

Efecto de la recuperación activa en la potencia pico y el lactato después de protocolos de sprints repetidos, realizados en cicloergómetros: una revisión sistemática

Sonia Viviana Anzola-Cruz¹ 

Resumen

Introducción: La recuperación activa se ha utilizado en actividades físicas de alta demanda energética como los *sprints* repetidos en cicloergómetros.

Objetivo: Analizar el efecto de la recuperación activa en la potencia pico y el lactato, después de protocolos de *sprints* repetidos, hechos en un cicloergómetro.

Materiales: Las fuentes bibliográficas consultadas fueron las bases de datos electrónicas Pubmed y Web of Science.

Método: Se evaluó la calidad de los nueve artículos incluidos para lectura completa, utilizando la escala PEDro.

Resultados: La efectividad de la recuperación activa para los *sprints* repetidos (SR) con menor disminución de la potencia pico se presentó en tres estudios con tiempos de recuperación de 20 min, 4 min y 45 s, realizando 3 o 4 SR con porcentaje de cadencia de pedaleo de 40% y 28% VO_{2max} o entre 60 y 70 rpm. Los 9 estudios analizados no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el comportamiento del lactato en cuanto a la recuperación activa con los protocolos que realizaron. No obstante, se presentan diferencias significativas ($p = 0,001$) entre la recuperación activa y otros métodos de recuperación.

Conclusión: Se deben considerar las características de la población para los protocolos analizados con diferencias en los tiempos de recuperación activa y ejecución del *sprint*, así como la cantidad de SR realizados y los porcentajes de cadencia de pedaleo.

Palabras clave: potencia; ácido láctico; intervalos de velocidad.

¹ Universidad Santo Tomás (Tunja, Colombia).

Autora de correspondencia: Sonia Viviana Anzola-Cruz. Correo electrónico: sonia.anzola@usantoto.edu.co

Citar este artículo así:

Anzola-Cruz SV. Efecto de la recuperación activa en la potencia pico y el lactato después de protocolos de *sprints* repetidos, realizados en cicloergómetros: una revisión sistemática. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2022;9(1):76-94. <https://doi.org/10.24267/23897325.772>

Active Recovery Effect in the Peak Power and the Lactate, after Repeated Sprints Protocols, Executed in Cycloergometer: A Systemic Review

Abstract

Introduction: active recovery has been used in physical activities from high energetic claim as repeated sprints on cycloergometer.

Objectives: analyse the active recovery effect in peak power and the lactate after repeated sprints protocols, executed on cycloergometer. A systematized bibliography was developed.

Material: The bibliography sources were looked up from electronic databases Pubmed and Web of Science.

Methods: The quality from the nine articles includes was evaluated for a whole reading. Using PEDro the protocols analysed showed active recovery timing difference and sprint execution, thus as the repeated sprints quantity executed and the assigned pedalling cadence percentage.

Results: The effectiveness of the active recovery for the repeated sprints (RS) with a less decrease from the peak power presented in three different trials with recovery times from 20 minutes, 4 minutes, 45 seconds. Execute 3 or 4 RS with pedalling cadence percentage of 40 and 28 VO_{2max} or between 60 and 70 rpm. The nine analysed trials did not show significant differences ($p > 0.05$) in the lactate performance concerning to the active recovery with the executed protocols. However, it presented significant differences ($p = 0.001$) between the active recovery and other recovery techniques.

Conclusions: It should consider the population characteristics for the analysed protocols with differences between the AR timing and sprint execution, like the quantity of RS executed and the pedalling cadence percentage.

Keywords: recovery; power; lactate; sprint; cycloergometer.

Efeito da recuperação ativa sobre a potência de pico e o lactato depois de repetidos protocolos de Sprints realizados em cicloergómetros: uma revisão sistemática.

Resumo

Introdução: A recuperação ativa tem sido utilizada em atividades físicas exigentes em termos energéticos, tais como repetidos Sprints em cicloergómetros.

Objetivo: Analisar o efeito da recuperação ativa sobre a potência de pico e o lactato depois de repetidos protocolos de Sprint realizados num cicloergómetro.

Materiais: As fontes bibliográficas consultadas foram as bases de dados electrónicas Pubmed e Web of Science.

Método: A qualidade dos nove artigos incluídos para leitura completa foi avaliada utilizando a escala PEDro. Resultados: A eficácia da recuperação ativa para Sprints repetidos (SR) com menor diminuição da potência de pico foi apresentada em três estudos com tempos de recuperação de 20 min, 4 min e 45 s, realizando 3 ou 4 SR com uma percentagem de cadência de pedalagem de 40 % e 28 % de VO₂max ou entre 60 e 70 rpm. Os 9 estudos analisados não mostraram diferenças significativas ($p > 0,05$) no comportamento do lactato em termos de recuperação ativa com os protocolos que realizaram. No entanto, houve diferenças significativas ($p = 0,001$) entre a recuperação ativa e outros métodos de recuperação.

Conclusão: As características da população devem ser consideradas para os protocolos analisados com diferenças nos tempos de recuperação ativa e execução de Sprints, bem como o número de SR realizados e as percentagens de cadência de pedalagem.

Palavras-chave: potência; ácido láctico; intervalos de velocidade.

INTRODUCCIÓN

La práctica de diferentes modalidades deportivas en equipo e individuales requiere ejecutar repetidamente acciones específicas como pedalear y correr. En algunas ocasiones, por ejemplo, el final de una carrera de ruta en ciclismo o la aceleración repentina a un pase de balón en deportes de equipo se realizan a intensidades altas que producen grandes demandas energéticas, en periodos cortos (como en los *sprints*) (1-3). La efectividad de estas acciones puede ser determinante en los resultados esperados. Así es como se denomina *sprint repetido* (SR) a la capacidad de un sujeto para llevar a cabo reiteradamente estas acciones (4-6).

No obstante, la recuperación posterior a esta demanda energética (*sprint*) es necesaria, ya que el cuerpo necesita ser eficiente en este SR. En efecto, la intención de este proceso de recuperación es compensar adecuadamente el organismo en un periodo corto, luego de ejecutar acciones de altas exigencias energéticas y físicas (7).

Actualmente, existen dos métodos de recuperación clasificados según el tiempo: a) intersesión, el cual corresponde a recuperaciones postentrenamiento o entre juegos, y b) intrasesión, periodos de recuperación inmediatos entre tiempos cortos (por ejemplo, repeticiones o series), como es el caso de los SR (8-11). Particularmente, los

tiempos de recuperación intrasesión pueden ser de corta duración (<60 s) (12) o de larga duración ≥ 60 s hasta 4 min (13).

La *recuperación activa* (RA) es otro de los métodos frecuentemente utilizados en actividades físicas de alta demanda energética, debido a su fácil ejecución, esto es, realizar acciones de menor intensidad a la del ejercicio previo, durante la recuperación intrasesión e intersesión (por ejemplo, caminar, trotar o pedalear) (14-16). De ahí que se intente cuantificar la intensidad de la cadencia de pedaleo asignada para la RA durante los SR. Por tal razón, antes de la sesión de SR se ejecuta el test del $VO_{2m\acute{a}x}$, el cual les permite a evaluadores o entrenadores cuantificar y determinar la intensidad más adecuada para la recuperación. López Chicharro et al. (17) determinaron porcentajes por debajo del 60% del $VO_{2m\acute{a}x}$ para realizar una adecuada recuperación intrasesión. Otra medida que se ha utilizado en estudios para SR con RA es una cadencia de pedaleo ≥ 80 rpm (18,19).

Particularmente, los SR requieren potencia, que es afectada por la aparición de la fatiga y elevadas concentraciones de lactato. Este último es un producto orgánico producido por la poca disponibilidad de oxígeno en el músculo en tiempos determinados. La acumulación del lactato se conoce como el desequilibrio entre su producción y su utilización. Fisiológicamente, la acumulación de lactato aumenta la concentración de

iones de hidrógeno, los cuales pueden interferir en el acoplamiento de la contracción-excitación del músculo, formación de puentes cruzados e inhibición de la unión del calcio y la troponina (17). Con respecto al comportamiento del lactato en SR, tanto en carrera como en cicloergómetro realizando RA con protocolos y poblaciones específicas, existen divergencias. Se han identificado aumentos normales en las concentraciones de lactato correspondientes al estímulo efectuado (20,21), al igual que aclaramientos de lactato utilizando RA (13,22). Algunas investigaciones han sugerido que la baja o moderada activación muscular puede generar mayor síntesis de fosfocreatina en esta acción repetida (23,24). Sin embargo, durante la ejecución de la RA existen componentes críticos, como determinar o establecer el tiempo y la intensidad en la que se generan beneficios neurofisiológicos en el sujeto.

Otras investigaciones (25,26) han utilizado la RA con el fin de analizar las consecuencias de las fatigas generadas por los SR en el cicloergómetro. Al mismo tiempo, diferentes estudios (27,28) han analizado el comportamiento de los valores obtenidos en la potencia media, que es definida como la potencia promedio obtenida en un periodo determinado. La máxima o pico es el valor de potencia más alto obtenido durante la ejecución del *sprint*, empleando la RA (29,30). La ejecución de la RA puede estar determinada mediante diferentes parámetros, como tiempo de

recuperación (8,31) o porcentajes en la cadencia del pedaleo (20,22).

Algunos autores han expresado la necesidad de ampliar los estudios sobre la fatiga y la recuperación en acciones específicas (24,32,33). Por esto, finalmente, se pretende resolver la pregunta problema: ¿cuál es el efecto de la RA en la potencia pico y el lactato después de protocolos de SR realizados en un cicloergómetro?

MÉTODO

Este artículo es una revisión sistemática de la literatura que siguió las directrices estipuladas por la declaración PRISMA (34). La búsqueda se dio en cuatro etapas: a) elección de las bases de datos, b) estrategia de búsqueda, c) procedimientos de selección y d) extracción de los datos obtenidos y su posterior análisis. Las fuentes bibliográficas consultadas fueron dos bases de datos electrónicas: Pubmed y Web of Science. Se tuvieron en cuenta los parámetros conceptuales que encierran cada uno de los siguientes descriptores, escritos en inglés, *active recovery*, *power* y *lactate*. Se utilizaron las comillas como operador lógico para cada descriptor y AND como operador booleano entre cada uno de ellos (27,31,35,36). En la búsqueda no hubo discriminación de año de publicación, y los idiomas de los estudios aceptados fueron inglés, portugués y castellano.

Procedimientos de selección

Entre los criterios de inclusión se procuró que los estudios cumplieran tres requisitos en conjunto: 1) que hubieran realizado pruebas de SR en cicloergómetro, 2) que tuviesen medidas de la potencia (pico o máxima, media y de salida) o de mediciones de lactato en la sangre y 3) que hubieran llevado a cabo intervenciones con RA, entre las pruebas de SR, sin importar si había otro tipo de recuperación comparativa con la RA. Una vez se encontraron estudios con estas características, se seleccionaron únicamente aquellos que sí tuviesen una medición de potencia pico, sin importar la potencia media o de salida. Se excluyeron los que solo tuvieran mediciones de potencia de salida o potencia media el estudio; así mismo, se incluyeron estudios con participantes sanos, sedentarios, físicamente activos y deportistas en estudios transversales-experimentales.

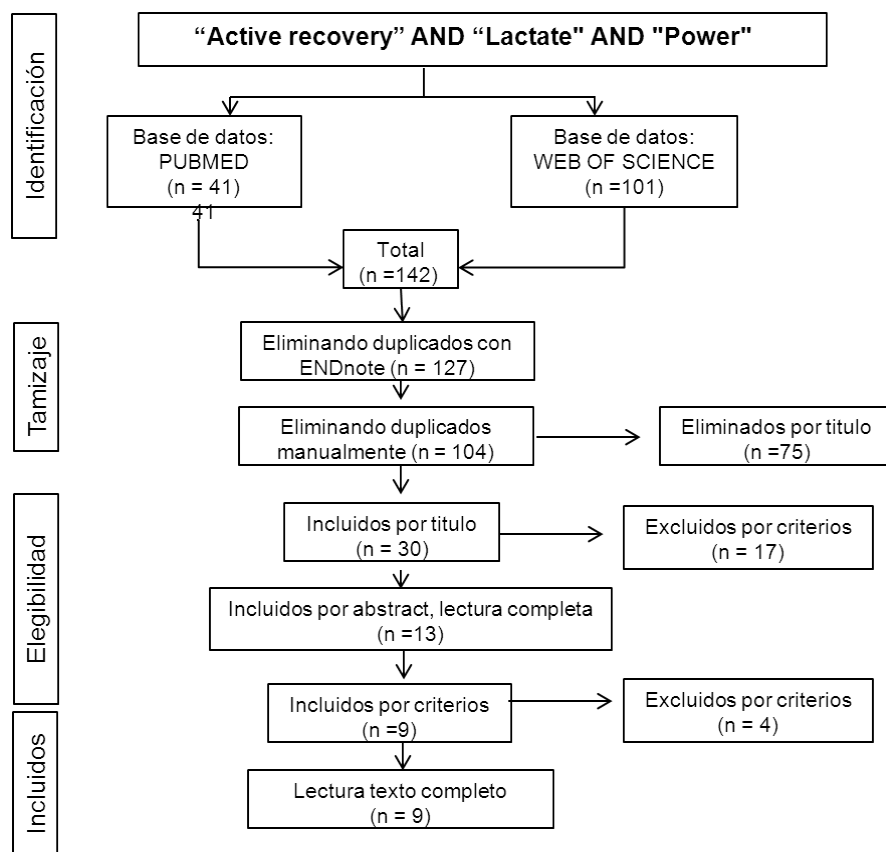
Se dejaron fuera de la muestra los estudios de corte longitudinal, con participantes menores de edad o con limitaciones físicas o cognitivas. Tampoco se consideraron las intervenciones que incluyeran suplementaciones o temperaturas extremas, o que realizaran la RA acompañada de un método de electroestimulación, el cual influyera o afectara los resultados de la potencia pico y el lactato.

Una vez elegidos los estudios para la revisión completa, se extrajeron los datos de cada artículo, y se tuvieron en cuenta los siguientes datos: título, autores, año de publicación, características de la población, características de las intervenciones tanto de los SR como de la RA. Además, se incluyeron los datos obtenidos del lactato y la potencia pico. También se evaluó la calidad de los estudios incluidos en la lectura completa del texto, utilizando la escala PEDro, que está compuesta de 11 ítems que son evaluados con un *Sí* (únicamente si el criterio se cumple), *No* (al no cumplirse) y *n/a no aplica* (cuando el ítem no aplicaba para las características del estudio). La calidad de los estudios se evaluó según las puntuaciones obtenidas: 9-10 = excelente; 6-8 = buena; 4-5 = regular y <4 = mala.

RESULTADOS

Después de la identificación y el tamizaje, se incluyeron por título 30 artículos, de los cuales se excluyeron 17, por los criterios de suplementación, temperatura y porque no usaban la RA como un método principal de recuperación, es decir, solo se usaba para el calentamiento y no dentro de la intervención con los SR. Luego de la búsqueda preliminar (identificación, tamizaje y parte de la elegibilidad), se seleccionaron 13 artículos para la lectura completa, de los cuales se excluyeron 3,

Figura 1. Procedimiento para la selección de los estudios en las bases de datos utilizadas y para los criterios de búsqueda y selección de los artículos



debido a que se obtenían datos respecto a la potencia pico (solo era nombrada en el texto), y uno se dejó por fuera por idioma. Por consiguiente, se incluyeron un total de 9 artículos para la revisión completa y extracción de resultados (figura 1).

Los 9 artículos finales se evaluaron utilizando la escala PEDro. Las puntuaciones obtenidas fueron: 3 artículos con puntuación de 8; 5 artículos con valoración de 7, lo que corresponde a una consideración "buena", y un artículos con 6, consideración "regular" (tabla 1).

Tabla 1. Evaluación con la escala PEDro de los artículos incluidos en la revisión

Ref.	Autores/Año	Criterios											Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
37	Ohya et al. (2013)	s	n/a	n/a	s	s	n	n	s	s	s	s	7
38	Malone et al. (2012)	s	n/a	n/a	s	s	n	n	s	s	s	s	7
39	Spencer et al. (2008)	s	n/a	s	s	s	n	n	s	s	s	s	8
40	Spencer et al. (2006)	s	n/a	s	s	s	n	n	s	s	s	s	8
41	Spierer et al. (2004)	s	n	s	s	n	n	n	s	s	s	s	7
19	Creer et al. (2004)	s	s	n/a	s	s	n	n	s	s	s	s	8
10	Connolly et al. (2003)	s	n/a	n/a	s	s	n	n	s	s	s	s	7
42	Bielik (2010)	s	n/a	n/a	s	n/a	n/a	s	s	s	s	s	7
43	Chia (2019)	s	n	n/a	s	n	n	n	s	s	s	s	6
Media												7,2	
DS												0,66	

Ref.: referencia; s: sí; n: no; n/a: no aplica; DS: desviación estándar.

Características de los participantes

Se obtuvo una población total de 113 sujetos que realizaron RA como método de recuperación en los SR: 24 mujeres y 82 hombres. De ellos, 6 eran sedentarios, 57 eran físicamente activos y 50 eran deportistas. Las características físicas de la población se presentan en la tabla 2.

Respecto a los tiempos de recuperación, el 50% de las intervenciones realizaron RA ≤ 100 s; el 35,7%, RA ≤ 3 min, y el 14,2% con un tiempo de recuperación de 20 y 30 min.

La recuperación de los 11 grupos se dividió en 3 parámetros. El primero, el porcentaje dado mediante el consumo de oxígeno máximo, obtenido en la prueba de esfuerzo: 7 grupos (63,6%) realizaron una cadencia de pedaleo $\leq 35\% \text{VO}_{2\text{máx}}$, 2 grupos (18,1%) pedalearon $\geq 40\% \text{VO}_{2\text{máx}}$ un grupo al 80 rpm con 1 kg de resistencia, y finalmente un grupo entre 60 y 70 rpm sin carga.

DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión fue analizar el efecto de la RA en la potencia pico y el lactato, después de protocolos de SR, realizados en cicloergómetros. El análisis de los datos obtenidos tuvo que considerar la heterogeneidad de los protocolos utilizados por cada uno de los estudios incluidos, así como las diferencias en las poblaciones intervenidas y el tamaño de muestra de cada intervención. Se evaluó la calidad de los estudios incluidos en la lectura completa del texto, utilizando la escala PEDro (tabla 1). Entre los principales hallazgos están las diferencias entre los protocolos de SR y los tiempos de RA realizados. Además de las diferencias significativas en la potencia pico en tres estudios, el primero con un efecto positivo de la RA sobre la RP; dos restantes con beneficios de la RA, en la cual se consideraron el nivel de actividad física y las características de los sujetos. Seis de los estudios analizados presentaron un efecto nulo o negativo respecto a la disminución de la potencia pico realizando RA. No se presentaron efectos positivos (aclaramiento de lactato) realizando RA en los nueve estudios incluidos en la revisión.

Los tiempos de recuperación intrasesión clasificados de corta duración (≤ 60 s) fueron realizados por: Chia (43), con 3 *sprints* repetidos; Spencer et al. (39,40), con 6 *sprints* repetidos, y Ohya et al. (25 s y 50 s) (37), con 10 *sprints* repetidos.

Los tiempos de recuperación intrasesión denominados de larga duración (≥ 60 s) fueron realizados por: Ohya et al. (100 s) (37), con 10 *sprints* repetidos; Malone et al. (38) y Connolly et al. (10), con 6 *sprints* repetidos, y Creer et al. (19), Spierer et al. (41) y Bielik (42), con 4 *sprints* repetidos.

Dentro de los cinco estudios en los cuales hubo recuperaciones de corta duración existe gran diferencia en el tiempo de ejecución del SR. Ohya et al. (25 s y 50 s) (37); Spencer et al. (39,40) ejecutaron tiempos de *sprints* de 4 y 5 s; Chia (43) realizó 15 s de *sprint*, y Ohya et al. (100 s) (37) realizaron 5 s de *sprint*.

En resumen, 3 de los estudios con recuperación de corta duración presentaron diferencias de tiempos de RA entre 21 y 45 s, entre 3 y 10 repeticiones de *sprints* y tiempos de ejecución del *sprint* entre 5 y 15 s. Los 7 estudios con recuperación de larga duración presentaron diferencias de tiempos de RA entre 100 s y 30 min, cantidad de *sprints* entre 4 y 10 repeticiones, y tiempos de ejecución del *sprint* entre 5 y 30 s.

Los diferentes métodos de recuperación no fueron un criterio tenido en cuenta dentro de la revisión sistemática; sin embargo, se identificaron diferencias entre la RA con otros tipos de recuperación. El comportamiento de la potencia pico fue agrupado según las características en común entre los estudios analizados. Los tiempos de RA

Tabla 2. Características de la población

Ref.	Autor	Participantes	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	Tiempo de rec.	Características de la recuperación	Cantidad de sprints	Tiempo de sprint	Conclusiones
37	Ohya et al. (2013)	8 = H; F, A	25,5 ± 2,6	65,3 ± 4,8	173,1 ± 5,1	25 s 50 s 100 s	Pedaleo a 40% del VO _{2máx}	10 SR	5 s	El porcentaje de disminución de potencia máxima fue significativamente menor con RP en comparación con RA durante los 25 s y 50 s de duración, pero no para los 100 s duración. Los valores de lactato no fueron significativamente diferentes entre la recuperación.
38	Malone et al. (2012)	13 = H; Tri	31 ± 5	78,1 ± 8,4	182,8 ± 6,9	30 min	Pedaleo a 30% del VO _{2máx}	6 SR	30 s	No hubo diferencias significativas entre las intervenciones con recuperación para la potencia pico. El lactato disminuyó significativamente más rápido durante la intervención de RA versus recuperación con electroestimulación.
39	Spencer et al. (2008)	9 = H; F, A	19 ± 2	70,7 ± 9,2		25 s 25 s	Intensidad moderada 60 W (aprox. 35% VO _{2máx}) Intensidad baja 20 W (aprox. 20% del VO _{2máx})	6 SR	4 s	Los índices de potencia máxima durante la prueba repetida de sprint fueron inferiores en los ensayos de RA de intensidad moderada y baja en comparación con la RP pasiva. No hubo diferencias significativas en los valores de lactato.
40	Spencer et al. (2006)	12 = H; F, A	25 ± 7	79,8 ± 8,2		21 s	60 W (aprox. 32% VO _{2máx})	6 SR	4 s	La RA presentó un decremento de la potencia pico menor que la recuperación pasiva. No se presentaron diferencias significativas en los valores de lactato.
41	Spierer et al. (2004)	6 = 3 H; S, 3 M; S 9 = H; Ho	32 ± 1 22 ± 1	67 ± 11 82 ± 11	166 ± 8 180 ± 6	4 min	28% VO _{2máx}	4 SR	30 s	La potencia pico fue significativamente mayor en los jugadores de hockey con recuperación activa y pasiva que los sedentarios. Los datos de lactato fueron significativamente menores en jugadores de hockey en comparación con sujetos sedentarios.
19	Creer et al. (2004)	10 = H; Cicl 7 = H; Cicl	25,1 ± 2,3 24,5 ± 0,5	69 ± 5,2 68,9 ± 5,9	178,5 ± 7 178,3 ± 7,5	4 min	Pedaleo a 50 W (aprox. cadencia de menor o igual a 75 rpm)	4 SR	30 s	El porcentaje de disminución de potencia máxima fue significativamente menor con RA. No hubo diferencias significativas en los valores de lactato.
(10)	Connolly et al. (2003)	7 = H; F, A	21,8 ± 3,3	73,0 ± 3,8	177,3 ± 3,4	3 min	pedaleo a 80 rpm con 1 kg resistencia durante 3 min	6 SR	15 s	No fueron significativas las diferencias observadas en los ensayos tanto para la potencia pico. Los valores de lactato no fueron significativos después de la recuperación.
42	Bielik (2010)	11 = H; Cicl	19,29 ± 1,38	66,75 ± 5,2	181 ± 4,2	20 min	Pedaleo 40% VO _{2máx}	4 SR	30 s	Significativa diferencia entre la recuperación pasiva y recuperación activa. Fue diferente entre los ensayos con solamente pasiva la recuperación y la recuperación activa.
43	Chia (2019)	21 = M; F, A	25,1 ± 2,7	57,9 ± 7,7	161 ± 0,05	45 s	Pedaleo entre 60 y 70 rpm	3 SR	15 s	El lactato no presentó cambios significativos. La potencia de pico fue significativamente mayor en las mujeres

Ref: referencia; kg: kilogramos; cm: centímetros; H: hombres; M: mujeres; FA: físicamente activos; S: sedentarios; Tri: triatletas; Ho: jugadores de hockey; Cicl: ciclistas; s: segundos; min: minutos; aprox.: aproximado; VO_{2máx}: consumo de oxígeno máximo; rpm: revoluciones por minuto; W: vatios.

para Ohya et al. (37) fueron de 25, 50 y 100s; para Malone et al. (38), de 30 min, y para Spencer et al. (39), de 25 s. No presentaron diferencias estadísticas significativas respecto a los tiempos de RA y su beneficio con la disminución de la potencia pico.

Ohya et al. (37) ejecutaron RA de 25 y 50 s, clasificadas como recuperaciones cortas y presentaron diferencias significativas en el decremento de la potencia pico. Los porcentajes de la potencia pico para los 25 s con RA fueron de 11,5% y con RP de 8,5%; en los 50 s con RA fueron de 6,2% y RP, de 2,7%. El grupo restante tuvo una RA de 100s, y así se clasificaron como recuperación larga. Según Brown et al. (13), no hubo diferencias significativas en el decremento de la potencia pico entre RA y RP, con 3,1% y 2,1%, respectivamente. Para los 3 tiempos de recuperación se realizó un porcentaje de cadencia de pedaleo del 40% $VO_{2máx}$ y 10 *sprints* de 5 s. Otro de los estudios sin diferencia significativa en los dos grupos de intervención fue el de Spencer et al. (39), que llevó a cabo 6 *sprints* de 4 s con una recuperación de 20 s (recuperación de corta duración), y un porcentaje de cadencia de pedaleo entre 20% y 35% $VO_{2máx}$.

Se identificaron 4 estudios que mencionaban la relación de la RA respecto a otros tipos de recuperación y el resultado obtenido en la potencia pico. El primer estudio, de Bielik (42), mostró una

diferencia estadísticamente significativa para el beneficio de la potencia pico entre la RA (970 W) y la RP (875 W), lo cual indicaría que realizar 20 min de RA al 40% de $VO_{2máx}$ durante 4 *sprints* de 30 s, evita un menor porcentaje de pérdida de potencia pico para la población intervenida. Los 3 grupos restantes no evidenciaron una diferencia significativa entre la recuperación activa y otros métodos de recuperación con relación a la potencia pico. Malone et al. (38), Connolly et al. (10) y Spencer et al. (40) fueron homogéneos respecto a la cantidad de los *sprints* (6 repeticiones) y fueron heterogéneos en los tiempos de recuperación: desde 21 s hasta 30 min. De estos 3 estudios, Malone et al. (38) y Spencer et al. (40) realizaron RA con 30% y 32% del $VO_{2máx}$; mientras que Connolly et al. (10), la RA fue a 80 rpm con 1 kg de carga. Así, los datos presentaron potencias picos en RA de 775W, comparada con la RP, de 772 W, sin ser estos estadísticamente significativos.

De los estudios analizados, en dos hubo diferencias estadísticas significativas entre sujetos que aplicaron los mismos protocolos, con diferencias en sexo y nivel de actividad física. Spierer et al. (41) intervinieron la RA al 28% del $VO_{2máx}$ para 4 *sprints* de 30s en sujetos sedentarios y jugadores de hockey. Esto evidenció que los deportistas presentan un menor descenso de la potencia pico (693 W) comparados con los sedentarios (412 W). Además, los dos grupos presentan un menor descenso de la potencia pico con la RA versus otro

método de recuperación (680W) para deportistas y (348W) para sedentarios. El segundo grupo que evidenció significancia estadística fue en mujeres y niñas, de la investigación de Chia (43), con una RA de 45 s entre 60 y 70 rpm, con una menor disminución de la potencia pico con RA en las mujeres (410W) respecto a las niñas (387W). Es importante mencionar que los dos estudios que presentaron esta diferencia significativa tienen protocolos de intervención diferentes en cuanto al tiempo y porcentaje de recuperación; además, se resalta las diferencias en los grupos poblacionales que se mencionan.

Los protocolos de RA que mostraron una significancia estadística respecto a la potencia pico fueron los de Spierer et al. (41), Bielik (42) y Chia (43), pero no poseen una similitud en las características de los protocolos utilizados para cada uno. Los tiempos de RA se encuentran entre 25 s y 20 min. Es pertinente considerar lo dicho por Harbili (44), quien afirma que el rendimiento de cada sujeto no se ve afectado en duraciones largas de recuperación, independientemente de cuál sea el método utilizado. El porcentaje de recuperación en la potencia para estos estudios estuvo entre el 28% y el 40% de $VO_{2\text{máx}}$, los *sprints* entre 3 y 10 repeticiones y el tiempo de los *sprints* entre 3 y 30 s. Por lo anterior, se infiere la efectividad de la RA para los SR con menor disminución de la potencia pico en estos casos específicos, teniendo en cuenta las caracte-

terísticas de la población en cada intervención y evaluando el porcentaje de cadencia de pedaleo versus el tiempo de la RA y la ejecución del *sprint* (37,41,43,45).

En otras actividades diferentes a los *sprints* en cicloergómetro, la RA ha evidenciado una mayor remoción de lactato y producción de potencia máxima. A partir de su estudio con remeros de élite, Riganas et al. (46) concluyeron acerca de los beneficios de la RA para la potencia pico y el aclaramiento del lactato en una prueba con ergómetro de remo. Lopes et al. (47) evidenciaron el beneficio de la RA para la mayor remoción de lactato: se sometieron 12 sujetos a una prueba de fuerza máxima en ejercicios de press de banca; sin embargo, no mejoró el rendimiento de la potencia pico en el ejercicio.

Los estudios incluidos en esta revisión sistemática evidenciaron que el lactato es una variable analizada y contrastada entre la RA y otros métodos de recuperación. Sin embargo, aún se encuentran divergencias entre el tiempo y porcentajes de RA apropiado para SR con periodos cortos de recuperación, ya que autores como Harbili (44) afirman que ejecutar dos test de Wingate con una RP corta (intrasesión) es más apropiado para la remoción de lactato que la RA, para lograr restablecer el rendimiento del sujeto. No obstante, Ohya et al. (37) identificaron que los valores de lactato en la sangre no fueron significativamente

diferentes entre RA y otro tipo de recuperación, durante el mismo tiempo de recuperación y ejecución del *sprint* ($p > 0,05$), con valores para los 25 s: RA = 10,5 mmol · L⁻¹ y RP = 10,8 mmol · L⁻¹; para los 50 s: RA = 7,9 mmol · L⁻¹ y RP: 7,9 mmol · L⁻¹, y para los 100 s: RA = 6,3 mmol · L⁻¹ y RP: 6,6 mmol · L⁻¹.

Spencer et al. (40) y Connolly et al. (10) también evidenciaron que luego del periodo de RA, y comparado con otro método de recuperación, no hay diferencias significativas en el aclaramiento del lactato. Sin embargo, otros estudios encontraron diferencias significativas ($p = 0,001$) con mayor beneficio en el aclaramiento *postsprint* con la RA comparada con otros métodos (18,38).

La RA durante los SR a diferentes porcentajes de cadencia con el mismo tiempo de ejecución no presentaron diferencias significativas en el comportamiento del lactato en estudios realizados. Spencer et al. (39) presentaron valores de lactato muscular pos-RA de baja intensidad de 50,9 mmol kg dm⁻¹ y RA de moderada intensidad de 46,8 mmol kg dm⁻¹. Chia (43) evidenció valores de lactato en la sangre pre-RA de 1,9 mmol · L⁻¹ y pos-RA de 8,4 mmol · L⁻¹. No obstante, en el estudio de Spierer et al (41) se evidenció que existe una diferencia significativa ($p < 0,005$) en el comportamiento del lactato entre jugadores de hockey pre-RA de 2,0 mmol · L⁻¹ y pos-RA de 14,8 mmol · L⁻¹ y en sujetos sedentarios pre-RA de 4,0

mmol · L⁻¹ y pos-RA de 16,6 mmol · L⁻¹, realizando el mismo protocolo de *sprint*. Lo anterior afirma que el nivel de entrenamiento de los sujetos es un criterio influyente en los valores iniciales del lactato.

CONCLUSIONES

Hubo grandes diferencias en los protocolos analizados en los tiempos de RA y ejecución del *sprint*, así como en la cantidad de SR y los porcentajes de carga asignados. La efectividad de la RA para los SR con menor disminución de la potencia pico se presentó en casos específicos de 3 estudios, en los que se deben considerar las características de la población y el nivel de actividad física en cada intervención. Además, del porcentaje de la cadencia del pedaleo y los tiempos en la RA versus los tiempos y cantidad de SR.

La RA no benefició los valores del lactato obtenidos en los protocolos de los estudios analizados. Cabe resaltar que los resultados no fueron significativos, al comparar únicamente las RA de los estudios. Sin embargo, sí hubo diferencias entre RA y otros métodos de recuperación, considerando siempre las características de la población.

En tres estudios se registraron diferencias significativas en la potencia pico, uno de estos con un efecto positivo de la RA sobre la RP, los otros dos con beneficios de la RA considerando el nivel de

actividad física y las características de los sujetos. Los estudios restantes presentaron un efecto nulo o negativo respecto a la menor disminución de la potencia pico realizando RA.

Los sesgos de esta revisión se presentaron en que algunos estudios no evidenciaron valores porcentuales ni absolutos de las variables analizadas, únicamente los valores de p de significancia estadística. Las limitaciones del estudio fueron las diferencias entre protocolos, pequeñas muestras poblacionales en cada estudio analizado y su heterogeneidad. Se sugiere para próximos estudios tener en cuenta los diferentes protocolos y pruebas ejecutadas desde la heterogeneidad de las poblaciones.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

REFERENCIAS

1. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. Repeated-sprint ability-Part II: recommendations for training. *Sports Med.* 2011;41(9):741-56. <https://doi.org/10.2165/11590560-000000000-00000>
2. Bishop D, Claudius B. Effects of induced metabolic alkalosis on prolonged intermittent-sprint performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(5):759-67. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000161803.44656.3C>
3. Morel B, Rouffet DM, Bishop DJ, Rota SJ, Hautier CA. Fatigue induced by repeated maximal efforts is specific to the rugby task performed. *Int J Sports Sci Coach.* 2015;10(1):11-20. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.10.1.11>
4. da Silva JF, Guglielmo LGA, Bishop D. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *J Strength Cond Res.* 2010;24(8):2115-21. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e34794>
5. Bogdanis GC, Nevill ME, Boobis LH, Lakomy HKA. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol.* 1996;80(3):876-84. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.80.3.876>
6. Méndez-Villanueva A, Edge J, Suriano R, Hamer P, Bishop D. The recovery of repeated-sprint exercise is associated with PCr resynthesis, while muscle pH and EMG amplitude remain depressed. *Plos One.* 2012;7(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051977>
7. Guezennec CY. Oxidation rates, complex carbohydrates and exercise: practical recommenda-

- tions. *Sports Med.* 1995;19(6):365-72. <https://doi.org/10.2165/00007256-199519060-00001>
8. Faude O, Meyer T, Urhausen A, Kindermann W. Recovery training in cyclists: ergometric, hormonal and psychometric findings. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19(3):433-41. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00795.x>
 9. Terrados Cepeda N, Calleja González J. Recuperación post-competición del deportista. *Arch Medicina Deporte.* 2010;27(138):281-90.
 10. Connolly DA, Brennan KM, Lauzon CD. Effects of active versus passive recovery on power output during repeated bouts of short term, high intensity exercise. *J Sports Sci Med.* 2003;2(2):47-51.
 11. Valenzuela PL, de la Villa P, Ferragut C. Effect of two types of active recovery on fatigue and climbing performance. *J Sports Sci Med.* 2015;14(4):769-75.
 12. Girard O, Brocherie F, Millet GP. Can analysis of performance and neuromuscular recoveries from repeated sprints shed more light on its fatigue-causing mechanisms? *Front Physiol.* 2015;6:5. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00005>
 13. Brown J, Glaister M. The interactive effects of recovery mode and duration on subsequent repeated sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2014;28(3):651-60. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1fe28>
 14. Wigernaes I, Hostmark AT, Kierulf P, Stromme SB. Active recovery reduces the decrease in circulating white blood cells after exercise. *Int J Sports Med.* 2000;21(8):608-12. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8478>
 15. Wahl P, Zinner C, Grosskopf C, Rossmann R, Bloch W, Mester J. Passive recovery is superior to active recovery during a high-intensity shock microcycle. *J Strength Cond Res.* 2013;27(5):1384-93. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182653cfa>
 16. Tsukamoto H, Suga T, Takenaka S, Tanaka D, Takeuchi T, Hamaoka T, et al. Greater impact of acute high-intensity interval exercise on post-exercise executive function compared to moderate-intensity continuous exercise. *Physiol Behav.* 2016;155:224-30. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.12.021>
 17. López Chicharro J, Vicente Campos D, Cancino López J. *Fisiología del entrenamiento aeróbico: una visión integrada.* México: Editorial Médica Panamericana; 2013.

18. Toubekis AG, Adam GV, Douda HT, Antoniou PD, Douroundos II, Tokmakidis SP. Repeated sprint swimming performance after low- or high-intensity active and passive recoveries. *J Strength Cond Res.* 2011;25(1):109. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b22a9a>
19. Creer AR, Ricard MD, Conlee RK, Hoyt GL, Parcell AC. Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. *Int J Sports Med.* 2004;25(2):92-8. <https://doi.org/10.1055/s-2004-819945>
20. McLellan TM, Jacobs I. Active recovery, endurance training, and the calculation of the individual anaerobic threshold. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21(5):586-92. <https://doi.org/10.1249/00005768-198910000-00015>
21. Matsuura R, Arimitsu T, Yunoki T, Kimura T, Yamanaka R, Yano T. Effects of heat exposure in the absence of hyperthermia on power output during repeated cycling sprints. *Biol Sport.* 2015;32(1):15-20. <https://doi.org/10.5604/20831862.1125286>
22. Bouhlel E, Gmada N, Debabi H, Tabka Z, Feki Y, Amri M. Respiratory gas exchanges, heart rate and blood lactate kinetics during and after the repetition of supramaximal individualized exercises in trained and untrained subjects. *Sci Sports.* 2005;20(3):111-8. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2005.03.001>
23. Rampinini E, Sassi A, Morelli A, Mazzoni S, Fanchini M, Coutts AJ. Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Appl Physiol Nutr Metabol.* 2009;34(6):1048-54. <https://doi.org/10.1139/H09-111>
24. Baldari C, Di Luigi L, Silva SG, Gallotta MC, Emerenziani GP, Pesce C, et al. Relationship between optimal lactate removal power output and Olympic triathlon performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1160-5. <https://doi.org/10.1519/00124278-200711000-00030>
25. Bishop D, Maxwell NS. Effects of active warm up on thermoregulation and intermittent-sprint performance in hot conditions. *J Sci Med Sport.* 2009;12(1):196-204. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.05.013>
26. Choi D, Cole KJ, Goodpaster BH, Fink WJ, Costill DL. Effect of passive and active recovery on the resynthesis of muscle glycogen. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26(8):992-6. <https://doi.org/10.1249/00005768-199408000-00010>
27. Noffal GJ, Lynn SK. Biomechanics of power in sport. *Strength Cond J.* 2012;34(6):20-4. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31826f013e>

28. Triplett NT, Erickson TM, McBride JM. Power Associations with running speed. *Strength Cond J.* 2012;34(6):29-33. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31826f0e0e>
29. De Pauw K, Roelands B, Vanparijs J, Meusen R. Effect of recovery interventions on cycling performance and pacing strategy in the heat. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9(2):240-8. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2012-036>
30. Brughelli M, Van Leemputte M. Reliability of power output during eccentric sprint cycling. *J Strength Cond Res.* 2013;27(1):76-82. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824f2055>
31. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):1015-24. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816eb518>
32. Bishop DJ. Fatigue during intermittent-sprint exercise. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2012;39(9):836-41. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2012.05735.x>
33. Assadi H, Lepers R. Comparison of the 45-second/15-second intermittent running field test and the continuous treadmill test. *Int J Sports Physiol Perform.* 2012;7(3):277-84. <https://doi.org/10.1123/ijssp.7.3.277>
34. Urrutia G, Bonfill X. PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Med Clin.* 2010;135(11):507-11. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
35. Warren DE, Jackson DC. Lactate metabolism in anoxic turtles: an integrative review. *J Comp Physiol B.* 2008;178(2):133-48. <https://doi.org/10.1007/s00360-007-0212-1>
36. Halson SL. Recovery techniques for athletes. *Sports Sci Exch.* 2013;26(120):1-6.
37. Ohya T, Aramaki Y, Kitagawa K. Effect of duration of active or passive recovery on performance and muscle oxygenation during intermittent sprint cycling exercise. *Int J Sports Med.* 2013;34(7):616-22. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1331717>
38. Malone JK, Coughlan GF, Crowe L, Gissane GC, Caulfield B. The physiological effects of low-intensity neuromuscular electrical stimulation (NMES) on short-term recovery from supra-maximal exercise bouts in male triathletes. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(7):2421-32. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2212-9>
39. Spencer M, Dawson B, Goodman C, Dascombe B, Bishop D. Performance and metabolism in repeated sprint exercise: effect of recovery

- intensity. *Eur J Appl Physiol*. 2008;103(5):545-52. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0749-z>
40. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C, Duffield R. Metabolism and performance in repeated cycle sprints: active versus passive recovery. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(8):1492-9. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000228944.62776.a7>
41. Spierer DK, Goldsmith R, Baran DA, Hryniewicz K, Katz SD. Effects of active vs. passive recovery on work performed during serial supramaximal exercise tests. *Int J Sports Med*. 2004;25(2):109-14. <https://doi.org/10.1055/s-2004-819954>
42. Bielik V. Effect of different recovery modalities on anaerobic power in off-road cyclists. *Biol Sport*. 2010;27(1):59-63. <https://doi.org/10.5604/20831862.907953>
43. Chia YHM. Power recovery in the Wingate Anaerobic Test in girls and women following prior sprints of a short duration. *Biol Sport*. 2019;18(1):45-53.
44. Harbili S. The effect of different recovery duration on repeated anaerobic performance in elite cyclists. *J Hum Kinet*. 2015;49(1):171-8. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0119>
45. Bielik V. Effect of different recovery modalities on anaerobic power in off-road cyclists. *Med Sport*. 2012;65(2):155-65.
46. Riganas CS, Papadopoulou Z, Psichas N, Skoufas D, Gissis I, Sampanis M, et al. The rate of lactate removal after maximal exercise: the effect of intensity during active recovery. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015;55(10):1058-63.
47. Lopes FA, Panissa VL, Julio UF, Menegon EM, Franchini E. The effect of active recovery on power performance during the bench press exercise. *J Hum Kinet*. 2014;40:161-9. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0018>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional