



Apunts Educación Física y Deportes

ISSN: 1577-4015

ISSN: 2014-0983

pubinefc@gencat.cat

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

España

Berlanga, Luis A; Matos-Duarte, Michelle; López-Chicharro, José
Efectos de la recuperación activa vs. pasiva en press de banca
Apunts Educación Física y Deportes, vol. 37, núm. 145, 2021, Julio, pp. 17-24
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya
Barcelona, España

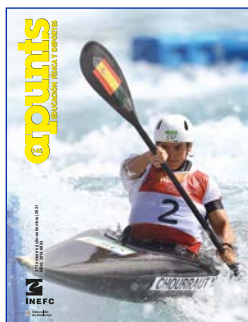
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551667090001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



Editado por:
© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

***Correspondencia:**
Luis A. Berlanga
luis.berlanga@ufv.es

Sección:
Entrenamiento deportivo

Idioma del original:
Castellano

Recibido:
23 de noviembre de 2020

Aceptado:
30 de marzo de 2021

Publicado:
1 de julio de 2021

Portada:
Maïalen Chourraut (ESP)
compitiendo en los
Juegos Olímpicos de
Río de Janeiro (2016),
estadio Whitewater.
Semifinal de kayak
femenino (K1).
REUTERS / Ivan Alvarado

Efectos de la recuperación activa versus pasiva en *press* de banca

Luis A. Berlanga^{1*} , Michelle Matos-Duarte¹  & José López-Chicharro² 

¹ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Francisco de Vitoria, Madrid (España).

² Grupo FEBIO, Universidad Complutense de Madrid, Madrid (España).

Citación

Berlanga, L.A., Matos-Duarte, M. & López-Chicharro, J. (2021). Effects of Active vs. Passive Recovery in Bench Press. *Apunts Educación Física y Deportes*, 145, 17-24. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/3\).145.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/3).145.03)

Resumen

La recuperación entre series en ejercicios de fuerza es una de las variables de las que depende el rendimiento físico y sobre la que no se ha investigado demasiado. La mayoría de las investigaciones al respecto se han centrado en el estudio de diferentes intervalos de recuperación, es decir, en la variable duración; sin embargo, nuestro objetivo es analizar si la recuperación activa podría minimizar la pérdida de potencia en comparación con la recuperación pasiva tradicional, manteniendo la duración constante entre ambos protocolos. Para ello, 14 voluntarios jóvenes entrenados realizaron dos series de ocho repeticiones y una tercera serie hasta el fallo muscular en *press* de banca con la carga óptima para el desarrollo de la potencia máxima separando cada serie con dos minutos de recuperación pasiva, sin actividad, o activa, realizando 60 segundos de *press* vertical de pecho a una velocidad de ejecución lenta y con una carga baja. La recuperación activa logró que la pérdida de potencia intraseries fuera menor en comparación con la recuperación pasiva, siendo esta diferencia estadísticamente significativa en la primera y la tercera serie (13.34 % vs. 18.84 %, $p = .006$; y 13.38 % vs. 17.53 %, $p = .001$; respectivamente). Además, observamos una discreta pero significativa mayor percepción del esfuerzo en la segunda serie (4.5 vs. 5.0, $p = .033$). En conclusión, la recuperación activa podría ser un estímulo adecuado para minimizar la pérdida del rendimiento intrasesión y mejorar la percepción del esfuerzo en ejercicios de fuerza.

Palabras clave: fuerza, potencia, recuperación, rendimiento.

Introducción

Entre las variables que podemos controlar para conformar programas de entrenamiento de fuerza, la recuperación entre series ha sido escasamente estudiada en la literatura científica (Hernández-Davó et al., 2016). Sabemos que la realización de más de una serie durante los entrenamientos de fuerza podría ser más efectiva para alcanzar los objetivos deseados al aumentar el volumen del entrenamiento (Schoenfeld, 2016), por lo que la recuperación entre series es un parámetro clave a tener en cuenta en la prescripción de cualquier programa de ejercicios y debería recibir mayor atención para lograr una prescripción óptima (de Salles et al., 2009).

Si bien es cierto que existen algunas investigaciones que han analizado diferentes tipos de recuperación entre series en entrenamientos de fuerza, estas se han centrado principalmente en evaluar cómo influyen diferentes intervalos de tiempo sobre parámetros fisiológicos y/o de rendimiento con el fin de determinar cuál es el tiempo óptimo de recuperación entre series en función de los objetivos que se persigan (Abdessemed et al., 1999; Henselmans y Schoenfeld, 2014; Hernández-Davó et al., 2017; Hernández-Davó et al., 2016; Martorelli et al., 2015; Senna et al., 2016; Willardson, 2006). Así, estas investigaciones se han centrado en la variable duración del periodo de recuperación entre series. Además, hay que destacar que existe una heterogeneidad importante en dichas investigaciones, no solo en las muestras sobre las que se ha investigado (hombres y mujeres, diferencia de edad, diferentes niveles de condición física, etc.), sino también en los parámetros evaluados (número máximo de repeticiones que la persona es capaz de completar, porcentaje de pérdida de velocidad, potencia manifestada, concentración de lactato en sangre, etc.). En este sentido, consideramos que, en el contexto del rendimiento físico, la investigación sobre diferentes tipos de recuperación entre series en un entrenamiento de fuerza debería centrarse en evaluar sus efectos sobre la potencia manifestada por los participantes.

La manifestación de la máxima potencia depende fundamentalmente de las vías metabólicas que acontecen en el citoplasma celular del músculo esquelético, clásicamente conocidas como anaeróbicas, entre las que destaca principalmente el sistema de los fosfágenos (ATP y fosfocreatina, PCr) (Mougios, 2020). La recuperación entre series, por tanto, debería permitir una resíntesis completa o cuasi completa de este sistema para poder rendir al máximo posible durante las series sucesivas. En los primeros 30 segundos de recuperación tras un esfuerzo breve e intenso, como puede ser la realización de una serie durante un entrenamiento de fuerza, se puede restaurar el 50 % de los niveles iniciales de PCr, y a los dos minutos podríamos haber resintetizado hasta el 90 % (Chicharro y Fernández-Vaquero, 2018). La síntesis de PCr se realiza gracias a las vías metabólicas aeróbicas, por lo que se precisa oxígeno para restablecer el sistema de

los fosfágenos utilizado durante el esfuerzo realizado. Por lo tanto, con el empleo de una recuperación activa entre series en ejercicios de fuerza podríamos facilitar la irrigación del tejido musculoesquelético para mejorar el aporte de oxígeno a las células musculares que podría facilitar el restablecimiento del sistema de los fosfágenos. Con ello, se podría mejorar el rendimiento en las series sucesivas durante un entrenamiento de fuerza (Gill et al., 2006; Latella et al., 2019).

Varios autores han investigado cómo afecta la duración de los intervalos de recuperación sobre la manifestación de potencia en series sucesivas durante la ejecución de un ejercicio de fuerza (Hernández-Davó et al., 2016). Así, se sugiere que para el entrenamiento de la potencia muscular los intervalos de descanso deben ser de entre 2 y 5 minutos, en función del tipo de ejercicio o esfuerzo que se realice (Willardson, 2006). La decisión debe tomarse con el objetivo de alcanzar la máxima, sino completa, resíntesis del sistema de los fosfágenos en el menor tiempo posible. De lo contrario, en las series sucesivas intervendría predominantemente la glucólisis citosólica como ruta metabólica que satisfaría la demanda energética del esfuerzo, con la consecuente acumulación de metabolitos (principalmente, lactato e iones H⁺), que podrían provocar la aparición prematura de fatiga muscular, además de un aporte de energía más lento que el producido por el sistema de los fosfágenos, teniendo en cuenta la potencia energética o tasa metabólica de ambos sistemas (cantidad de energía sintetizada por unidad de tiempo) (Mougios, 2020).

Por ello, el objetivo del presente trabajo ha sido comparar los efectos de la recuperación activa *versus* la recuperación pasiva sobre la pérdida de potencia y la percepción del esfuerzo en series sucesivas durante un ejercicio de fuerza.

Metodología

Nuestro estudio fue un ensayo cruzado aleatorizado, donde todos los participantes realizaron los dos tipos de intervenciones que se proponen: recuperación activa y recuperación pasiva. Cada participante visitó nuestro laboratorio en tres ocasiones. En la primera visita se llevó a cabo un test de potencia máxima (P_{máx}) en *press* de banca, seguido de un test de una repetición máxima (1RM) en *press* vertical de pecho. Además, se explicaron tanto los objetivos del estudio como el procedimiento que llevaríamos a cabo y se registraron datos demográficos de cada participante.

Todos los participantes firmaron un consentimiento informado y el tratamiento de los datos se llevó a cabo siguiendo la legislación vigente según lo establecido por la Ley orgánica 15/1999 de protección de datos personales y el Real decreto 1720/2007, así como los principios enunciados en la Declaración de Helsinki (Association, 2013). El presente estudio cuenta con la resolución favorable del Comité de Ética de Investigación de la Universidad Francisco de Vitoria (42/2018), donde se llevó a cabo la investigación.

Participantes

14 estudiantes varones participaron en el presente estudio. El tamaño muestral se calculó mediante el programa G*Power 3.1.9.2 usando el grupo de pruebas *t* y la diferencia entre dos medias dependientes para muestras emparejadas según las pruebas estadísticas para muestras relacionadas (Faul et al., 2007); considerando una hipótesis a una cola, una probabilidad de error α de .05, una potencia ($1-\beta$ probabilidad de error) de .80 y un tamaño del efecto de .80 (Cohen, 1992). Así, el tamaño total resultante fue de 12 participantes para lograr una potencia de .828, por lo que reclutamos a 14 voluntarios, considerando una posible pérdida del 15 % durante el estudio.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: hombres, con una edad comprendida entre los 18 y los 24 años, que tuvieran al menos un año de experiencia en entrenamiento de fuerza, que entrenaran habitualmente la fuerza (al menos dos días a la semana), que fueran capaces de levantar en *press* de banca, al menos, el 80 % de su peso corporal y que no tuvieran ninguna contraindicación para la práctica de ejercicio físico. Como criterios de exclusión determinamos que no cumplieran alguno de los criterios de inclusión y que no tuvieran disponibilidad para acudir a nuestro laboratorio en los días establecidos.

Se animó a todos los participantes a que mantuvieran sus hábitos de vida, en cuanto a entrenamiento físico y patrones de hidratación y alimentación, y se les advirtió de que se abstuvieran de entrenar el tren superior, al menos, 48 horas antes de los días de medición y que no consumieran caféina o alguna otra sustancia estimulante ni ninguna ayuda ergogénica, al menos, tres horas antes de las mediciones.

Procedimiento

El reclutamiento de los participantes se llevó a cabo en la Universidad Francisco de Vitoria, principalmente entre los grados en Fisioterapia y en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Los interesados debían rellenar un formulario en línea, en el que se les preguntaba su edad, su experiencia en la práctica de entrenamiento de fuerza, sus hábitos de ejercicio en la actualidad y si presentaban algún tipo de contraindicación para la práctica de ejercicio físico. A partir de las respuestas, se filtraron los resultados para reclutar a aquellos participantes que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos.

Todos los participantes visitaron nuestro laboratorio en tres ocasiones. En la primera visita, realizaron un test de P_{máx} en *press* de banca guiado, siguiendo el protocolo descrito por otros autores (Bevan et al., 2010; da Silva et al., 2015), y un test de 1RM en *press* vertical de pecho. La

sesión se iniciaba con un calentamiento general compuesto por cinco minutos de actividad cardiovascular a intensidad moderada y movilidad general de las articulaciones involucradas en el ejercicio de *press* de banca, seguido de 3-5 minutos de recuperación pasiva. A continuación se llevó a cabo un calentamiento específico que consistió en una serie de 10 repeticiones en *press* de banca guiado en rack (Evolution Deluxe Smith Machine and Rack; Titanium Strength, S.L., España) sin carga adicional (el peso de la barra es de 21 kg) a una velocidad de ejecución controlada (dos segundos la fase concéntrica y dos segundos la excéntrica), seguido de 4-5 minutos de recuperación pasiva, y realizando luego una serie de tres repeticiones con el 20 % de la 1RM estimada por el participante a la máxima velocidad de ejecución posible, seguido de 4-5 minutos de recuperación pasiva.

Tras este calentamiento se realizó el test de P_{máx}, que se llevó a cabo ejecutando series de tres repeticiones a la máxima velocidad posible con el 30 %, 40 %, 50 % y 60 % de la 1RM estimada, separando las series entre sí con una recuperación pasiva de 4-5 minutos. Al finalizar este test, se realizó la prueba de 1RM en *press* vertical de pecho, con el objetivo de determinar la carga que emplearíamos en el protocolo de recuperación activa. Este test de 1RM en *press* vertical de pecho se realizó con la ejecución de una serie hasta el fallo muscular con la carga equivalente a la 1RM estimada por el participante para dicho ejercicio, completando un total de 3-5 repeticiones máximas y calculando la 1RM según la fórmula de Brzycki (Brzycki, 1993).

A los 7 y a los 14 días, aproximadamente, después de haber realizado la primera visita al laboratorio, los voluntarios participaron en las dos intervenciones que llevamos a cabo para poder comparar las diferencias entre la recuperación activa y la pasiva. En orden aleatorio, los participantes realizaron uno de los dos protocolos siguientes, tras un calentamiento general y específico igual al realizado el primer día. En el protocolo de recuperación pasiva (PAS), realizaron dos series de ocho repeticiones a la máxima velocidad de ejecución posible con la carga óptima calculada para el desarrollo de la P_{máx} (OptLoad P_{max}, del inglés *optimal load for Pmax*) y una tercera serie hasta el fallo muscular, separando las series entre sí con una recuperación pasiva de dos minutos (Figura 1). En el protocolo de recuperación activa (ACT), los participantes realizaron dos series de ocho repeticiones a la máxima velocidad de ejecución posible con la OptLoad P_{max} y una tercera serie hasta el fallo muscular, separando las series entre sí con una recuperación activa de dos minutos en *press* vertical de pecho con el 5 %-10 % de la 1RM y a una velocidad de ejecución de dos segundos la fase concéntrica y dos segundos la excéntrica, controlada con un metrónomo (Metronome Beats 5.0.1) (Figura 2).

Protocolo de recuperación PASIVA

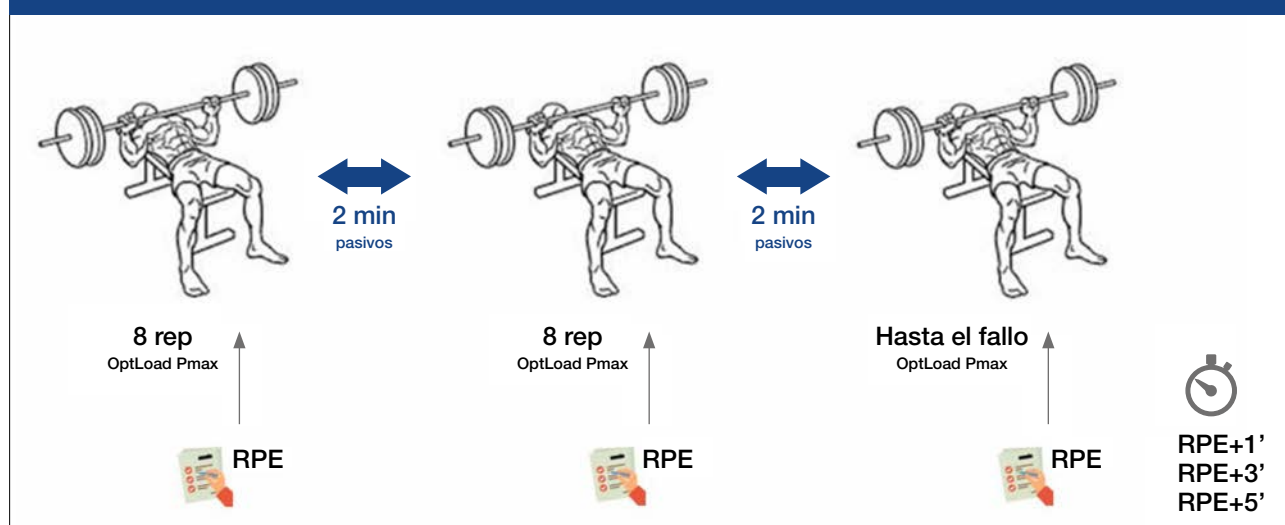


Figura 1

Protocolo de medición con recuperación pasiva.

Fuente: elaboración propia. Nota. OptLoad Pmax: carga óptima para el desarrollo de potencia máxima; RPE: percepción del esfuerzo.

Protocolo de recuperación ACTIVA

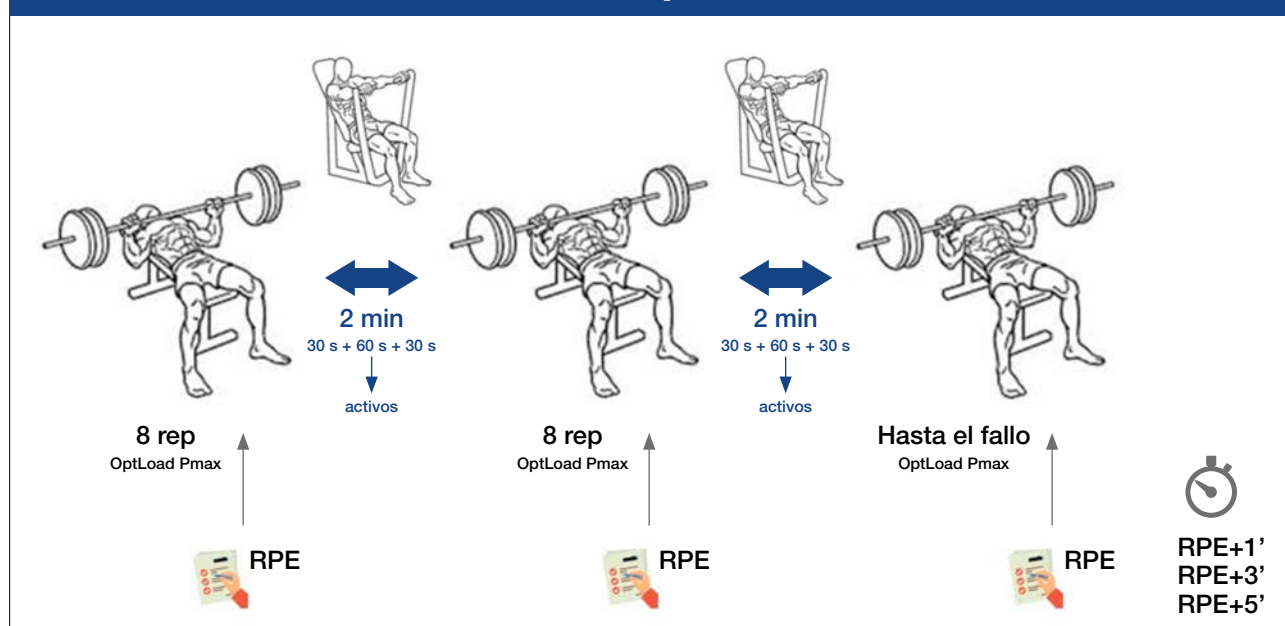


Figura 2

Protocolo de medición con recuperación activa.

Fuente: elaboración propia. Nota. OptLoad Pmax: carga óptima para el desarrollo de potencia máxima; RPE: percepción del esfuerzo.

Variables cinéticas

La potencia media propulsiva de cada repetición (MPP, del inglés *mean propulsive power*) fue registrada con un encóder lineal (Chronojump), cuya frecuencia de muestreo es de 1000 Hz, y un *software* para el análisis de datos (Chronojump 1.8.1–95), validado por Buscà y Font (2011). La pérdida de potencia media propulsiva (%Perd) fue calculada como la

diferencia entre la MPP de la primera repetición con respecto a la octava de cada serie, según los cálculos publicados por Sánchez-Medina y González-Badillo (2011) en cuanto a la evaluación de la pérdida de velocidad en entrenamientos de fuerza. El número máximo de repeticiones realizadas en la tercera serie (nRM) se registró como el número de repeticiones totales realizadas por el participante hasta el fallo muscular.

Percepción del esfuerzo

El esfuerzo percibido (RPE, del inglés *rate of perceived exertion*) fue registrado con la escala de 0 a 10 adaptada para ejercicios de fuerza, con una precisión de .5 puntos permitida para las respuestas de los voluntarios. El registro se llevó a cabo al final de cada serie (RPE 1, RPE 2 y RPE 3; respectivamente) y 1, 3 y 5 minutos tras ejecutar la última serie hasta el fallo muscular (RPE post 1', RPE post 3' y RPE post 5'; respectivamente).

Análisis estadístico

Todos los datos se analizaron utilizando el *software* estadístico SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). La normalidad de cada variable fue contrastada con la prueba de Shapiro-Wilk. Se realizó una prueba *t* de medidas repetidas para analizar los cambios asociados a cada protocolo (ACT vs. PAS) en las variables dependientes: potencia media propulsiva de la serie (MPP), índice de pérdida de potencia media propulsiva intraserie (%Perd) y percepción del esfuerzo (RPE). La significancia estadística fue configurada con un valor $p \leq .05$, con un intervalo de confianza del 95 %.

Resultados

Todos los datos de la muestra presentaron una distribución normal en cuanto a la edad, la altura, el peso, el índice de masa corporal (IMC), la experiencia en entrenamiento de fuerza y la Pmáx (Tabla 1).

Tabla 1

Características de la muestra.

	Total (N = 14)		
Edad (años)	22.5	±	1.2
Altura (cm)	177.9	±	4.4
Peso (kg)	77.1	±	6.3
IMC (kg/m ²)	24.4	±	2.0
Experiencia (años)	3.2	±	1.9
Pmáx (W)	705.2	±	129.3

No hubo diferencias significativas entre ambas intervenciones en la MPP de cada serie (Tabla 2).

Tabla 2

Potencia media propulsiva (W) de cada serie en ambas intervenciones.

	ACT	PAS
Serie 1	597 ± 107	590 ± 116
Serie 2	581 ± 103	593 ± 91
Serie 3	554 ± 94	564 ± 89

Nota. ACT: protocolo de recuperación activa; PAS: protocolo de recuperación pasiva.

La pérdida de MPP intraserie (%Perd) fue más baja en ACT con respecto a PAS en las tres series (13.34 % vs. 18.84 %, 15.97 % vs. 17.67 % y 13.38 % vs. 17.53 %; respectivamente), siendo estas diferencias estadísticamente significativas para la primera y la tercera serie ($p = .006$ y $p = .001$, respectivamente; $p = .084$ para la segunda serie) (Figura 3).

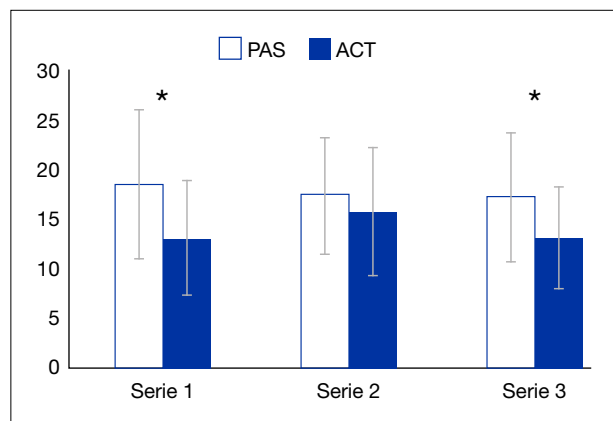


Figura 3

Pérdida de potencia media propulsiva intraserie (%) en ambas intervenciones (* $p < .05$).

Nota. ACT: protocolo de recuperación activa; PAS: protocolo de recuperación pasiva.

No hubo diferencias significativas entre ambas intervenciones en el nRM (45.7 ± 11.9 para el protocolo ACT vs. 45.6 ± 11.6 para el protocolo PAS).

El RPE fue prácticamente el mismo en ambos protocolos, aunque el resultado de la segunda serie fue significativamente más alto en ACT con respecto a PAS (4.5 vs. 5.0, $p = .033$). Asimismo, durante la recuperación tras ambos protocolos, el RPE tendió a ser ligeramente más bajo en ACT con respecto a PAS durante los registros post 1, 3 y 5 minutos (9.2 vs. 9.3, 4.8 vs. 5.1 y 3.2 vs. 3.4, respectivamente), aunque dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Figura 4).

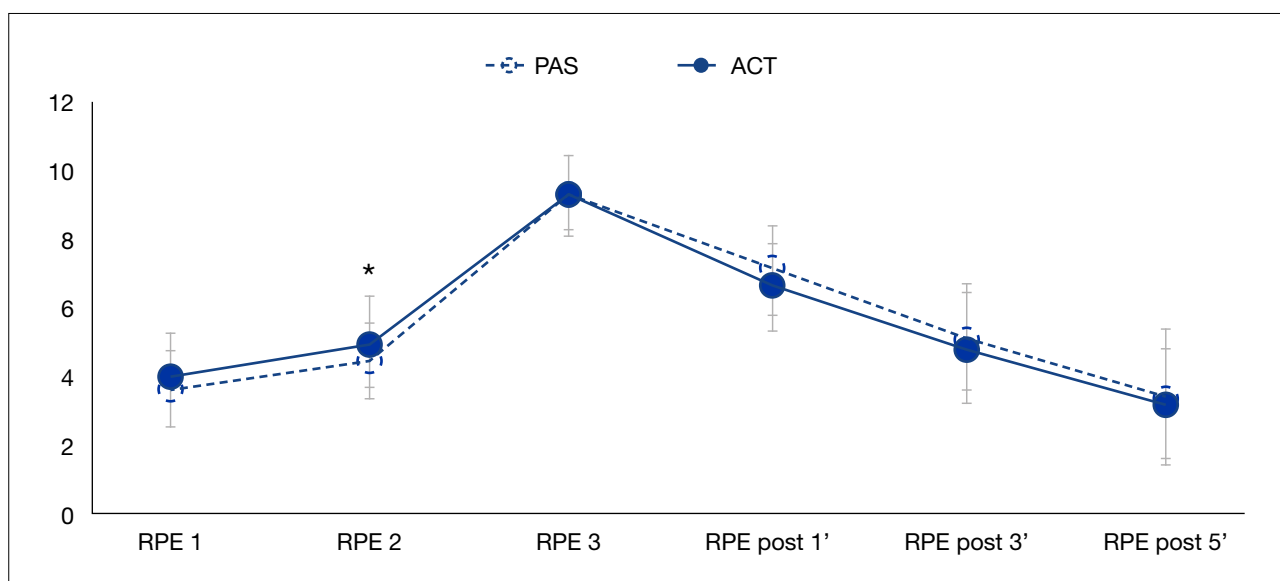


Figura 4

Percepción del esfuerzo en ambas intervenciones (* $p < .05$).

Nota. ACT: protocolo de recuperación activa; PAS: protocolo de recuperación pasiva; RPE: percepción del esfuerzo.

Discusión

Hasta donde sabemos, esta es la primera investigación que analiza los efectos sobre variables cinéticas y perceptuales en ejercicios de fuerza de una recuperación activa haciendo el mismo movimiento que el ejercicio que se evalúa. Uno de los aspectos más destacados de nuestra intervención es que la recuperación activa fue bien tolerada por todos los participantes y no produjo ningún tipo de merma en el rendimiento físico ni en la percepción del esfuerzo realizado.

Si bien no hallamos diferencias significativas entre ambas intervenciones en la MPP de cada serie, sí que hubo diferencias entre protocolos al calcular la pérdida de potencia intraserie, al observar que el protocolo de recuperación activa disminuye la pérdida de potencia entre series sucesivas en comparación con la recuperación pasiva, siendo estas diferencias estadísticamente significativas en la primera y la tercera serie. En este sentido, sabiendo que hay menor producción de creatina-cinasa (CK) cuando se comparan estímulos de recuperación activos *versus* pasivos (Gill et al., 2006) y que los estímulos activos promueven la perfusión de oxígeno y mejoran la recuperación de la musculatura implicada en un determinado esfuerzo físico (Latella et al., 2019), podríamos hipotetizar que nuestra propuesta de recuperación activa podría favorecer la irrigación sanguínea del tejido muscular, con el consecuente aporte de oxígeno que favoreciera la resíntesis de PCr y, por tanto, una mayor involucración del sistema de los fosfágenos en las series sucesivas.

En esta misma línea, Schoenfeld et al. (2019) llevaron a cabo una investigación en la que analizaron si una recuperación activa de dos minutos, compuesta por 30 segundos

de contracción isométrica voluntaria del grupo muscular implicado en el ejercicio, seguido de 90 segundos pasivos, mejoraría el rendimiento y las adaptaciones estructurales en comparación con una recuperación pasiva de la misma duración (dos minutos), realizando su intervención tres veces a la semana durante un periodo de ocho semanas. Los resultados mostraron que la recuperación activa logró una mayor hipertrofia en los miembros inferiores, pero no en los miembros superiores, aunque esta intervención no mostró mejoras significativas en comparación con la recuperación pasiva ni en la fuerza ni en la resistencia muscular como ocurrió con nuestros hallazgos en cuanto a la MPP y la nRM. Los autores defienden que la mayor hipertrofia de los miembros inferiores asociada a la recuperación activa podría deberse a que la contracción isométrica podría provocar una vasoconstricción local que haría que los metabolitos se acumularan (sobre todo H⁺), y eso propiciaría una adaptación positiva sobre la capacidad de tamponamiento de la acidosis; sin embargo, no midieron marcadores de estrés metabólico y recomiendan medirlo en futuras investigaciones.

Otros estudios han evaluado diferentes estrategias de recuperación entre series en entrenamientos de fuerza, entre los cuales destaca la revisión sistemática de Latella et al. (2019). Estos autores identificaron 396 estudios para finalmente analizar 26 de ellos que incluyeron diferentes estrategias de recuperación activa entre series como estiramientos, ejercicio aeróbico, masaje y autoliberación miofascial, vibración o electroestimulación, entre otras. Sus conclusiones afirman que la inclusión de estímulos activos en la recuperación podría aumentar el número total de repeticiones realizables; mejorar variables cinéticas como

la fuerza, la potencia y la velocidad; aumentar la activación muscular, y disminuir la percepción del esfuerzo. Sin embargo, es importante destacar que la heterogeneidad de los estudios incluidos en esta revisión dificulta la posibilidad de extraer conclusiones a nivel general en cuanto a qué estímulos activos podrían ser los más adecuados para cada sesión de entrenamiento de fuerza. Además, ninguno de ellos investigó una recuperación activa que incluyera el mismo movimiento que el realizado durante el entrenamiento, como es nuestro caso. Aun así, estos hallazgos podrían servir para corroborar los beneficios de la recuperación activa *versus* la pasiva en entrenamientos de fuerza.

Uno de estos estímulos activos, el ejercicio aeróbico, fue analizado por Mohamad et al. (2012), quienes realizaron un estudio cruzado para comparar las respuestas agudas de cuatro tipos de intervenciones sobre diferentes parámetros fisiológicos y de rendimiento. Si bien este estímulo activo es diferente al que nosotros proponemos en el presente estudio, sus resultados mostraron que no existieron diferencias significativas entre grupos, ni en variables cinéticas, como en nuestro caso en cuanto a la MPP y la nRM; ni cinemáticas, ni en las concentraciones de lactato. Aunque, como los propios autores destacan, otros beneficios importantes que podría tener el estímulo activo en los periodos de recuperación entre series de fuerza no fueron evaluados, como la mejora de la resíntesis de sustratos energéticos, el aumento de la respuesta de hormonas anabólicas o la mayor transmisión neural, por ejemplo, que son las posibles justificaciones a nuestros hallazgos en cuanto a la menor pérdida de potencia durante el protocolo de recuperación activa en comparación con la pasiva.

Otro de los posibles mecanismos que podrían explicar la menor pérdida de potencia intraserie que hallamos con el protocolo ACT en comparación con el PAS podría deberse a una mayor excitabilidad de la placa motora inducida por el estímulo activo, que podría influir sobre la vía aferente relacionada con el umbral crítico de fatiga periférica y, por tanto, sobre el comando central, facilitando la contractibilidad muscular en las series sucesivas durante entrenamientos de fuerza (Allen et al., 2008).

A pesar de que en nuestro estudio no hemos valorado parámetros fisiológicos, como la excitabilidad de la placa motora, la lactatemia u otros indicadores de la actividad metabólica muscular, en esta línea sabemos que la actividad muscular intensa hace que descendan los niveles de PCr, lo cual incrementa la concentración de fósforo inorgánico en la célula muscular. Además, el recambio de ATP y el aumento en la actividad metabólica citosólica aumentan la concentración de iones de H⁺, sobre todo en las fibras tipo II, en las que el pH podría caer de 7.0 a 6.2 (Kent-Braun et

al., 2012). Por lo tanto, futuras investigaciones interesadas en los efectos de la recuperación activa durante entrenamientos de fuerza deberían incluir el registro de parámetros fisiológicos como el lactato en sangre, la oxigenación muscular o los niveles de CK.

Conclusión

En conclusión, nuestros resultados demuestran que, ante una misma duración, la recuperación activa, en comparación con la recuperación pasiva tradicional, podría ser una estrategia eficaz para minimizar la pérdida de potencia y mejorar la percepción del esfuerzo en series sucesivas durante un ejercicio de fuerza en hombres jóvenes entrenados.

No obstante, una de las principales limitaciones de nuestro estudio es que no hemos incluido el registro de parámetros fisiológicos ni otros relacionados con los cambios en la excitabilidad de la placa motora o con posibles mecanismos lesionales, por ejemplo, por lo que no podemos dilucidar los mecanismos asociados a esta posible mejora. Asimismo, otra limitación es el propio diseño experimental, ya que probablemente la inclusión de un mayor número de series podría haber evidenciado con mayor claridad las diferencias entre ambos protocolos de recuperación entre las series sucesivas durante un ejercicio de fuerza, así como el uso de una escala subjetiva para valorar el esfuerzo percibido.

Futuras líneas de investigación deberían incluir y contrastar tanto parámetros fisiológicos como de rendimiento, así como también analizar los efectos de la recuperación activa *versus* pasiva en los miembros superiores y los miembros inferiores.

Referencias

- Abdessemed, D., Duche, P., Hautier, C., Poumarat, G. & Bedu, M. (1999). Effect of recovery duration on muscular power and blood lactate during the bench press exercise. *Int J Sports Med*, 20(6), 368-373. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971146>
- Allen, D. G., Lamb, G. D. & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol Rev*, 88(1), 287-332. <https://doi.org/10.1152/physrev.00015.2007>
- Association, W. M. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *Jama*, 310(20), 2191-2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Bevan, H. R., Bunce, P. J., Owen, N. J., Bennett, M. A., Cook, C. J., Cunningham, D. J., Newton, R. U. & Kilduff, L. P. (2010). Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. *J Strength Cond Res*, 24(1), 43-47. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c63c64>
- Brzycki, M. (1993). Strength Testing – Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88-90. <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>
- Chicharro, J. L. & Fernandez Vaquero, A. (2018). *Bioenergética de las fibras musculares y ejercicio*. Madrid: Exercise Physiology & Training.
- Cohen J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin*, 112(1), 155-159. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.112.1.155>

- da Silva, B. V., Simim, M. A., Marocolo, M., Franchini, E. & da Mota, G. R. (2015). Optimal load for the peak power and maximal strength of the upper body in Brazilian Jiu-Jitsu athletes. *J Strength Cond Res*, 29(6), 1616-1621. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000799>
- de Salles, B. F., Simao, R., Miranda, F., Novaes Jda, S., Lemos, A. & Willardson, J. M. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports Med*, 39(9), 765-777. <https://doi.org/10.2165/11315230-000000000-00000>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods* 39(2), 175-191. <http://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Gill, N. D., Beaven, C. M. & Cook, C. (2006). Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *Br J Sports Med*, 40(3), 260-263. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2005.022483>
- Henselmans, M. & Schoenfeld, B. J. (2014). The effect of inter-set rest intervals on resistance exercise-induced muscle hypertrophy. *Sports Med*, 44(12), 1635-1643. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0228-0>
- Hernández-Davó, J. L., Botella Ruiz, J. & Sabido, R. (2017). Influence of strength level on the rest interval required during an upper-body power training session. *J Strength Cond Res*, 31(2), 339-347. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001512>
- Hernández-Davó, J. L., Solana, R. S., Sarabia Marín, J. M., Fernández Fernández, J. & Moya Ramón, M. (2016). Rest interval required for power training with power load in the bench press throw exercise. *J Strength Cond Res*, 30(5), 1265-1274. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001214>
- Kent-Braun, J. A., Fitts, R. H. & Christie, A. (2012). Skeletal muscle fatigue. *Compr Physiol*, 2(2), 997-1044. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110029>
- Latella, C., Grgic, J. & Van der Westhuizen, D. (2019). Effect of inter-set strategies on acute resistance training performance and physiological responses: a systematic review. *J Strength Cond Res*, 33, Suppl 1, S180-s193. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003120>
- Martorelli, A., Bottaro, M., Vieira, A., Rocha-Junior, V., Cadore, E., Prestes, J., Wagner, D. & Martorelli, S. (2015). Neuromuscular and blood lactate responses to squat power training with different rest intervals between sets. *J Sports Sci Med*, 14(2), 269-275
- Mohamad, N. I., Cronin, J. B. & Nosaka, K. K. (2012). The effect of aerobic exercise during the inter-set rest periods on kinematics, kinetics, and lactate clearance of two resistance loading schemes. *J Strength Cond Res*, 26(1), 73-79. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31821bf1f5>
- Mougios, V. (2020). *Exercise Biochemistry* (2nd Edition). Human Kinetics.
- Sánchez-Medina, L., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 43(9), 1725-1734. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213f880>
- Schoenfeld, B. (2016). *Science and development of muscle hypertrophy*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Contreras, B., Delcastillo, K., Alto, A., Haun, C., O De Souza, E. & Vigotsky, A. D. (2019). To flex or rest: does adding no-load isometric actions to the inter-set rest period in resistance training enhance muscular adaptations? A randomized-controlled trial. *Front Physiol*, 10, 1571. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01571>
- Senna, G. W., Willardson, J. M., Scudese, E., Simao, R., Queiroz, C., Avelar, R. & Martin Dantas, E. H. (2016). Effect of different inter-set rest intervals on performance of single and multijoint exercises with near-maximal loads. *J Strength Cond Res*, 30(3), 710-716. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001142>
- Willardson, J. M. (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*, 20(4), 978-984. <https://doi.org/10.1519/R-17995.1>

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES