



Cofré-Bolados, C; Espinoza-Salinas A; Arenas-Sánchez G; Cardemil-Vergine C; Diaz-Peña H. (2018). Efecto de tres entradas en calor sobre la potenciación post activación en pruebas de potencia muscular. *Journal of Sport and Health Research*. 10(2):269-278.

Original

EFECTO DE TRES ENTRADAS EN CALOR SOBRE LA POTENCIACIÓN POST ACTIVACIÓN EN PRUEBAS DE POTENCIA MUSCULAR

EFFECT OF THREE HEAT INPUTS ON POST-ACTIVATION POTENTIATION IN MUSCLE POWER TESTS

Cofré-Bolados, C ^{1,3}; Espinoza-Salinas A ^{2,3}; Arenas-Sánchez G ³; Cardemil-Vergine C ⁴; Diaz-Peña H ^{1,5}

¹Universidad de Santiago de Chile. Facultad de Medicina

²Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás- Santiago (Chile)

³Centro de Ejercicio Adaptado CEA- YMCA Santiago (Chile)

⁴Centro de Alto Rendimiento IND, (Chile)

⁵Clínica Dávila, (Chile)

Correspondence to:
Cristian Cofré Bolados
Universidad de Santiago
Las Sophoras n° 175
+5627184559
Email: cristian.cofre@usach.cl

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



Received: 13/3/17
Accepted: 15/11/17



RESUMEN

Objetivo: Determinar la potenciación post activación de tres protocolos de entrada en calor específica. **Material y Método:** estudio de diseño cuasi experimental. Se evaluó a 12 deportistas varones entre 17 y 26 años, cuatro futbolistas profesionales, cinco patinadores de velocidad y tres voleibolistas. Fueron sometidos a tres sesiones de entrada en calor: multisaltos (EC1), sentadillas con carga (EC2) y sentadillas más salto en contraste (EC3). Se evaluó la potencia muscular máxima post entrada en calor mediante cuatro pruebas específicas. **Resultados:** el análisis estadístico se realizó mediante una prueba de ANOVA comparando los valores de las entradas en calor específicas con las pruebas de potencia muscular. Encontrando para EC1: CMJ ($31,3 \pm 5,34$), Abalakov ($44,5 \pm 6,64$) y CMJ con carga externa de 20 y 50 kilos ($14,57 \pm 1,83$; $25,88 \pm 3,21$); EC2: CMJ ($38,28 \pm 4,95$), Abalakov ($45,29 \pm 6,09$) y CMJ con carga externa de 20 y 50 kilos ($15,05 \pm 1,92$; $25,4 \pm 2,48$) y por último EC3: CMJ ($39,42 \pm 5,59$), Abalakov ($47,25 \pm 6,41$) y CMJ con carga externa de 20 y 50 kilos ($15,25 \pm 1,89$; $27,44 \pm 3,05$). **Conclusión:** Sujetos sometidos a EC3 presentan un mayor rendimiento en pruebas de potencia muscular.

Palabras clave: Entrada en calor, potencia muscular, potenciación postactivación.

ABSTRACT

Introduction: The warm up is a very important step in preparing the athlete in both training and competition, an aspect which he is not always given the importance it deserves. Your planning should consider the physical skills and technical gestures that will train. **Objective:** To determine the post activation potentiation three protocols specific warm. **Material and Method:** quasi-experimental design study. Four futbol players, five speed skaters and three volleyball players: twelve male athletes between 17 and 26 years, all national teams from different disciplines were evaluated. They were subjected to three warm-up sessions: multihop (EC1), squat with load (EC2) and more squat jump in contrast (EC3). maximum muscle power post warm-up with 4 specific tests was evaluated. **Results:** Statistical analysis was performed using ANOVA test comparing the values of the specific heat inputs with muscular power. Finding for EC1: CMJ ($31,3 + 5.34$), Abalakov ($44.5 + 6.64$) and CMJ external load of 20 and 50 kilos ($14.57 + 1.83$, $25.88 + 3$, twenty-one); EC2: CMJ ($38,28 + 4.95$), Abalakov ($45.29 + 6.09$) and CMJ external load of 20 and 50 kilos ($15.05 + 1.92$; $25,4 + 2,48$) and finally EC3: CMJ ($39.42 + 5.59$), Abalakov ($47.25 + 6.41$) and CMJ external load of 20 and 50 kilos ($15.25 + 1.89$, $27.44 + 3 05$). **Conclusión:** Subjects underwent EC3 have a positive relationship inthe maximum muscle power tests.

Keywords: Warm up, muscle power, post activation potentiation .



INTRODUCCIÓN

La entrada en calor (EC) es un aspecto muy importante en la preparación de los deportistas tanto en entrenamiento como en competencia, a la cual no siempre se le da la importancia que merece. Su planificación debiera considerar las capacidades físicas y gestos técnicos que se van a entrenar o propios del deporte a practicar. Al buscar potencia muscular existen muchas manifestaciones: lanzamientos, saltos, levantamientos, esprint, reacciones rápidas; para las cuales debemos aplicar entradas en calor específicas para una o varias de estas manifestaciones, permitiendo generar las condiciones musculares y nerviosas que aseguren alcanzar un rendimiento máximo.

La EC puede definir como el conjunto de ejercicios físicos orientados al aumento progresivo del rendimiento, determinado esencialmente por los sistemas neuroendocrino y musculoesquelético, capaces de inducir cambios funcionales y estructurales en las fibras musculares esqueléticas, lo que se traducen en una mejora del rendimiento (Barnes, 2016). Actualmente no existe consenso que indique el tipo y la calidad de la EC que se realice antes de un entrenamiento o competencia, pero si existe claridad en el hecho que la actividad realizada pre-competencia o pre-entrenamiento puede modificar el posterior desempeño del atleta, particularmente en pruebas de potencia anaeróbica aláctica (Ayala & Sainz, 2012).

En términos globales la EC general tiene por finalidad el incremento de la temperatura corporal (Bishop, 2003a), mediante un ejercicio aeróbico de baja intensidad (ACSM, 2014). Por otra parte, la EC específica se realiza a través de repeticiones submaximas con el propósito de generar una activación muscular (Barnes, 2016). En este sentido las respuestas fisiológicas de la EC específica se adaptan a las demandas metabólicas antes de realizar el ejercicio o deporte (Woods-Bishop, 2007; Scrivener, 2010). En este contexto las principales adaptaciones fisiológicas se orientan a las modificaciones en la temperatura muscular, generando disminución en su rigidez, aumento la velocidad de conducción nerviosa y mejoras en la relación de fuerza - velocidad (Bishop, 2003a). Estas respuestas incrementan el rendimiento muscular, lo que se reconoce como la Potenciación Post

Activación (PPA), donde la activación muscular aguda mejoraría la performance muscular (Woods-Bishop & Jones, 2007; Sale, 1987). Verjoshansky (2000), define PPA como un incremento en la respuesta muscular contráctil al realizar ejercicios explosivos luego de producir contracciones musculares máximas. Es necesario aclarar que existen estudios sobre las EC con PPA con resultados controversiales en cuanto a volumen, intensidad, densidad, tipo de contracción y medios utilizados (Siff, 2000; Baker, 2003; Chiu et al 2004; Hanson-Leigh & Mynark, 2007; King, 2003). En este contexto, no existe claridad en el tipo de EC específica para cada disciplina deportiva, sin embargo, existe consenso en las adaptaciones agudas que genera sobre el desempeño deportivo, particularmente en pruebas de potencia anaeróbica aláctica (Picón et al., 2015; El-Bakkali-El-Gazuani, 2015).

El objetivo de esta investigación es determinar la PPA de tres protocolos de EC específica: uno basado en multisaltos; otro basado en sentadillas con carga, sin y con salto; y un tercero que contrasta sentadillas con carga y saltos sin carga en forma de contrastes (Cometti, 2007), en deportistas de alto rendimiento de nivel nacional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Corresponde a 12 deportistas varones, de distintas disciplinas: cuatro futbolistas profesionales, cinco patinadores de velocidad y tres voleibolistas, los patinadores y voleibolistas corresponden a seleccionados nacionales de Chile. La edad de los participantes fue de $23,6 \pm 2,17$ años; IMC $23,11 \pm 1,38$ $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ y el porcentaje de grasa $12,4 \pm 2,49\%$. Todos los participantes y sus cuerpos técnicos responsables fueron informados de todo el proceso y protocolos, cada deportista firmo el documento de consentimiento informado y durante toda la intervención se consideraron las normas éticas de la Declaración de Helsinki (1975).

Procedimiento

Los sujetos fueron sometidos a tres sesiones de EC con tres días de separación una de la otra. Las sesiones contaron con una EC general, más tres EC específicas para cada sesión, detalladas en la tabla 1. Se evaluó la potencia muscular máxima post EC con



el fin de determinar el efecto de PPA de cada uno de los protocolos. Los test usados corresponden a: Counter Movement Jump (CMJ), Salto con uso de brazos o Abalakov (ABK), CMJ con carga externa de 20 y 50 kilos.

Counter Movement Jump (CMJ)

Partiendo de una extensión de rodillas en bipedestación, este salto consiste en realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas, para consecutivamente y sin pausa alguna efectuar un salto vertical máximo. Evalúa la fuerza explosiva con reutilización de energía elástica pero sin aprovechamiento del reflejo miotático.

Abalakov (ABK)

Corresponde a un salto exactamente igual al CMJ, pero con la inclusión de los brazos, los que darán una sinergia a favor de la altura del salto, en el caso que el sujeto tenga la coordinación requerida.

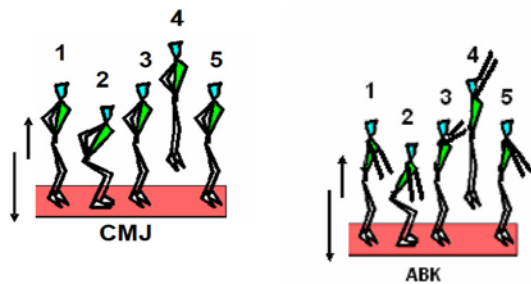


Figura 1. Secuencia de los saltos CMJ y ABK.

Test de CMJ con carga externa

Se realiza una sentadilla con salto con carga sobre la espalda usando una barra olímpica, según el procedimiento CMJ, el peso utilizado correspondió a 20 y 50 kilos respectivamente, con tres intentos bien ejecutados de los cuales se registra la mejor marca determinada por un sistema de encoder lineal. Se conecta el sensor de movimiento del Muscle Lab de Globus^{MR} (encoder lineal) a la carga a desplazar (barra olímpica). El equipo registra el desplazamiento en función del tiempo y todos los parámetros derivados son calculados automáticamente: Velocidad (m/s), velocidad angular (rad/s), fuerza, potencia, momento, etc.

Protocolo

El estudio se dividió en tres etapas:

Etapa I

Selección de los sujetos a estudiar. Todos fueron sometidos a un proceso de adiestramiento en los movimientos contenidos en las diferentes EC. Este proceso consistió en entrenamientos donde se ejecutaron los ejercicios de cada tipo de EC específica. Estas sesiones sirvieron para disminuir el factor de aprendizaje como elemento de variación en los resultados de las pruebas e identificar errores en la elección de movimientos y ejercicios; para corregir aspectos específicos de volumen, intensidad y densidad de cada EC.

Etapa II

Se procedió a medir una repetición máxima (1RM), para el ejercicio de sentadilla. Necesario para determinar las cargas a utilizar en dos de las EC.

Etapa III

Una vez obtenidos los resultados de 1 RM para la sentadilla, se procedió a determinar las cargas a utilizar por cada sujeto en las EC N° 2 y N° 3.

Con estos datos se aplicaron los tres protocolos de entrada en calor y las evaluaciones del estudio, con los test seleccionados utilizando la alfombra de saltos Globus^{MR} y el Encoder Lieal modelo Real Power de Globus^{MR}.

Entrada en calor	Descripción
General	<p>Esta EC se usará en todas las sesiones de evaluación, previo a la EC específica:</p> <p>3 minutos de trote suave. (baja intensidad)</p> <p>5 minutos de movilidad articular y desplazamientos consistentes en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ·Trote con movilidad de brazos. ·Desplazamiento lateral. ·Trote alternando con desplazamiento posterior (retrocesos). ·Skipping en el lugar. ·Trote y elevación de talones alternado. ·2 Ascensiones de 30 mts. <p>5 minutos de los siguientes ejercicios de elasticidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> ·De pie con una pierna estirada atrás (buscando mantener el talón en el piso), la otra pierna se mantiene flexionada adelante, con el



- cuerpo inclinado hacer presión en un poste o pared con las manos.
- De pie y erguido, tomar con ambas manos de una columna o poste. Separar los pies y las caderas, con los dedos de los pies hacia adentro (hacia el poste). Espirar, flexionar la cintura y desplazar las caderas hacia atrás hasta formar con las piernas un ángulo de 45°. Manteniendo y luego relajarse. (espalda plana y paralela al suelo).
- De pie flexionar una pierna y llevar el talón sobre el glúteo con el brazo hacia la espalda para coger el tobillo. Mantener el estiramiento y relajarse.
- Sentado sobre el piso, con el torso erguido y ambas piernas estiradas y abiertas. Espirar, estirar hacia delante la espalda y cogerse ambos pies. Mantener el estiramiento y relajarse.
- Estirado sobre un costado con las caderas ligeramente flexionadas, flexionar una pierna y llevar el talón sobre el glúteo con el brazo hacia la espalda para coger el tobillo. Mantener el estiramiento y relajarse.
- Sentado en el suelo, erguido y con ambas piernas extendidas. Espirar manteniendo ambas piernas estiradas extender la parte superior de la espalda, inclinar hacia delante la cintura y llevar el tronco sobre los muslos. Mantener el estiramiento y relajarse.
- Cogerse los pies con las rodillas flexionadas y abiertas. Espirar, inclinar el tronco hacia delante. Mantener el estiramiento y luego relajarse.

Cada posición se mantiene por 6 segundos en dos series mas una siguiente activación muscular.

<p>EC Específica 1 Multisaltos</p>	<p>Salto de medio impacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ·7 saltos, subidas y bajadas (bipodales) a bancos de 30 cm. ·7 Rebotes pasando mini vallas (de 35 a 40 cm). ·Pentasalto (pata coja). 5 Derecho- 5 Izquierdo. <p>Salto de alto impacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ·10 Carrera saltada (buscando recorrer la mayor distancia). ·5 saltos largos sin impulso. ·5 repeticiones de saltos en profundidad con respuesta inmediata desde 60 cms aprox. Ángulo aproximado de la rodilla 130°. ·Un esprint de 10 mts. y uno de 20 mts. ·Extensiones de brazos con despegue 2 series de 5 repeticiones. <p>El intervalo de descanso entre cada serie de saltos será de 2 a 3 minutos.</p>
<p>EC Específica 2 Sentadilla con carga</p>	<ul style="list-style-type: none"> ·Media sentadilla con salto con barra (20 kilos)/10 repeticiones. (pausa de 1 minuto). ·Media Sentadilla con salto: 4 repeticiones con 40% de un RM (para este ejercicio). ·Media Sentadilla: 4 repeticiones con 70% /3

- repeticiones con 80% de un RM (para este ejercicio).
 - Media Sentadilla con salto: 3 repeticiones con 60%.
 - Un esprint de 10 mts. y uno de 20 mts.
 - Extensiones de brazos con despegue 2 series de 5 repeticiones
- El intervalo de descanso entre cada serie de levantamientos será de 3 a 4 minutos.

<p>EC Específica 3 Sentadilla y saltos en contraste</p>	<ul style="list-style-type: none"> ·Media Sentadilla 5 repeticiones con 50% de un RM. Contrastado con 10 segundos de saltos con cambio de pie, a un banco o step (30 a 35 cm.) manteniendo una rápida velocidad de ejecución. (pausa de 1 minuto). ·Media Sentadilla con salto 4 repeticiones con 30%. Contrastada con 4 saltos contramovimiento continuos. · Media Sentadilla con salto 4 repeticiones con 50%. Contrastada con 4 saltos contramovimiento continuos. ·Media Sentadilla: 3 repeticiones con 85%. Contrastadas con 6 rebotes continuos en dos pies a vallas de 40 cm. ·Un esprint de 10 mts. y uno de 20 mts. ·Extensiones de brazos con despegue 2 series de 5 repeticiones <p>Entre cada serie existirá un intervalo descanso de 3 a 4 minutos. En el caso de los levantamientos y posterior serie de saltos no habrá intervalo ya que una vez terminado el último levantamiento se realizan los saltos de forma inmediata.</p>
--	--

Tabla 1: Descripción de las entradas en calor general y específico.

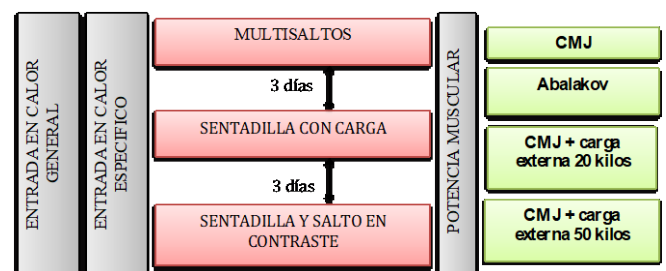


Figura 2. Resumen del diseño del protocolo experimental

Análisis Estadístico

Fue utilizado el análisis ANOVA de una entrada en la que se determinó un $p > 0,05$ lo que rechazó la H_0 , definiendo la existencia de diferencias entre los grupos, La diferencia estadística entre los grupos se estableció con la prueba de Tukey, la significancia estadística se fijó con un $p < 0,05$. Los resultados de las diferentes pruebas medidas fueron tratados en el software estadístico SPSS 21.



	EC1	EC2	EC3
CMJ cms.	31,3± 5,34	38,28± 4,95	39,42 ± 5,59
ABK cms.	44,5 ± 6,64	45,29 ± 6,09	47,25 ± 6,41
CMJ 20k Watt/kgs	14,57 ± 1,83	15,05 ± 1,92	15,25 ± 1,89
CMJ 50k Watt/kgs	25,88 ± 3,21	25,4± 2,48	27,44 ± 3,05

Tabla 2. Medianas y DE en los diferentes test según entradas en calor EC

RESULTADOS

Se han verificado diferencias entre las diferentes entradas en calor, quedando definido un mayor efecto en favor de la EC3 con uso de contrastes, sobre los resultados de las pruebas de potencia muscular evaluadas, como se puede observar en las medianas y desviación estándar de los diferentes test.

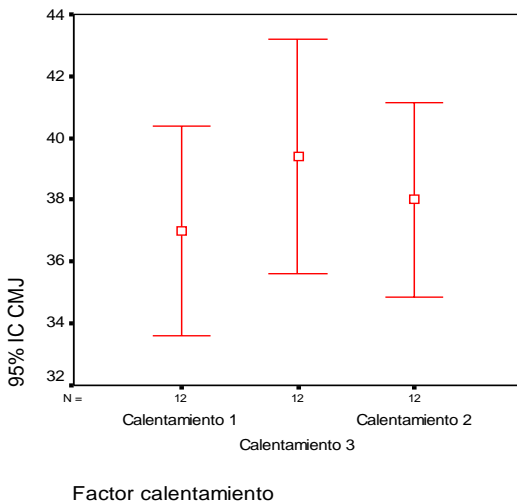


Gráfico 1. Posición y dispersión de salto CMJ. Se determinaron las alturas de salto CMJ en centímetros para cada una de las entradas en calor asignadas previamente con un número (1, 2 o 3). La valoración se realizó en alfombra de saltos Globus^{MR}.

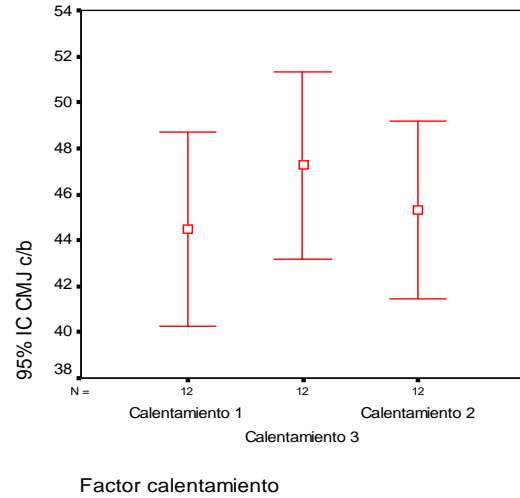


Gráfico 2. Posición y dispersión de salto CMJ c/b. Se determinaron las alturas de salto CMJ con ayuda de brazos, medida en centímetros para cada una de las entradas en calor, asignadas previamente con un número (1, 2 o 3). La valoración se realizó en alfombra de saltos Globus^{MR}.

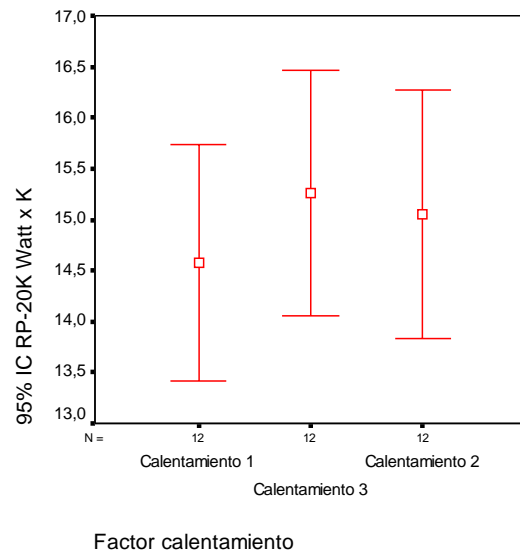


Gráfico 3. Posición y dispersión para la variable CMJ 20 kilos Watt x Kilos. Se determinaron las alturas de salto tipo CMJ con barra olímpica sobre los hombros con un peso equivalente a 20 kilos, medida la altura de salto en centímetros para cada una de las entradas en calor, asignadas previamente con un número (1, 2 o 3). La valoración se realizó en alfombra de saltos Globus^{MR}.

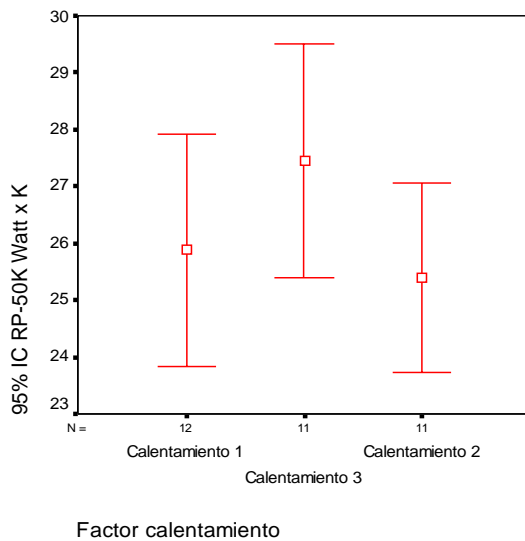


Gráfico 4. Posición y dispersión de salto CMJ en 50 Kilos Watt x Kilos. Se determinaron las alturas de salto tipo CMJ con barra olímpica y peso en discos sobre los hombros con un peso equivalente a 50 kilos, medida la altura de salto en centímetros para cada una de las entradas en calor, asignadas previamente con un número (1, 2 o 3). La valoración se realizó en alfombra de saltos Globus^{MR}.

DISCUSIÓN

El método por contrastes fue el protocolo de EC que presentó mayor rendimiento en los test de salto y potencia evaluados. La aplicación de contrastes en los ejercicios de fuerza según Verkhoshansky (2000), indica que la aplicación de una actividad previa influye en el funcionamiento posterior del músculo esquelético. Sin dudas, lo más cuestionable, de este método es la comprobación de la existencia real de una “huella neuromuscular” que explique en su totalidad el fenómeno.

Según Gullich y Schmidtbleicher (1995) la potenciación postactivación muscular se produce por el desencadenamiento del reflejo H (Reflejo de Hoffman), el cual, puede ser evaluado a través de electromiografía midiendo la amplitud de la onda H. Este reflejo produce la acumulación de potenciales de acción en la placa neuromuscular, lo cual, desencadena el reclutamiento de una mayor cantidad de unidades motoras, luego de una contracción voluntaria máxima.

Durante una entrada en calor con movimientos explosivos como los realizados en el presente

estudio, la posibilidad de sufrir una fatiga muscular puede afectar de manera negativa la historia contráctil y perjudicar la producción de fuerza y potencia según algunos autores (Chiu, 2004; Gletechen, 2010; Pay-Luque y Andrés, 2011; Martínez, 2007; Safran, 1988), por lo mismo, se tuvo la precaución de realizar solo 2 a 3 contracción musculares de muy alta intensidad y no máximas, durante la parte final de las entradas en calor y mantener una duración y volumen de trabajo limitado. No obstante, algunos investigadores han reportado una coexistencia de fatiga y PPA en los músculos esqueléticos (Martínez, 2007; Bishop, 2003b) y que la mejoría en el rendimiento muscular después de la EC con sobrecarga, depende del equilibrio entre la fatiga muscular y la potenciación muscular (Linder et al 2010; Duthie-Young & Aitken, 2002; Nelson-Cornwell & Heise, 1996; Young-McLean & Ardagna, 1995). El rendimiento óptimo se produce cuando la fatiga ha desaparecido pero los efectos de la PPA aún continúan (Bishop, 2003b).

Diversos estudios han reportado una disminución en el rendimiento durante la realización de flexiones de brazos explosivas (Ayala, Sainz & De Ste Croix, 2012) y durante los saltos (Grange-Cory-Vandenboom y Houston, 1995; Abbate-Sargeant-Verdijk & De Haan, 2000; Baker, 2003; Chatzopoulos, 2007; Matthews & Snook, 2004; Faigenbaum, 2005) posteriores a un protocolo de entrada en calor con PPA. Por tanto, los estudios previos sobre los efectos de la PPA han reportado resultados controversiales en relación a la mejora del rendimiento. Con resultados negativos en los estudios que utilizaron actividades no específicas del deporte, para investigar los efectos de la PPA sobre el salto y sobre ejercicios realizados con el tren superior; por otro lado, los estudios que utilizaron actividades específicas del deporte para investigar los efectos de la PPA en la entrada en calor han reportado incrementos en el rendimiento dinámico en deportes, tales como, el ciclismo y la carrera de esprint (Verkhoshansky, 2000; Gilbert & Lees, 2005; Häkkinen & Komi, 1986; Kilduff et al, 2007; Smilios et al, 2008; Young-McLean & Ardagna, 1995). Chatzopoulos (2007) reportó que la PPA influyó el rendimiento de esprint en distancias cortas de 10 y 30 metros realizados por deportistas masculinos amateur de elite de varios deportes después de



realizar 10 series de 1 repetición al 90% de 1 repetición máxima (RM) en el ejercicio de sentadillas. McBride (2005) también reportó efectos de PPA sobre el rendimiento en un esprint de 40 metros con jugadores de fútbol universitario después de una entrada en calor de bajo volumen con sentadillas, que consistió en una serie de tres repeticiones al 90% de 1RM de los jugadores, volumen e intensidad muy similar al utilizado en el presente estudio.

Duthie et al. (2002) compararon los rendimientos de saltos verticales después de tres métodos de EC en tres sesiones de entrenamiento diferentes, en participantes femeninas jugadores de hockey y softbol ($n = 11$) todas entrenadas con sobrecarga por más de dos años. La media sentadilla se utilizó como ejercicio de sobrecarga de alta intensidad, y los saltos desde sentadilla fueron los ejercicios de cargas bajas y mayor velocidad, con método de contraste. La primera EC consistió del método tradicional de completar series de ejercicios de potencia (saltos desde sentadilla) antes de las series de media sentadilla. La segunda EC consistió en completar series de media sentadilla antes de los saltos desde sentadilla. La tercera EC incluyó series alternadas de media sentadilla y saltos desde sentadilla (método de contraste). Contrariamente a la mayoría de los estudios de entrada en calor con PPA y saltos, el estudio reveló que no hubo diferencias significativas en los rendimientos de saltos desde sentadilla (altura promedio del salto, potencia pico o fuerza máxima) entre cada uno de los métodos de entrada en calor. Por otro lado, hubo una diferencia significativa en el rendimiento entre los grupos con diferentes niveles de fuerza al realizar estratificación, siendo el grupo de mayores niveles de fuerza el que obtuvo mayores incrementos en el rendimiento utilizando el método de contraste, en comparación con el método tradicional. Los investigadores concluyeron que el entrenamiento de contraste es favorable para incrementar la producción de potencia en atletas (mujeres) con niveles de fuerza relativamente elevados. Resultado que se vincula directamente con el mejor rendimiento en saltabilidad obtenido en el presente estudio con la entrada en calor que uso método de contraste por sobre los rendimientos alcanzados en levantamiento y saltos por separado en deportistas entrenados.

Estudios de Linder et al, (2010) indican un efecto de PPA después de una recuperación de nueve minutos. Estudios previos han determinado que el período de recuperación entre el estímulo de sobrecarga y la posterior actividad de rendimiento explosivo varía de 0 a 18.5 minutos para la resíntesis de fosfocreatina posterior a la entrada en calor con sobrecarga (Woods-Bishop y Jones, 2007; Baker, 2003; Bishop, 2003; Martínez, 2007; Kilduff, 2008; Jones & Lees, 2003). Kilduff, (2008) reportó que la recuperación óptima para elevar al máximo el efecto de PPA sobre la producción de potencia pico (aproximadamente incrementos del siete y ocho por ciento) debía ser de entre ocho y 12 minutos para el tren inferior. En contraste, Jones y Lees (2004) reportaron que no hubo diferencias significativas en ninguna de las variables de rendimiento medidas después de los tres, 10 y 20 minutos de recuperación después de la realización del ejercicio de sentadillas. Además, Gilbert y Lees (2005) reportaron efectos agudos ambiguos al no hallar diferencias significativas entre los valores pre y post intervención en la tasa de desarrollo de la fuerza isométrica luego de 2 y 10 minutos de recuperación. En contraste, se han reportado incrementos significativos luego de 15 y 20 minutos de recuperación posteriores a la realización de series repetidas de sentadilla por detrás (cinco repeticiones de 1RM). En el presente estudio se realizaron las mediciones de saltabilidad entre el minuto seis y el minuto 15 tras la finalización de cada EC o calentamiento.

REFERENCIAS

1. Abbate, F., Sargeant, A., Verdijk, P. (2000). Effects of high-frequency initial pulses and posttetanic potentiation on power output of skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*. 88(1), 35-40.
2. Ayala, F., Sainz de B, P., y De Ste Croix, M. (2012) Estiramientos en el calentamiento: Diseño de rutinas e impacto sobre el rendimiento. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*. 12(46), 349-368.
3. Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output



- during upper-body complex power training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 17(3), 493-497.
4. Barnes, M., Peterson, A. (2016). Effects of different warm up modalities on power output during the high pull. *Journal of sports sciences*. 16(35), 1-6.
 5. Bishop, D. (2003a) Warm up I. *Sport medicine*. 33(6), 439-454.
 6. Bishop, D. (2003b). Warm up II. *Sport medicine*. 33(7), 483-498.
 7. Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Giannakos, A. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 21(4), 1278-1281.
 8. Chiu, L., Fry, A., Schilling, B. (2004). Neuromuscular fatigue and potentiation following two successive high intensity resistance exercise sessions. *European journal of applied physiology*. 92(4-5), 385-392.
 9. Cometti, G. (2007). *Los métodos modernos de musculación*. Editorial Paidotribo.
 10. Colegio americano de medicina deportiva. (2014). *ACSM's guideline for exercise testing and prescription* (pp. 96-99). Filadelfia, PA: Lippincott Williams and Wilkins.
 11. Duthie, G., Young, W., y Aitken, D. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrast methods of power development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 16(4), 530-538.
 12. El-Bakkali-El-Gazuani, M. (2015). Fisiología del calentamiento previo al ejercicio físico y su importancia en la prevención de lesiones musculares. Revisión narrativa.
 13. Gilbert, G., y Lees, A. (2005). Changes in the force development characteristics of muscle following repeated maximum force and power exercise. *Ergonomics*. 48(11-14), 1576-1584.
 14. Gletechen, Y. (2010). Caracterización Fisiológica de los Sistemas Energéticos en el Atletismo. 174:1089-1099.
 15. Grange, R., Cory, C., Vandenoorn, R. (1995). Myosin phosphorylation augments force-displacement and force-velocity relationships of mouse fast muscle. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*. 269(3), C713-C724.
 16. Gullich, A., y Schmidtbleicher, D. (1995). Short-term potentiation of power performance induced by maximal voluntary contractions. *In XVth Congress of the International Society of Biomechanics*. (Vol. 1, pp. 348-349).
 17. Häkkinen, K., y Komi, P. (1986). Effects of fatigue and recovery on electromyographic and isometric force-and relaxation-time characteristics of human skeletal muscle. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 55(6), 588-596.
 18. Hanson, E., Leigh, S., y Mynark, R. (2007). Acute effects of heavy-and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 21(4), 1012-1017.
 19. Jones, P., y Lees, A. (2003). A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 17(4), 694-700.
 20. Kilduff, L., Bevan, H., Kingsley, M. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 21(4), 1134-1138.
 21. King, A. (2003). The Effect of Various Durations of Maximal Voluntary Isometric Contractions on Subsequent Power Performance [master's thesis]. University of Victoria. British Columbia, Canada.
 22. Linder, E., Prins, J., Murata, N. (2010). Effects of preload 4 repetition maximum on 100-m sprint times in collegiate women. *The Journal of*



- Strength & Conditioning Research*. 24(5), 1184-1190.
23. Martínez, C. (2007). El calentamiento: tipos y fases. *Lecturas: Educación física y deportes*, (108), 53.
 24. Matthews, M., Matthews, H., y Snook, B. (2004). The acute effects of a resistance training warmup on sprint performance. *Research in Sports Medicine*. 12(2), 151-159.
 25. McBride, J., Nimphius, S., y Erickson, T. (2005). The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 19(4), 893-897.
 26. Nelson, A., Cornwell, A., y Heise, G. (1996). Acute stretching exercises and vertical jump stored elastic energy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 28(5), 156.
 27. Pay, A., Luque, G., y Andrés, J. (2011). Revisión y análisis de los test físicos empleados en tenis. *European Journal of Human Movement*. (26), 105-122.
 28. Picón, M., Chulvi-Medrano, I., Cortell-Tormo, J. (2015). Efectos inmediatos sobre la potenciación post-activación utilizando oclusión parcial superimpuesta. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*. (170), 368-373.
 29. Safran, M., Garrett, W., Seaber, A. (1988). The role of warmup in muscular injury prevention. *The American journal of sports medicine*. 16(2), 123-129.
 30. Sale, D. (1987). Influences of Exercise and Training on Motor Unit Activation. *Exercise and sport sciences reviews*. 15(1), 95-152.
 31. Scrivener, R. (2010). Warm up under the microscope. *NSCA's performance training journal*. 9 (1) ,8-17
 32. Siff, Dr. (2000). "Mel C &Verkhoshansky, Dr. Yuri." Superentrenamiento. Paidotribo. Barcelona. Ozolin 1971.
 33. Smilios, I., Pilianidis, T., Sotiropoulos, K. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 19(1), 135-139.
 34. Woods, K., Bishop, P., y Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*. 37(12), 1089-1099.
 35. Young, W., McLean, B., y Ardagna, J. (1995). Relationship between strength qualities and sprinting performance. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 35(1), 13-19.