

Monograph

¿Cuánta Pausa entre Series? Una Breve Revisión

Jeffrey M Willardson

Kinesiology and Sports Studies Department, Eastern Illinois University, Charleston, Illinois.

RESUMEN

Hasta el momento se han llevado a cabo relativamente pocos estudios para determinar el efecto de diferentes intervalos de recuperación entre series de ejercicios para el entrenamiento con sobrecarga. El intervalo de recuperación o pausa, es esencial para restablecer el flujo sanguíneo intramuscular y el transporte de oxígeno que permitirán el restablecimiento de las reservas de fosfocreatina, la restauración del pH intramuscular, la remoción de subproductos metabólicos y la restauración del potencial de membrana a los niveles de reposo. Las recomendaciones generales respecto de la duración de los intervalos de recuperación se han basado principalmente en el objetivo de entrenamiento (e.g., potencia, fuerza, hipertrofia, resistencia muscular). Sin embargo, otros factores relacionados con la sesión de entrenamiento y las características individuales pueden hacer que se extienda o reduzca la duración de los intervalos de recuperación.

Palabras Clave: recuperación, sistemas energéticos, ejercicio con sobrecarga, prescripción del ejercicio, repeticiones

INTRODUCCION

El entrenamiento con sobrecarga se ha vuelto una forma muy popular de entrenamiento y en la actualidad se lo considera un componente esencial del programa de acondicionamiento para cualquier atleta. Parte de lo que hace que el entrenamiento con sobrecarga haya adquirido tal popularidad y que sea tan efectivo es el sinfín de posibilidades para la selección y variación de los ejercicios. El componente más común y el más frecuentemente estudiado es el volumen de entrenamiento (3, 4). Diversos estudios han comparado las adaptaciones neuromusculares que resultan de la utilización de diferentes volúmenes de entrenamiento (i.e., series únicas versus series múltiples) (17). Sin embargo, se han llevado a cabo relativamente pocos estudios para determinar el efecto de diferentes intervalos de recuperación entre series (22, 23).

Luego de la ejecución de una serie de ejercicio con sobrecarga es necesario un cierto tiempo de recuperación, ya que el ejercicio con sobrecarga depende mayormente del metabolismo anaeróbico, y por lo tanto los músculos se fatigan relativamente rápido. El tiempo hasta el agotamiento depende de la intensidad de entrenamiento o del porcentaje de la fuerza máxima que se utilice. La mayoría de los programas de entrenamiento con sobrecarga son llevados a cabo a intensidades que se encuentran en el rango del 30% al 100% de la fuerza máxima (3, 4). Debido a que el flujo sanguíneo hacia los músculos se ve ocluido a intensidades tan bajas como el 20% de la fuerza máxima, los intervalos de recuperación son esenciales para restablecer el flujo sanguíneo intramuscular y el transporte de oxígeno que permitirán la reposición de las reservas de fosfocreatina, la restauración del pH intramuscular, la remoción de subproductos metabólicos y la restauración del potencial de membrana a los niveles de reposo (10, 22, 23). Las sesiones de entrenamiento comúnmente se prescriben en base a la carga levantada por serie, el número de series por ejercicio y el número de repeticiones por serie (3, 4). Si bien se incluye un período de recuperación entre las series, este en general se prescribe sin la debida atención o sin considerar la duración específica o el impacto que tendrá su duración sobre el rendimiento en las series subsiguientes y en las adaptaciones fisiológicas. La siguiente serie puede llevarse a cabo cuando el atleta simplemente se

siente listo o en algunos casos desafortunados cuando dos atletas terminan su conversación. Debe mencionarse que cuando una conversación se extienda más allá de lo necesario para una completa recuperación, nos encontramos frente a un problema que debe resolverse inmediatamente. Para ayudar a los atletas a obtener los mejores resultados, las pausas entre las series deben ser consideradas como un aspecto que es tan importante como cualquier otro componente del programa de entrenamiento con sobrecarga. En un texto comúnmente utilizado sobre entrenamiento con sobrecarga se han realizado algunas recomendaciones generales en base a los diferentes objetivos de entrenamiento (3, 4). Por ejemplo, cuando se entrena para incrementar la potencia y la fuerza, se recomienda utilizar pausas de 2 a 5 minutos. A la inversa, se recomiendan pausas cortas, de entre 30 y 90 segundos, cuando el objetivo es la hipertrofia muscular, y menos de 30 segundos cuando el objetivo es la resistencia muscular. Estas recomendaciones generales proveen una base para la prescripción del entrenamiento con sobrecarga, pero también representan rangos relativamente amplios que pueden variar a través del ciclo de entrenamiento (23).



Figura 1. Factores que afectan la duración de los intervalos de recuperación. Nota: Adaptado de Willardson (23). A brief review: Factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res* 20: 978-984, 2006. Reimpreso con el permiso de la National Strength and Conditioning Association, Colorado Springs, CO.

El factor central que determina la prescripción inicial del intervalo de recuperación puede ser el objetivo de entrenamiento (3, 4; ver Figura 1). Sin embargo, existen otros factores relacionados con la sesión de entrenamiento o con las características individuales que pueden hacer que se extiendan o se reduzcan los intervalos de recuperación (23). Por lo tanto, el propósito del presente artículo será discutir algunos de estos factores en el contexto de diferentes objetivos de entrenamiento entre los que se incluyen: la potencia, la fuerza, la hipertrofia y la resistencia muscular. El objetivo de este artículo será tomar diversos ejemplos extraídos de la investigación y determinar de qué manera los hallazgos de estos estudios pueden aplicarse de forma práctica.

POTENCIA MUSCULAR

La potencia muscular representa una combinación de fuerza y velocidad de la acción muscular (3, 4). El incremento en cualquiera de estos componentes puede incrementar la producción de potencia. Sin embargo, el continuo incremento en la fuerza a través del tiempo puede no derivar en incrementos en la potencia. Esto se debe a que las destrezas deportivas se realizan tan rápidamente (i.e., ≤ 250 ms) que la tasa de producción de fuerza puede eventualmente volverse más importante que la producción de fuerza absoluta (7). Para atletas avanzados que poseen altos niveles de fuerza, la estrategia más efectiva para incrementar la potencia muscular podría ser realizar levantamientos que requieran mayores

velocidad y tasas de producción de fuerza. La selección apropiada de los intervalos de recuperación se vuelve crucial para mantener una alta velocidad, una alta tasa de producción de fuerza y por lo tanto una alta producción de potencia a través de la serie. Los esquemas de series y repeticiones que se producen altos niveles de fatiga pueden ser adversos para el desarrollo de la potencia debido a que al final de una serie puede producirse una reducción en la velocidad y en la tasa de producción de fuerza. Para evitar altos niveles de fatiga, una serie puede dividirse en bloques que vayan desde simples (una repetición) a triples (tres repeticiones), con períodos de recuperación entre los bloques. El objetivo sería evitar realizar una serie de repeticiones máximas hasta el fallo. Los intervalos intra-series permiten la restauración de las reservas de fosfocreatina (PCr) lo cual permite mantener altas velocidades de ejecución y altas tasas de producción de fuerza. De acuerdo con Fleck y Kraemer (7), el 90% de las reservas de ATP y PCr pueden ser restauradas en 1 minuto mediante el metabolismo oxidativo. Harris et al (10) demostraron que el curso temporal de la resíntesis de PCr era bifásico, con un componente rápido (21-22 segundos) y un componente lento (más de 170 segundos). Por lo tanto, para sacar ventaja del componente rápido de la resíntesis de PCr, un atleta puede realizar bloques de 1 a 3 repeticiones con pausas de 20 segundos entre bloques; y esta estrategia puede ser un estímulo más efectivo para el desarrollo de la potencia (15). Lawton et al (15) compararon la producción de potencia por repetición en el ejercicio de press de banca llevado a cabo en forma continua con una carga de 6RM (hasta el fallo) versus otras tres condiciones en las cuales la serie fue dividida en bloques simples, dobles y triples. En la condición en la que se realizaron los bloques simples se utilizaron pausas de 20 segundos entre cada repetición, en la condición en la que se realizaron bloques dobles se utilizaron pausas de 50 segundos luego de las repeticiones 2 y 4 y en la condición en la que se realizaron bloques triples se utilizó una pausa de 100 segundos luego de la tercera repetición. En todas las condiciones en que se utilizaron bloques se observó un mayor incremento en el porcentaje de producción de potencia respecto de la condición continua. Sin embargo, la producción de potencia total fue mayor para la condición en que se utilizaron los bloques triples. Similarmente, Abdessemed et al (1), examinaron la producción media de potencia durante 10 series de 6 repeticiones máximas en el ejercicio de press de banca, realizados al 70% de 1RM y con pausas de 1, 3 y 5 minutos entre las series. Los resultados mostraron que hubo una menor reducción en la producción media de potencia cuando se utilizaron las pausas de 3 o 5 minutos en comparación a la utilización de pausas de 1 minuto entre las series.

Si se consideran conjuntamente los resultados de estos estudios indican que cuando se realizan ejercicios para el entrenamiento con sobrecarga con el objetivo de desarrollar la potencia, los mayores beneficios pueden obtenerse dividiendo las series en bloques de tres repeticiones (i.e., triples), con pausas de aproximadamente 2 minutos entre los bloques, y 3 minutos de pausas entre las series (1, 15). Este enfoque puede ser más efectivo durante las fases de puesta a punto o para el entrenamiento de la fase competitiva. La utilización de este enfoque puede evitar la acumulación excesiva de fatiga y dejar una mayor reserva energética para la práctica de las destrezas deportivas.

Entrenamiento Complejo e Intervalos de Recuperación

Los estudios previos evaluaron la producción de potencia en el contexto de un programa de entrenamiento estructurado de manera tradicional, en el cual los ejercicios para el entrenamiento con sobrecarga se realizan en días separados de los días en que se realizan los ejercicios pliométricos. Sin embargo, los entrenadores pueden utilizar el entrenamiento complejo, en el cual se combinan ejercicios con sobrecarga llevados a cabo a altas intensidades con ejercicios pliométricos en la misma sesión de entrenamiento. Éste enfoque es más eficiente en términos de tiempo, y se ha hipotetizado que provee un estímulo superior para el desarrollo de la potencia (6, 11). Los intervalos de recuperación entre los ejercicios con sobrecarga y los ejercicios pliométricos son cruciales. Por un lado, los intervalos de recuperación deben ser lo suficientemente largos como para permitir la restauración de las reservas de fosfocreatina y la consistencia mecánica de los movimientos, pero también deben ser lo suficientemente cortos como para sacar ventaja de la sostenida activación neural que permitirá la mayor producción de potencia (9). La selección de la duración apropiada para los intervalos de recuperación puede ser una tarea desafiante para los entrenadores que trabajan con varios atletas. No obstante, los estudios han indicado algunas tendencias generales que pueden utilizarse como prescripción de base. Jensen y Ebben (11) dividieron a atletas universitarios que participaban en deportes de sollicitación anaeróbica (i.e., voleibol, lucha, salto en largo y en alto, lanzamiento de disco, bala y martillo) en un grupo de atletas con alto nivel de fuerza y en un grupo con bajo nivel de fuerza de acuerdo con su 1RM en el ejercicio de sentadilla. La altura en el salto con contramovimiento fue valorada antes y a los 10 segundos, 1 minuto, 2 minutos, 3 minutos y 4 minutos posteriores de realizar una serie de sentadillas con una carga de 5RM. El grupo con alto nivel de fuerza fue capaz de exceder la altura del salto pre sentadilla, con el mayor incremento medio de 7.4 cm luego de 4 minutos de recuperación. Sin embargo, el grupo con bajo nivel de fuerza no respondió tan bien con el otro grupo, con solo un incremento medio de 1.8 cm luego de 4 min de recuperación. En un estudio con un diseño similar, Comyns et al (6) observaron diferentes respuestas para hombres y mujeres. Los saltos con contramovimiento fueron llevados a cabo antes y a los 30 segundos, 2 minutos, 4 minutos y 6 minutos después de realizar una serie de sentadillas con una carga de 5RM. El mayor incremento en el tiempo de vuelo para los hombres se produjo con la pausa de 4 minutos, mientras que para las mujeres se produjo con la pausa de 2 minutos. Si se consideran conjuntamente los resultados de estos estudios, se puede sugerir que la mayor altura de salto se alcanza generalmente luego de 2 y 4 minutos de recuperación posterior a un ejercicio con sobrecarga de alta intensidad. Los intervalos de recuperación de 30 segundos o menos pueden no permitir la suficiente restauración de las reservas de fosfocreatina o

pueden evitar que se saque ventaja de la sostenida excitación neural (15). El entrenamiento complejo puede ser más beneficioso para individuos que estén cerca de su pico de desarrollo de la fuerza, en donde la mejora de la tasa de desarrollo de la fuerza se vuelve el objetivo principal (11). El entrenamiento complejo puede ser más ventajoso para los hombres debido a sus mayores niveles de fuerza absoluta. Sin embargo, las mujeres pueden ser capaces de recuperarse más rápidamente luego de realizar ejercicios con sobrecarga de alta intensidad, y por lo tanto este enfoque representa una opción de entrenamiento altamente eficiente para esta población (6). A través de la cuidadosa observación y registro del rendimiento, cada entrenador puede determinar la duración óptima de los intervalos de recuperación para sus atletas y con ello conformar grupos de entrenamiento.

FUERZA MUSCULAR

Los lineamientos referentes a los intervalos de recuperación cuando se entrena para desarrollar la fuerza absoluta, son similares a los que se utilizan cuando se entrena para desarrollar la potencia muscular. Sin embargo, en contraste al entrenamiento de la potencia, el mayor incremento en la fuerza absoluta puede alcanzarse realizando ocasionalmente series de repeticiones máximas hasta el fallo (3, 4). La investigación ha demostrado que cuando se realizan series múltiples hasta el fallo, existen diferencias en las repeticiones completadas por serie en base al intervalo de recuperación entre las series (25). Willardson y Burkett (25) compararon las repeticiones realizadas en el ejercicio de press de banca durante 5 series con cargas absolutas del 50% versus el 80% de 1RM y con 1, 2 o 3 minutos de recuperación entre las series (ver Figura 2). Los resultados mostraron que hubo una continua reducción en las repeticiones realizadas entre la segunda y quinta serie y en todas las condiciones experimentales; sin embargo, la condición en la que se realizaron 3 minutos de recuperación resultó en una menor reducción de repeticiones en comparación con la utilización de 1 y 2 minutos. Debido a que el volumen total de entrenamiento es un importante estímulo para el desarrollo de la fuerza, las repeticiones adicionales completadas cuando se utilizó la pausa de 3 minutos entre las series podría indicar que vale la pena el tiempo extra de recuperación.

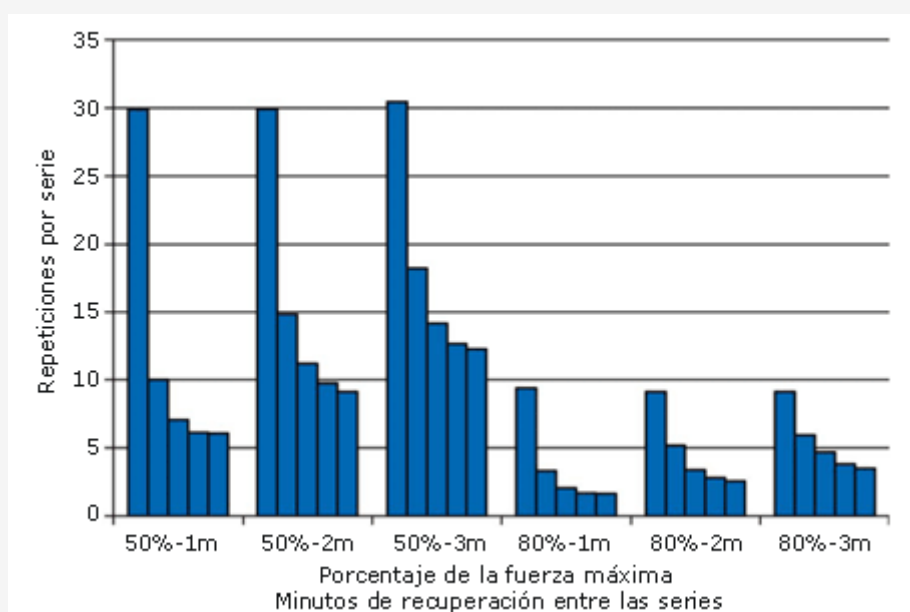


Figura 2. Comparación de las repeticiones medias con diferentes cargas e intervalos de recuperación. Nota: se realizaron 5 series hasta el fallo en el ejercicio de press de banca con cargas del 50% y 80% de 1RM, y con 1, 2 o 3 minutos de recuperación entre las series. Las columnas representan la declinación media en las repeticiones a través de las series consecutivas. Adaptado de Willardson and Burkett (25). *The effect of rest interval length on bench press performance with heavy versus light loads. J Strength Cond Res 20: 400-403, 2006. Reimpreso con el permiso de la National Strength and Conditioning Association, Colorado Springs, CO.*

Esta teoría fue respaldada por un estudio llevado a cabo por Robinson et al (18), quienes compararon el incremento en la fuerza en el ejercicio de sentadillas, luego de 5 semanas de entrenamiento con sobrecarga en el que se utilizaron pausas de 30 segundos, 90 segundos o 3 minutos (ver Figura 3). El mayor incremento en la fuerza fue exhibido por el grupo que

utilizó pausas de 3 minutos, seguido secuencialmente por los grupos que utilizaron pausas de 90 segundos y 30 segundos. Los autores concluyeron que las pausas de 3 minutos permitieron el mantenimiento de la intensidad de entrenamiento, lo cual derivó en un mayor incremento en la fuerza. A la inversa, Willardson y Bukett (26) no hallaron diferencias en el incremento en la fuerza luego de 13 semanas de entrenamiento en dos grupos que utilizaron pausas de 2 y 4 minutos entre las series. Sin embargo, el grupo que utilizó pausas de 4 minutos realizó consistentemente más repeticiones por serie en el ejercicio de sentadillas, a pesar de que la intensidad fue la misma en ambos grupos. Estos resultados sugieren que las repeticiones adicionales no hacen la diferencia en términos del incremento de la fuerza. Ahtiainen et al (2) sugirieron que luego de que se alcanza un cierto umbral de volumen, la duración de las pausas entre las series no hace una contribución sistemática a la respuesta neuromuscular. Los sujetos pueden haber alcanzado el umbral de volumen necesario para ganar cierta cantidad de fuerza (en base a su experiencia de entrenamiento), lo cual redujo la importancia de incluir pausas de mayor duración entre las series. Si se consideran conjuntamente, los resultados de estos estudios indican que los intervalos de recuperación entre las series deberían basarse en los años de experiencia en el entrenamiento de la fuerza de cada individuo (2, 18, 25, 26). Para experimentar un incremento continuo en la fuerza máxima, los atletas avanzados deberían realizar progresivamente mayores volúmenes de entrenamiento (3, 4). Para alcanzar un volumen dado, se pueden prescribir inicialmente pausas de mayor duración (e.g., 4 a 5 minutos), hasta que el individuo se haya adaptado fisiológica y psicológicamente y sea capaz de realizar el mismo volumen de entrenamiento con menores períodos de recuperación entre las series (e.g., 2 a 3 minutos). Este enfoque puede permitir el mantenimiento de altas intensidades de entrenamiento y del número de repeticiones en las subsiguientes series, lo que en definitiva derivará en mayores ganancias de fuerza.

Tamaño Muscular y Rol de los Músculos Sinergistas

La capacidad de recuperación entre las series puede depender del tipo de acción muscular realizada (21). La mayoría de las series llevadas a cabo por los atletas involucran acciones tanto concéntricas como excéntricas de los músculos principales. Sin embargo, otros músculos pueden estar actuando isométricamente como estabilizadores o para posicionar segmentos del cuerpo en forma apropiada y así evitar la posibilidad de una lesión. Los movimientos de alta intensidad, tales como las sentadillas, el peso muerto, el press de hombros de pie, y el curl con barra requieren de acciones musculares isométricas de la musculatura del núcleo y de los flexores del antebrazo. Los flexores del antebrazo pueden ser un vínculo débil para movimientos tales como el peso muerto o los encogimientos de hombros. Por ejemplo, los atletas pueden no ser capaces de trabajar los músculos principales (e.g., glúteo máximo, isquiotibiales, erectores de la columna y trapecios) debido a que los flexores del antebrazo no se recuperaron lo suficientemente como para poder sostener la barra o las mancuernas. Stull y Clark (21) utilizaron un dispositivo para medir la fuerza de prensión palmar y comparar el tiempo de recuperación de la fuerza máxima de los flexores del antebrazo luego de la realización de acciones musculares dinámicas e isométricas. La recuperación luego de las acciones dinámicas (~ 2 minutos) fue más rápido que luego de las acciones isométricas (~ 4 minutos). Los autores sugirieron que se requieren mayores períodos de recuperación luego de realizar acciones isométricas debido al más lento restablecimiento del flujo sanguíneo intramuscular. Estos resultados indican que para ejercicios tales como el peso muerto o los encogimientos de hombros llevados a cabo con altas intensidades, las pausas de 4 minutos entre las series podrían ser ventajosas y podrían contribuir indirectamente a obtener mayores ganancias de fuerza en los músculos principales. Para lanzadores de béisbol y atletas de otros deportes (i.e., deportes que se juegan con raqueta), en el cual una mayor fuerza isométrica de prensión puede ser ventajosa para el rendimiento, se deberían prescribir pausas largas de recuperación entre las series con el objetivo de asegurar la adecuada recuperación y la producción de fuerza máxima en las series subsiguientes.

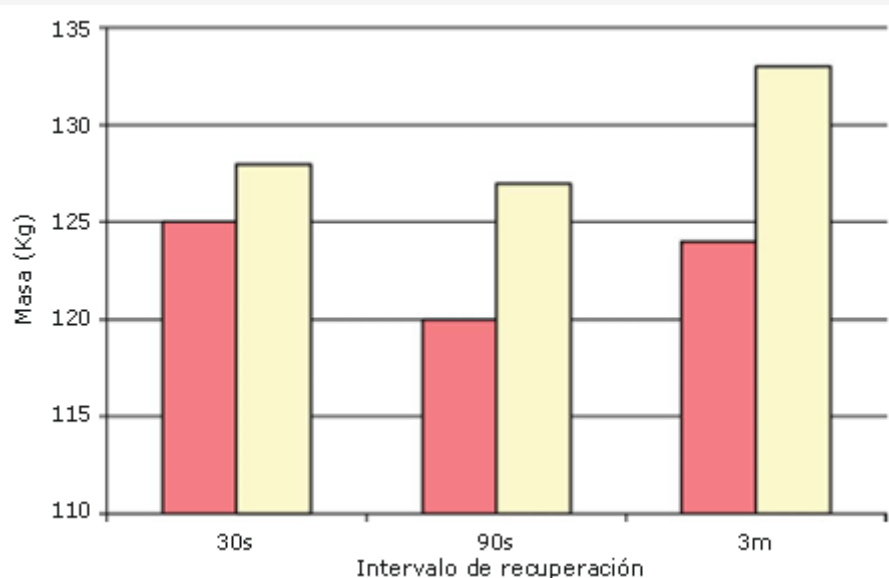


Figura 3. Comparación de las ganancias medias en la fuerza en el ejercicio de sentadilla con diferentes intervalos de recuperación.

Nota: En la figura se muestra la fuerza media en el ejercicio de sentadilla antes (rojo) y después (amarillo) de cinco semanas de entrenamiento de la fuerza con pausas de 30 segundos, 90 segundos y 3 minutos entre las series. Adaptado de Robinson et al. (18). *Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance.* J Strength Cond Res 9: 216-221, 1995. Reimpreso con el permiso de la National Strength and Conditioning Association, Colorado Springs, CO.

HIPERTROFIA MUSCULAR

Esta característica es probablemente la más buscada por los levantadores recreacionales, especialmente por los hombres jóvenes. Sin embargo, el incremento del tamaño muscular puede ser beneficioso para algunos atletas, y puede ser el foco principal del entrenamiento durante el período de transición en ciertas posiciones de algunos deportes (e.g., los linieros en el fútbol americano). La selección de la duración apropiada para las pausas entre las series es de suma importancia para provocar la máxima respuesta hipertrófica. Existen estudios que han comparado las respuestas hormonales luego de protocolos que implicaban la realización de diferentes números de repeticiones por serie y de diferentes intervalos de recuperación entre las series- Kraemer et al (12) demostraron que un protocolo para el desarrollo de la hipertrofia que implicaba la realización de tres series de 10RM en ocho ejercicios, con pausas de 1 minuto producían un mayor incremento agudo en la hormona de crecimiento (GH) que un protocolo que implicaba la realización de cinco series de 5RM en cinco ejercicios con 3 minutos de pausa entre las series. Del mismo modo, Goto et al (8) demostraron que el incremento agudo en la hormona de crecimiento, fue mayor luego de la realización de un protocolo característico para el desarrollo de la hipertrofia que luego de la realización de un protocolo característico para el desarrollo de la fuerza. El protocolo para el desarrollo de la hipertrofia implicaba la realización de 3 series en los ejercicios de extensiones de rodillas y prensa de piernas, con 30 segundos de pausa entre las series, y con una reducción progresiva en la carga tal que se pudieran completar 10-15 repeticiones en cada serie. A la inversa, el protocolo para el desarrollo de la fuerza implicó la realización de 5 series de 3 a 5 repeticiones en los mismos ejercicios y con tres minutos de pausa entre las series. Cuando se consideran conjuntamente, los resultados de estos estudios indican que la prescripción de ejercicios para el desarrollo de la hipertrofia debería involucrar una combinación de cargas moderadas a altas (i.e., 10-15 RM) con intervalos de recuperación relativamente cortos entre las series (i.e., 30 segundos a 1 minuto) (5, 8, 12). Un punto clave es que las series subsiguientes deberían comenzar a realizarse antes que se haya producido la completa recuperación. Por lo tanto, el énfasis debe hacerse en estresar el sistema glucolítico, evidenciado por el incremento de la concentración de lactato en los músculos para amortiguar la acidosis metabólica. Debido a que se están utilizando períodos de recuperación relativamente cortos entre las series, cabe la posibilidad de que sea difícil mantener la intensidad absoluta a través de las subsiguientes series. En dichos casos, la carga puede reducirse para que las repeticiones no sean menos de 10-15 por serie. Otro punto clave es que las repeticiones deberían realizarse hasta el punto de alcanzar el fallo muscular. Linnamo et al (16) demostraron mayores incrementos agudos en la hormona de crecimiento y en la testosterona con un protocolo en el que los sujetos entrenaron hasta el agotamiento con cargas de 10RM y en comparación con un protocolo en el que los sujetos no entrenaron hasta el agotamiento con cargas del 70% de 10RM. Cada protocolo involucró 5 series en los ejercicios de

abdominales, press de banca, y prensa de piernas con 2 minutos de recuperación entre las series. Sin embargo, se debe tener la precaución de no entrenar hasta el fallo en forma repetida durante períodos prolongados de tiempo debido al potencial sobreentrenamiento y agotamiento psicológico.

Un entrenador debe permitir que un atleta se adapte gradualmente a las demandas de realizar sesiones de entrenamiento con pausas cada vez más cortas. Estas adaptaciones pueden involucrar tanto ajustes a nivel psicológico (i.e., percepción de la fatiga), como fisiológicos (i.e., incremento en la densidad capilar y mitocondrial y de la capacidad amortiguadora). Kraemer et al (13) hallaron que el entrenamiento a largo plazo del tipo fisicoculturista crea una mayor resistencia a la fatiga, lo cual le permitió a los sujetos de su estudio mantener una intensidad relativamente alta durante la realización de los ejercicios de press de banca y prensa de piernas con 10 segundos de recuperación entre las series. Durante las fases de hipertrofia los entrenadores pueden comenzar prescribiendo pausas de dos minutos entre las series y luego reducir progresivamente la duración de las pausas a un minuto o menos.

RESISTENCIA MUSCULAR

El entrenamiento de la resistencia muscular es similar al entrenamiento de la hipertrofia en que el énfasis es alcanzar altos niveles de fatiga a través de cortos intervalos de recuperación entre las series. Debido a que la resistencia muscular se define como la capacidad para mantener acciones musculares submáximas, el principio de la especificidad del entrenamiento dicta que el entrenamiento debería involucrar pausas cortas entre las series (3, 4). La resistencia muscular puede medirse tanto en términos absolutos (repeticiones realizadas con una masa dada) y relativos (repeticiones realizadas con un porcentaje de 1RM). El incremento en la fuerza máxima ha mostrado tener un mayor efecto en la resistencia muscular absoluta que sobre la resistencia muscular relativa. Las mejoras en la resistencia muscular relativa requieren de un mayor número de repeticiones por serie (i.e., 12) conjuntamente con menores pausas entre las series (i.e., ≤ 30 segundos). Debido al menor tiempo de recuperación, la realización de un alto número de repeticiones por serie no es posible si no se reduce la carga en las series consecutivas. Si la carga no se reduce, entonces el trabajo puede no proveer el estímulo óptimo para desarrollar la resistencia muscular debido a que las repeticiones tienden a reducirse y caer en la zona de desarrollo de la fuerza y la hipertrofia (5). Esto se vio reflejado en un estudio llevado a cabo por Willardson y Burkett (24), quienes compararon las repeticiones realizadas en el ejercicio de press de banca versus las realizadas en el ejercicio de sentadillas a través de 5 series con una carga absoluta de 15RM, y con pausas de 30 segundos, 1 minuto y 2 minutos entre las series (ver Figura 4). En todas las condiciones experimentales, los sujetos fueron capaces de realizar más repeticiones en el ejercicio de sentadillas que en el ejercicio de press de banca. Sin embargo, ninguno de los sujetos fue capaz de completar las 15 repeticiones en todas las series. Por ejemplo, con las pausas de 30 segundos, en la quinta serie, el número de repeticiones realizado había caído a aproximadamente 6 para la sentadilla y 2 para el press de banca. Por lo tanto, para desarrollar la resistencia muscular, se debería hacer hincapié en el mantenimiento de las repeticiones dentro de la zona apropiada para esto.

Los estudios que han examinado el incremento en la resistencia muscular con el entrenamiento con sobrecarga han arribado a resultados controversiales. Robinson et al (18) demostraron mayores incrementos en la resistencia durante el ejercicio de ciclismo de alta intensidad luego la realización de 5 semanas de entrenamiento con sobrecarga que involucró pausas de 30 segundos en comparación a cuando se utilizaron pausas de 90 segundos y 3 minutos entre las series (ver Figura 5). A la inversa, Kulling et al (14) hallaron mayores incrementos en la resistencia durante el ejercicio de press de banca luego de 12 semanas de entrenamiento con sobrecarga que involucró pausas de 90 segundos y en comparación al entrenamiento que involucró pausas de 30 segundos entre las series. La diferencia en los resultados de estos estudios podría atribuirse a diferencias en los niveles de entrenamiento de los sujetos; esto es Robinson et al (18) utilizaron sujetos moderadamente entrenados y Kulling et al (14) utilizaron hombres y mujeres desentrenados. Cuando se consideran conjuntamente, los resultados de estos estudios indican que los individuos desentrenados podrían responder mejor si utilizan pausas más largas (≤ 90 segundos) que eviten un alto nivel de acidosis metabólica y un menor distrés psicológico, mientras que los individuos entrenados pueden requerir pausas más cortas (≤ 30 segundos).

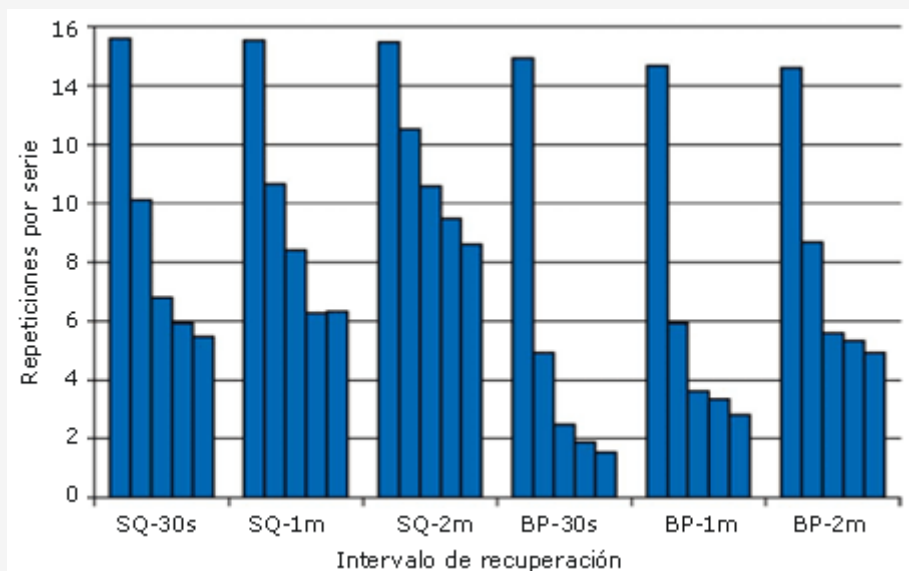


Figura 4. Comparación de las repeticiones medias realizadas en los ejercicios de press de banca y sentadillas. Nota: Se realizaron 5 series de 15RM en los ejercicios de press de banca (BP) y sentadillas (SQ) hasta el fallo muscular, y con pausas de 30 segundos, 1 minuto y 2 minutos entre las series. Las columnas representan la declinación media en las repeticiones realizadas a lo largo de las series consecutivas. Adaptado de Willardson and Burkett (24). *The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions.* J Strength Cond Res 20: 396-399, 2006. Reimpreso con el permiso de la National Strength and Conditioning Association, Colorado Springs, CO.

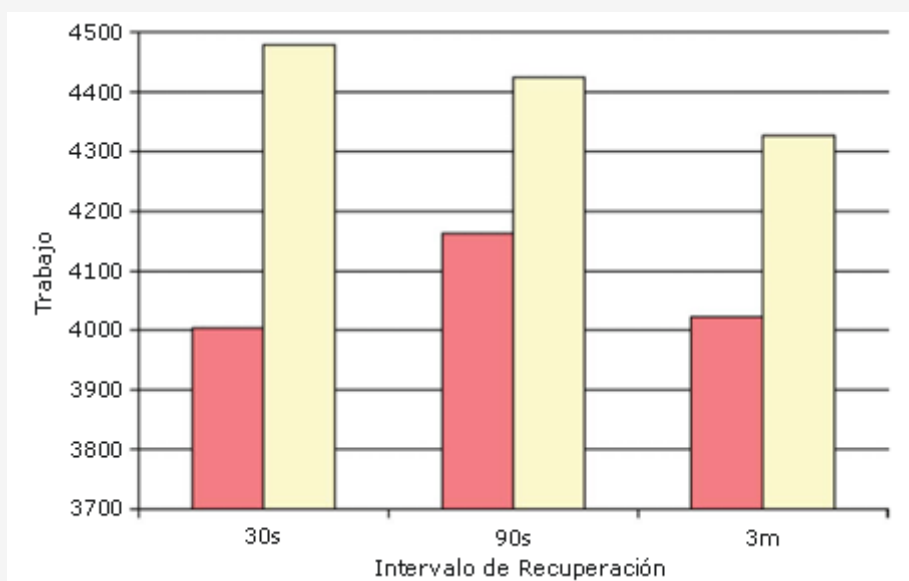


Figura 5. Comparación de la resistencia muscular media con diferentes intervalos de recuperación. Nota: Resistencia media en ciclismo de alta intensidad antes (rojo) y después (amarillo) de 5 semanas de entrenamiento con sobrecarga con pausas de 30 segundos, 90 segundos y 3 minutos entre las series. Adaptado de Robinson et al. (18). *Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance.* J Strength Cond Res 9: 216-221, 1995. Reimpreso con permiso de la National Strength and Conditioning Association, Colorado Springs, CO.

CONCLUSIONES

El intervalo de recuperación entre las series es un componente muy importante de la sesión de entrenamiento y que debería recibir una mayor atención a la hora de prescribir ejercicios con sobrecarga. La manipulación de este componente puede determinar el grado en el cual un atleta alcanzará las adaptaciones relacionadas con la potencia, la fuerza, la hipertrofia y la resistencia muscular. Sin embargo, la prescripción de la duración apropiada de los intervalos de recuperación debe hacerse conjuntamente con la apropiada prescripción de los otros componentes del entrenamiento con sobrecarga, tales como la intensidad y el número de repeticiones. Los entrenadores tienen la enorme responsabilidad de llevar registros y prescribir ejercicios para un gran número de atletas. Una sugerencia para el monitoreo de los intervalos de recuperación entre las series, podría ser comparar varios cronómetros digitales con cuenta regresiva. Estos cronómetros podrían colocarse junto a los racks para sentadillas o en las plataformas para realizar levantamientos.

De esta manera, los atletas tendrían la responsabilidad de ajustar los cronómetros y realizar la siguiente serie en el tiempo establecido. Los estudios presentados en este artículo respaldan las recomendaciones generales para la prescripción de intervalos de recuperación entre las series. En general, los intervalos más prolongados (i.e., 2-5 minutos) se prescriben para el entrenamiento de la potencia y la fuerza. Esto permite una mayor recuperación y el mantenimiento de la producción de fuerza y de la tasa de desarrollo de la fuerza. A la inversa, cuando se entrena para desarrollar la resistencia muscular y la hipertrofia, se prescriben pausas más cortas (i.e., 30 a 90 segundos). Esto permite que se alcance un mayor nivel de fatiga muscular que estimula la liberación aguda de altos niveles de hormonas anabólicas y el incremento de la capacidad amortiguadora. Sin embargo, estas recomendaciones generales pueden variar de acuerdo con diversos factores (ver Figura 1). Los entrenadores pueden utilizar la información presentada en este artículo para ajustar la duración de las pausas en base a las características de la sesión de entrenamiento y en base a las necesidades individuales de sus atletas.

Un aspecto importante para las futuras investigaciones sería determinar el orden de los ejercicios realizados en una sesión y su interacción con el intervalo de recuperación entre las series. La duración de los intervalos de recuperación entre las series puede depender de si un ejercicio es realizado al comienzo o al final de la sesión. Sforzo y Touey (19) observaron una declinación del 22% en el trabajo total (carga 3 repeticiones) en la primera serie de sentadillas si esta estaba precedida de la realización de extensiones y flexiones de rodillas. Similarmente, Spreuwenberg et al (20) observaron una reducción del 32% en las repeticiones totales realizadas en la primera serie de sentadillas cuando esta estaba precedida de un entrenamiento en circuito que incluía ejercicios tales como estocadas, peso muerto con rodillas extendidas y tirones colgantes. Las futuras investigaciones podrían hallar que la inclusión de períodos de recuperación más largos al final de un trabajo puede ser ventajosa para mantener la intensidad y las repeticiones realizadas por serie a medida que se acumula la fatiga.

REFERENCIAS

1. Abdessemed, D, Duche, P, Hautier, C, Poumarat, G, and Bedu, M (1999). Effect of recovery duration on muscular power and blood lactate during the bench press exercise. *Int J Sports Med* 20: 368-373
2. American College of Sports Medicine (2002). Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 34: 364-380
3. Baechel, TR, Earle, RW, and Wathen, S (2000). Resistance training. In: Essentials of Strength Training and Conditioning. Beachle, TR and Earle, RW, eds. *Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 395-425
4. Campos, GER, Luecke, TJ, Wendeln, HK, Toma, K, Hagerman, FC, Murray, TF, Ragg, KE, Ratamess, NA, Kraemer, WJ, and Staron, RS (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol* 88: 50-60
5. Comyns, TM, Arrison, AJ, Hennessy, LK, and Jensen, RL (2006). The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. *J Strength Cond Res* 20: 471-476
6. Fleck, SJ and Kraemer, WJ (1987). Designing Resistance Training Programs. *Champaign, IL: Human Kinetics*
7. Goto, K, Nagasawa, M, Yanagisawa, O, Kizuka, T, Ishii, N, and Takamatsu, K (2004). Muscular adaptations to combinations of high and low intensity resistance exercises. *J Strength Cond Res* 18: 730-737
8. Gullich, A and Schmidtbleicher, D (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies Athl* 11: 67-81
9. Harris, RC, Edwards, RHT, Hultman, E, Nordesjo, LO, Nyland, B, and Sahlin, K (1976). The time course of phosphocreatine resynthesis during the recovery of quadriceps muscle in man. *Pflugers Arch* 97: 392-397
10. Jensen, RL and Ebben, WP (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 17: 345-349
11. Kraemer, WJ, Marchitelli, L, Gordon, SE, Harman, E, Dziados, JE, Mello, R, Frykman, P, McCurry, D, and Fleck, SJ (1990). Hormonal and growth factor responses to high intensity resistance exercise protocols. *J Appl Physiol* 69: 1442-1450

12. Kraemer, WJ, Noble, BJ, Clark, MJ, and Culver, BW (1987). Physiologic responses to high intensity-resistance exercise with very short rest periods. *Int J Sports Med* 8: 247-252
13. Kulling, FA, Hardison, BH, Jackson, BH, and Edwards, SW (1999). Changes in muscular endurance from different rest periods between sets in a resistance training program. *Med Sci Sports Exerc* 31(5): Supplement: S116, May
14. Lawton, TW, Cronin, JB, and Lindsell, RP (2006). Effect of interrepetition rest intervals on weight training repetition power output. *J Strength Cond Res* 20: 172-176
15. Rhea, MR, Alvar, BA, Burkett, LN, and Ball, SD (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc* 35: 456-464
16. Robinson, JM, Stone, MH, Johnson, RL, Penland, CM, Warren, BJ, and Lewis, RD (1995). Effects of different weight training exercise/ rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance. *J Strength Cond Res* 9: 216-221
17. Sforzo, G and Touey, PR (1996). Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *J Strength Cond Res* 10: 20-24
18. Spreuwenberg, LPB, Kraemer, WJ, Spiering, BA, Volek, JS, Hatfield, DL, Silvestre, R, Vingren, JL, Fragala, MS, Hakkinen, K, Newton, RU, Maresh, CM, and Fleck, SJ (2006). Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. *J Strength Cond Res* 20: 141-144
19. Stull, GA and Clarke, DH (1971). Patterns of recovery following isometric and isotonic strength decrement. *Med Sci Sports* 3: 135-139
20. Weiss, LW (1991). The obtuse nature of muscular strength: The contribution of rest to its development and expression. *J Appl Sports Sci Res* 5: 219-227
21. Willardson, JM (2006). A brief review: Factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res* 20: 978-984
22. Willardson, JM and Burkett, LN (2006). The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *J Strength Cond Res* 20: 396-399
23. Willardson, JM and Burkett, LN (2006). The effect of rest interval length on bench press performance with heavy versus light loads. *J Strength Cond Res* 20: 400-403
24. Willardson, JM and Burkett, LN (2008). The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. *J Strength Cond Res* 22: 146-152

Cita Original

Jeffrey M. Willardson. A Brief Review: How Much Rest between Sets? *Strength and Conditioning Journal*; 30(3):44-50; 2008.