P, Chromiak JA, Lemire D, Abadie BR, Kovaks C. Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. *JEPonline* 2002; 5(3):54-59.
- Feigenbaum MS & Pollock ML. Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31 (1):38-45.
- Fleck SJ. Periodized strength training: a critical review. *J Strength Cond Reser* 1999; 13:82-89.

- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. Designing resistance training programs (3^a ed.). *Champaign: Human Kinetics*. 2004.
- Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med* 2004; 34 (10):663-679.
- Gamble P. Implications and applications of training specificity for coaches and athletes. *Strength and Cond J*. 2006; 28(3):54-58.
- González JJ & Ribas J. *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Zaragoza: Inde; 2002.
- Hass Ch J, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Med* 2001; 31 (14): 953-964.
- Heyward V. *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio físico*. 5ª Edición. Madrid: Panamericana; 2006.
- Hislop HJ, Montgomery J. Daniels & Worthingham *Técnicas de balance muscular*. Madrid: Elsevier; 2006.
- Janda V. Evaluación del desequilibrio muscular. (Cáp 6) en Liebenson C. *Manual de rehabilitación de la columna vertebral*. Barcelona: Paidotribo; 2003.
- Jiménez A. *La aptitud músculo-esquelética, el entrenamiento de fuerza y la salud*. Barcelona: Ergo; 2003.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. *Kendall's músculos pruebas funcionales postura y dolor*. Quinta edición. Madrid: Marbán; 2007.
- Knudson D. *Fundamentals of biomechanics*. 2nd edition. New York: Springer; 2007.
- Knuttgen HG & Kraemer WJ. Terminology and measurement in exercise performance. *J of Appl Sports Sci Res* 1987; 1: 1-10.
- Kraemer WJ & Fragala MS. Personalize it: Program design in resistance training. *ACSM's Health & Fitness Journal* 2006; 10 (4): 7-17.
- Kulig K, Andrews JG, Hay JG. Human strength curves. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 1984; 12: 417-466.
- McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 941-944.
- McGill SM. Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation. 2nd Edition Champaign: *Human Kinetics*; 2007
- Naclerio F. Entrenamiento de la fuerza y prescripción del ejercicio. En Jiménez A (editor). *Entrenamiento personal*. Barcelona: Inde; 2005.

- Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TK, Housh TJ, Kibler WB, Kramer WJ & Triplett NT. Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41 (3):687-708.
- Rikli RE, Jones CJ. Senior fitness test manual. Champaign IL: *Human Kinetics*, 2001.
- Robertson JP, Goss FL, Rutkowski J, Lenz D, Dixon C, Timmer J et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 333-341.
- Rodríguez PL ed *Acondicionamiento muscular en salas de musculación*: Madrid: Panamericana; 2008.
- Sahrman SA. *Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento*. Barcelona: Paidotribo; 2006.
- Spiering BA, Kraemer WJ, Anderson JM, Armstrong LE, Nindl BC, Volek JS, Maresh CM. resistance exercise biology. Manipulation of resistance exercise programme variables determines the responses of cellular and molecular signaling pathways. *Sports Med* 2008; 38 (7):527-540.
- Tan B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. *J Strength Cond Res* 1999; 13 (3):289-304.
- Warburton DE, Gledhill N, Quinney A. The effects of changes in musculoskeletal fitness on health. *Can J Appl Physiol* 2001; 26:161-216.
- Zatsiorsky VM, Kraemer WJ. Science and practice of strength training. 2nd edition. Champaign: *Human Kinetics*; 2006.

Lecturas recomendadas

1. Heyward V. Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio físico. 5ª Edición. Madrid: Panamericana; 2006.
2. Abernethy P, Wilson G, Logan P. Strength and power assessment: Issues, controversies and challenges. *Sports Med* 1995; 19 (6):410-417.
3. Beachle TR, Earle RW (eds.) *Essential of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics. 2000.
4. Brown LE & Weir JP. Accurate assessment of muscular strength and power, ASEP procedures recommendation. *J Exer Physiology* 2001; 4 (3).
5. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. Kendall's músculos pruebas funcionales postura y dolor. Quinta edición. Madrid: Marbán; 2007.
6. Sahrman SA. *Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento*. Barcelona: Paidotribo; 2006.
7. Hislop HJ, Montgomery J. Daniels & Worthingham *Técnicas de balance muscular*. Madrid: Elsevier; 2006.