

Monograph

Variables a Considerar para Programar y Controlar las Sesiones de Entrenamiento de Fuerza

Dr. Fernando Naclerio, PhD, CSCS, CISSN, RNutr

Departamento de fundamentos de la motricidad y entrenamiento deportivo. Univ. Europea de Madrid (UEM).

RESUMEN

Los efectos del entrenamiento de fuerza dependen fundamentalmente de la forma con que cada entrenador programe y controle cada una de las variables que afectan y determinan los efectos de cada sesión de trabajo. En este artículo, se definen y clasifican las variables que deben considerarse para programar las sesiones de entrenamiento de fuerza (intensidad, volumen, densidad, frecuencia y duración). Entre estas, la intensidad es determinada por medio de la potencia mecánica producida al movilizar pesos bajos (<60% 1 RM) aunque con los pesos más altos (>60% 1 RM) se relaciona con el nivel o porcentaje de peso utilizados. El volumen, si bien es tradicionalmente cuantificado a partir de la cantidad de peso total movilizado o el número de series o repeticiones totales, en este caso se lo ha asociado a un índice que permite comparar el volumen realizado por sujetos con diferentes niveles de rendimiento: el volumen porcentual (vol%), que resulta al relacionar el % de la 1RM y el número de repeticiones totales. Entre las variables de control, las escalas de percepción del esfuerzo como la OMNI-RES (0-10) propuesta por Robertson y col (2003), ha mostrado ser una herramienta válida y fiable para controlar la intensidad de los entrenamientos de fuerza reflejando la percepción al inicio de la serie para indicar el porcentaje de peso utilizado o al final para controlar la caída de la velocidad o potencia de movimiento. El propósito de este artículo es revisar las variables de programación y control del entrenamiento de fuerza, indicar las dosificaciones e interrelaciones más adecuadas de cada una de estas para programar y controlar los entrenamientos en sujetos con diversos niveles de rendimiento: novicios, intermedios, avanzados o deportistas.

Palabras Clave: fuerza, potencia, intensidad, volumen porcentual, percepción subjetiva de esfuerzo

INTRODUCCION

El entrenamiento de fuerza constituye un componente fundamental tanto en la preparación deportiva, como en la salud y en la prevención o rehabilitación de lesiones.

Debido a ello, la cuantificación y control de variables como la intensidad, el volumen, la densidad, la frecuencia y la duración de los entrenamientos es clave para orientar adecuadamente los objetivos de cada sesión: aumentar la fuerza o la potencia o incrementar el volumen muscular (Wernbom et al., 2007). Entre las variables que deben considerarse para establecer una dosificación óptima de las cargas de entrenamiento de fuerza, la intensidad y el volumen constituyen factores claves para determinar las adaptaciones y el logro de los objetivos propuestos (Fry, 2005). Debido a ello, en muchos estudios se han establecido diversas metodologías para controlar las fluctuaciones de la intensidad y determinar los volúmenes más adecuados en los entrenamientos de fuerza (Rhea et al., 2003, Rhea y Alderman, 2004), así en algunos estudios se ha demostrado la existencia de coeficientes de correlación significativos entre la intensidad o el volumen de los

ejercicios y la actividad electromiografía muscular (Sale, 1988, Lagally et al., 2002), o incluso con otras variables de tipo metabólico, como los niveles de lactato muscular o sanguíneo y las concentraciones de amonio (Crewther et al., 2006). De cualquier modo, debido a la dificultad que entraña aplicar cotidianamente este tipo de metodologías para controlar la respuesta individual ante diferentes cargas de entrenamiento, otros investigadores se han propuestos otras metodologías de más fácil aplicación como las escalas de percepción subjetiva como herramientas de control válidas para controlar el grado de esfuerzo realizado tanto al final de cada serie de ejercicio (Robertson et al., 2003, Suminiski et al., 1997) o al terminar la sesión de entrenamiento completa (Singh et al., 2007, Day et al., 2004).

De acuerdo con esto, el propósito de este artículo es revisar y describir las variables que deben ser utilizadas para programar y controlar las sesiones de entrenamiento de fuerza, indicar las dosificaciones e interrelaciones más adecuadas de cada una de estas al planificar entrenamientos en sujetos con diversos niveles de rendimiento: novicios, intermedios, avanzados o deportistas.

VARIABLES DEL ENTRENAMIENTO

La programación y control de las cargas de entrenamiento requiere que el entrenador conozca dos tipos de variables:

- Las que se utilizan para programar los entrenamientos o *variables de programación*.
- las que se utilizan para controlar los efectos del entrenamiento o *variables de control*.

Variables de Programación

Constituyen aspectos esenciales que permiten al entrenador determinar la zona de entrenamiento abordada en cada caso y por lo tanto estimar los efectos que cada sesión de entrenamiento determinará sobre el organismo del deportista (Naclerio, 2005). Estas variables, han sido divididas en dos tipos: 1) Mecánicas y 2) Fisiológicas.

Variables Mecánicas

Comprenden la selección de los medios de entrenamiento (barras, bandas elásticas, etc.), el tipo de ejercicio a realizar y el orden en que se realizaran cada uno de estos ejercicios en las diferentes sesiones de entrenamiento.

Medios de Entrenamiento

Son los dispositivos utilizados para determinar las sobrecargas u ofrecer resistencias a las acciones realizadas por los sujetos. Las diferencias entre las formas en que cada medio actúa para transmitir las fuerzas sobre el cuerpo humano van a determinar acciones cinética y cinemáticamente diferentes (Naclerio, 2005). De acuerdo con esto, podemos distinguir hasta 13 medios de entrenamiento diferentes, cada uno de los cuales presenta unas características específicas que condicionan su aplicación en el entrenamiento de fuerza.

- Medios gravitatorios (pesos libres y máquinas de acción directa y de palanca).
- Máquinas de poleas cilíndricas (radio constante).
- Medios que utilizan energía cinética.
- Medios que actúan por momentos de inercia.
- Medios que combinan momentos de inercia y energía cinética (polea cónica o sistema yo yo).
- Medios que ofrecen momentos de fuerza variable (CAM).
- Isotónicos.
- Medios de fricción.
- Fluidos y gases.
- Deformación de estructuras (elásticos, muelles).
- Medios isocinéticos (controlan la velocidad).
- Estimulación vibratoria.
- Electroestimulación.

El análisis pormenorizado de las características de cada uno de estos medios, así como sus diferencias y aplicaciones específicas en la preparación deportiva, excede los objetivos de este artículo y por lo tanto se remite al lector a otras fuentes (Naclerio, 2005).

Tipos de Ejercicios

Según el grado de similitud con el gesto deportivo y su utilidad para mejorar el rendimiento, los ejercicios utilizados a lo largo de un periodo de entrenamiento pueden clasificarse en:

- *Ejercicios deportivos*: Implican la realización del mismo gesto o acción motora realizada durante la competición o la práctica deportiva habitual. En estos gestos no sólo se respetan las características mecánicas (cinéticas y cinemáticas de los ejercicios) sino también las condiciones de espacio, situacionales y de reglamento que pueden influir durante la competición.
- *Ejercicios especiales o específicos*: Implican la realización de gestos propios del deporte, en donde, si bien existen diferencias respecto al gesto específico de competición, se mantienen similitudes cinéticas o cinemáticas con los aspectos mecánicos más importantes de los gestos específicos. Dentro de estos ejercicios, se incluyen a los realizados en situaciones diferentes a las de competición, como por ejemplo al ensayar lanzamientos de balones sin adversarios, o la práctica de jugadas preparadas desarrolladas en espacios limitados, los lanzamientos con pelotas más ligeras o más pesadas respecto de las utilizadas en competición, etc. (Verchoshansky, 2001).
- *Ejercicios auxiliares*: Comprenden aquellos ejercicios destinados a mejorar el rendimiento físico general, sin contemplar específicamente la mecánica los gestos deportivos (Bompa, 1995).

Según Bompa (1995), los ejercicios auxiliares pueden clasificarse de acuerdo al grado de importancia que cada entrenador les otorga para mejorar el rendimiento en cada disciplina específica. De esta forma se distinguen tres tipos de ejercicios auxiliares:

- Motores principales.
- Suplementarios.
- Asistentes.

Los ejercicios *motores principales*, son los que más impacto tienen sobre el rendimiento deportivo, suelen ser ejercicios multiarticulares como la sentadilla o la cargada en un tiempo, que se aplican durante la mayor parte del año, incluso durante el periodo competitivo, ya que comprenden a las zonas musculares más solicitadas en los gestos específicos (Bompa, 1995).

Los ejercicios *suplementarios*, son similares a los anteriores, aunque su importancia para mejorar el rendimiento es algo inferior y por lo tanto se aplican para reforzar el efecto de los ejercicios principales, especialmente durante las fases preparatorias, cuando los niveles de fuerza son escasos (Kenn, 1997).

Muchos ejercicios, podrían pasar de ser motores a suplementarios y viceversa, no sólo por las similitudes mecánicas que mantengan con los gestos específicos del deporte, sino también con respecto a las necesidades que muestre cada deportista en cada etapa o periodo de su preparación (Willarson, 2004). Por ejemplo, el split frontal saltando, puede ser considerado un ejercicio motor principal para un jugador de fútbol, o ser suplementario para un jugador de voley. Del mismo modo, la sentadilla bajando hasta mantener los muslos paralelos al suelo, podrá ser un ejercicio motor principal al inicio de la temporada (periodo preparatorio general) en donde el objetivo más importante es mejorar la fuerza máxima en todo el rango de desplazamiento, para pasar a ser un ejercicio suplementario e incluso auxiliar o desaparecer, durante el periodo de preparación específica o competitivo en donde sólo hay que mantener los niveles de fuerza alcanzados previamente y favorecer el desarrollo de las capacidades específicas como la fuerza explosiva y en ángulos de trabajo específicos, que en el caso del voley, podría lograrse realizando saltos con 20° a 45° de flexión de las rodillas.

Los ejercicios *asistentes*, se aplican para fortalecer las zonas musculares que pueden ser susceptibles de sufrir lesiones o sobrecargas o incluso para crear adaptaciones específicas que permitan tolerar eficientemente las cargas que determina la ejecución del propio gesto deportivo. La realización de este tipo de ejercicios es de vital importancia para mantener relaciones de fuerza adecuadas entre grupos musculares antagónicos, como por ejemplo entre el femoral y el cuádriceps (Youdas et al., 2007) o la estabilidad de la columna y la pelvis como se ha visto para los abdominales o los lumbares (Faries y Greenwood, 2007). La integración de estos ejercicios en la planificación anual es vital para prevenir la incidencia de lesiones sin contacto, evitar sobrecargas, contrarrestar posibles desequilibrios musculares inducidos por la repetición sistemática de los gestos específicos o mantener niveles de fuerza mínimos en zonas posturales o estabilizadores, cuyo debilitamiento pueda limitar el rendimiento (Gamble, 2007). Un ejemplo de este tipo de movimientos, son los ejercicios abdominales aplicados para desarrollar o mantener la fuerza de los músculos estabilizadores profundos y externos de la columna, o los ejercicios excéntricos, como la caída al frente desde rodillas, aplicada para proteger a los femorales posteriores de la incidencia de distensiones musculares causadas por los rápidos estiramientos que se producen al realizar carreras de velocidad que son muy frecuentes en muchos deportes de conjunto (Gamble, 2007, Gambeta, 2007, Arnason et al., 2007, Brughelli y Cronin, 2008).

Orden de Ejecución de los Ejercicios

Kraemer y Fleck (2007), mencionan que los ejercicios multiarticulares como la sentadilla, el peso muerto e incluso los de levantamiento olímpico como la cargada o el arranque, deben realizarse al inicio de la sesión, ya que suelen tener más influencia sobre el rendimiento deportivo y conducen a incrementos de fuerza global más elevados, además de demandar un grado de exigencia técnica superior respecto a los ejercicios más localizados o monoarticulares. De acuerdo con esto, diversos estudios han demostrado que, independientemente de las características mecánicas de los ejercicios (multiarticular, monoarticular, cadena abierta, cerrada, secuencial, empuje o explosivo), los que se realizan al inicio del entrenamiento se ejecutan con técnicas de movimiento más adecuadas y se alcanzan los mayores beneficios (aumento de fuerza y potencia) respecto a los que se realizan al final (Kraemer, 2002, Simao et al., 2005).

De todas maneras, el orden de los ejercicios de una sesión de entrenamiento siempre deberá estar en función de los objetivos perseguidos. Así Hassegawa et al (2002), incluyen al orden de los ejercicios de los entrenamientos de fuerza como una variable más de la periodización. Estos autores, muestran un ejemplo en donde el orden de los ejercicios varía con relación a los objetivos de cada fase de la temporada de entrenamiento:

- Fase de adaptación anatómica e hipertrofia muscular: Comenzar por los ejercicios que comprenden las zonas más débiles.
- Fase de fuerza máxima: se inicia por los ejercicios motores principales que son los que más importancia tienen sobre el rendimiento específico.
- Fase específica destinada al incremento de la potencia de movimiento, se comienza por los ejercicios en donde se genere más potencia y mantengan similitudes mecánicas con los gestos deportivos (levantamiento olímpico, ejercicios explosivos, etc.).
- Fase de competición, se inicia con los ejercicios más específicos en donde se enfatiza el desarrollo de la potencia de los movimientos (saltos, ejercicios de levantamiento, etc.) (Hasegawa et al., 2002).

Kraemer y Flek (2007), mencionan los siguientes puntos clave para ordenar a los ejercicios en las sesiones de entrenamiento de fuerza:

- Comenzar por los ejercicios multiarticulares más complejos y finalizar por los monoarticulares más simples o localizados. Los ejercicios que deben aprenderse, siempre deben realizarse sin fatiga y por lo tanto van al inicio de la sesión.
- Comenzar por los ejercicios que comprendan grandes masas musculares y finalizar por los que impliquen menores masas musculares.
- Cuando se realizan sesiones en donde se varía el tipo de fuerza, es decir que con algunos ejercicios se utilicen pesos altos comprendidos entre el 80 al 100% de la 1 RM (zona de fuerza máxima) y con otros pesos moderados (60 al 75% de la 1 RM) es recomendable realizar antes los ejercicios en donde se aborden las zonas de fuerza más intensas (fuerza máxima) o explosivas (fuerza potencia o explosiva). El orden aconsejado es: Fuerza Explosiva, Fuerza Potencia, Fuerza Máxima y Fuerza resistencia.
- Cuando uno de los objetivos del entrenamiento es fortalecer zonas débiles o reducir desequilibrios musculares es conveniente dar prioridad a los ejercicios específicamente destinados a fortalecer estas zonas.
- Intentar que el ejercicio precedente siempre actúe potenciando y no interfiriendo el ejercicio posterior. Este es el principio que se aplica en el entrenamiento complejo en donde un bajo volumen de repeticiones en un ejercicio menos específico en la zona de fuerza máxima, puede potenciar la ejecución de un ejercicio más específico desarrollado en la zona de fuerza explosiva (Verchoshansky, 1996). Este principio, si bien puede crear un orden opuesto al recomendado en un punto anterior, sólo debería aplicarse en entrenamientos destinados para potenciar el gesto posterior (Baker, 2003, Dochety et al., 2004, Ebben, 2002).
- Cuando se realicen entrenamientos para mejorar la resistencia de fuerza o el desarrollo muscular global como en culturismo o musculación, se puede optar por ordenar específicamente a los ejercicios considerando dos formas básicas:
 - a. Alternar los ejercicios de extensión y tracción (agonistas/antagonistas).
 - b. Alternar ejercicios de tren superior e inferior.

Estas estrategias permiten una recuperación parcial de un grupo mientras trabaja el opuesto y por eso han sido propuestas para optimizar el desarrollo de las sesiones de musculación (Earle y Baechle, 2004), aunque han producido resultados contradictorios cuando se las ha aplicado para mejorar el rendimiento con diferentes objetivos deportivos (Maynard y Beben, 2003, Baker y Newton, 2005).

Recomendaciones acerca de los Ejercicios a Aplicar con Sujetos de Diferentes Niveles de Rendimiento

Si bien las recomendaciones anteriores, son adecuadas para sujetos que tengan una cierta experiencia en el entrenamiento de fuerza o la práctica deportiva específica (intermedios o avanzados), en los novicios el entrenamiento debe comenzar por

un periodo de adaptación en donde se priorice el aprendizaje de los ejercicios básicos de fácil dominio como la prensa de piernas para el tren inferior o el press de banca sentado en máquina para el tren superior para que luego de alcanzar un nivel de fuerza *básico* se pueda evolucionar hacia técnicas más complejas como la sentadilla paralela o el press de banca con barra libre o press de pie en donde se exige al sujeto mantener la estabilidad del tronco implicando a la musculatura central (Gambeta, 2007). Por otro lado, aunque la prescripción de ejercicios en máquinas muchas veces es adecuada para los novicios, según Siff, (2004), la realización de un volumen elevado de este tipo de ejercicios en deportistas puede ser negativa al perjudicar la capacidad para estabilizar el tronco al realizara movimientos de fuerza en diferentes planos de movimiento como ocurre en muchas acciones deportivas (Siff, 2004).

Variables Fisiológicas

Aunque los aspectos mecánicos analizados previamente son esenciales para determinar la zona muscular entrenada, el factor que determina el efecto estructural o funcional del entrenamiento es la organización de las variables *fisiológicas* comola intensidad, el volumen, la densidad, la duración y la frecuencia con que se apliquen los entrenamientos.

Intensidad

La intensidad, constituye una variable esencial y concreta que marca la orientación del entrenamiento y por lo tanto necesita ser cuantificada de forma objetiva para conocer el grado de estrés muscular producido durante la realización de los esfuerzos musculares (Graham, 2002). En los ejercicios de fuerza ha sido comúnmente asociada con el porcentaje de peso utilizado (Fleck, 1999, Wernbom et al., 2007), aunque cuando además del peso se considera a la velocidad de movimiento, la intensidad de los esfuerzos musculares podría estimarse con mayor precisión por medio de la potencia mecánica producida (Knutten, 2007). Esta última consideración, es aplicable en los ejercicios de empuje como la sentadilla o el press de banca en donde se observa una relación inversa y directamente proporcional entre el nivel de fuerza y la velocidad alcanzada (Siff, 2004). En este tipo de ejercicios, cuando se intenta movilizar con la mayor velocidad posible pesos ligeros, comprendidos entre el 30% y el 60% de la 1 MR la variable que mejor se relaciona con el nivel de estrés muscular es la potencia mecánica alcanzada, ya que la fuerza aplicada muestra valores moderados a pesar de que el esfuerzo sea el máximo posible de realizar. No obstante, cuando se utilizan pesos superiores al 60% de la 1 MR, el grado de estrés muscular se relacionará más con el nivel de fuerza o la magnitud del peso (%1 MR), ya que la potencia mecánica muestra una trayectoria parabólica disminuyendo a medida que los pesos crecen por encima del 60% debido a que la velocidad cae significativamente perdiendo hasta un 85% de la velocidad alcanzada con pesos de 30% de la 1 MR (ver figura 1) (Naclerio, 2008).



Figura 1. Relación entre la evolución de la fuerza, velocidad y potencia en ejercicios de empuje.

Por otro lado, en los ejercicios secuenciales como los levantamientos olímpicos en donde, si bien, la fuerza y la velocidad muestran una relación inversa, la caída de esta última, con relación al incremento del peso a vencer no es tan marcada como en los ejercicios de empuje y por lo tanto la potencia crece hasta alcanzar los valores más altos con pesos superiores al 70% de la 1 MR (ver figura 2), (Naclerio, 2006).

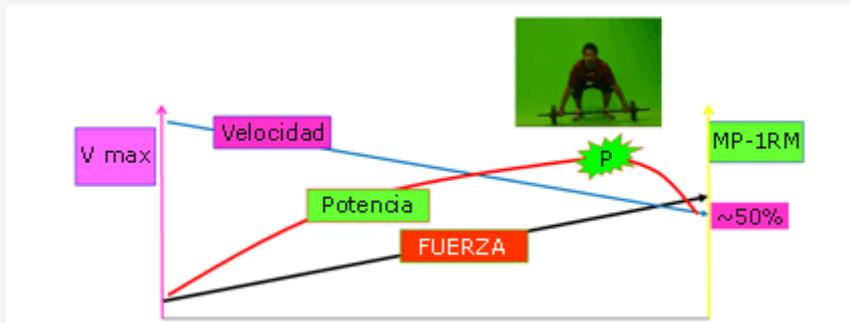


Figura 2. Relación entre la evolución de la fuerza, velocidad y potencia en ejercicios de levantamientos (secuenciales).

Debido a esto, en los levantamientos olímpicos, la intensidad se ha asociado fundamentalmente con el % de la 1 MR (Siff, 2004). Además este tipo de movimientos sólo es posible realizarlos correctamente si la velocidad de ejecución es muy elevada, ya que cualquier intento de lentificar los movimientos con el objetivo de reducir la intensidad afectará negativamente la eficiencia del ejercicio y distorsionará la técnica de ejecución.

En la mayor parte de los trabajos científicos que han analizados los efectos de la intensidad sobre las adaptaciones causadas por los entrenamientos de fuerza siempre se ha asociado a la intensidad con él % de la 1 MR (Fleck, 1999) o el número máximo de repeticiones posible de realizar con cada peso (Wernbom et al., 2007), siendo sólo en algunos casos vinculada con la potencia mecánica (Baker, 2001).

Numerosas investigaciones, han analizado los efectos de los entrenamientos utilizando diferentes porcentajes de peso o rangos de máximas repeticiones sobre las ganancias de fuerza (estimadas por el valor de la 1 MR), la resistencia de fuerza o la hipertrofia muscular (Kraemer y Fleck, 2007, Kraemer y Ratames, 2004, Wernbom et al., 2007, Peterson et al., 2004). Peterson y col (2005), en un meta-análisis clasificaron a los sujetos en no entrenados (menos de un año de entrenamiento) entrenados (más de un año de entrenamiento) y deportistas o atletas que realizaban deporte de competición y observaron que los porcentajes de peso más efectivos para mejorar la fuerza máxima (1 RM), variaban con relación al nivel de rendimiento, ya que los sujetos con menos de un año de entrenamiento mejoraban más al utilizar pesos comprendidos entre el 60% y el 70%, mientras que los más entrenados necesitan pesos comprendidos entre el 75% y el 85% de la 1 MR, y los deportistas de alto rendimiento requieren más del 80% (ver Figura 3) (Peterson et al., 2004, Petersen y Hölmich, 2005, Rhea y Alderman, 2004, Rhea et al., 2003, Peterson et al., 2005).

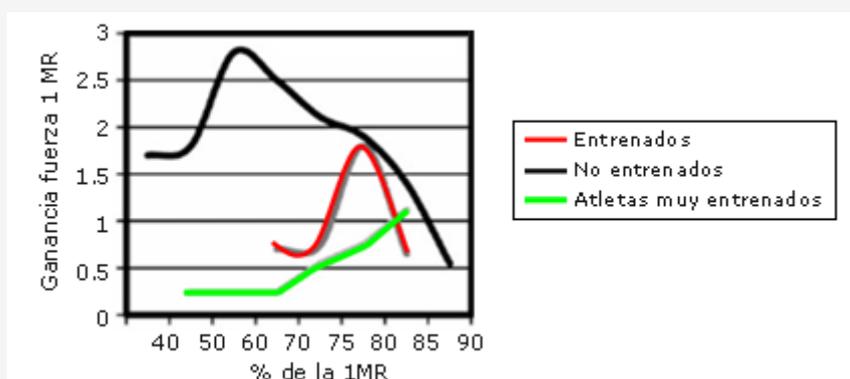


Figura 3. Relación entre el porcentaje de peso utilizado y los incrementos de la fuerza máxima (1MR) entrenando con ejercicios auxiliares en sujetos con diferentes niveles de entrenamiento (tomado de Rhea y col 2003).

Recomendaciones acerca de la Intensidad a Aplicar con Sujetos de Diferentes Niveles de Rendimiento

Las investigaciones en donde se relaciona a la intensidad del entrenamiento con los porcentajes de la 1 MR, indican que,

en los sujetos activos no deportistas (novicios y sujetos que entrenan de forma recreativa), con un tiempo de entrenamiento superior a las 4 semanas e inferior a un año, la utilización de pesos comprendidos entre ~50% al 60% de la 1MR conduce a incrementos óptimos de fuerza muscular, especialmente durante las primeras 4 semanas (Alvar, 2007). Luego de este periodo, considerado de adaptación, para continuar logrando incrementos ulteriores de la fuerza muscular, es recomendable comenzar a utilizar pesos más elevados (>70%). Así los sujetos con menor nivel o que no deseen incrementos muy elevados de fuerza pueden utilizar pesos comprendidos entre el 70% y el 80%, mientras que los de mayor nivel o que deseen incrementar especialmente los niveles de fuerza máxima debería utilizar pesos >80% y hasta el 90 o 95% (Fry, 2004).

Con relación a los objetivos perseguidos, en sujetos de nivel intermedio (más de un año de entrenamiento) es recomendable diferenciar los entrenamientos destinados a ganar volumen muscular (hipertrofia) de los destinados a incrementar la fuerza máxima (1 MR).

- Para incrementar la fuerza máxima (1 MR), es recomendable utilizar pesos superiores al 75% hasta el 100% de la 1MR (Peterson et al., 2005, Wernbom et al., 2007).
- Para enfatizar las ganancias de masa muscular se recomienda entrenar en una zona de pesos ligeramente inferior, comprendida entre el 70% y el 85% o en el caso de sujetos muy entrenados hasta el 90% de la 1 MR. Los pesos mayores del 90%, aunque determinan altos niveles de tensión muscular, también inducen una rápida fatiga debido fundamentalmente a la incapacidad del sistema nervioso central de mantener las frecuencias de estimulación necesarias y por lo tanto el volumen de los esfuerzos se reduce significativamente, no alcanzando a ser suficientes como desencadenar una respuesta hipertrofica significativa como la que se logra entrenando con pesos ligeramente inferiores (Fry, 2004).

Volumen

Idealmente el volumen de los entrenamientos de fuerza con resistencia debería ser considerado por la cantidad total de trabajo realizado (julios), considerando la cantidad de fuerza aplicada en Newtons por la distancia o el tiempo durante el cual se aplique esta fuerza (Knuttgen y Kraemer, 1987). No obstante, en un sentido menos estricto pero más práctico, para poder cuantificar las cargas de trabajo en los entrenamientos de fuerza, el volumen ha sido relacionado con los kg totales que son determinados a partir del producto entre las *series x las repeticiones x los pesos* movilizados en cada ejercicio, grupos de ejercicios, sesión o grupo de sesiones (Tan, 1999, Earle y Baechle, 2004). En este último caso, el volumen resultante constituye un valor absoluto relacionado con la capacidad individual de un deportista para tolerar las cargas de trabajo aplicadas.

Este valor, sólo es válido para comparar los kg o toneladas movilizadas en un ejercicio o grupo de ejercicios durante distintos periodos del entrenamiento o con respecto a otros deportistas que hayan logrado resultados importantes en una especialidad deportiva similar, pero no indicará un parámetro que pueda ser utilizado para determinar los volúmenes individualizados de entrenamiento para otros deportistas diferentes (Kuznetsov, 1989). Aunque este criterio es utilizado, como veremos más adelante en los deportes de levantamiento de peso, es importante destacar que en este tipo de disciplinas el volumen o tonelaje se establece arbitrariamente a partir el numero total de repeticiones por mesociclo, que suele abarcar entre 4 a 5 semanas, para luego dividir estas repeticiones entre los ejercicios seleccionados a los cuales se les va otorgando un porcentaje de estas repeticiones según la etapa de la preparación y los objetivos específicos de cada atleta. El entrenador, considerando estas necesidades, decidirá el volumen de repeticiones que aplicará por semana y por entrenamiento, así como la intensidad o porcentajes de peso que deben emplearse (Ermakov, 1980, Ermakov y Kim, 1980). Estas estrategias de planificación así como otras aplicadas en la preparación de fuerza específica para los deportes de combate o conjunto serán explicadas más adelante.

De acuerdo con la propuesta realizada por Naclerio (2004), la forma más adecuada de cuantificar el volumen del entrenamiento de fuerza es considerando la cantidad total de repeticiones con relación al porcentaje de peso movilizado. De esta forma es posible controlar individualizadamente el impacto real de la carga de entrenamiento, ya que la cantidad total de trabajo se expresará en unidades arbitrarias (vol/%) que se establecen de acuerdo al nivel de rendimiento de cada sujeto (1 MR) y permite comparar la cantidad de trabajo realizado por diferentes sujetos aunque estos tengan valores de fuerza distintos (Naclerio, 2004), por ejemplo.

Sujeto A: posee un nivel de 1 MR en press de banca plano de 100 kg.

Sujeto B: posee un nivel de 1 MR en press de banca plano de 50 kg.

Los dos sujetos realizan 3 series de 10 repeticiones a máxima velocidad con 30 kg que es el 30% en el sujeto A y el 60% en el sujeto B. En este caso ambos muestran el *mismo volumen absoluto* (900 kg) ($3 \cdot 10 \cdot 30$), pero un volumen relativo muy diferente:

$$\text{Sujeto A: } 3 \times 10 \times 0.30 = 9 \text{ vol/\%}$$

$$\text{Sujeto B: } 3 \times 10 \times 0.6 = 18 \text{ vol/\%}$$

El sujeto A, moviliza 9 veces el peso de su 1 MR, mientras que el B lo hace 18 veces. De esta manera, el sujeto A estará realizando un esfuerzo menor, aunque todavía se debe vincular este factor con la intensidad para poder determinar la zona de entrenamiento abordada en cada caso. Del mismo modo, si ambos sujetos quisieran realizar un entrenamiento con objetivos similares, deberían utilizar los mismos *porcentajes* de peso y ejecutar el mismo entrenamiento similar. Por ejemplo 3 series de 10 repeticiones con el 50% de la 1 MR. Así, el vol/% sería igual para los dos y las diferencias se observarían fundamentalmente en el volumen absoluto:

El volumen relativo de ambos sujetos es $3 \times 10 \times 0.5 = 15 \text{ vol/\%}$.

Volumen absoluto

$$\text{Sujeto A: } 3 \cdot 10 \cdot .50 \text{kg} = 1500 \text{ kg}$$

$$\text{Sujeto B: } 3 \cdot 10 \cdot .25 \text{kg} = 750 \text{ kg}$$

Wernbom y col (2007), utilizaron el criterio del volumen/% para poder comparar los efectos de diferentes volúmenes de trabajo realizados con distintos ejercicios sobre el bíceps o el cuádriceps. Por su parte Baker (2007), también utiliza este criterio, aunque como una variable independiente que expresa el impacto total del entrenamiento.

Si bien, el criterio de vol/% parece ser más adecuado para cuantificar el volumen de los entrenamientos de fuerza, esta variable todavía no ha sido suficientemente estudiada como para establecer recomendaciones acerca de los volúmenes más adecuados para entrenar las diferentes zonas de manifestaciones de la fuerza: Fuerza máxima, explosiva, resistencia de fuerza o hipertrofia. No obstante, es importante destacar que este concepto no es ni mucho menos innovador ya que ha sido aplicado desde hace muchos años en la planificación de los deportes de levantamiento en donde el *volumen/%* medio, calculado por el promedio de volúmenes porcentajes movilizados entre todas las series de uno o más ejercicios, se corresponde con lo que en estas disciplinas se denomina como *intensidad media relativa* (Ermakov y Kim, 1980). No obstante, hasta el momento la forma más práctica, aunque menos precisa, de cuantificar el volumen, es controlando el número de repeticiones o series por grupo muscular o ejercicios similares (Rhea et al., 2003, Kenn, 1997).

Considerando este criterio o la cantidad total de repeticiones por grupo muscular se ha observado que existiría un rango de volumen óptimo o cantidad mínima de trabajo ideal necesaria para inducir los efectos deseados (Ostrowoki et al., 1997). Por encima de estos volúmenes, aunque los sujetos toleren los entrenamientos y los niveles de fatiga sean mayores, los beneficios no son superiores e incluso podrían comenzar a disminuir o causar síndromes de agotamiento o lesión si se superan excesivamente el valor óptimo. Por otro lado los volúmenes inferiores al óptimo, aunque puedan inducir mejoras, estas siempre serán inferiores a las que cada sujeto podrá alcanzar utilizando los volúmenes óptimos, además si los volúmenes son muy escasos no se desencadenará ningún tipo de respuesta antes las cargas aplicadas (Naclerio, 2004, Ostrowoki et al., 1997, González-Badillo et al., 2005).

De acuerdo con esto, existirán tres tipos de volumen:

- *Mínimo*: Cantidad menor de trabajo necesario para desencadenar las adaptaciones deseadas aunque no alcancen el mayor grado de adaptación posible.
- *Medio*: Cantidad de trabajo que puede aplicarse por un plazo relativamente prolongado, y determina un incremento progresivo del rendimiento.
- *Máximo*: Indica el límite a partir de la cual los beneficios se estancarían, e incluso podrían reducirse si la aplicación de estos volúmenes se prolonga por mucho tiempo.

La dosificación de los volúmenes mínimos, medios y máximos, dependerá de las características de los sujetos, edad y nivel de rendimiento (novicio, avanzado o deportista de alto nivel) así como de los objetivos perseguidos en cada caso, la especialidad deportiva y el momento de la temporada o fase del entrenamiento.

Recomendaciones acerca de los Volúmenes a Aplicar con Sujetos de Diferentes Niveles de Rendimiento

En la Tabla 1, se indican los volúmenes de entrenamiento recomendados para mantener o mejorar la fuerza máxima (1MR) en sujetos con diferentes niveles de rendimiento.

Volumen mínimo	Volumen medio-bajo	Volumen medio-alto	Volumen máximo
1 a 3 series	Medio-bajo 4 a 6 series	Medio-alto 6 a 8-9 series	> 9 hasta 12 series
Aconsejado para			
<i>Novicios</i> 1ras 4 semanas <i>Avanzados y deportistas</i> En los microciclos de mantenimiento durante el periodo competitivo. En los microciclos de regeneración y activación.	<i>Novicios</i> Luego del cumplir el periodo de adaptación (1ras 4 semanas).	<i>Avanzados y deportistas</i> Se aplica durante 3 a 4 microciclos seguidos, luego se aconseja aplicar un microciclo de volumen bajo.	<i>Alto rendimiento y en deportes con alta exigencia de fuerza</i> Se aplica en las etapas de desarrollo y sólo por 1 microciclo de impacto, luego realizar un microciclo de descarga (volúmenes e intensidades bajas).

Tabla 1. Volúmenes aconsejados por grupo muscular para mantener o mejorar la fuerza en sujetos con diferentes niveles de rendimiento. Adaptado de Peterson y col (2004).

En la preparación deportiva, los objetivos del entrenamiento variarán a lo largo de la temporada con relación a las diferentes etapas por las que se atraviese.

De esta manera, al inicio del ciclo de entrenamiento, en sujetos entrenados, se intentará recuperar los niveles de fuerza, trabajando en la zona de fuerza resistencia con pesos bajos a medios o incluso altos, en el periodo preparatorio se buscará mejorar la fuerza máxima, trabajando en la zona de resistencia de fuerza con pesos altos o fuerza máxima, mientras que en el periodo específico se buscará incrementar los niveles de la fuerza específica y se entrenará en la zona de fuerza que se manifiesta durante la misma actividad deportiva (explosiva, resistencia a la fuerza explosiva o potencia, fuerza máxima, etc.). Por otro lado, en el periodo competitivo se intentará mantener el nivel de rendimiento de fuerza alcanzado durante la fase de preparación (Baker et al., 1994, Bompa, 1995). En la Tabla 2, se indican los volúmenes recomendados por grupo muscular y cantidad total de series por sesión, según el objetivo de cada fase.

Objetivo	Recuperar fuerza	Desarrollar fuerza	Mantener fuerza
Series por grupo muscular	3 a 5	6 a 8 o 9 Máximo 12 en alto rendimiento	1 a 3
Series totales por entrenamiento	8 a 15	27 a 30	6 a 9

Tabla 2. Volúmenes para entrenar la fuerza con ejercicios contra resistencias considerando los objetivos perseguidos. Adaptado de Kuznetsov (1970); Peterson y col (2004; 2005).

Si vinculamos los datos de las tablas anteriores, así como los indicados en la revisión de Wernbom y col (2007), en donde se indica que los volúmenes más efectivos para mejorar la ganancia de masa muscular se sitúan en torno a las 60 repeticiones totales por grupo muscular con los porcentajes de peso recomendados para incrementar la fuerza o hipertrofia (~75%), puede deducirse que en sujetos de nivel intermedio o avanzado, los vol/% ideales se situarían entre 45 a 48 vol/% por grupo muscular. Esto puede ser logrado al realizar 6 series (3 series de dos ejercicios diferentes para el mismo grupo muscular) de 10 repeticiones con el 75% o 9 series (3 series de tres ejercicios diferentes para el mismo grupo muscular) de 6 a 7 repeticiones con ~ 80% de la 1 RM. Durante los últimos años en el laboratorio de la Universidad Europea de Madrid hemos realizado una serie de estudios (aún sin publicar) con deportistas de diferentes especialidades (opositores a bombero, policías, deportes de combate y culturistas) con los cuales se aplicaron diversos rangos de vol/% comprendidos entre 15 y 60. Los resultados de estos estudios parciales, nos indican que los mejores incrementos de fuerza máxima (1RM) medidos en press de banca, sentadilla paralela y dominadas con peso, así como de masa magra, determinados por estudios antropométricos, en un grupo de opositores a bombero o policía (n=22) se logran con vol/% comprendidos entre 42 y 48. Con volúmenes superiores (>50% vol/%) los beneficios tienden a caer encontrándose síntomas de fatiga y una tendencia a reducir el rendimiento cuando los entrenamientos se prolongan por más de 2 semanas consecutivas, mientras que con volúmenes inferiores (<15 vol/%) sólo hemos observado un mantenimiento de los niveles de fuerza y no un incremento de los mismos.

Densidad

Esta variable expresa la relación entre la duración del esfuerzo y la longitud de la pausa de recuperación. La alteración de esta relación, ya sea alargando o acortando la pausa con relación a la duración del esfuerzo puede cambiar diametralmente los efectos del entrenamiento, incluso sin modificar el peso o los ejercicios (Willardson, 2006). Tanto la longitud de la pausa como su carácter (activo o pasivo) influyen en el grado de recuperación, determinando variaciones en los procesos energéticos y el tipo de unidades motoras reclutadas a medida que transcurre el entrenamiento (Di`Slep y Gollin, 2002). Estas diferencias pueden afectar la velocidad y la potencia producidas en los esfuerzos sucesivos y por lo tanto modificar la zona de trabajo y los efectos del entrenamiento global (Bosco, 1991, Willardson, 2006).

En una revisión realizada por Willardson (2006), este autor analiza la longitud de la pausa de recuperación necesaria para poder mantener la intensidad entre dos o más series sucesivas de diversos entrenamientos realizados con orientaciones diferentes. En la Tabla. 3, se resumen los resultados más importantes de esta revisión y se indican los tiempos de recuperación adecuados para entrenar las diversas series de entrenamiento de fuerza en sujetos adultos.

Zona	Pausas entre series
Fuerza máxima	1 a 3 repeticiones > 2 a 5 min > 3 repeticiones: 5 min > 2 series hacer > 2 min
Fuerza resistencia Pesos altos > 70% Pesos bajos < 70%	Hipertrofia > 0,5 - 1 min Resistencia muscular > 2 - 5 min > 2 series hacer > 2 min Resistencia muscular: 1 - 2 min
Fuerza velocidad Pesos ligeros < 60% (explosiva)	1 repetición: 20 - 30 s (micropausa) 2 repeticiones: 1 min >3 repeticiones: 2 min
Pesos altos > 60% - 80% (potencia)	1 repetición 20 - 30 s (micropausa) 2 repeticiones: 1 - 2 min >3 repeticiones: 3 - 5 min

Tabla 3. Recomendaciones acerca de la longitud de la pausa de recuperación necesaria para entrenar cada zona de entrenamiento de fuerza (adaptado de Willardson (2006)).

Los datos de la Tabla 3 indican como a medida que se suceden las series, las pausas de recuperación deben alargarse para poder mantener la intensidad de trabajo deseada. En el caso de los entrenamientos de fuerza máxima en donde se movilizan pesos máximos (> 80 u 85%), cuando se realiza sólo dos series, es suficiente sólo con dejar entre 1 a 2 minutos, pero cuando las series realizadas son más de dos, entonces es necesario realizar pausas más prolongadas (superiores a los 2 minutos). Lo mismo ocurre cuando se entrena en la zona de fuerza resistencia (para ganar volumen muscular). Por otro lado, en los entrenamientos de fuerza máxima, potencia y explosiva en donde la recuperación de los aspectos neurales es esencial para mantener la magnitud del impulso motor, el número de repeticiones realizado en cada serie también influirá significativamente sobre la longitud de la pausa de recuperación que debe dejarse para poder mantener la intensidad de los esfuerzos, así, cuando se entrena la fuerza máxima con series de más de 3 repeticiones, las pausas deberán ser superiores a los 5 min, mientras que en el caso de la fuerza explosiva o la potencia, cuando se realiza sólo 1 repetición, basta solo con dejar una micropausa comprendida entre 20 a 30 s, pero con 2 repeticiones la pausa se debe alargar a 1 min o 2 min para la fuerza explosiva o potencia respectivamente, mientras que con 3 repeticiones o más, las pausas deberían ser de 2 min en la fuerza explosiva y entre 3 y 5 min para la fuerza potencia (Willardson, 2006).

Frecuencia

Se refiere al número de veces con el cual se entrena cada grupo o zona muscular en un período de tiempo, comúnmente asociado a una semana o microciclo (Fleck, 1999).

Duración

Se refiere al tiempo durante el cual se aplican los estímulos, y puede referirse a la duración total de una sesión de entrenamiento, o el tiempo de entrenamiento sobre un grupo muscular o varios grupos musculares (Martin et al., 2001). Por ejemplo, para un entrenamiento isométrico de 3 tensiones de 6 segundos con 2 minutos de pausa entre cada una, al 70% de la fuerza isométrica máxima, la duración de cada estímulo individual es de 3 segundos, y la del estímulo total fue

de 18 segundos. La duración esta relacionada al volumen, pero a diferencia de este en donde cuantifica el trabajo, la duración sólo se relaciona al tiempo (Naclerio, 2005).

Variables de Control

El control de la forma en que cada sujeto responde ante las diferentes cargas de entrenamiento es vital para alcanzar los objetivos perseguidos. Con respecto a los entrenamientos de fuerza, aunque todas las variables analizadas en los puntos anteriores son esenciales para determinar la orientación y los efectos de cada sesión de entrenamiento, el control de la intensidad real con que se realiza cada ejercicio parecer ser fundamental para poder estimar en que zona de entrenamiento real cada sujeto entrena. Los diferentes métodos utilizados en las investigaciones científicas para estimar la intensidad de los esfuerzos musculares (análisis de la respuesta electromiográfica, metabólica, hormonal, etc.) son poco aplicables para que un entrenador pueda controlar cotidianamente la respuesta individual de cada sujeto ante las diferentes cargas de entrenamiento.

Debido a esto, en diferentes estudios se ha intentando facilitar este control vinculando el grado de esfuerzo muscular con la percepción subjetiva manifestada al final de cada serie de ejercicios (Robertson et al., 2003, Suminiski et al., 1997) o al terminar la sesión de entrenamiento completa (Singh et al., 2007, Day et al., 2004).

Aunque originariamente la percepción subjetiva de esfuerzo se aplicó para controlar la intensidad de los entrenamientos de resistencia al realizar actividades de carácter cíclico como el ciclismo, la carrera o la natación (Foster et al., 2001), esta herramienta también ha mostrado ser de gran utilidad para controlar la intensidad de otro tipo de actividades como los saltos, o los ejercicios de fuerza realizados en regímenes concéntricos o excéntricos (Lagally et al., 2004, O`Connor et al., 2002) en sujetos de ambos sexos (Robertson et al., 2003, Glass y Stanon, 2004) y edades diferentes (niños, jóvenes y mayores) (Robertson et al., 2008, Robertson et al., 2005).

De acuerdo con Robertson et al. (2003), la percepción del esfuerzo se define como la intensidad subjetiva del ejercicio, estrés, disconformidad o grado de fatiga que se siente durante el ejercicio. Estos autores, comprobaron la validez de una escala específicamente diseñada para controlar la intensidad de los ejercicios de fuerza (ver Figura 4) con un grupo de jóvenes que indicaron el nivel del esfuerzo al finalizar una serie de 4, 8 o 12 repeticiones con el 65% de la 1 MR, en un ejercicio del tren superior y en otro del tren inferior.

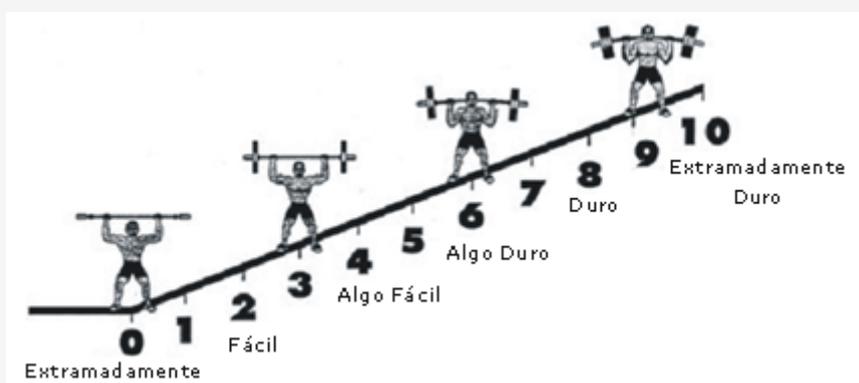


Figura 4. Escala de percepción del esfuerzo OMNI-RES (Robertson et al., 2003).

Según Lagally y col (2004), la sensación de estrés creada por una carga de trabajo físico en un ejercicio de fuerza, se relaciona principalmente con la magnitud del peso, expresado en porcentaje de la 1 MR. No obstante, la percepción subjetiva del esfuerzo crecerá también en función de la cantidad total de repeticiones realizadas con cada peso utilizado (Robertson et al., 2003, Lagally et al., 2004), es decir, en función de la cantidad de trabajo efectuado, respecto a la mayor cantidad de repeticiones factible de realizar llegando hasta el fallo muscular. Por lo tanto, en el caso de los ejercicios de fuerza, la utilización de la percepción para controlar la intensidad de los entrenamientos, debería realizarse tanto al inicio, para reflejar la magnitud del peso, como al final, para indicar el volumen relativo del esfuerzo realizado.

Luego de haber realizando cerca de 8000 valoraciones utilizando diferentes ejercicios (press de banca plano con barra libre y en *multipower*, cargada en 1 tiempo, sentadilla paralela y profunda con barra libre y en *multipower*, dominadas en barra alta, peso muerto, extensiones de brazos por delante estando de pie con la barra, prensa, etc.) y de haber utilizado la

escala de Borg 6-20 y 0-10, así como la OMNI-RES de Robertson y col (2003), para controlar los entrenamientos y evaluaciones de diferentes grupos de deportistas, hemos encontramos que los valores de RPE inicial se relacionan significativamente con el porcentaje de peso utilizado, mientras que las variaciones que se producen a lo largo de una serie continua, se relacionan con la disminución de la velocidad o la potencia de movimiento, observándose diferencias significativas cuando se producen pérdidas superiores al 10% y al 20% respecto de la potencia máxima (Naclerio et al., 2008). Estos resultados indican que la RPE alcanzada al final de cada serie constituye un valor de referencia para estimar la zona o tipo de entrenamiento de fuerza realizado. En la Tabla 4, se indican los intervalos de confianza obtenidos en un estudio realizado con 11 varones estudiantes, entrenados en fuerza que fueron evaluados en 8 series realizadas con la mayor velocidad posible utilizando 8 porcentajes de peso (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100% de la 1MR) (datos aún sin publicar).

De acuerdo a estos resultados, para entrenar la zona de fuerza explosiva, utilizando pesos comprendidos entre el 30 y el 60%, la serie se iniciaría con una RPE de 1 y debiera finalizar antes de llegar a 4. Para entrenar la fuerza velocidad con pesos medios (>60%-70% y >70-80%) la percepción inicial debiera estar entre 1 a 5 finalizando la serie antes de llegar a 6 para el rango >60-70% y 8 para >70-80%. En el caso de la fuerza máxima, que se entrena con peso > al 80%, la RPE inicial debería ser superior a 6 aunque rápidamente se llega a 8 (~3 repetición) o hasta 10 dependiendo de que el peso este por debajo o por encima del 90%.

Variables	RPE inicial (1º rep)		RPE 1-3 rep		RPE_10%		MRPE_20%	
	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Rangos								
30 a 40%	1.32	3.08	1.32	3.08	2.08	4.31	4.42	7.24
>40 a 50%	1.47	3.07	1.45	3.28	3.21	5.01	5.16	7.20
>50% al 60%	0.95	3.23	1.12	3.31	2.26	4.31	4.25	6.34
>60 al 70%	1.07	4.49	1.52	4.92	3.42	6.52	5.52	7.73
>70 al 80%%	5.61	7.12	6.13	7.45	6.94	7.82	5.59	9.08
>80% al 90%	6.25	7.75	6.87	8.43	5.08	8.97	7.93	8.27
>90%	8.00	8.00	8.48	8.96	8.5	9.0	10	10
<i>RPE_10% RPE manifestada cuando se produce una caída de la potencia >10%. RPE_20%, RPE promedio indica en todas las repeticiones realizadas luego de la caída de la potencia superior al 10% y hasta que se produce una caída superior al 20%.</i>								

Tabla 4. Intervalos de confianza (95%) determinados en las variables relacionadas con la percepción subjetiva de esfuerzo medida en cada rango de porcentaje evaluado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

El diseño de los programas de entrenamiento de fuerza requiere que el entrenador manipule adecuadamente las variables de programación y controle los efectos del entrenamiento utilizando las variables de control, que en el caso del entrenamiento de fuerza, las escalas de percepción subjetiva de esfuerzo como la desarrollada por Robertson y col (2003), han mostrado ser herramientas válidas y fiables para reducir el margen de error en la realización de los entrenamientos dentro de las zonas específicamente planificadas. De acuerdo con esto, es importante que los entrenadores seleccionen adecuadamente las variables mecánicas que son las que determinan la zona muscular en donde se producirán los efectos que estarán especialmente determinados por la manipulación de las variables fisiológicas. De todas maneras, es importante destacar que se necesitan desarrollar estudios científicos para determinar los vol/% óptimos de entrenamiento para entrenar en las diferentes zonas: fuerza máxima, fuerza velocidad, explosiva o fuerza resistencia o incluso desarrollar hipertrofia muscular. Al mismo tiempo, la utilización de la escala de percepción subjetiva de fuerza, indicando los valores iniciales y finales para controlar la intensidad o las zonas de entrenamiento de fuerza como se a planteado en el estudio de Naclerio et al. (2008), debería ser analizada al realizar diversos tipos de ejercicios como la sentadilla o la cargada en un tiempo y series múltiples y no sólo una hasta el fallo muscular en un ejercicios que implican extensiones de brazos (press de banca), cómo lo han hecho estos autores.

Dirección para Envío de Correspondencia

REFERENCIAS

1. Alvar B. A (2007). Resistance training health related benefits and exercise prescription guidelines In Avances en ciencias de la actividad física y el deporte. Entrenamiento de fuerza (Ed, Jimenez, A.). *Escuela de estudios Universitarios Real-Madrid-UEM, Madrid*, pp. 53-66
2. Arnason A., Andersen T. E., Hølem I., Engebretsen L. y Bahr R (2007). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand. J. Med. Sci. Sports, March*
3. Baker D (2001). A series of studies on the training of High Intensity Muscle Power in Rugby League Football Player. *J. Strength Cond. Res.*, 15, 198-209
4. Baker D (2003). Acute effect of alternation Heavy and light resistance on power during upper-body complex power training. *J. Strength Cond. Res*, 17, 493-497
5. Baker D. y Newton R. U (2005). Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. *J. Strength Cond. Res*, 19, 202-205
6. Baker D., Wilson G. y Carlyon R (1994). Periodization: The effect on strength of manipulating volume and Intensity. *J. Strength Cond. Res*, 8, 235-242
7. Bompa T. O (1995). Periodización de la fuerza, la nueva onda en el entrenamiento de la fuerza. *Biosystem Servicio educativo, Rosario, Argentina*
8. Bosco C (1991). Nuove Metodologie per la valutazione e la programmazione dell'allenamento. *Rivista di Cultura Sportiva, (SDS)*, 13-22
9. Brughelli M. y Cronin J (2008). Preventing hamstring injuries in sport. *Strength Cond. J.*, 30, 55-64
10. Crewther B., Cronin J. y Keogh J (2006). Possible Stimuli for strength and power adaptation. Acute metabolic responses. *Sport Med.*, 36, 65-78
11. Day M. L., McGuigan M. R., G., B. y Foster C (2004). Monitoring Exercise Intensity During Resistance Training Using The Session RPE Scale. *J. Strength Cond. Res*, 18, 353-358
12. Di`Slep R. y Gollin M (2002). Il recupero nell'allenamento con sovraccarichi. *Rivista de cultura sportiva, (SDS)*, 54
13. Dochety D., Robbins D. y Hodgson M (2004). Complex training revised: A review of its current status as viable training approach. *J. Strength Cond. Res*, 26, 52-57
14. Earle R. W. y Baechle T. R (2004). Resistance Training Program Design, Chapter 15 In NSCA Personal trainer manual. 2º ed. (Eds, Earle RW and TR, B.) *Human Kinetics, Champaign IL*, pp. 361-398
15. Ebben W. P (2002). Complex training: A Brief review. *J. Sports Sci. Med*, 1, 42-46
16. Ermakov A (1980). La carga de entrenamiento de los levantadores en los halones y cuclillas Anuario de levantamiento de pesas. *Cultura física y deportes Moscú*
17. Ermakov A. y Kim V. F (1980). La carga de entrenamiento de los pesistas en el halon y las cunclillas. *Cultura física y deporte Moscú*
18. Faries M. D. y Greenwood M (2007). Core Training: Stabilizing the confusion. *Strength Cond. J.*, 29, 10-25
19. Fleck S. J (1999). Periodized strength training: A critical review. *J. Strength Cond. Res*, 13, 82-89
20. Foster C., Florhaug J. A., Franklin J., Gottschall L., Hrovatin L. A., Parker S., Doleshal P. y Dodge C (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J. Strength and Cond. Res*, 18, 109-115
21. Fry A. C (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fiber adaptation. *Sports Med.*, 34, 663-669
22. Fry A. C (2005). The role of resistance exercise intensity on muscle fiber adaptation. *Sports Med.*, 34, 663-669
23. Gambeta V (2007). Athletic development. The art & science of functional sports conditioning. *Human Kinetics*
24. Gamble P (2007). An Integrated approach to training core stability. *Strength Cond. J.*, 29, 58-68
25. Glass S. C. y Stanon D. R (2004). Self Selected Resistance training intensity in Novice Weightlifters. *J. Strength Cond. Res*, 18, 324-327
26. Graham J (2002). Periodización Research and Example Application. *Strength Cond. J.*, 24, 52-70
27. Kenn J (1997). Program design for the tier system. *Strength Cond. J.*, 19, 66-73
28. Knuttgen H. G (2007). Strength training and aerobic exercise: comparison and contrast. *J. Strength Cond. Res*, 21, 973-978
29. Knuttgen H. G. y Kraemer W. J (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *J. Appl Sports Sci. Res.* 1, 1-10
30. Kraemer J. W. y Fleck S. J (2007). Optimizing strength training. Designing nonlinear periodization workouts. P. 50-51, *Human Kinetics*
31. Kraemer W. J (2002). Development a strength, training workout Chapter 3 In Strength training for sport. (Eds, Kraemer, W. J. and Häkkinen, A.). *Blackwell Sciences*, pp. 37-54
32. Kraemer W. J. y Ratames N. A (2004). Fundamentals of Resistance Training Progression and Exercise Prescription. *Med Sci. Sport Exerc*, 36, 674-688
33. Kuznetsov V. V (1989). Metodología del entrenamiento de fuerza para deportistas de alto nivel. *Stadium, Buenos Aires*
34. Lagally K. M., McGaw S. T., Young G. T., Heather C. M. y Thomas D. Q (2004). Rating of perceived Exertion and Muscle Activity During The Bench Press Exercise in Recreational And Novice Lifters. *Strength Cond. J.*, 18, 359-364
35. Lagally K. M., Robertson K. M., Gallagher K. I., Goss F. L., Jakicic J. M., Lephart S. y Goospaster B (2002). Perceived exertion, electromyography and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. *Med Sci. Sport Exerc*, 34, 552-559

36. Martin D., Carl K. y Lehnertz K (2001). Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo. *Paidotribo, Barcelona*
37. Maynard J. y Beben W. P (2003). The Effects of antagonist pre-fatigue on agonist torque and electromyography. *J. Strength Cond. Res, 17, 469-474*
38. Naclerio A. F (2004). El volumen en los entrenamientos de fuerza contra resistencias. *Revista Digital - Buenos Aires - Año 10 - N° 74 - Julio* <http://www.efdeportes.com>
39. Naclerio A. F (2005). Entrenamiento de fuerza y prescripción del ejercicio In Entrenamiento personal, bases fundamentos y aplicaciones. (Ed, Jiménez G. A) *Inde, pp. 87-133*
40. Naclerio A. F (2006). Valoración de la fuerza y la potencia mecánica producida en los ejercicios con resistencias en diferentes poblaciones de deportistas a lo largo de una temporada. *Departamento de fisiología Universidad de León*
41. Naclerio F (2008). Valoración de la fuerza, potencia y velocidad en los ejercicios con resistencias gravitatorias: Utilización del encoder rotatorio, capítulo VII In Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza. (Ed, Jimenez, A. c.) *INDE, pp. 177-223*
42. Naclerio F. J., Barriopedro-Moro M. y Rodriguez R. G (2008). Control de la intensidad en los entrenamientos de fuerza por medio de la percepción subjetiva de esfuerzo. *Actas II congreso Internacional de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte UEM Madrid*
43. O'Connor P. J., Poudevigne M. S. y D., P. J (2002). Perceived exertion responses to novel elbow flexor eccentric action in women and men. *Med Sci. Sport Exerc, 34, 862-868*
44. Ostrowoki K., J., Wilson G. J., Weatherby R., Murphy P. W. y Lyttle A. D (1997). The effect of weight training volume on hormonal Output and muscular Size and function. *J. Strength Cond. Res, 11, 148-154*
45. Peterson M. D., Rhea M. R. y Alvar B. A (2004). Maximizing strength development in athletes: A meta-analysis to determine the dose response relationship. *J. Strength Cond. Res, 18, 377-382*
46. Peterson M. D., Rhea M. R. y Alvar B. A (2005). Application of the dose-response for muscular strength: A review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *Strength Cond. J., 19, 950-958*
47. Rhea M. R., Alaver B. A., Burkett L. y Balls A (2003). A Meta Analysis to determine the Dose Response for strength development. *Med Sci. Sport Exerc, 35, 456-464*
48. Rhea M. R. y Alderman B. L (2004). A Meta-Analysis of periodized versus nonperiodized strength and power training programs. *Res. Quaterly Exc. Sports, 75, 413-422*
49. Robertson R. J., Goss F. L., Aaron D. J., Gairola A., Kowallis R. A., Liu Y., Randall C. R., Tessmer K. A., Schnorr T. L., Schroeder A. E. y White B (2008). One repetition maximum prediction models for children using OMNI RPE Scale. *J. Strength Cond. Res, 22, 196-201*
50. Robertson R. J., Goss F. L., Rutkowski J., Lenz B., Dixon C., Timmer J., Frazee K., Dube J. y Andreacci J (2003). Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale For Resistance Exercise. *Med Sci. Sport Exerc, 35, 333-341*
51. Sale D. G (1988). Neural adaptation to resistance training. *J. Strength and Cond. Res, 20, S135-S145*
52. Siff M. C (2004). Supertraining. P. 9, 5ª Supertraining institute, Denver USA
53. Simao R., de Tarso Veras Farinati P., Doederlein Polito M., Sputo Maior A. y Fleck S. J (2005). Influence of exercise order on the number of repetition performed and perceived exertion during resistance exercises. *J. Strength and Cond. Res, 19, 152-156*
54. Singh F., Foster C., Tod D. y McGuigan M. R (2007). Monitoring different types of resistance training using session rating of perceived exertion. *Int J. sports physiol. performance, 2, 34-35*
55. Suminski R. R., Robertson R. J., Arslaninan S., Kang J., Utter A. C., Dasilva S. J., Goss F. L. y Metz K. F (1997). Perception of Effort during resistance Exercise. *J. Strength and Cond. Res, 11, 261-265*
56. Tan B (1999). Manipulation resistance raining program variables to optimise Maximal Strength in men: A review. *J. Strength and Cond. Res, 13, 289-304*
57. Verchoshansky Y (1996). Ruolo della preparazione fisica speciale nel sistema di allenamento degli atleti di qualificazione elevata. *Rivista di Cultura Sportiva (SDS), 23-33*
58. Verchoshansky Y (2001). La preparazione fisica speciale. *CONI, Roma*
59. Willardson J. M (2006). A brief Review: Factor that affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J. Strength and Cond. Res, 4, 978-984*
60. Willarson J. M (2004). The effectiveness of resistance exercise preformed don instable equipment. *Strength Cond. J., 26, 70-74*
61. Youdas J. W., Hollman J. H., Hitchcock J. R., Hoyme G. J. y Johnsen J. J (2007). Comparison of hamstring and quadriceps femoris electromyographics activity between men and women during a single-limb squat on both stable and labile surface. *J. Strength and Cond. Res, 21, 105-111*

Cita Original

Fernando Naclerio Ayllon. Variables a Considerar para Programar y Controlar las Sesiones de Entrenamiento de Fuerza. *PubliCE* (<http://www.sobrentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>). 03/12/08. Pid: 1062.