

# Carrera en plano inclinado y entrenamiento de saltos múltiples para desarrollar la potencia en baloncesto<sup>1</sup>

## *Cuphill running and multiple jump exercises for power training in basketball*

Darío Mendoza Romero\*  
Adriana del Pilar Urbina Bonilla\*\*

Recibido: 07 / 08 / 2009. Aprobado: 05 / 10 / 2010

### Resumen

Se comparó el efecto del entrenamiento de carrera inclinada con un método de entrenamiento con saltos múltiples sobre la potencia en el salto en jugadores universitarios de baloncesto. Para tal fin, se realizó un estudio aleatorio comparativo en 20 sujetos de 23 años, desviación estándar 2,2 y de 182 cm de talla, desviación estándar 9 cm, los cuales se dividieron en dos grupos, uno de entrenamiento pliométrico (n = 10) y el otro de entrenamiento de carrera inclinada (n = 10). Se aplicaron test de campo, salto largo, salto vertical (Detent), salto vertical con un paso de impulso y Abalakov, antes de empezar el entrenamiento, en la semana 8 y en la semana 12. En el grupo de entrenamiento de carrera inclinada se encontraron diferencias significativas en los promedios del salto largo de la semana 8 y 12 (p=0,09 y p=0,03, respectivamente) y después de 12 semanas en el Detent (p=0,0722). Los hallazgos de este estudio indican que el entrenamiento de carrera inclinada es efectivo para incrementar la fuerza explosiva de jóvenes jugadores de baloncesto.

**Palabras clave:** pliometría, plano inclinado, potencia, baloncesto

### Abstract

Running uphill as a training method was compared to multiple jumps to improve jumping power in young male basketball players. We carried out a randomized comparative study with 20 male players (23 ± 2,2 years and 182 ± 9 cm) who were randomly assigned to the plyometric (n= 10) or running uphill (n= 10) training groups. Jumping ability was determinate through field test (standing long jump, vertical jump, vertical jump with step, and Abalakov's tests) before training and after 8/12 week post-training. Standing long jump results were significantly higher in the group practicing running uphill compared to plyometrics after 8/12 weeks of training (p=0,09 and p=0,03, respectively). Moreover, vertical jump results were also significantly higher after 12 weeks (p=0.0722). These findings show that running uphill is at least as effective, and even better than the multiple jumps training method for improving explosive strength in young male basketball players.

**Keywords:** plyometrics, running uphill, power, basketball

<sup>1</sup> Investigación adscrita a la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia.

\* Universidad del Rosario. Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Unidad de Epidemiología. [mendoza.dario@ur.edu.co](mailto:mendoza.dario@ur.edu.co)

\*\* Universidad del Rosario. Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Unidad de Fisiología

## Introducción

El baloncesto es uno de los deportes más populares del mundo y a un nivel competitivo, es una actividad intermitente de alta intensidad que alterna el metabolismo aerobio y anaerobio, e incluye desde el desarrollo de un ejercicio de una caminata y carrera de baja intensidad hasta carreras de alta intensidad y saltos. El perfil fisiológico de jugadores de baloncesto incluye una moderada capacidad aerobia y una buena fuerza y potencia musculares (Apostolidis et al. 2004, Crisafulli et al. 2002). Sin embargo, se ha sugerido que el éxito en el baloncesto depende más de la capacidad anaerobia que de la aerobia y la potencia (Hoffman et al. 1996). Adicionalmente, se ha propuesto que un mejor desempeño en test anaeróbicos y de fuerza se asocian a reducción del riesgo de lesiones y resulta en saltos, lanzamientos y cambios de dirección más potentes (potencia anaeróbica/fuerza explosiva) (Latin et al. 1994).

Las pruebas de salto son por sí mismas, una buena medida de desempeño muscular específico, y la altura de salto (por ejemplo, en una prueba de salto alto) es similar entre las diferentes posiciones de juego en un equipo de baloncesto (Ostojic et al. 2006).

La pliometría ha mostrado ser la modalidad de entrenamiento más específica para mejorar la capacidad de salto (Markovic, 2007). El entrenamiento pliométrico involucra contracciones musculares excéntricas seguidas de rápidas contracciones concéntricas. La fase excéntrica del ejercicio estimula los husos neuromusculares y las propiedades elásticas del músculo, incrementando la velocidad y la fuerza de la contracción concéntrica (Malisoux et al. 2006). La mejoría en la capacidad de salto depende del entrenamiento pliométrico específico empleado (Ostojic et al. 2006). La mayoría de los ejercicios pliométricos involucra saltos sobre una superficie dura y rígida, o desde una altura de 26-80 cm usando cajones (Milgrom et al. 2000; Nicol et al. 1996). A pesar de los beneficios del entrenamiento pliométrico, también ha sido asociado con movimientos de alto impacto que incrementan el riesgo de lesiones (Nosaka y

Kuramata, 1991; Grantham, 2002), razón por la cual es importante estudiar otros métodos de entrenamiento que mejoren la capacidad de salto.

Las carreras sobre plano inclinado implican mayor costo energético y capacidad anaeróbica que sobre plano horizontal debido a que incrementan la masa muscular utilizada (Sloniger et al. 1997) y resultan en el desarrollo de más fuerza y potencia a nivel de las caderas en función de la inclinación (Roberts y Belliveau, 2005). De hecho, se ha observado que las carreras sobre plano inclinado se asocian con depleción más intensa de glucógeno que aquellas sobre plano horizontal (Costill et al. 1974). Por lo anterior, las carreras sobre plano inclinado pueden ser un buen método de entrenamiento para mejorar la capacidad de salto.

Existen varias pruebas específicas para evaluar la capacidad de salto, pero en términos generales las pruebas de laboratorio utilizan dispositivos electrónicos que miden el tiempo de vuelo y luego calculan la distancia de salto en centímetros (Bosco et al. 1983). Debido a la disponibilidad limitada de estos equipos en nuestro país, las pruebas de campo se utilizan con mayor frecuencia.

El propósito de este estudio es el de comparar un método de entrenamiento basado en carreras sobre plano inclinado con uno basado en saltos múltiples para mejorar la capacidad de salto en hombres jóvenes, jugadores de baloncesto. Un método de entrenamiento de similar o mayor efectividad que el basado en saltos resultará en un incremento en la capacidad de salto, mayor probabilidad de éxito, y menor riesgo de lesiones asociadas al entrenamiento.

## Métodos

### *Abordaje experimental del problema*

El estudio tiene un diseño experimental aleatorizado comparativo. Los sujetos fueron asignados de forma aleatoria a uno de dos grupos experimentales. Los sujetos de ambos grupos experimentales entrenaron dos veces por semana durante 12 semanas. Se aplicaron pruebas

de salto antes del entrenamiento, y después de 8 y 12 semanas post-entrenamiento. Tanto las pruebas como las sesiones de entrenamiento se realizaron a la misma hora, para controlar la variación circadiana en el desempeño.

### Sujetos experimentales

La totalidad de los 20 miembros de un equipo universitario masculino de baloncesto que compite en el Campeonato Interuniversitario Regional de Baloncesto (ASCUN Regional Bogotá) participó en el estudio (edad  $23 \pm 2.2$  años; estatura  $182 \pm 9$  cm; datos expresados como medias  $\pm$  desviación estándar). Los sujetos fueron voluntarios y dieron su consentimiento informado para participar en el estudio, el cual siguió la Declaración de Helsinki. Todos los sujetos fueron informados de manera verbal acerca de la naturaleza del estudio y de los potenciales riesgos asociados al mismo. Los participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo de entrenamiento basado en saltos múltiples ( $n=10$ ) o al de carreras sobre plano inclinado ( $n=10$ ). Después del proceso de aleatorización y antes de iniciar el entrenamiento, los sujetos no diferían significativamente en los resultados obtenidos en las pruebas de salto ( $p>0.10$ ).

### Programas de entrenamiento

Los voluntarios fueron asignados aleatoriamente a entrenamiento con saltos múltiples ( $n=10$ ) o con carreras sobre plano inclinado ( $n=10$ ). El entrenamiento con saltos múltiples incluía saltos desde cajón y saltos con lazos. Los saltos con cajón incluyeron un rebote inmediato después de la caída desde una altura variable, y se hicieron en tres series de cuatro repeticiones. La altura del cajón cambió de acuerdo a la serie, se usó una altura de 0,2 m para la primera serie, 0,3 m en la segunda y 0,4 en la tercera.

El entrenamiento basado en carreras sobre plano inclinado consistió en correr elevando las rodillas (*skipping* sobre césped con una inclinación aproximada de  $10^\circ$ ), realizadas en tres series de cuatro repeticiones de 15 m cada una, con pausas de 3 minutos entre series. Las características

detailladas de los dos métodos de entrenamiento se presentan en la Tabla 1.

Ambos grupos experimentales entrenaron dos días a la semana, durante 12 semanas, al inicio de la temporada competitiva. El programa de entrenamiento fue el mismo para los dos grupos experimentales en relación con otras habilidades físicas como resistencia, flexibilidad, coordinación y fuerza, así como también en cuanto a técnica y táctica (estrategia).

ENTRENAMIENTO BASADO EN SALTOS MÚLTIPLES: Saltos con cajón						
Serie	Repeticiones	Tiempo de trabajo (minutos)	Altura del cajón (cm)	Micropausa (minutos)	Macropausa (minutos)	Frecuencia
1	4	0.5	20	0.5	3	2/semana
2	4	1	30	1	3	2/semana
3	4	1	40	0.5	3	2/semana
Saltos con lazos						
Serie	Repeticiones	Tiempo de trabajo (minutos)	Distancia (m)	Micropausa (minutos)	Macropausa (minutos)	Frecuencia
1	4	0.5	15	0.5	3	2/semana
2	4	1	15	1	3	2/semana
3	4	1	15	0.5	3	2/semana
ENTRENAMIENTO BASADO EN CARRERAS SOBRE PLANO INCLINADO (10° inclinación)						
Serie	Repeti-ciones	Tiempo de trabajo (minutos)	Distancia (m)	Micropausa (minutos)	Macropausa (minutos)	Frecuencia
1	4	0.5	15	0.5	3	2/semana
2	4	1	15	1	3	2/semana
3	4	1	15	0.5	3	2/semana

Tabla 1. Descripción de los métodos de entrenamiento.

### Realización de pruebas

Las pruebas para evaluar la capacidad de salto se realizaron antes del entrenamiento, y después de 8 y 12 semanas de entrenamiento. Se utilizaron cuatro pruebas de salto precedidas de un procedimiento de estiramiento y calentamiento de 10 minutos. Las pruebas utilizadas fueron: salto largo sin impulso, salto vertical (Detent), salto vertical con paso (Detent con paso) y salto vertical con brazos (Abalakow).

La distancia del salto largo sin impulso se registró a partir del mejor de dos intentos. En la prueba de salto vertical (Detent) se midió la diferencia entre el alcance del deportista con el brazo extendido en posición de pie y la altura máxima alcanzada durante el salto. Para la prueba de salto vertical con paso el procedimiento fue similar al anterior pero incluyó un paso previo al salto. En el salto vertical con brazos (Abalakow), la altura

de salto se midió con una cinta métrica fija a la cintura del deportista.

### Análisis estadístico

Se calcularon medias y desviaciones estándar para todas las variables. Se empleó la prueba t para muestras pareadas para hacer comparaciones intragrupo (resultados antes y después del entrenamiento). Se empleó la prueba t de Student (muestras independientes) para hacer comparaciones entre los dos grupos. Se realizaron ajustes para varianzas desiguales cuando fue requerido. Se estableció un nivel de significancia  $p < 0.10$ , con intervalos de confianza del 90%. El poder estadístico calculado con el tamaño de muestra de 10 individuos por grupo fue 0.996, a dos colas. Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre las diferentes pruebas de salto, así como los coeficientes de correlación múltiple. La confiabilidad de las pruebas de salto se evaluó también mediante correlación de Pearson. Todos los cálculos estadísticos se realizaron utilizando el paquete Stata 9.0® (Statacorp, Texas, USA).

### Resultados

Los coeficientes de confiabilidad test-retest (Pearson) de las pruebas de salto utilizadas estuvieron entre 0.938 y 0.999 ( $p = 0.000$ ). Al inicio del entrenamiento no existían diferencias significativas entre los grupos experimentales. La figura 1 ilustra las medias y las desviaciones estándar para las cuatro pruebas de salto realizadas antes y después del entrenamiento.

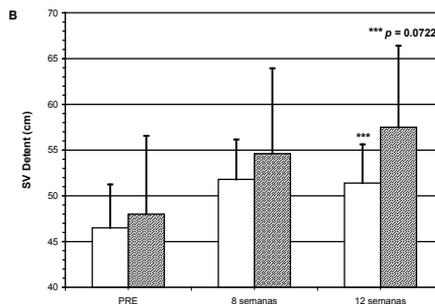
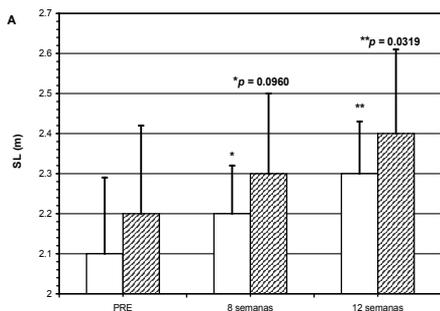


Figura 1A-1D. Comparación del efecto de dos métodos de entrenamiento sobre el desempeño en las pruebas de salto realizadas antes (pre) y después de 8 y 12 semanas de entrenamiento.

Barras blancas (saltos múltiples); barras grises (carreras sobre plano inclinado). Los valores se presentan como medias; las barras de error representan las desviaciones estándar; los asteriscos indican las diferencias significativas entre los dos métodos de entrenamiento (prueba t de Student). SL (salto largo); SV Detent (salto vertical Detent); SV Detent con paso (salto vertical Detent con paso); SV Abalakow (salto vertical Abalakow).

### Comparaciones intergrupos

El entrenamiento basado en carreras sobre plano inclinado resultó en desempeños significativamente superiores después de 8 y 12 semanas de entrenamiento en la prueba de salto largo ( $p = 0.0960$  and  $p = 0.0319$ , respectively), y después de 12 semanas en la prueba de salto vertical Detent ( $p = 0.0722$ ), comparado con el entrenamiento de saltos múltiples. Adicionalmente, también resultó en mejores resultados después de 12 semanas de entrenamiento en las pruebas de salto vertical Detent con paso y salto vertical Abalakow, aunque las diferencias con respecto al entrenamiento de saltos múltiples no fue significativa (Figura 1).

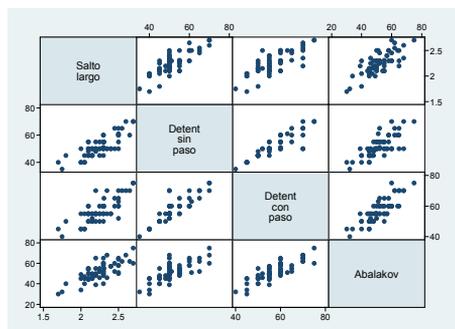
### Comparaciones intragrupo

Las comparaciones intragrupo revelaron una mejoría significativa en los resultados en todas las pruebas de salto después de 8 y de 12 semanas de entrenamiento, con respecto a los valores obtenidos antes del entrenamiento.

nidos antes del entrenamiento, en ambos grupos ( $p < 0.10$ , prueba t para mediciones repetidas).

### Correlaciones

Se encontraron buenas correlaciones entre las cuatro pruebas de salto utilizadas, con coeficientes de correlación de Pearson en rangos desde 0.7487 hasta 0.8838 ( $p = 0.0000$ ) (Figura 2).



R (Pearson) R² p	Salto Largo	Salto vertical Detent	Salto vertical Detent con paso	Salto vertical Abalakov
Salto Largo	1			
Salto vertical Detent	0.8102 0.6564 0.0000	1		
Salto vertical Detent con paso	0.7815 0.6107 0.0000	0.8838 0.7811 0.0000	1	
Salto vertical Abalakov	0.7617 0.5801 0.0000	0.7487 0.5605 0.0000	0.8393 0.7044 0.0000	1

Figura 2. Análisis de correlación entre las cuatro pruebas de salto realizadas. A) Gráficas de dispersión de los resultados obtenidos en las cuatro pruebas. B) Correlación múltiple entre las cuatro pruebas de salto. R (coeficiente de correlación de Pearson); R² (coeficiente de determinación).

### Discusión

Este estudio comparó el efecto selectivo del entrenamiento basado en carreras sobre plano inclinado con un entrenamiento basado en saltos múltiples, sobre la capacidad de salto de hombres jóvenes jugadores de baloncesto. El principal hallazgo de este estudio es que el entrenamiento basado en carreras sobre plano inclinado es más efectivo que el entrenamiento basado en saltos múltiples para mejorar el desempeño en las pruebas de salto largo y de salto vertical Detent, y es igualmente efectivo para mejorar los resultados en las pruebas de salto vertical Detent con paso y Abalakov (Figura 1). Secundariamente, este

estudio muestra una buena correlación entre las cuatro pruebas de salto utilizadas. De esta manera, nuestros resultados tienen un impacto considerable porque respaldan un posible cambio en el abordaje tradicional para el entrenamiento de la fuerza explosiva, específicamente de la capacidad de salto en baloncesto.

La alta confiabilidad (coeficientes de correlación test-retest) de las pruebas de salto empleadas y el poder estadístico de nuestro estudio permiten concluir que el entrenamiento basado en carreras sobre plano inclinado es tanto o más efectivo que el entrenamiento con saltos múltiples en términos de capacidad de salto. La superioridad del entrenamiento sobre plano inclinado fue particularmente evidente después de 12 semanas de entrenamiento y puede ser explicada fisiológicamente por la activación de una mayor masa muscular del tren inferior, por la ejecución de acciones concéntricas, así como de ciclos de estiramiento-acortamiento, y por una mayor capacidad anaeróbica. En particular, correr sobre un plano inclinado impone un mayor costo energético, el cual ha sido explicado por una mayor flexión de las articulaciones de las rodillas (Biewener A, et al. 2004). Así, es plausible que correr sobre un plano inclinado con la técnica de rodillas elevadas resulte en un costo energético aún mayor. A pesar de lo anterior, se requieren más estudios para validar nuestros hallazgos utilizando métodos automatizados de medición (plataformas de salto) y aplicando pruebas adicionales que evalúen otros componentes del desempeño atlético. Además, los mecanismos fisiológicos responsables de las mejorías en el desempeño deben ser establecidos.

### Aplicaciones prácticas

Los hallazgos de este estudio indican que el entrenamiento sobre plano inclinado es una estrategia efectiva para mejorar la fuerza explosiva, específicamente la capacidad de salto de hombres jóvenes, jugadores de baloncesto, y que incluso podría ser superior al tradicional método de saltos múltiples. De esta manera, los entrenadores y preparadores físicos pueden utilizar este método de entrenamiento en aquellas circunstancias en las que se requiere de una alta capacidad de salto.

## Referencias

- Biewener, A. A., Farley, C. T., Roberts, T. J., & Temaner, M. (2004). Muscle mechanical advantage of human walking and running: implications for energy cost. *J Appl Physiol*, 97(6), 2266-2274.
- Bosco C, Luhtanen P, & Komi PV. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol*, 50: 273-282.
- Costill DL, Jansson E, Gollnick PD, & Saltin B. (1974). Glycogen utilization in leg muscles in men during level and uphill running. *Acta Physiol Scand* 91: 475-481. 1974.
- Crisafulli A, Mellis F, Tocco F, Laconi P, Lai C, & Concu A. (2002). External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *J Sports Med Phys Fit*; 42: 409-417.
- Hoffman JR, Tenenbaum CM, Maresh CM, & Kraemer WJ. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite collage basketball players. *J Strength Cons Res*; 10: 67-71.
- Grantham N. (2002). Plyometrics in the pool: New research suggests that athletes can boost muscle strength and power with less risk of injury by exercising in water. *Sports Inj. Bull. (London)* 20: 8-10.
- Latin RW, Berk K, & Baechle T. (1994). Physical and performance characteristics of NCAA division I male basketball players. *J Strenght Cond Res*; 8: 214-218.
- Malisoux L, Francaux M, Nielens H, & Theisen D. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *J Appl Physiol*; 100: 771-779.
- Markovic G. (2007). Does plyometric training improves vertical jump heigh?: A meta-analytical review. *Br J Sports Med*, 41: 349-355.
- Milgrom C, Finestone A, Levi Y, Simkin A, Ekenman I, Mendelson S, y otros. (2000). Do high impact exercises produce higher tibial strains than running. *Br J Sports Med*; 34: 195-199.
- Nicol C, Komi PV, Horita T, Kryolainen H, & Takala TE. (1996). Reduced stretch-reflex sensitivity after exhausting stretch-cycle exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*; 72: 401-409.
- Nosaka K, & Kuramata T. (1991). Muscle soreness and serum enzyme activity following consecutive drop jumps. *J. Sports Sci*, 9: 213-219.
- Ostojic SM, Mazic S, & Dikic N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *J Strength Cond Res*; 20: 740-744.
- Roberts TJ, & Belliveau RA. (2005). Sources of mechanical power for uphill running in humans. *J. Exp. Biol.* 208: 1963-1970.
- Sloniger MA, Kureton KJ, Prior BM, & Evans EM. (1997). Anaerobic capacity and muscle activation during horizontal and uphill running. *J Appl Physiol* 83: 262-269.
- N Apostolidis, G P Nassis, T Bolatoglou, & N D Geladas. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 157-63. Retrieved September 27, 2009, from ProQuest Medical Library. (Document ID: 677974741).