



TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SALUD

ENTRENAMIENTO CON SOBRECARGA EXCÉNTRICA: CAMBIOS EN EL RENDIMIENTO EN JUGADORES DE BALONCESTO.

ALUMNO:

Pedro Monteagudo Jiménez

DIRECTOR

Rafael Sabido Solana

Facultad de Ciencias Sociosanitarias

Elche, junio de 2017

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.	2
2. MÉTODO	4
2.1. PARTICIPANTES.	4
2.2. DISEÑO DEL ESTUDIO.	4
2.3. PROCEDIMIENTO.....	4
2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	6
3. REFERENCIAS	7



1. INTRODUCCIÓN.

El baloncesto es un deporte de equipo dependiente tanto del sistema aeróbico como anaeróbico, siendo este último de mayor importancia según la mayoría de autores (Sallet, Perrier, Ferret, Vitelli, y Baverel, 2005; Ostojic, Mazic, y Dikic, 2006; Delextrat, y Cohen, 2009; Ziv, y Lidor, 2009; Abdelkrim, Castagna, Jabri, Battikh, El Fazaa, y El Ati, 2010; Köklü, Alemdaroğlu, Koçak, Erol, y Findikoğlu, 2011; Ziv, y Lidor, 2009). De hecho, las acciones ofensivas y defensivas más determinantes del resultado final del partido son altamente anaeróbicas (Boone y Bourgois, 2013). Concretamente, algunos autores destacan la importancia para el rendimiento de parámetros como el salto vertical, que se ha considerado como diferenciador de los jugadores más hábiles (Hoare, 2000; Ziv y Lidor, 2009) o predictor del tiempo de juego (Hoffman, Tenenbaum, Maresh y Kraemer, 1996; Abdelkrim et al., 2010), el cambio de dirección y el desplazamiento lateral de alta intensidad (McInnes, Carlson, Jones y McKenna, 1995) que se han considerado variables de éxito en baloncesto.

Todas estas acciones son altamente dependientes del nivel de fuerza y potencia (principalmente de los miembros inferiores). Por tanto, dentro de un programa de entrenamiento de baloncesto se encuentran ejercicios que mejoran dichos parámetros de la condición física. Entre ellos, se utilizan ejercicios como: cargada de potencia, sentadilla o zancada en escalón (National Basketball Conditioning Coaches Association, 2009). Entre las últimas tendencias del entrenamiento de la fuerza, ha surgido el entrenamiento con sobrecarga excéntrica, el cual ha demostrado tener efectos positivos superiores en el incremento de los niveles de fuerza y potencia (Martinez-Aranda y Fernandez-Gonzalo, 2017).

El entrenamiento con sobrecarga excéntrica nació como una herramienta para ser usada en viajes espaciales, ya que es una máquina independiente de la gravedad para generar una carga con la cual se estimulen las estructuras óseas y musculares, de manera que los astronautas podrían mantener su masa muscular y ósea durante misiones espaciales de larga duración, lo cual venía siendo un problema (Berg y Tesch, 1998).

El principal aspecto que diferencia al entrenamiento con sobrecarga excéntrica del tradicional es que, al contrario que el entrenamiento tradicional con cargas constantes, donde la máxima activación muscular se da en la fase concéntrica, el entrenamiento con sobrecarga excéntrica ofrece resistencia durante toda la fase concéntrica y excéntrica, consiguiendo incluso generar un pico mayor de fuerza durante la fase excéntrica (sobrecarga excéntrica). Consecuentemente, el estímulo que genera esta metodología, ha sido considerado más óptimo que el inducido por el entrenamiento de fuerza tradicional con cargas constantes. Esto se ha visto reflejado en adaptaciones superiores para este método de entrenamiento en cuanto a

fuerza, potencia, masa muscular y activación neural (Martinez-Aranda y Fernandez-Gonzalo, 2017).

Posiblemente, derivado de las características de esta metodología de entrenamiento, se ha demostrado la eficacia de su aplicación en el ámbito deportivo, provocando adaptaciones positivas en parámetros como el salto vertical (Fernandez-Gonzalo, Lundberg, Alvarez-Alvarez y de Paz, 2014), cambio de dirección y sprint (de Hoyo, Pozzo, Sañudo, Carrasco, Gonzalo-Skok, Domínguez-Cobo y Morán-Camacho, 2015; De Hoyo, De La Torre, Pradas, Sañudo, Carrasco, Mateo-Cortes, ... y Gonzalo-Skok, 2015; Tous-Fajardo, Gonzalo-Skok, Arjol-Serrano y Tesch, 2016; Gonzalo-Skok, Tous-Fajardo, Valero-Campo, Berzosa, Bataller, Arjol-Serrano, ... y Mendez-Villanueva, 2016).

Todas estas adaptaciones, hacen del entrenamiento con sobrecarga excéntrica un método de gran interés para su aplicación en deportes de equipo como el baloncesto, donde se requiere de un buen rendimiento en los parámetros mencionados. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que, en los deportes de equipo, como es el baloncesto, muchas de las acciones de alta intensidad, como saltos o cambios de dirección, requieren gran participación de una sola pierna. Esto subraya la importancia que puede tener, no solo el entrenamiento bilateral usado tradicionalmente, sino también el entrenamiento a una sola pierna (unilateral). Además, este tipo de entrenamiento se ha relacionado con un menor desequilibrio entre miembros, desembocando en menor riesgo de lesión y mayor rendimiento (Gonzalo-Skok, Tous-Fajardo, Suarez-Arrones, Arjol-Serrano, Casajús, y Mendez-Villanueva, 2016).

Anteriormente, se han investigado las diferencias en los efectos producidos por el entrenamiento de fuerza tradicional con sentadilla bilateral en comparación con el entrenamiento con sentadilla unilateral (Gonzalo-Skok et al., 2016), pero hasta ahora no se había estudiado el efecto que pueden producir estos mismos entrenamientos realizados mediante el método de sobrecarga excéntrica.

Por tanto, el objetivo del presente estudio, es analizar los efectos producidos en test asociados al rendimiento en jugadores de baloncesto, por el entrenamiento con sobrecarga excéntrica. Por otra parte, se analizarán las diferencias entre grupos para dichos test, derivadas de realizar el entrenamiento con sobrecarga excéntrica basado, bien en la sentadilla bilateral o bien en la sentadilla unilateral.

2. MÉTODO.

2.1. PARTICIPANTES.

Participaron voluntariamente 15 jugadores de dos equipos amateur de baloncesto. A lo largo de la intervención, 5 participantes abandonaron el estudio, 4 de ellos debido a una lesión ajena a la intervención y 1 de ellos debido a falta de disponibilidad. Por lo tanto, finalmente quedaron para análisis un total de 10 jugadores. El entrenamiento regular de los mismos consistía en 3 sesiones de entrenamiento de baloncesto a la semana, más un partido de competición durante el fin de semana (aproximadamente 6 horas de baloncesto por semana). Ninguno de los participantes había tenido experiencia previa en el entrenamiento con sobrecarga excéntrica. Se recogió una hoja de consentimiento informado de todos los participantes, informándoles de los posibles riesgos de la participación en el programa.

2.2. DISEÑO DEL ESTUDIO.

Se asignó a los participantes en función del rendimiento en CMJ, bien a un grupo de entrenamiento con sobrecarga excéntrica bilateral (SEB; $n = 5$ (edad 20.6 ± 2.41 ; altura 1.85 ± 0.09 m; peso 83.6 ± 21.48 Kg; CMJ 0.37 ± 0.07 m)) o a otro grupo de entrenamiento con sobrecarga excéntrica unilateral (SEU; $n = 5$ (edad 23.2 ± 2.28 años; altura 1.76 ± 0.14 m; peso 77.24 ± 14.43 Kg; CMJ 0.36 ± 0.08 m)). La duración de la intervención fue de 6 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones de entrenamiento a la semana y una separación de al menos 48 h entre ellas. Se realizaron una serie de test iniciales la semana previa a la intervención y test finales la semana posterior a la intervención. Los participantes pertenecían a dos clubes diferentes de la misma localidad, en ambos se realizaban 3 sesiones semanales de 90 min de entrenamiento de baloncesto, incluyendo en el mismo: calentamiento, trabajo de la técnica y táctica del deporte, juegos en espacio reducido o juego en situación real. A ello, se le sumaron las dos sesiones semanales de entrenamiento de la intervención. La semana previa al inicio de la intervención, los participantes recibieron 2 sesiones de familiarización, con el propósito de conseguir una técnica adecuada en la ejecución que les permitiese beneficiarse lo máximo posible del programa de entrenamiento con el mínimo riesgo.

2.3. PROCEDIMIENTO.

Sesiones de valoración.

Las sesiones de valoración inicial y final se realizaron, respectivamente, la semana previa y posterior a la intervención. Dichas sesiones, estuvieron separadas al menos 48 horas entre sí. En la primera sesión de valoración, los test de rendimiento se llevaron a cabo en el siguiente orden: primero se realizó el test de agilidad "T-test" y, en segundo lugar, se realizó el test de

CMJ bilateral y unilateral. En el segundo día de valoración se realizó el test “triple hop”. Tras finalizar los test en cada una de las sesiones, los participantes terminaron realizando la familiarización con los ejercicios de la intervención.

T-test.

El t-test se realizó de dos formas: realizando el primer cambio de dirección para el lado derecho y realizando el primer cambio de dirección para el lado izquierdo, realizando dos intentos en cada uno de ellos. En la salida, los participantes se colocaron en una plataforma de contacto, alineando la punta de los pies (en paralelo) con el borde de la misma. Al despegar ambos pies, un cronómetro conectado a la plataforma de contacto se iniciaba. Tras completar todo el recorrido y volver a pisar la plataforma, el cronómetro se detenía con el tiempo empleado en completar el test. Se tuvo en cuenta el mejor tiempo para cada lado para su posterior análisis.

CMJ.

El test CMJ, se realizó de forma bilateral y unilateral, con la pierna izquierda y con la pierna derecha. Para ambos, los participantes realizaron 3 intentos, de los cuales se cogió el mejor de ellos para su posterior análisis. En la ejecución, se les dio a los participantes la instrucción de saltar tan alto como pudiesen y de hacer el contra-movimiento con la profundidad que prefiriesen para saltar más alto. Para calcular el salto, se midió el tiempo de vuelo con una plataforma de contacto (Tapeswitch Signal Mat, Tapeswitch Corporation America, New York, USA) y se aplicó la fórmula $h = g \cdot t^2 / 8$ (donde h es la altura del salto; g es la aceleración de la gravedad ($9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$); t es el tiempo de vuelo en segundos) para obtener la altura del salto en metros.

Triple hop.

El triple hop consiste en tres saltos consecutivos a una sola pierna con la intención de recorrer la mayor distancia posible en línea recta. Tras el tercer salto, se aterriza con los dos pies intentando que queden paralelos entre sí. Se tuvo en cuenta la distancia desde la línea de inicio hasta el talón más retrasado del participante. Se realizaron dos intentos con cada pierna, de los cuales se tuvo en cuenta el mejor de ellos para su posterior análisis.

Potencia concéntrica y excéntrica.

Se midió la potencia en 3 series de cada uno de los ejercicios realizados en la máquina isoinercial “flywheel” (KBox 3, Exxentric AB TM, Bromma, Sweden) con un encoder rotatorio (SmartCoach Power Encoder, SmartCoach Europe AB, Stockholm, Sweden) con su software asociado (v 3.1.3.0). Para ello, se calculó el promedio de la potencia pico y de la potencia media,

tanto para la fase concéntrica como la excéntrica, así como el promedio de sobrecarga excéntrica de toda la serie. Se utilizó la serie con mejor promedio en la potencia pico concéntrica en cada uno de los tres ejercicios para su posterior análisis. Se les dejó a los participantes una recuperación de 4 minutos entre series, realizándose en primer lugar las series de sentadilla unilateral y finalmente las series de sentadilla bipodal.

Sesiones de entrenamiento.

La sesión de entrenamiento consistió en un calentamiento estandarizado de 5 minutos tras el cual, se realizaron 5 series de 8 repeticiones de sentadilla unilateral (para el grupo SEU) o sentadilla bilateral (para el grupo SEB) con 3 minutos de descanso entre series en una máquina isoinercial "flywheel" (KBox 3, Exxentric AB TM, Bromma, Sweden) con un momento de inercia de 0.025 Kg·m². Se les pidió a los participantes que en cada repetición realizaran la fase concéntrica lo más rápido posible y que retrasaran la acción de frenado hasta el último tercio de la fase excéntrica. Las sesiones de entrenamiento se realizaron 2 días a la semana, con una separación de al menos 48 horas entre ellas.

2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los resultados se presentaron en media y desviación típica. El análisis estadístico fue realizado con el software SPSS, v 24.0 (IBM Corp. Released 2016, IBM SPSS Statistics for Windows). Se analizó la normalidad de la muestra en función del CMJ, con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los resultados de las pruebas fueron analizados utilizando un ANOVA de medidas repetidas con ajuste de Bonferroni, observando si existían diferencias en el cambio según el tipo de entrenamiento. El valor que se estableció para considerar un cambio como significativo fue de $P < 0.05$.

Adicionalmente, se calculó el tamaño del efecto para todas las variables medidas. Para determinar la significatividad práctica se tuvo en cuenta el criterio para deportistas con entrenamiento de ocio (trivial: <0.35 ; pequeño: 0.35-0.80; moderado: 0.8-1.50; grande: >1.50) (Rhea, 2004).

3. REFERENCIAS.

- Abdelkrim, N. B., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2330-2342.
- Berg, H. E., & Tesch, P. A. (1998). Force and power characteristics of a resistive exercise device for use in space. *Acta astronautica*, 42(1), 219-230.
- Boone, J., & Bourgois, J. (2013). Morphological and physiological profile of elite basketball players in Belgium. *International journal of sports physiology and performance*, 8(6), 630-638.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1974-1981.
- De Hoyo, M., De La Torre, A., Pradas, F., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., ... & Gonzalo-Skok, O. (2015). Effects of eccentric overload bout on change of direction and performance in soccer players. *International journal of sports medicine*, 36(04), 308-314.
- de Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015). Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 10(1), 46-52
- Fernandez-Gonzalo, R., Lundberg, T. R., Alvarez-Alvarez, L., & de Paz, J. A. (2014). Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women. *European journal of applied physiology*, 114(5), 1075-1084.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A. V., Arjol-Serrano, J. L., ... & Mendez-Villanueva, A. (2016). Eccentric Overload Training in Team-Sports Functional Performance: Constant Bilateral Vertical vs. Variable Unilateral

Multidirectional Movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1-23.

Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2016). Single-Leg Power Output and Between-Limb Imbalances in Team-Sports Players: Unilateral vs. Bilateral Combined Resistance Training. *International journal of sports physiology and performance*, 1-24.

Hoare, D. G. (2000). Predicting success in junior elite basketball players—the contribution of anthropometric and physiological attributes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(4), 391-405.

Hoffman, J. R., Tenenbaum, G., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J. (1996). Relationship Between Athletic Performance Tests and Playing Time in Elite College Basketball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 67-71.

Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Koçak, F., Erol, A., & Findikoğlu, G. (2011). Comparison of chosen physical fitness characteristics of Turkish professional basketball players by division and playing position. *Journal of human kinetics*, 30, 99-106.

Martinez-Aranda, L. M., & Fernandez-Gonzalo, R. (2017). Effects of inertial setting on power, force, work and eccentric overload during flywheel resistance exercise in women and men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.

McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 13(5), 387-397.

National Basketball Conditioning Coaches Association. (2009). *Preparación física completa para el baloncesto* (No. 796.323 N277p). Madrid, ES: Ed. Tutor.

Ostojic, S. M., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 740-744.

- Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 18*(4), 918-920.
- Sallet, P., Perrier, D., Ferret, J. M., Vitelli, V., & Baverel, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *Journal of sports medicine and physical fitness, 45*(3), 291.
- Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2016). Enhancing Change-of-Direction Speed in Soccer Players by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training. *International journal of sports physiology and performance, 11*(1), 66-73.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine, 39*(7), 547.

