

Efecto de un calentamiento en cicloergómetro sobre el salto vertical, el tiempo de reacción auditivo manual y la frecuencia cardíaca

Adrián de la Cruz-Campos, Juan Carlos de la Cruz-Márquez, Juan Carlos de la Cruz-Campos, María Belén Cueto Martín

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Granada. Granada.

Recibido: 21.01.2013
Aceptado: 26.07.2013

Resumen

El propósito de este estudio es valorar si un calentamiento en cicloergómetro influye sobre el rendimiento del salto vertical, la frecuencia cardíaca y el tiempo de reacción. Para ello se usó un diseño longitudinal con medidas pre-post en el que participaron 14 deportistas varones (22,7 años \pm 3,30, 178,8 cm \pm 3,93, 75,33 kg \pm 6,89). El calentamiento en cicloergómetro consistió en un pedaleo durante 5 minutos al 80% de la reserva de la frecuencia cardíaca seguidos de 5 minutos al 95% de la misma. Se realizó una batería de test de saltos y un test Sensorio motor auditivo manual (TS), pre (PRE) y post calentamiento (POST): En este orden se realizó un test de 5 saltos verticales libres (T1); test de saltos verticales repetidos durante 10 segundos (T2); test de saltos verticales repetidos durante 60 segundos (T3) y un test de tiempo de reacción ante un estímulo auditivo (TS), con una recuperación de 3' entre cada uno. También se determinó la frecuencia cardíaca durante cada test y durante la recuperación de los mismos. Mejoró de forma significativa ($p \leq 0,001$) la altura del salto vertical, aumentó el tiempo de vuelo, disminuyó el tiempo de contacto en el suelo y aumentó la frecuencia cardíaca máxima en el T1 tras realizar el calentamiento inespecífico en cicloergómetro, mientras que no hubo mejoras significativas en el T2 y en el T3 ni en el tiempo de reacción sensorio motor. Este estudio concluye que dos fases de 5' de calentamiento en cicloergómetro produce mejoras en el rendimiento del salto vertical libre y en la frecuencia cardíaca durante el mismo, pudiendo ser incluido el pedaleo en el protocolo de calentamiento de disciplinas deportivas en las que se realice este tipo de actuación.

Palabras clave:

Calentamiento. Salto vertical.
Tiempo de reacción auditivo manual. Cicloergómetro.
Frecuencia cardíaca.

Effect of cycle ergometer warming up on the vertical jump, auditory reaction time and heart rate

Summary

The purpose of this study is to assess whether a cycle ergometer warming up influences on vertical jump performance, heart rate and reaction time. To do this, we used a longitudinal design with pre-post measures involving 14 male athletes (22.7 years \pm 3.30, 178.8 \pm 3.93 cm, 75.33 \pm 6.89 kg). Warming up consisted of a pedal cycle ergometer for 5 minutes at 80% of heart rate reserve followed by 5 minutes at 95% of it. A battery jump test and a test engine auditory sensory manual (TS) was performed, pre (PRE) and after warming up (POST): in this order we conducted a test of 5 free vertical jump (T1), vertical jump test repeated for 10 seconds (T2) repeated vertical jump test for 60 seconds (T3) and a test of reaction time to an auditory stimulus (TS), with a recovery of 3' between each one. Heart rate was also measured during each test and during recovery time. There was a significant improvement ($p \leq 0,001$) on vertical jump height and flight time, contact time on the ground decreased and increased the maximum heart rate in Q1 after making nonspecific warming up cycle ergometer, while there was no significant improvement in Q2 and in Q3 or motor sensory reaction times.

This study concludes that two phases of 5' warming up cycle ergometer produces performance improvements on free vertical jump and in heart rate during it self, and can be pedaling included in the protocol of warming up in sports which do this type of action.

Key words:

Warm-up. Vertical jump.
Auditory manual reaction time. Cycle ergometer.
Heart rate.

Correspondencia: Adrián de la Cruz Campos.

E-mail: adlcruz86@gmail.com

Introducción

El calentamiento está considerado como uno de las actividades más recomendables para conseguir un rendimiento óptimo en cualquier disciplina deportiva. Su objetivo es acondicionar las capacidades físicas de fuerza, resistencia y flexibilidad, aumentar la temperatura corporal, la velocidad de las respuestas neuromusculares¹ y contribuir a evitar lesiones músculo tendinosas y ligamentarias^{2,3}. Normalmente está compuesto por una parte general, con ejercicios inespecíficos como carrera o pedaleo realizados a una intensidad submáxima seguido de estiramientos dinámicos de gran amplitud y otra específica, basada en los ejercicios característicos que se van a realizar en la actividad principal⁴.

A pesar de su importancia, hay relativamente pocos estudios que se centren en la mejora del rendimiento basado en un determinado calentamiento, por lo que usualmente el diseño individual del calentamiento está basado en el ensayo/error por parte del entrenador o del deportista y en el resultado puntual de una competición a la que el deportista se agarra como talismán^{4,5}. Por ello, y debido a la gran popularidad de la práctica del calentamiento, la comunidad científica intenta establecer pautas específicas que proporcionen el más útil y beneficioso calentamiento⁴.

El calentamiento dinámico ha demostrado conseguir resultados positivos en el salto vertical^{6,7} mientras que contracciones voluntarias con un incremento gradual de la intensidad, como las que se producen en un calentamiento dinámico, activan las funciones neuromusculares, aumentan la producción de potencia y mejoran el rendimiento⁷⁻⁹. Este efecto ha sido llamado "postactivation potentiation" (PAP), y puede ser descrito como la mejora transitoria de la contractilidad muscular tras una sesión breve de contracción¹⁰. Se ha estudiado el efecto PAP inducido por una resistencia externa y los posteriores efectos en actividades intensas, tales como el salto y el sprint revelando mejoras en el rendimiento^{7,11-13}. Estos estudios han usado varios tipos de cargas externas tales como mancuernas, chalecos con peso o barras, combinadas con un movimiento similar al salto o con un calentamiento dinámico. Por tanto, independientemente del tipo de carga externa utilizada en movimientos dinámicos, el calentamiento tiene el potencial de producir una mejora significativa en el rendimiento de ejercicios posteriores.

Sin embargo, los calentamientos específicos requieren grandes gastos energéticos y pueden ser lesivos. Si la altura del salto vertical pudiera ser incrementada por un calentamiento inespecífico no traumático se podría contribuir a beneficiar el rendimiento de los deportistas en diferentes deportes evitando cierto tipo de lesiones.

El propósito de este trabajo ha sido investigar el efecto de un calentamiento inespecífico realizado en un cicloergómetro sobre el rendimiento del salto, en jóvenes de edades comprendidas entre los 20 y 30 años y practicantes de actividad física de forma regular. Hemos elegido el salto vertical ya que es una acción importante en múltiples deportes y porque es una fuente común de lesiones. Además, por razones técnicas, tácticas o reglamentarias, a veces, el deportista no puede realizar un calentamiento específico o lo hace de forma apresurada lo cual puede ser también una fuente de riesgo. Nuestra hipótesis es que aplicar un calentamiento inespecífico de miembros inferiores y con incidencia sobre los componentes metabólicos y cardiovasculares, puede determinar mejoras en el rendimiento del salto.

Material y métodos

El estudio observa el efecto de un calentamiento realizado en cicloergómetro sobre tres tests de salto vertical, la frecuencia cardíaca durante los mismos y un test de reacción Sensorio motor. Voluntariamente participaron en el estudio 14 varones sanos (22,70 años \pm 3,30, 178,80 cm \pm 3,93, 75,33 kg \pm 6,89) practicantes de fútbol y fútbol sala que no presentaban ningún tipo de lesión músculo esquelética o enfermedad cardíaca. Todos los sujetos debían reunir tres requisitos básicos: a) carecer de un historial médico de alteraciones del aparato locomotor en los últimos 6 meses; b) no presentar en el proceso del estudio dolor muscular de aparición tardía (agujetas) y c) no haber realizado actividad física intensa en las últimas 48 horas. Todos los participantes tenían experiencia en la realización del salto vertical debido a las características de su deporte. El Comité de Ética en Investigación Humana de la Universidad de Granada aprobó este estudio y los participantes fueron informados de la naturaleza del estudio mediante un protocolo de consentimiento informado.

El estudio consistió en un diseño intragrupo, longitudinal con medidas pre y post calentamiento. Los test fueron (a) Test de Salto 1 (T1), (b) Test de Salto 2 (T2), (c) Test de Salto 3 (T3) y (d) Test Sensorio motor (TS).

El calentamiento se realizó sobre una bicicleta ergométrica *Lode Excalibur Sport Cycle Ergometer* y consistió en dos fases de intensidad incremental de 5' cada uno. Se determinó la resistencia de pedaleo, en relación a la edad, peso, sexo y frecuencia cardíaca (FC) determinada en reposo durante 2 minutos mediante el dispositivo Omega Wave (OW) que reúne todos los requisitos recomendados por la Sociedad Europea de Cardiología y la *North American Society of Pacing and Electrophysiology Standards for Measurement of Heart Rate Variability*.

En reposo se determinaron los datos descriptivos de los participantes (altura, mediante un estadiómetro estándar y el peso junto con la impedancia corporal, mediante un impedanciómetro Tanita TBF 300 GS).

En los test de salto se midió: tiempo de vuelo (TV, ms), altura de salto (AS, cm), máxima altura de salto (MAS, cm), el tiempo de contacto con el suelo (TC, ms, en T2 y T3), número de saltos (n1 en T2 y n2 en T3), potencia anaeróbica aláctica (PAA W/kg en T2) potencia anaeróbica láctica (PAL W/kg en T3), la frecuencia cardíaca al finalizar cada uno de los test de salto (FC FIN en latidos por minuto lpm), al minuto (R1 lpm), a los dos minutos (R2 lpm) y a los 3 minutos de recuperación (R3 lpm). En el TS se midió el tiempo de reacción (ms) de los músculos flexores del primer dedo de la mano dominante tras escuchar un pitido repetido 50 veces a intervalos aleatorios. Las variables del salto y el tiempo de reacción se midieron mediante el dispositivo Omega Wave (OW), creado con el propósito de analizar los límites de riesgo de la condición física tanto en reposo como en esfuerzo. El dispositivo OW dispone de un módulo interface con una salida conectada a una plataforma de contacto (Tapeswitch Controlmat CKP), un interface conectado a una empuñadura con un pulsador para el dedo pulgar de la mano dominante y un sistema de registro de la frecuencia cardíaca y el electrocardiograma tanto en reposo como en esfuerzo.

Tras registrar las medidas descriptivas, los sujetos recibieron las instrucciones para realizar en el PRETEST los tres test de saltos propuestos y el test Sensorio motor, teniendo un tiempo de reposo de 3 minutos entre cada test. En el T1 los sujetos debían realizar cinco saltos máximos,

partiendo de una posición erguida sobre la plataforma de contacto y manteniendo las manos sobre las crestas ilíacas, con las instrucciones de mantener las manos en esa posición durante todo el test y con la indicación de que podían efectuar el impulso que considerasen apropiado. En el T2 los sujetos debían saltar el mayor número de veces, a la máxima altura posible e intentando mantener el menor tiempo posible el contacto con el suelo entre cada salto durante 10 segundos. En el T3 se repetía el protocolo durante 60 segundos. Se dejó un tiempo de recuperación de tres minutos entre cada test, en el cual los sujetos permanecían de pie en la plataforma de contacto. Durante el período de recuperación se registró la frecuencia cardíaca de los sujetos, inmediatamente al finalizar los saltos y transcurridos 1, 2 y 3 minutos usando un cardiotaquímetro polar F6.

Tras realizar los test de salto, los sujetos debían realizar el test Sensorio motor. Este test consistía en reaccionar lo más rápidamente posible a un estímulo sonoro. Se instruyó a los individuos para que pulsaran con el dedo pulgar de la mano dominante el dispositivo manual OW en posición decúbiteo supino. Cada sujeto debía ejecutar 50 intentos correctos considerando un margen de confianza de 50 ms a 400 ms para considerar válido cada uno de esos intentos.

Una vez realizado el pretest, los sujetos efectuaron el TEST consistente en un calentamiento en un ciclo ergómetro Lode Excalibur ajustando la altura del sillín y del manillar a las medidas antropométricas de cada sujeto. Los sujetos realizaron el calentamiento en dos fases, según el protocolo estándar PWC₁₇₀¹⁴.

Las cargas establecidas (W kg⁻¹) con las que se realizaron las dos fases del calentamiento se establecieron mediante el software OW en función de la frecuencia cardíaca de reserva (fcreser) calculada restando a la frecuencia cardíaca máxima, la frecuencia cardíaca en reposo y del peso del sujeto.

La fase 1 del calentamiento tuvo una duración de 5 minutos. Se realizó con una resistencia media de 112,2 w ± 13,21 y con una frecuencia cardíaca media de 114,8 latidos por minuto (lpm) (56,67% ± 6,42 fcreser1 de la frecuencia cardíaca de reserva teórica. Tras terminar la fase 1 del calentamiento se les volvió a determinar la frecuencia cardíaca y transcurridos 1, 2 y 3 minutos. Después, los sujetos ejecutaron la fase 2 del calentamiento teniendo una duración de 5 minutos con una resistencia media de 197 w ± 38,48 y con una frecuencia cardíaca media de 147,2 lpm (74,38%± 4,06 fcreser 2). Al finalizar la fase 2 se les volvió a medir la frecuencia cardíaca y transcurridos 1, 2 y 3 minutos. Transcurridos los mismos los participantes realizaron el POSTEST en el que se determinaron las variables dependientes en cada uno de los tres test de salto (T1, T2 y T3) y el test Sensorio motor (TS) con las mismas indicaciones anteriormente descritas.

Para el tratamiento estadístico de los datos se ha utilizado el software SPSS 20.0., aplicando una estadística descriptiva, un test de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk al nivel de significación p≤0,05 en la muestra de los saltos para comprobar la normalidad de la muestra, un análisis de varianza para medidas repetidas (ANOVA modelo lineal general para medidas repetidas) para analizar las frecuencias cardíacas de las situaciones experimentales propuestas de los test de salto (T1, T2, T3), y una prueba T de Student para muestras relacionadas para analizar las variables registradas en cada uno de los Test de Saltos y Test Sensorio motor (TS).

Resultados

Los test de normalidad aceptan al nivel de significación 0,05 la hipótesis nula H0 aceptando que las variables pretest siguen una distribución normal, ya que el p-valor asociado a este test fue siempre mayor que el umbral 0,05.

El ANOVA mostró diferencias significativas (p≤0,000) en las frecuencias cardíacas obtenidas en los tests de salto T1, como indicó el índice Greenhouse-Geisser. No se observó diferencia en la frecuencia cardíaca pre y post calentamiento en T2 y T3 (p>0,05) (Tabla 1. Figuras 1, 2 y 3).

Figura 1. Valores de las frecuencias cardíacas pre y post calentamiento, obtenidas tras realizar el test de salto T1.

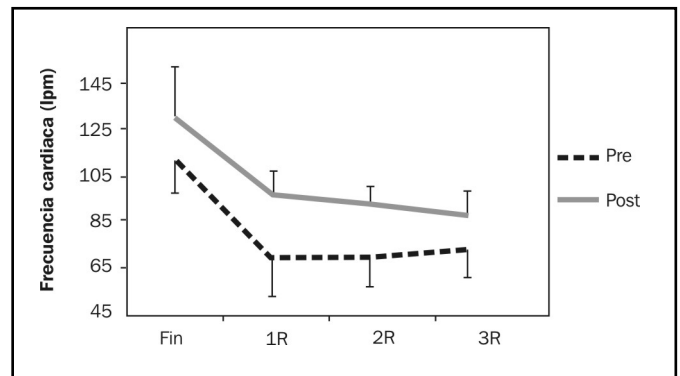


Tabla 1. Estadística descriptiva de la variable frecuencia cardíaca en relación con el calentamiento en los test de salto.

	FC	Pretest	Post test
Test de salto			
T1	0 min	111,21±22,10	130,00±13,89*
	1 min	68,79±10,07	96,71±16,59*
	2 min	69,36±7,94	92,07±13,12*
	3 min	72,50±9,90	87,93±11,61*
Test de salto			
T2	0 min	114,79±18,32	134,93±10,92
	1 min	70,57±13,91	92,21±16,60
	2 min	71,43±13,63	92,86±10,71
	3 min	76,29±18,13	89,57±12,07
Test de salto			
T3	0 min	152,14±12,72	160,00±22,12
	1 min	109,21±18,21	108,07±16,78
	2 min	87,71±14,89	89,50±15,51
	3 min	79,93±10,35	87,21±11,77

*Diferencia significativa pre y post calentamiento (p≤0,001).

Figura 2. Valores de las frecuencias cardiacas pre y post calentamiento, obtenidas tras realizar el test de salto T2.

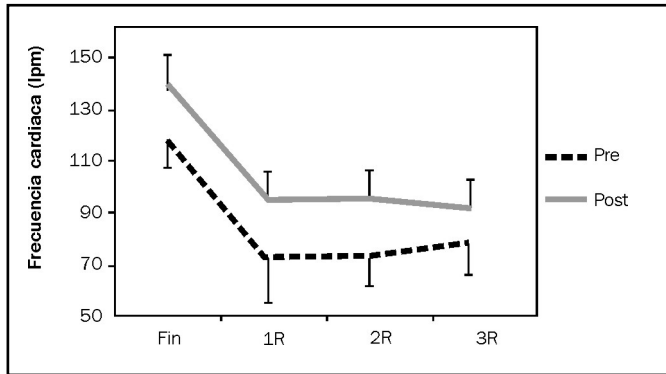


Figura 3. Valores de las frecuencias cardiacas pre y post calentamiento, obtenidas tras realizar el test de salto T3.

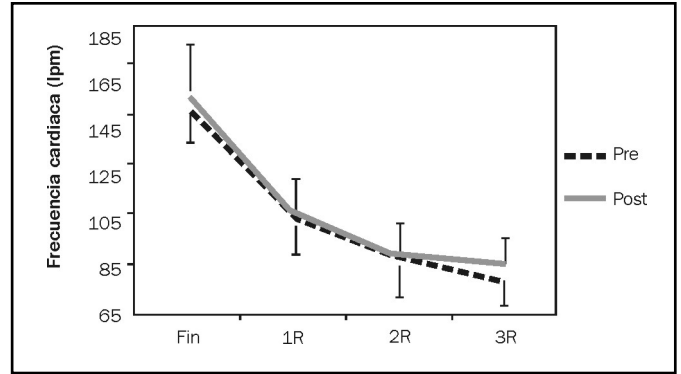


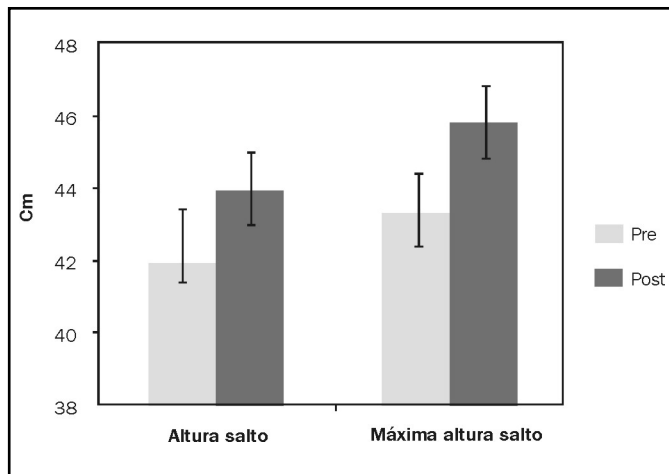
Tabla 2. Media \pm DS de las variables de los test de saltos.

	Pretest	Post test	Diferencia	Significación
Test de salto libre T1				
Altura salto (cm)	41,95 \pm 5,47	43,96 \pm 5,84	2,01	p \leq 0,001
Máxima altura Salto (cm)	43,37 \pm 5,60	45,81 \pm 6,04	2,44	p \leq 0,001
Tiempo vuelo (ms)	492,21 \pm 45,70	508,35 \pm 47,50	16,14	p \leq 0,000
Test de salto T2				
Altura salto (cm)	24,90 \pm 5,34	25,07 \pm 4,94	0,17	
Tiempo contacto (ms)	217,43 \pm 46,50	211,29 \pm 23,67	-6,14	
Número de saltos (n1)	15,71 \pm 1,72	15,64 \pm ,92	-0,07	
Tiempo vuelo (ms)	448,29 \pm 48,04	450,21 \pm 45,45	1,92	
Índice potencia láctica (W/kg)	3,65 \pm ,52	3,69 \pm ,52	0,04	
Test de salto T3				
Altura salto (cm)	21,10 \pm 4,53	21,34 \pm 4,22	0,24	
Tiempo contacto (ms)	207,07 \pm 20,91	210,43 \pm 26,94	3,36	
Número saltos (n2)	97,57 \pm 6,67	96,64 \pm 7,27	-0,93	
Tiempo vuelo (ms)	412,64 \pm 44,41	415,36 \pm 40,49	2,72	
Índice potencia láctica (W/kg)	3,31 \pm ,51	3,32 \pm ,46	0,01	
Test sensorio motor TS				
Tiempo de reacción	0,16786 \pm 0,01	0,16693 \pm 0,01	0,001	

La prueba T de Student para muestras relacionadas mostró que hubo un aumento estadísticamente significativo en la altura de salto (AS) (p \leq 0,000), mejor altura de salto (MAS) (p \leq 0,000) (Figura 4), y el tiempo de vuelo (TV) (p \leq 0,001) en el T1 (Figura 5). No se observó diferencia significativa (p>0,05) en las variables analizadas en los test de

salto T2 y T3, y TS, siendo las alturas de salto, tiempo de vuelo, y tiempo de contacto con el suelo, post calentamiento, similares a los valores alcanzados en el pre calentamiento. En la Tabla 2 se pueden observar la media y desviación estándar de las variables analizadas en cada uno de los Test de Saltos y Test Sensoriomotor.

Figura 4. Valores de la altura de salto y máxima altura de salto, tras la realización del test de salto T1, pre y post calentamiento.



Los test de normalidad aceptan al nivel de significación 0,05 la hipótesis nula H_0 aceptando que las variables pretest siguen una distribución normal, ya que el p-valor asociado a este test fue siempre mayor que el umbral 0,05.

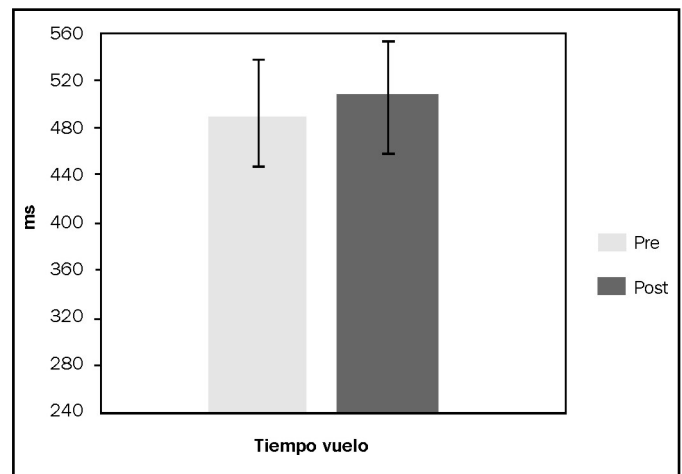
Discusión

El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de un calentamiento inespecífico realizado en cicloergómetro sobre el rendimiento del salto vertical (altura del salto, tiempo de vuelo y tiempo de contacto en el suelo), la frecuencia cardíaca después de los test de salto y el tiempo de reacción evaluado mediante un test Sensorio motor, en jóvenes de edades comprendidas entre los 20 y 30 años y practicantes de actividad física de forma regular.

El incremento en el rendimiento de una actividad física vinculado a un calentamiento ha sido reflejado numerosas veces evidenciando el actual convencimiento de que realizar un calentamiento antes de un esfuerzo deportivo es una práctica recomendada^{5,9,15,16}. Sin embargo, estos estudios se han enfocado en evaluar el efecto de diferentes tipos de estiramientos sobre el salto vertical, sin considerar ejercicios aeróbicos, que creemos esenciales para activar el organismo antes de una actividad física deportiva intensiva. Incluso realizando un calentamiento específico integrado por ejercicios dinámicos, a pesar de incrementar la flexibilidad de los músculos isquiotibiales y el par máximo de fuerza realizado por los cuádriceps en ejercicio concéntrico, puede que no se produzcan mejoras significativas en la altura del salto vertical¹⁷.

Se ha evidenciado un incremento en la altura del salto vertical^{13,18-21} y en la flexibilidad de los músculos isquiotibiales y cuádriceps¹⁸ realizando estiramientos estáticos y dinámicos, aunque sin mejora aparente en el tiempo de reacción¹⁸. También se han obtenidos resultados positivos en la mejora en el rendimiento del sprint^{22,23}. Sorpresivamente, estudios que usaron calentamientos específicos de salto, como salto sobre un escalón y salto pliométrico con rebote desde cierta altura, no encontraron mejora en el rendimiento en el salto vertical²⁴.

Figura 5. Valores del tiempo de vuelo tras la realización del test de salto T1, pre y pos calentamiento.



En el presente estudio el modelo de calentamiento empleado mejoró de forma significativa ($p \leq 0,001$) la altura del salto vertical, aumentó el tiempo de vuelo, disminuyó el tiempo de contacto en el suelo y aumentó la frecuencia cardíaca máxima en el T1 tras realizar un calentamiento inespecífico en cicloergómetro, mientras que no hubo mejoras significativas en el T2 y en el T3.

En la literatura^{4,25} un aumento de la frecuencia cardíaca tras un calentamiento específico se ha relacionado con efectos metabólicos positivos como una vasodilatación arterial y aumento del riego sanguíneo que evidentemente también se debe producir en nuestros sujetos como lo demuestra el aumento de la frecuencia cardíaca en el posttest.

En el diseño de nuestro estudio podemos apreciar que un aumento en la sensibilidad del nervio receptor y la velocidad del impulso nervioso, puede ser el resultado de un incremento de la temperatura muscular, resultando en una mayor rapidez y más fuerte contracción muscular tal como indica Faigenbaum (2005)⁹ aunque sin traslación al test Sensorio motor propuesto en el que no hubo diferencias significativas.

La fatiga acumulada y la intensidad del ejercicio pueden tener un rol importante en el rendimiento del salto vertical. Se cree que la fatiga y el trabajo de potenciación coexisten en el músculo esquelético tras una acción máxima o submáxima aunque puede haber un efecto negativo en la producción de fuerza cuando existe demasiada fatiga y/o insuficiente intensidad en el esfuerzo. Por ello, los intervalos de reposo también pueden influir en el rendimiento ya que su duración debe ser suficientemente larga como para permitir un descenso de la fatiga, no tan largo como para perder los efectos beneficiosos del mismo²⁶ y no excesivamente corto para permitir una cierta recuperación. Burkett (2005)⁷ estudió jugadores de fútbol universitarios durante cuatro calentamientos diferenciados, estableciendo dos minutos de reposo antes de realizar un test de salto vertical mientras que Vetter (2007)¹ realizó un estudio sobre seis tipos diferentes de calentamiento, sin dejar ningún tiempo de reposo antes de realizar el test de salto vertical, encontrando un aumento del rendimiento cuando se combinó el calentamiento con estiramientos dinámicos. Estos datos sugieren que la actividad principal debe realizarse en un tiempo relativamente corto, entre 1 y 5 minutos

tras realizar el calentamiento para maximizar el efecto del calentamiento sobre esa actividad.

En nuestro estudio se realizó un calentamiento inicial de 5 minutos con una frecuencia cardíaca media de $114,8 \pm 20,32$ lpm ($56,67 \pm 6,42$ fcresev1) y una resistencia media de $112,2 \pm 13,21$ w. Estos valores de frecuencia cardíaca y resistencia nos indican un ejercicio suave compatible con un inicio de actividad física seguido de un incremento de la intensidad preparando el organismo para acciones que requieran intensidad alta de los miembros inferiores. Siguiendo un concepto de distribución de cargas, que evita que se agoten las reservas energéticas y se facilite la recuperación de las mismas, administrábamos un descanso de 3 minutos antes de continuar el calentamiento con otros 5 minutos de pedaleo a una frecuencia cardíaca media de $147,2 \pm 6,71$ lpm, ($74,38 \pm 4,06$ fcresev2) con una resistencia media de $197,5 \pm 38,48$ w. Aplicando un calentamiento de estas características creemos que se intensifica el calentamiento antes de la competición o entrenamiento específico siguiendo un principio básico de continuidad energética y funcional para, finalmente, realizar los test objeto de estudio 3 minutos después de finalizar el calentamiento, en una cronología que simularía la de un entrenamiento intensivo o una competición. Por tanto, la realización de un pedaleo con las frecuencias cardíacas propuestas facilitaría la puesta en acción de una forma óptima.

Es transcendental tener en cuenta las dimensiones de la bicicleta para que sean acordes con las del sujeto, asegurando por tanto, un adecuado estiramiento de los componentes elásticos de la musculatura, de manera que se permita realizar el gesto técnico del pedaleo de la manera más correcta y eficiente posible, obteniendo el efecto deseado del calentamiento inespecífico de pedaleo sobre el salto y una correcta transferencia a la actividad deportiva.

Nuestro estudio propone un calentamiento inespecífico basado en un ejercicio aeróbico, por lo que su aplicación es transversal a la mayoría de deportes y puede realizarse en circunstancias que en algunos deportes facilitarían la puesta en acción del deportista, v.g en jugadores que se encuentran en completo reposo en el banquillo y que súbitamente tienen que salir a competir.

La aplicación práctica de esta observación puede desembocar en un beneficio en deportes en los que saltos y las respuestas de reacción tengan vital importancia rehuyendo calentamientos específicos potencialmente lesivos y costosos energéticamente. De esta manera, el entrenador puede disponer de sus deportistas en el momento requerido, ya que estos se encuentran controlados y localizados, y con una activación fisiológica óptima para su participación inmediata en la actividad deportiva y se desmitifica la creencia extendida entre muchos entrenadores de que un calentamiento basado en un pedaleo no tiene transferencia para ejercicios de carrera y salto.

Este calentamiento no sería incompatible con calentamientos tradicionales de la especialidad deportiva que el deportista podría realizar de la forma habitual, pero si su puesta en juego se retrasa, el pedaleo en cicloergómetro a pie de pista podría mantener activo al deportista sin que perdiera cualidades específicas de salto cuando las circunstancias del juego permitieran su actuación.

En futuros estudios, debemos centrarnos en integrar este tipo de calentamiento con acciones técnicas específicas de distintas disciplinas deportivas para que el deportista realizase un calentamiento completo, minimizando el riesgo de lesión, y potenciando la actividad neuromuscular.

Bibliografía

- Vetter RE. Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):819-23.
- Jamtvéd G, Herbert RD, Flottorp S, Odgaard-Jensen J, Havelrud K, Barratt A, Mathieu E, Burls A, Oxman AD. A pragmatic randomised trial of stretching before and after physical activity to prevent injury and soreness. *Br J Sports Med.* 2010;44(14):1002-9.
- Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med.* 2007;37(12):1089-99.
- Bishop D. Warm up II - Performance changes to structure the warm following active warm up and how up. *Sports Med.* 2003;33(7):483-98.
- Fradkin AJ, Zazryn TR, Smoliga JM. Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2010;24(1):140-8.
- Scott SL, Docherty D. Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *J Strength Cond Res.* 2004;18(2):201-5.
- Burkett LN, Phillips WT, Ziuraitis J. The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *J Strength Cond Res.* 2005;19(3):673-6.
- Rixon KP, Lamont HS, Bemben MG. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):500-5.
- Faigenbaum AD, Bellucci M, Bernieri A, Bakker B, Hoorens K. Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children. *J Strength Cond Res.* 2005;19(2):376-81.
- Sale DG. Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews.* 2002;30(3):138-43.
- Chatzopoulos DE, Michailidis CJ, Giannakos AK, Alexiou KC, Patikas DA, Antonopoulos CB, et al. Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1278-81.
- Mangus BC, Takahashi M, Mercer JA, Holcomb WR, McWhorter JW, Sanchez R. Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises. *J Strength Cond Res.* 2006;20(3):597-600.
- Chattong C, Brown LE, Coburn JW, Noffal GJ. Effect of a dynamic loaded warm-up on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2010;24(7):1751-4.
- Bland J, Pfeiffer K, Eisenmann JC. The PWC170: comparison of different stage lengths in 11-16 year olds. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(5):1955-61.
- Behm D, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(11):2633-51.
- Duncan MJ, Woodfield LA. Acute effects of warm up protocol on flexibility and vertical jump in children. *Journal of Exercise Physiology Online.* 2006;9(3):9-16.
- Aguilar AJ, DiStefano LJ, Brown CN, Herman DC, Guskiewicz KM, Padua DA. A dynamic warm-up model increases quadriceps strength and hamstring flexibility. *J Strength Cond Res.* 2012;26(4):1130-41.
- Perrier ET, Pavol MJ, Hoffman MA. The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *J Strength Cond Res.* 2011;25(7):1925-31.
- Gelen E. Acute effects of different warm-up methods on jump performance in children. *Biol Sport.* 2011;28(2):133-8.
- Frantz TL, Ruiz MD. Effects of dynamic warm-up on lower body explosiveness among collegiate baseball players. *J Strength Cond Res.* 2011;25(11):2985-90.
- Sotiropoulos K, Smilios I, Christou M, Barzouka K, Spaias A, Douda H, et al. Effects of warm-up on vertical jump performance and muscle electrical activity using half-squats at low and moderate intensity. *J Sport Sci Med.* 2010;9(2):326-31.
- Alikhajeh Y, Ramezanzpour MR, Moghaddam A. *The Effect of Different Warm-up Protocols on young Soccer Players' sprint.* In: Ongen DE, Hursen C, Halat M, Boz H, editors. 2nd World Conference on Psychology, Counselling and Guidance-2011. Amsterdam: Elsevier Science Bv; 2011.
- Ayala FS, Sainz P. Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte.* 2010;6(18):1-12.
- Faulkinbury KJ, Stieg JL, Tran TT, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA. Effects of depth jump vs. box jump warm-ups on vertical jump in collegiate vs. club female volleyball players. *Medicina Sportiva.* 2011;15(3):103-6.
- Bishop D. Warm up I - Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med.* 2003;33(6):439-54.
- Rassier DE, MacIntosh BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 2000;33(3):499-508.