



**Chulvi, I.; Heredia, I.; Isidro, F.; Masiá, L. (2009).** Dose in resistance training for the health: criteria for the exercise selection. *Journal of Sport and Health Research*. 1(1):56-67.

## Review

# LA DOSIS EN EL ENTRENAMIENTO CONTRA-RESISTENCIAS PARA LA SALUD: CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE EJERCICIOS

## DOSE IN RESISTANCE TRAINING FOR THE HEALTH: CRITERIA FOR THE EXERCISE SELECTION

Chulvi, I.<sup>1-2</sup>; Heredia, I.<sup>1-2</sup>; Isidro, F.<sup>1-2-3</sup>; Masiá, L.<sup>2-4</sup>

<sup>1</sup>Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (DEA)

<sup>2</sup>SFH & Asociación Técnicos y Profesionales de la Actividad Física y el Deporte. Grupo Español de Especialistas en Ejercicio Físico, Salud y Fitness.

<sup>3</sup>Catedrático en Educación Física

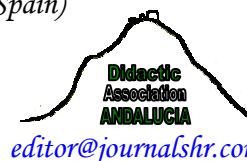
<sup>4</sup>Entrenadora personal. Quiromasajista.

---

Correspondence to:  
**Iván Chulvi Medrano**  
 Email. [Chulvi77@hotmail.com](mailto:Chulvi77@hotmail.com)

---

*Edited by: D.A.A. Scientific Section  
 Martos (Spain)*



Received: 2 february 2009  
 Accepted: 16 february 2009



## RESUMEN

En los últimos años estamos presenciando un gran avance de la investigación en el campo de las ciencias del ejercicio, especialmente en lo referido a la relación dosis-respuesta del entrenamiento contra-resistencia (Rhea et al., 2003), y a los criterios mínimos para la prescripción de ejercicio físico orientado a la mejora de la salud y calidad de vida (fitness). Fruto de este trabajo, han sido generados ciertos consensos (Hass et al., 2001; ACSM 2002; Kraemer y Ratamess 2004) que han sido tomados en consideración como mínimos para la manipulación de variables en el diseño de programas de acondicionamiento neuromuscular saludable. En este artículo se parte de dichos trabajos para proponer una ampliación en un componente manipulable en el diseño de programas contra-resistencia con el ánimo de ayudar a prescribir más específicamente para garantizar unas adaptaciones óptimas en el logro de objetivos de una manera eficaz y segura. Esta variable es la selección de ejercicios, variables que será desarrollada desde la perspectiva de eficacia, ergonomía y funcionalidad dentro del diseño de los programas de acondicionamiento neuromuscular.

**Palabras clave:** Entrenamiento de fuerza, ergonomía, entrenamiento funcional, dosis-respuesta, lesión.

## ABSTRACT

In the last years we are attending to great advance in the field of exercise sciences, specially related in dose-response on resistance training and the minimal criteria for the exercise program for health and quality of life (fitness). Fruit of this work, there have been generated certain consensuses that have been taken in consideration as minimum for the manipulation variables for design of conditioning neuromuscular program. In this article we review the mentioned works to propose an extension in an operable component for the design of resistance training with the intention of helping to achieve optimal adaptations for achieve the aims in a effective and safe way. This variable is the selection of exercise, variable that will be developed from the perspective of efficiency, ergonomy and function inside the design of neuromuscular conditioning programs.

**Key words:** strength training, ergonomic, functional training, dose-response, injury.



## DOSIS-RESPUESTA DEL ENTRENAMIENTO

La aplicación de la dosis-respuesta en el ejercicio físico nace por la necesidad de administrar la cantidad justa de estrés al organismo que permita generar las adaptaciones necesarias para conseguir los objetivos propuestos (Siff y Verhoshansky, 2000).

En este caso, la dosis de entrenamiento implicaría la necesidad de garantizar adecuadas y progresivas adaptaciones orgánicas y funcionales que redunden en la mejora-mantenimiento de un adecuado estado de salud psico-físico. De esta manera, un error o una incorrecta aplicación de dicha dosis de ejercicio físico conllevaría efectos negativos como el sobreentrenamiento, lesiones, y en el menor de los casos, supondría no conseguir los fines propuestos.

El concepto dosis-respuesta ha sido extrapolado en los últimos años al campo de entrenamiento contra-resistencias gracias al conocido meta-análisis realizado por Rhea et al. (2003). La dosis del entrenamiento vendrá definida por una serie de componentes que deben ser controlados en su justa medida e ir siendo modificados en adecuada combinación para garantizar permanentes adaptaciones saludables, estos componentes son: *la frecuencia, el volumen, la intensidad, la densidad, la progresión metodológica y la selección de ejercicios* (Tan, 1999; ACSM, 2002, Rhea et al., 2003; Kramer y Ratamess, 2004, Bird et al., 2005) y su manipulación influirá en la respuesta biológica (Spiering et al., 2008).

La literatura específica ha desarrollado ampliamente los componentes de frecuencia, volumen, intensidad, densidad y progresión metodológica, no gozando del mismo privilegio la selección de ejercicios. Sobre este aspecto, el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) en su posicionamiento del año 2002 realiza una clasificación general en la que diferencia ejercicios poli-articulares y ejercicios

mono-articulares. Esta clasificación puede ser una primera aproximación en la selección de ejercicios como componente fundamental del diseño de un programa de acondicionamiento neuromuscular, sin embargo, será necesaria una mayor concreción debido al principio fisiológico de especificidad de los programas de ejercicio físico. La adecuada manipulación de esta variable permitirá adecuar los ejercicios a cada practicante. A priori, esta variable del diseño de los programas de acondicionamiento neuromuscular es realizada más superficialmente de lo que debería ser tratada, principalmente para el control de los riesgos de lesión y la especificidad de los ejercicios (López, 2000; Knudson, 2007).

Es cierto que existe una muy amplia investigación al respecto que, en su mayoría, procede o se encuentra relacionada con otros campos y especialidades (kinesiología, fisioterapia, biomecánica, neurofisiología, traumatología, ergonomía, medicina del trabajo, etc.) pero es escasamente conocida o considerada en los diseños de programas de acondicionamiento neuromuscular saludable, cuando es un aspecto práctico desarrollado en otros ámbitos del ejercicio físico. Por ejemplo, en el campo deportivo es conocida la importancia que posee la adecuada selección de ejercicio para generar una elevada especificidad del entrenamiento (González y Ribas, 2002; Zatsiorsky y Kraemer, 2006). Tanto es así, que aparece la clasificación de ejercicios *no específicos, específicos y acciones deportivas con implementos de resistencia* (Zatsiorsky y Kraemer, 2006). Desde el campo de la rehabilitación, también queda reflejada la importancia de una adecuada selección de ejercicios, e incluso las progresiones de ejercicios para recuperar la funcionalidad de un núcleo articular y grupos musculares durante las fases de rehabilitación (Hall y Brody, 2006, Sharmann, 2006).



Bajo la perspectiva saludable de los programas de acondicionamiento neuromuscular (PANM) la manipulación de esta variable permite crear criterios de seguridad, eficacia y funcionalidad. Además de la posibilidad de generar progresiones metodológicas desde el ejercicio, los cuales permitirían incrementar la funcionalidad (entendida como la especificidad e incluso complejidad técnica) del entrenamiento de menor a mayor (Knudson, 2007). Esta progresión metodológica exige de un análisis del movimiento y de la anatomía funcional, estando basada en la biomecánica e íntimamente unido al siguiente criterio de la selección de ejercicios que será desarrollado a continuación. La selección de ejercicio debería atender principalmente a los siguientes factores:

- **Ergonomía:** Los ejercicios deberán poseer nulo o escaso potencial lesivo a nivel articular (Colado, 1996; López, 2000; Colado y Chulvi, 2008). 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, principalmente entre los practicantes con menor experiencia (Van der Wall y et al., 1999), de la misma forma que para incrementar la eficacia del entrenamiento (Chulvi et al., 2007).
- **Eficacia:** Los ejercicios deben activar eficazmente los grupos musculares deseados y sus respectivas unidades motrices, optimizándose así el esfuerzo del ejercitante y la duración de la sesión. Esta matización es necesario considerarla ya que en ocasiones se emplean ciertos ejercicios que desde hace tiempo ya han sido desechados porque no cumplen con la finalidad para la que se prescribían (Colado y

Chulvi, 2008). 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) (Colado et al., 2008). 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. Por ejemplo, y estando de acuerdo con varios autores una sentadilla resulta un ejercicio funcional para mejorar actividades como caminar o subir escaleras. (Escamilla, 2001; Knudson, 2007).

### La selección de ejercicios en el proceso de dosis de entrenamiento

Llegados a este punto, es interesante atender a lo expuesto por algunos autores como González y Ribas (2002), quienes indican que el resultado de un entrenamiento dependerá de la aplicación de una carga adecuada, es decir, de un volumen, intensidad, así como de una metodología apropiada y de unos ejercicios óptimos, unidos a una ejecución técnica correcta. Este concepto es asumido como principio de especificidad el cual está ampliamente aceptado dentro de la fisiología del entrenamiento contra resistencias (Morrisey et al., 1995). Por otro lado, de nada servirá, el que sea diseñada y organizada correctamente la dosis al respecto de la frecuencia, volumen, intensidad, etc. si a la hora de seleccionar



los ejercicios estos poseen un alto potencial lesivo o no son los más adecuados para el objetivo pretendido (Heredia y et al., 2008). Bajo este concepto, el criterio de especificidad también ha sido desarrollado tanto en ámbito deportivo (Kraemer 1984), como terapéutico (Knudson, 2007).

Es por ello, que resulta fundamental establecer los criterios más adecuados para una correcta selección de ejercicios a aplicar y, además, conocer de manera pre-activa tanto la correcta, segura y saludable manera de ejecutarlos, como los potenciales riesgos lesivos de cualquier acción articular que incluyesen los mismos (Colado, 1996; López, 2000; Heredia y et al., 2007, Colado y Chulvi, 2008).

## ERGONOMÍA

Debe tenerse en consideración que los programas de entrenamientos contra-resistencias han incrementado su popularidad, y con ello, el riesgo de lesión (Lombardi y Troxel, 2003). Este riesgo de lesión deriva principalmente de una falta de asesoramiento por parte del especialista, requiriéndose mayor atención entre los usuarios noveles, sin olvidar a los más experimentados (Van der Wall et al., 1999). En un estudio de revisión realizado por Jones y et al. (2000) se destacó que el entrenamiento contra-resistencias es seguro, aunque para esto debe realizarse bajo la supervisión de un profesional o con un adecuado conocimiento en la forma de aplicación por parte del ejercitante, de no ser así la probabilidad de dañar los tejidos blandos y/o las articulaciones es alta, a pesar de que el riesgo de lesión con este tipo de ejercitación sea bajo si se compara con otras actividades deportivas. También se indica en este trabajo que la región corporal más afectada con el entrenamiento con pesas era el tronco datos que concuerdan con otros trabajos (Colado, 1996, López, 2000) donde ya se indica que la columna vertebral es una de las zonas en la que los ejercitantes habituales remitían

más molestias y dolor junto con la parte anterior del hombro y la rodilla. Más concretamente ha sido cuantificado que en hombres un 10,6 % de las lesiones ocurren en la espalda mientras y en mujeres la cifra es muy similar 10,3%. (Hootman et al., 2002).

Pudiera ser, tal y como bien explica López (2000), que algunas acciones articulares involucradas en ejercicios de entrenamiento pudieran conllevar un alto riesgo y potencialidad lesiva, comprometiendo la salud de las estructuras anatómicas implicadas. Podría ser que alguna acción articular pudiera constituir ya, por si misma, una acción de alto estrés con poca tolerancia y respuesta de las estructuras anatómicas al mismo. Pero, normalmente, serán distintas variables las que serán determinantes para que una determinada acción articular incremente su potencialidad lesiva y con ello el riesgo supere al posible beneficio (Heredia et al., 2007). Por tanto, el que existan algunas cuestiones sobre la potencialidad lesiva de un ejercicio (que será necesario conocer y analizar para su modificación) que puedan incrementar el riesgo y potencialidad lesiva de una determinada acción articular no supone que sea necesario eliminar completamente un ejercicio (López, 2000, Heredia et al., 2007).

Así pues, como primer paso para un adecuado análisis de los ejercicios, será necesario determinar las posibles variables que definirán la magnitud de potencialidad lesiva de las acciones articulares implicadas en un ejercicio:

**Factor 1:** *Capacidad bioestructural de las estructuras anatómicas.* Se trata de la capacidad de soportar y adaptarse a niveles tensión (zonas del rango de movimiento (ROM) de conflicto), en relación con las posibles fuerzas de tracción, compresión, cizalla, rotacionales y posibles combinaciones de las mismas sobre las diferentes estructuras anatómicas y de la posible interacción entre las mismas. Dichas estructuras anatómicas estarán



compuestas, fundamentalmente, por elementos óseos, bolsas sinoviales, cápsulas, cartílagos, discos, rodetes, meniscos, ligamentos, etc.

En este sentido, cabe destacar que existen autores (Knudson, 2007) que tras extensas revisiones y trabajos de campo determinan que el ROM debe ser minimizado al requerido para la tarea a mejorar. En esta misma línea, desde el campo de la ergonomía es lanzada una advertencia que sugiere que aproximadamente la posición media de la ROM es la que menos esfuerzo requiere para el rendimiento motriz, y que las desviaciones hacia los extremos proximales o distales del ROM representan un incremento del riesgo de daño (Kumar, 2001). De esta idea debe entenderse que en los diseños de programas de fortalecimiento muscular los grados de movimiento de una articulación sana serán los máximos fisiológicos, pero ante cualquier contingencia articular, estos podrán restringirse a los requeridos por la tarea funcional que se desee mejorar (tracción, empuje, presión, etc.).

Llegados a este punto debe ser aclarado que los tejidos internos, *ligamentos, tendones, cartilago, fibrocartilago y hueso* absorben, disipan y transmiten fuerzas mecánicas (cargas). Acudiendo a la literatura encontramos ciertos datos que pese a apoyar la capacidad adaptativa de estos tejidos (algunos más estudiados que otros, por ejemplo la capacidad adaptativa del hueso es ampliamente conocida) advierten de una adaptación asincrónica siendo mucho más larga para los tejidos conectivos que para el sistema neuromuscular (Fischer, 2000; Nordin y Frankel, 2001; Zimmerman, 2004), e incluso menor margen de mejora. Por ejemplo, Tipton et al. (1975) cuantifica que los ligamentos pueden incrementar su rigidez interna y su resistencia total entre un 10 y un 20%. Este mismo autor advierte que no existen datos suficientes para desarrollar una relación dosis-respuesta

entre ejercicio y adaptación de este tipo de tejido. Esta escasez viene determinada en primer lugar porque hasta hace pocos años los ligamentos y tendones eran concebidos como tejidos inertes (Stone y Karatzaferi, 2003) y por la dificultad que entraña el estudio de este tópico (Tipton et al., 1975).

Así por ejemplo, a nivel óseo, los valores de sollicitación y deformación han sido obtenidos colocando especímenes estandarizados de tejido óseo en un soporte aplicándole carga hasta el colapso. O en el caso del comportamiento biomecánico del cartilago articular donde se ha estudiado el desgaste de fatiga de las superficies de soporte de carga y de la acumulación de daño microscópico bajo situación de carga repetitiva, mostrando la limitada capacidad de adaptación, reparación y regeneración de dicha estructura. O para obtener la respuesta ligamentosa a niveles de carga hasta el colapso y lesión, mostrando que cuando el ligamento in vivo, se somete a la carga que excede el rango articular fisiológico –incluso antes-, el microcolapso se produce incluso antes que se alcance el límite de elasticidad, pudiendo dañar estructuras adyacentes y propias de la articulación debido a su movimiento extrafisiológico (Nordin y Frankel, 2001).

Por último, citando de nuevo el excelente manual realizado por Nordin y Frankel (2001) es reseñable comentar que esta capacidad funcional puede verse afectada por diferentes factores tales como: *maduración y envejecimiento, embarazo y post-parto, movimiento e inmovilización, lesión, diabetes mellitus, esteroies, antiinflamatorios no esteroideos, hemodiálisis e injertos.*

**Factor 2: Intensidad de la acción articular.** Relacionada con la resistencia a vencer en todo el ROM (aspectos biomecánicos de la ejecución: torque) (Knudson, 2007). Evidentemente es necesario interrelacionar dicho aspecto con el primer punto. Debemos conocer tanto la cantidad y tipos de fuerza, como la capacidad de las estructuras anatómicas



para soportar dichos tipos de fuerza y producir adecuadas y saludables adaptaciones. Por ejemplo, es conocida el riesgo que involucra para el disco intervertebral (posibilidad de desgarro del anillo fibroso de las fibras dispuestas en sentido opuesto al de la rotación) realizar rotaciones axiales amplias, debido a la propia morfología del disco (Kapandji, 1990; López, 2000). Otra variable asociada que influirá directamente sobre este factor será la velocidad (relación movimiento por unidad de tiempo), la cual pudiera ser un valor añadido a considerar en relación al incremento del factor de riesgo si es muy elevada (López, 2000).

### **Factor 3: Repetitividad-densidad.**

Referida tanto al volumen (repeticiones por sesión) de la acción en cuestión como a la relación de dichas repeticiones con fases de recuperación. Un factor que puede predisponer a incrementar el riesgo lesivo es la capacidad bioestructural de absorción de las cargas de entrenamiento. Si se excede la capacidad orgánica para el restablecimiento del equilibrio alterado por el entrenamiento se incrementarán las lesiones estructurales sobre tejidos tanto a nivel muscular como articular pudiendo desembocar en sobreentrenamiento e incremento del riesgo de lesión (Smith, 2004). En este sentido, resulta destacable que algunas estructuras podrían verse colapsadas, y con ello incrementar potencialmente el riesgo de lesión, por microtraumas, lo que significa que ante cargas que son inocuas si son aplicadas sólo una vez, debido a un estado de saturación, esta carga repetida desemboca en el colapso (Timmermann et al., 2001). A esta situación se añade el factor de la fatiga muscular que también juega un papel muy importante en las lesiones ligamentosas, puesto que ante su fatiga reduce su capacidad funcional de coaptación articular y de reparto de cargas (Fischer, 2000).

En este sentido, parece existir una posible relación directa entre la intensidad de la carga que se aplica y el número de

repeticiones que puede soportar una estructura: si la carga está muy próxima a su umbral de tolerancia, pocas repeticiones pueden provocar una lesión, pero cuanto más se aleje de la resistencia máxima, se necesitará un mayor número de repeticiones para producirla.

La capacidad de recuperación/regeneración de una estructura no será similar en todas las estructuras (Kumar, 2001), y el riesgo de generar microlesiones inicialmente asintomáticas que incidan en la degeneración de las mismas dependerá de dicha capacidad y de la mencionada relación de repetición-densidad (a menor recuperación, caso de existir una buena capacidad de adaptación-regeneración, mayores posibilidades de generar daños estructurales permanentes).

### **Factor 4: Factores intrínsecos.**

Relacionados, principalmente, con aspectos como el historial y antecedentes de las estructuras anatómicas y otros como la edad (aspecto muy vinculado a una mayor o menor capacidad de adaptación y/o umbral de tolerancia de determinados tipos o niveles de estrés). Este factor está claramente ejemplificado en las conclusiones del trabajo de Escamilla (2001) quien advierte que en rodillas sanas los grados de flexión pueden llegar hasta 100° de flexión, mientras que estos grados se verán reducidos hasta los 50° cuando exista una lesión previa de la rodilla.

**Factor 5: Factores ambientales.** Son estos factores que podrán incidir de manera determinante sobre la potencialidad lesiva de una acción, como por ejemplo la hora del día (McGill, 2002), algunos tipos de vibraciones o el estado de material implicado en el ejercicio.

## **EFICACIA**

Este factor implica la capacidad que tiene el ejercicio de implicar el grupo muscular o grupos musculares que se pretenden activar. Para obtener dicho conocimiento resultan necesarios los datos



reportados por estudios electromiográficos, donde queda registrada la intensidad de la actividad muscular demandada por el ejercicio. Existen diferentes trabajos que han pretendido recopilar el grueso de estudios con el fin de aportar datos sobre la eficacia de los ejercicios más comunes realizados en una sala de musculación (Tabla 1). De estos trabajos se desprende que la variación en la angulación articular puede influir en la respuesta muscular de los grupos musculares involucrados. Tener presente este criterio optimizará los resultados del entrenamiento.

Autor-es (año)	Ejercicio- s analizado-s
Chulvi-Medrano (2007)	Peso muerto
Chulvi (2008)	Remo
Heredia, Chulvi, Isidro et al. (2007)	Ejercicios para la región lumbo-abdominal
Chulvi y Díaz (2008)	Press de banca
Chulvi (in press)	Sentadilla
Colado y Chulvi (2008)	Ejercicios básicos de tracción, presión y prensión.
Boeckh-Behrens y Buskies (2005)	Los principales realizados en una sala de musculación.

**Tabla 1.** Relación de estudios recientes de recopilación de datos electromiográficos en diferentes ejercicios de acondicionamiento neuromuscular.

## FUNCIONALIDAD

El criterio de funcionalidad del entrenamiento contra resistencias está generando mucha controversia en los

últimos años. Estamos de acuerdo con Plisk y Faries y Greenwood (2007) cuando sugiere un excesivo reduccionismo si se cree que el entrenamiento funcional se trata de realizar ejercicios multiarticulares, multiplanares y con inestabilización. Plisk propone como entrenamiento funcional ejercicios que reproduzcan movimientos específicos, en términos mecánicos, energéticos y de coordinación, para las actividades diarias, laborales (Carter et al., 2006) o deportivas (Plisk; Kibler et al., 2006; Willardson, 2008). A nuestro parecer debería ser completado esta concepción con aquellos movimientos de compensación o rendimiento de actividades de la vida cotidiana laboral tal y como propusimos en una reciente publicación (Colado et al., 2008).

En muchas de las tareas de la vida cotidiana y de la vida cotidiana laboral resulta imprescindible mantener la zona neutra durante su ejecución, por ello, propusimos con primer paso en el concepto de entrenamiento funcional la capacidad de mantener estable la región lumbar dentro de la zona neutra durante los movimientos propuestos (Colado et al., 2008). Puesto que este fortalecimiento liderará un incremento del control y movimiento de la espalda – región lumbar- sobre la pelvis para permitir optimizar la producción, transferencia y control de fuerza y movimiento a las extremidades en actividades integradas (Kibler et al., 2006; Akuthota, 2004), además de reducir el riesgo de lesión tanto de la región lumbar (McGill, 2002) como de los miembros inferiores (Zazulak et al., 2007).

## EJEMPLO PRÁCTICO LA SENTADILLA

Criterios en la selección de la sentadilla para una persona adulta mayor sin lesiones ortopédicas, que requiere de un fortalecimiento de los miembros inferiores.

**Ergonomía.** Es conocido que la sentadilla es un ejercicio que incrementa el





estrés recibido en la rodilla y la región lumbar. Ha sido defendido que la realización de la sentadilla no puede exceder de los 120 grados de flexión de rodilla para evitar lesiones sobre esta región articular (Chulvi, in press; Colado y Chulvi, 2008). En ese mismo sentido, el ejercicio requiere mantener en zona neutra (manteniendo la curvatura fisiológica lumbar) para reducir riesgo de lesión (Chulvi, in press; Colado y Chulvi, 2008). En términos más prácticos acudimos a los datos publicados por Zatsiorsky y Kramer (2006) quienes recogen de un trabajo del propio Zatsiorsky en el que realizar un levantamiento de 50 kilos con la columna lumbar flexionada implica cargas compresivas equivalentes a 630 kilogramos, mientras que la realización de la misma tarea manteniendo la curvatura lordótica fisiológica estas cargas se reducen hasta los 385 kilogramos. Y con ello, una reducción del riesgo de lesión.

**Eficacia.** Diversos estudios han mostrado las elevadas activaciones musculares de los extensores de rodilla (cuadriceps) y extensores de cadera (glúteo mayor) (Chulvi, in press) en la ejecución del ejercicio.

**Funcionalidad.** Este ejercicio ha sido considerado funcional por varios autores (Escamilla, 2001; Knudson, 2007; Chulvi, in press), puesto que posee una biomecánica muy similar a patrones tan habituales como andar, subir escaleras o saltar, además de estar relacionado con el rendimiento de habilidades funcionales tan importantes como el equilibrio (Rikli y Jones, 2001, Chulvi, in press).

Realizadas estas consideraciones, puede concluirse que la sentadilla es un ejercicio adecuado para el supuesto propuesto.

## CONCLUSIONES

Los posicionamientos para el desarrollo de criterios básicos de cara a la prescripción de dosis de entrenamiento para la salud y calidad de vida, desarrollan ampliamente

variables de *la frecuencia, el volumen, la intensidad, la densidad, la progresión metodológica* para generar una dosis adecuada. No obstante, la inclusión de la selección de ejercicios tendrá gran importancia en la eficacia del programa para aportar eficacia y funcionalidad de las dosis. Además la selección del ejercicio deberían estar basadas en la ergonomía, para dar seguridad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. American College Sports Medicine. ACSM Position Stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34 (2):364-380.
2. 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.
3. Boeckh-Behrens WU, Buskies W. *Entrenamiento de la fuerza. Los mejores ejercicios y métodos para el deporte y la salud*. Barcelona: Paidotribo; 2005.
4. Carter JM, Beam WC, McMahan SG, Bar ML, Brown LE. The effects of stability ball training on spinal stability in sedentary individuals. *J Strength Cond Res* 2006; 20 (4):745-750.
5. 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.
6. Chulvi I. El remo sentado a examen. [www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com) 2008; 13 (121).
7. Chulvi I. Revisión sistemática del rol de la sentadilla en los programas de acondicionamiento



- neuromuscular y rehabilitación. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología* (in press).
8. Chulvi-Medrano I, Pomar-Puig R, Heredia-Elvar JR, Colado JC. El entrenamiento personalizado en la mejora de la salud y el rendimiento deportivo. [www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com) revista digital 2007; 12 (117).
  9. Chulvi-Medrano I. Inclusión del peso muerto y sus variantes dentro de los programas de acondicionamiento neuromuscular saludable. [www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com) revista digital 2007; 12 (115).
  10. Colado JC, Chulvi I, Criterios para el desarrollo de programas generales de acondicionamiento neuromuscular en el ámbito de la salud en Rodríguez PL ed *Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular. Bases científico-médicas para una práctica segura y saludable*: Madrid: Panamericana; 2008.
  11. Colado JC, Chulvi I, Heredia JR. Criterios para el diseño de los programas de acondicionamiento neuromuscular desde una perspectiva funcional en Rodríguez PL ed. *Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular. Bases científico-médicas para una práctica segura y saludable*: Madrid: Panamericana; 2008.
  12. Colado JC. *Fitness en las salas de musculación*. Barcelona: Inde; 1996.
  13. Escamilla RF. Knee Biomechanics of the Dynamic Squat Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(1):127-141.
  14. Faries MD, Greenwood M. Core training: stabilizing the confusion. *Strength Cond J* 2007; 29 (2): 10-25.
  15. Fischer KJ, Biological responses to forces acting in the locomotor system. In Nigg BM, MacIntosh BR, Mester J (ed) *Biomechanics and biology of movement*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.
  16. González-Badillo JJ Ribas JJ. *Programación del entrenamiento de fuerza*. INDE Publicaciones. Barcelona. 2002.
  17. Hall CM, Brody LT. *Ejercicio terapéutico. Recuperación funcional*. Barcelona: Paidotribo; 2006.
  18. Hass Ch J, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Med* 2001; 31 (14): 953-964.
  19. Heredia JR, Chulvi I, Isidro F, Marín M, Ramón M. Ejercicios saludables ¿realidad o ficción? Acciones articulares con potencial riesgo lesivo. [www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com) 2007; 12 (115).
  20. Heredia JR, Chulvi, Isidro F, Ramón M. Revisión del entrenamiento lumbo-abdominal saludable: análisis práctico y metodológico. *PubliCE Standard* 2007; pid 761.
  21. Hootman JM, Macera CA, Ainsworth BE, Addy CL, Martin M, Blair SN. Epidemiology of musculoskeletal injuries among sedentary and physically active adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34 (5):838-844.
  22. Jones CS, Christensen C, Young M. Weight training injury trends. A 20-year survey. *The physician and sportsmedicine* 2000; 28 (7).
  23. Kapandji IA. *Cuadernos de fisiología articular*. Cuaderno III Tronco y raquis. Madrid: Masso; 1990.



24. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 2006; 36 (3): 189-198.
25. Knudson D. *Fundamentals of biomechanics*. 2<sup>nd</sup> edition. New York: Springer; 2007.
26. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 4:674-688.
27. Kraemer WJ. Program design. Exercise prescription: choice of exercise. *Nat Strength Cond Association J* 1984; 6 (3):43-43.
28. Kumar S. Selected theories of musculoskeletal injury causation. In Kumar S (ed). *Biomechanics in Ergonomics*. Philadelphia: Taylor & Francis; 2001.
29. Lombardi, V.P., Troxel, R.K. US deaths and injuries associated with weight training. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35 (S1), S203.
30. López Miñarro, P.A. *Ejercicios desaconsejados en la actividad física: detección y alternativas*. 2000. Zaragoza: INDE.
31. McGill SM. *Low back disorders. Evidence-Based prevention and rehabilitation*. Champaign: Human Kinetics; 2002.
32. Morrissey MC, Harman EA, Johnson MJ. Resistance training modes: specificity and effectiveness. *Med Sci Sport Exerc* 1995; 27 (5):648-660.
33. Nordin M y Frankel. *Biomecánica Básica del sistema musculoesquelético*, 3<sup>a</sup> edición. Madrid: Mc Graw Hill interamericana; 2001.
34. Plisk S. Functional training. Disponible en: [www.nsc-lift.org/HotTopic/download/Functional%20Training%20modified%5B1%5D.pdf](http://www.nsc-lift.org/HotTopic/download/Functional%20Training%20modified%5B1%5D.pdf).
35. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35 (3):456-64.
36. Rikli RE, Jones CJ. *Senior fitness test manual*. Champaign IL: Human Kinetics, 2001.
37. Sharmann SA. *Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento*. Barcelona: Paidotribo; 2006.
38. Siff MC, Verhoshansky Y. *Superentrenamiento*. Barcelona:Paidotribo; 2000.
39. Smith LL. Tissue trauma: the underlying cause of overtraining syndrome? *J Strength Cond Res* 2004; 18 (1):185-193.
40. 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.
41. Stone MH, Karatzaferi C. Connective tissue and bone response to strength training. En Komi PV (ed) *Strength and power in sport*. 2<sup>nd</sup> edition. Oxford: Blackwell Science; 2003.
42. Tan B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. *J Strength Cond Res* 1999; 13 (3):289-304.
43. Timmermann SA, Timmermann SP, Boorman R, frank CB. Ligament sprains. In Kumar S (ed). *Biomechanics in Ergonomics*.



- Philadelphia: Taylor & Francis; 2001.
44. Tipton CM, Mathes RD, Maynard JA, Carey RA. The influence of physical activity on ligaments and tendons. *Med Sci Sport Exerc* 1975; 7:165-175.
  45. Van der Wall, H., McLaughlin, A., Bruce, W., Frater, C.J., Kannangara, S., Murray, I.P. Scintigraphic patterns of injury in amateurs weight lifters. *Clin Nucl Med* 1999, 24 (12), 915-920.
  46. Willardson JM. A periodized approach for core training. *ACSM's health & fitness Journal* 2008; 12 (1): 7-13.
  47. Zatsiorsky VM, Kraemer WJ. *Science and practice of strength training*. 2<sup>nd</sup> edition. Champaign: Human Kinetics; 2006.
  48. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am J Sports Med* 2007; 35 (7): 1123-1130.
  49. Zimmermann K. *Entrenamiento muscular*. Paidotribo: Barcelona; 2004.