

CURSO 2016-2017



**UNIVERSITAS**

*Miguel  
Hernández*

Máster en Rendimiento Deportivo y Salud

**EFFECTOS DEL  
ENTRENAMIENTO DE LA  
TÉCNICA DE CARRERA EN  
JUGADORES DE BALONCESTO  
DE CATEGORÍA CADETE  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

AUTOR: ANTONIO CASTAÑO ROMERO

TUTOR: JOSÉ LUIS LÓPEZ ELVIRA

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue el de aplicar un programa de entrenamiento de asimilación y desarrollo de ejercicios de técnica de carrera y comprobar cómo afecta en su aplicación al rendimiento y variables biomecánicas de la técnica del sprint. Se realizó un estudio cuasi experimental sobre una muestra de 20 jugadores de baloncesto pertenecientes a dos equipos de categoría cadete. Se utilizó un test de sprint de 10 m para la comparación de los resultados pre y post. La fase de aceleración y velocidad fue grabada con un iPhone SE situado sobre un trípode móvil y la fase final de máxima velocidad y análisis de las angulaciones fueron grabadas con una cámara situada sobre un soporte fijo. Los resultados pueden ayudar a iniciar futuras líneas de investigación sobre el entrenamiento de la técnica de carrera en baloncesto.

**Palabras clave:** técnica de carrera, baloncesto, sprint, biomecánica, rendimiento, entrenamiento.

## INTRODUCCIÓN

El baloncesto es uno de los deportes más practicados del mundo. En España, este deporte de equipo ocupa el segundo lugar en número de licencias federativas por detrás del fútbol. En este deporte, es común que los jugadores repitan acciones de alta intensidad con pequeñas pausas de descanso tales como carreras cortas de aceleración-deceleración, cambios de dirección y sprint a máxima velocidad (Zamparo, Bolomini, Nardello y Beato, 2015). Normalmente, debido al pequeño tamaño de la pista, la distancia recorrida durante un partido suele ser más corta de 10 m (Scalan, Dascombe y Reaburs, 2011).

La fase de aceleración es muy importante en este tipo de deportes que poseen cortas ráfagas de velocidad, manifestación de la aceleración y sprint a máxima velocidad como cualidades específicas (Alcaraz, Palao, Elvira y Linthorne, 2008). Durante esta fase, se produce una activación importante de la musculatura de las extremidades inferiores para acelerar las piernas y para preparar al cuerpo para el contacto con el suelo. (Chumanov, Heiderscheit y Thelen, 2011).

Ahondando en estos conceptos, la técnica de carrera es considerada como un factor importante para la aparición de una buena aceleración (Bosch y Klomp, 2005). Además, es uno de los factores que más influyen en la velocidad de desplazamiento y una restricción en la capacidad de flexibilidad dificulta su realización (Palao y Suelotto, 2010). Desde un punto de vista biomecánico, el sprint lineal está compuesto por fases de aceleración, velocidad máxima y deceleración (Volkov y Lapin, 1979) y cada una de esas fases puede requerir métodos específicos de entrenamiento (Alcaraz et al., 2008). Estudios en los que se esprintaba a máxima velocidad, han demostrado que estas variables, junto con la angulación de las articulaciones, la frecuencia y amplitud de zancada, pueden ser buenas para discriminar entre una adecuada e inadecuada técnica de sprint (Mero y Comi, 1994). Además, la técnica de carrera está ligada con el concepto de economía de carrera, ya que variables biomecánicas, como el tiempo de contacto con el suelo y las características de las zancadas pueden influir en esta. Por ejemplo, como podemos comprobar en el estudio de Santos-Concejero et al., (2014), el ángulo del tobillo en la pisada es un buen marcador de la economía de carrera, además es una medida fácil de obtener y costo-efectiva que puede ser útil para cada entrenador. Ejercicios o entrenamientos específicos para obtener ángulos de pisada mayores pueden promover la eficiencia biomecánica de la pisada, mejorando la economía de carrera e influyendo en el rendimiento (Moore, Jones y Dixon, 2012; Santos-Concejero et al., 2014).

Al igual que ocurre para evaluar la técnica de carrera, existen dos tipos de análisis de vídeo, uno cualitativo, en el que la evaluación se basa en los criterios del observador, y uno cuantitativo, donde se observan patrones de movimientos más detallados y específicos (Pueo, 2016). Para analizar el movimiento humano, los sistemas ópticos son la referencia por su gran precisión, pero el elevado coste de algunos materiales y el tiempo que hay que invertir en la captura y postprocesado, ha hecho que los investigadores prueben con otras tecnologías (Pueo y Jimenez-Olmedo, 2017). Con la disponibilidad generalizada de la tecnología, que ha hecho que se reduzca el precio de los materiales, una buena alternativa a esto son las cámaras de video de alta velocidad, que un entrenador puede utilizar para analizar los movimientos de sus atletas en un entrenamiento o en la competición, y convertirse de esta manera, en una de las piezas de equipamiento más importantes (Pueo, 2016). Grabar en dos dimensiones (2D), es más simple porque la acción es realizada sobre un plano de movimiento. Si combinamos los datos de las

coordenadas de la vertical y horizontal y conociendo los intervalos de tiempo o fotogramas por segundo, podemos calcular patrones de movimiento e información cinemática (Garhammer y Newton, 2013). En añadidura según las técnicas fotogramétricas descritas por Gutiérrez (1998), podemos obtener el tiempo de duración del desplazamiento.

Durante la etapa de la adolescencia se incrementa la talla, el peso, la velocidad de carrera, resistencia, agilidad y fuerza (Coelho et al., 2010), por lo que hay que tener muy en cuenta en estas edades los componentes tácticos, psicológicos y técnicos (Torres-Unda et al., 2013), entre los que podemos destacar la técnica de carrera. En este periodo, los sujetos son susceptibles a situaciones de aprendizaje. Los elevados niveles hormonales y una mejor composición músculo-esquelética propician que esta fase debería de presentar mejores resultados en factores físicos y técnicos, como son la ejecución técnica o la velocidad. Muchos jóvenes poseen una técnica de carrera inadecuada, a pesar de ser esencial para el desarrollo de habilidades especializadas, que se pueden aplicar en una actividad física o deporte específico (Gallahue y Donnelly, 2003), por lo que existe la necesidad de trabajarla y desarrollarla en jóvenes (Suelotto y Palao, 2011).

Autores como Turró i Mayne (1994), ya analizaron la biomecánica de la técnica de carrera y las angulaciones del inicio de la fase de apoyo y fase de despegue. Estos estudios, en su mayoría, han sido realizados a deportistas de élite de la disciplina de atletismo (Mann y Herman, 1985; Skof y Stuhec, 2004). El trabajo de la técnica es más común en disciplinas de atletismo, pero se entrena menos en deportes de equipo. Esto puede ser por la dificultad de evaluar a un gran número de deportistas y por las diferentes demandas específicas de los deportes de equipo (Young, Grace y Talpey, 2014).

Tras revisar la literatura, hemos podido observar que hay una clara carencia de investigaciones que analicen la repercusión que puede tener la implementación de un programa de ejercicios de técnica de carrera aplicada al deporte del baloncesto tanto en general como en categorías inferiores, así como también una falta de estudios que analicen las variables biomecánicas específicas de la técnica de sprint de los jugadores de baloncesto. Por lo que, el objetivo de este estudio es el de aplicar un programa de entrenamiento de asimilación y desarrollo de ejercicios de técnica de carrera y comprobar

cómo afecta en su aplicación al rendimiento y a las variables biomecánicas de la técnica del sprint.

## METODOLOGÍA

### Participantes

Una muestra de 20 jugadores de baloncesto voluntarios de categoría cadete, edad entre 15 y 16 años (Tabla 1) comenzaron el presente estudio. La muestra procede de dos equipos de las categorías inferiores de la Fundación Lucentum Baloncesto Alicante, más concretamente al Cadete A y al Cadete B. Ambos equipos realizaban el mismo tipo de entrenamiento, teniendo este una frecuencia de 4 sesiones a la semana. Los criterios de inclusión establecidos fueron los siguientes: (a) ser jugador de baloncesto; (b) no tener ninguna lesión previa y/o sufrirla durante la intervención; (c) pertenecer a la categoría cadete; (d) participar en las 2 evaluaciones (pre-test y post-test); (e) no faltar a más de 3 sesiones de intervención. Finalmente, el estudio fue completado por 18 jugadores, 9 en cada uno de los grupos, a los que se le analizaron los resultados,

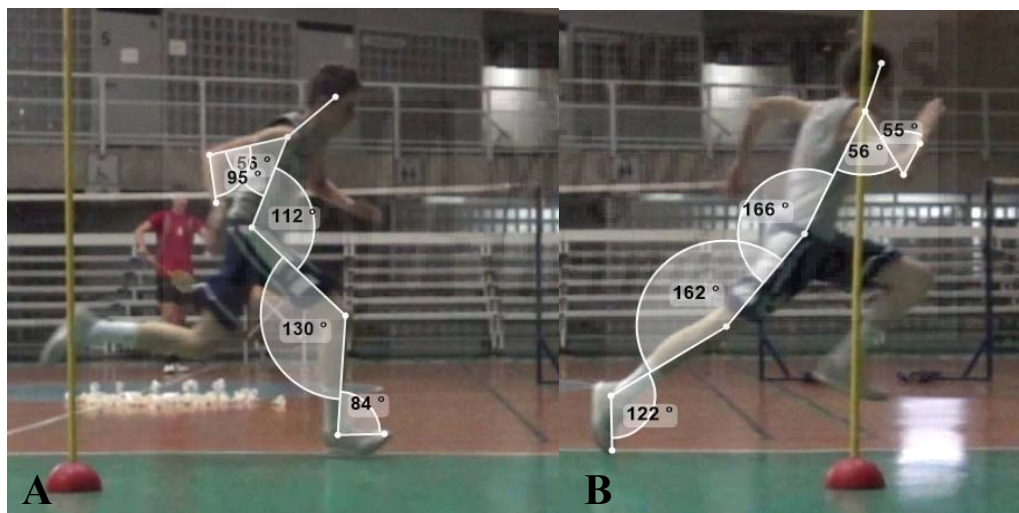
Se dio una descripción completa de la naturaleza y el propósito del estudio a los adolescentes, al cuerpo técnico de ambos equipos y al presidente de la Fundación. Tanto los participantes como sus padres, ya que son menores de edad, firmaron un consentimiento informado. Todos fueron informados de que eran libres de abandonar la intervención o no participar en esta, siempre respetando la confidencialidad y privacidad de sus datos y resultados.

**Tabla 1.** Características generales de los participantes (media  $\pm$  desviación estándar)

Grupo	Edad (años)	Masa (kg)	Altura (cm)
Experimental, $n = 9$	15.56 $\pm$ 0.53	71.17 $\pm$ 11.46	178.62 $\pm$ 8.33
Control, $n = 9$	15.44 $\pm$ 0.53	73.39 $\pm$ 13.12	179.44 $\pm$ 9.13

## Diseño experimental

El diseño del estudio fue cuasi-experimental entre grupos (experimental y control) con medidas pre-test y post-test. La variable independiente fue la aplicación de ejercicios de técnica de carrera en el calentamiento de las sesiones de baloncesto con dos niveles de aplicación. Se realizó el mismo tipo de calentamiento para ambos grupos, pero el grupo experimental (G1), además, realizó ejercicios de asimilación y de aplicación de técnica de carrera, mientras que el grupo control (G0) no realizó ningún ejercicio. Las variables dependientes del presente estudio fueron algunas de las estudiadas por Alcaraz, Palao, Elvira y Linthorne (2008): velocidad y aceleración horizontal del centro de masa, tiempo en recorrer 10 m, longitud de zancada, frecuencia de paso, número de zancadas, tiempos de contacto y los ángulos de las articulaciones tanto para el inicio de la fase de apoyo como para el inicio del despegue.



**Figura 1.** Angulaciones del inicio de la fase de apoyo (A) y del inicio fase de despegue (B)




La intervención tuvo una duración total de 8 semanas. Los integrantes del grupo control realizaban el entrenamiento planteado por su cuerpo técnico, con una frecuencia de 4 sesiones a la semana y una duración de 2 horas y media por sesión. Por otro lado, el grupo experimental realizaba el mismo tipo de sesión que el grupo control, además, en el calentamiento se les introdujo un programa de ejercicios de asimilación y aplicación enfocados al desarrollo y mejora de la técnica de carrera.

## Procedimiento

La duración de la intervención fue de 8 semanas, más concretamente de 24 sesiones. Se realizó durante el calentamiento de las sesiones de entrenamiento del grupo experimental. El tiempo estimado dedicado a la intervención en cada una de las sesiones fue de entre 10 y 15 min. Los ejercicios de técnica de carrera estaban incluidos al principio del entrenamiento, para favorecer así la asimilación de esta en ausencia de fatiga. Tanto el preparador físico como el investigador, mostraban con ejemplos visuales la realización correcta de los ejercicios, y hacían hincapié en cada uno de los aspectos clave.

El orden de aplicación de los ejercicios fue determinado de acuerdo al nivel de intensidad de esfuerzo y dificultad en la coordinación de cada uno. Se distribuyeron de manera progresiva, aumentando la dificultad en las sesiones más posteriores. Los ejercicios específicos utilizados los podemos observar en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Ejercicios de asimilación y aplicación de técnica de carrera (A partir de Suelotto y Palao, 2011)

EJERCICIO	DESCRIPCIÓN	FINALIDAD	ASPECTOS CLAVES
	Elevar el muslo de la pierna libre con la rodilla y tobillo flexionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajar la acción activa del tobillo</li> <li>- Trabajar el posicionamiento de la cadera en retroversión</li> <li>- Trabajar la cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>- Trabajar la elevación de la rodilla de la pierna libre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1º Acción activa del tobillo</li> <li>2º Cadera fija en retroversión</li> <li>3º Cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>4º Elevar la rodilla de la pierna libre</li> <li>5º Movimiento veloz, sincronizado, y relajado de los brazos</li> <li>6º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ul>
	Proyectar la rodilla hacia adelante y traer el talón hacia el glúteo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajar la aproximación del pie de la pierna libre hacia glúteo y muslo, resultante del movimiento rápido de la pierna hacia delante</li> <li>-Trabajar la acción activa del tobillo</li> <li>-Trabajar el posicionamiento de la cadera en retroversión</li> <li>-Trabajar la cadena cinética de la pierna de impulso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1º Llevar la rodilla de la pierna libre hacia adelante</li> <li>2º Aproximar el talón al glúteo</li> <li>3º Acción activa del tobillo</li> <li>4º Cadera fija en retroversión</li> <li>5º Cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>6º Movimiento veloz, sincronizado, y relajado de los brazos</li> <li>7º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ul>
	Elevar la pierna con la rodilla flexionada y realizar un movimiento circular. El contacto con el suelo deber ser con apoyo activo del tobillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajar la extensión de la rodilla de la pierna libre tras la elevación de la misma, y su rápido recorrido hacia el suelo</li> <li>-Trabajar la acción activa del tobillo</li> <li>-Trabajar el posicionamiento de la cadera en retroversión</li> <li>-Trabajar la cadena cinética de la pierna de impulso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1º Tras elevar la rodilla, elevar el pie hacia adelante</li> <li>2º Retorno activo de la pierna hacia el suelo</li> <li>3º Acción activa del tobillo</li> <li>4º Cadera fija en retroversión</li> <li>5º Cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>6º Movimiento veloz, sincronizado, y relajado de los brazos</li> <li>7º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ul>




# Efectos del entrenamiento de la técnica de carrera en jugadores de baloncesto de categoría cadete

## Trabajo de Fin de Máster

 <p>Carrera Rusa</p>	<p>Con la rodilla extendida, traer velozmente el pie al suelo, con la acción activa de los extensores de cadera. El tobillo debe estar activo en el momento del contacto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajar la proyección de la pierna de impulso hacia adelante y la búsqueda del suelo</li> <li>-Trabajar la acción activa del tobillo</li> <li>-Trabajar el posicionamiento de la cadera en retroversión</li> <li>-Trabajar la cadena cinética de la pierna de impulso</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1º Proyectar la pierna de impulso hacia adelante</li> <li>2º Retorno activo de la pierna hacia el suelo</li> <li>3º Acción activa del tobillo</li> <li>4º Cadera fija en retroversión</li> <li>5º Cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>6º Movimiento veloz, sincronizado y relajado de los brazos</li> <li>7º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ol>
 <p>Hope</p>	<p>Realizar el movimiento de la carrera, manteniendo la elevación de la rodilla hacia adelante, centrándose en la acción activa del tobillo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajar la acción activa del tobillo</li> <li>-Trabajar la cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>-Trabajar la proyección de la pierna y cadera hacia adelante</li> <li>-Trabajar el posicionamiento de la cadera en retroversión</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1º Acción activa del tobillo</li> <li>2º Cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>3º Llevar la pierna libre flexionada hacia adelante</li> <li>4º Cadera fija en retroversión</li> <li>5º Movimiento veloz, sincronizado y relajado de los brazos</li> <li>6º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ol>
 <p>Aceleraciones</p>	<p>Realizar el movimiento completo de la técnica de la carrera a velocidad progresiva</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajar la acción activa del tobillo</li> <li>-Trabajar la cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>-Trabajar la proyección de la pierna y cadera hacia adelante</li> <li>-Trabajar el posicionamiento de la cadera en retroversión</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1º Aumentar progresivamente la amplitud de las zancadas</li> <li>2. Cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>3º Acción activa del tobillo</li> <li>4º Cadera fija en retroversión</li> <li>5º Movimiento veloz, sincronizado, y relajado de los brazos</li> <li>6º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ol>
 <p>Ejercicios de braceo</p>	<p>Realizar el movimiento hacia adelante y hacia atrás con el codo semi-flexionado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajar específicamente el movimiento correcto de los brazos</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1º Codos flexionados 90°, mirada al frente, y tronco erguido</li> <li>2º Movimiento adelante y atrás de los brazos sin cruzar el centro del cuerpo</li> <li>3º Codo fijo, la articulación que se mueve es el hombro</li> </ol>
 <p>Talón-punta</p>	<p>Realizar desplazamiento hacia adelante, realizando el contacto inicial con el talón, y terminando la fase de apoyo con la punta del pie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajar la amplitud del tobillo</li> <li>-Fortalecer el gastrocnemio (trabajo activo en el impulso)</li> <li>-Trabajar la sincronización brazo-pierna</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1º Máxima amplitud del tobillo</li> <li>2º Cadera fija en retroversión</li> <li>3º Movimiento de los brazos sincronizado con la acción de las piernas</li> <li>4º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ol>
 <p>Elevación rodilla alta</p>	<p>Elevar una rodilla flexionada de la pierna libre lo más alto posible</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajar la amplitud de la elevación de rodilla de la pierna libre</li> <li>-Fortalecer glúteo, isquiotibial, cuádriceps, y gastrocnemio de pierna de apoyo (fase de impulso)</li> <li>-Trabajar la fuerza, velocidad y amplitud del tobillo</li> <li>-Trabajar la acción de los brazos</li> <li>-Fortalecer el abdomen (control del tronco)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1º Llegar o sobrepasar el ángulo de 90° de la cadera de la pierna libre</li> <li>2º Cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>3º Cadera fija en retroversión</li> <li>4º Acción activa del tobillo</li> <li>5º Movimiento veloz y sincronizado de los brazos</li> <li>6º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ol>
 <p>Zancada profunda</p>	<p>Realizar el movimiento de impulsión de la carrera, manteniendo la elevación de la rodilla hacia adelante, intentando incrementar la amplitud de la zancada</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumentar la amplitud de la zancada</li> <li>-Fortalecer el glúteo, isquiotibial, cuádriceps, y gastrocnemio de la pierna de apoyo para que actúen activamente en la fase de impulso</li> <li>-Trabajar la elevación de la rodilla de la pierna libre.</li> <li>-Trabajar la fuerza, velocidad, y amplitud del tobillo</li> <li>-Trabajar la acción de los brazos</li> <li>-Trabajar la tensión del tobillo y la acción del zarpazo en el momento del contacto</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1º Cadena cinética de la pierna de impulso</li> <li>2º Elevar la rodilla de la pierna libre hacia delante</li> <li>3º Acción activa del tobillo</li> <li>4º Cadera fija en retroversión</li> <li>5º Movimiento veloz y sincronizado de los brazos</li> <li>6º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ol>

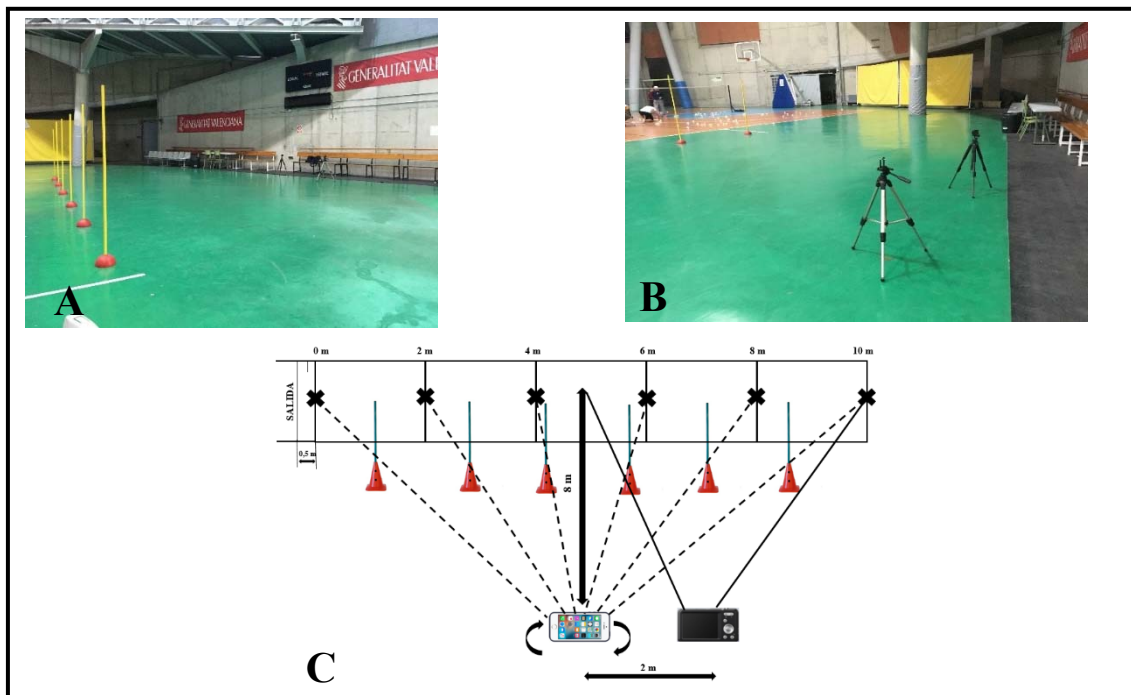


 <p>Salto-tobillo</p>	<p>Con los pies paralelos, realizar saltos únicamente mediante la flexo-extensión de tobillos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajar la fuerza, velocidad, y amplitud del tobillo</li> <li>- Trabajar la velocidad de los brazos</li> <li>- Fortalecer el abdomen (control del tronco)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1º Acción activa del tobillo</li> <li>2º Rodillas fijas</li> <li>3º Cadera fija en retroversión</li> <li>4º Movimiento veloz y sincronizado de los brazos</li> <li>5º Mirada hacia delante, y tronco erguido</li> </ul>
--	---	--	--

### Análisis cinemático

La prueba seleccionada para evaluar todas las variables que hemos descrito anteriormente es un sprint de 10 m. Se realizó la misma prueba en el pre-test y en el post-test. El test consistía en que los participantes debían recorrer una distancia de 10 m en la pista específica de baloncesto en el menor tiempo posible, realizando la salida desde parados y dejándose caer hacia delante (para evitar las posibles diferentes salidas entre los participantes). Cada sujeto realizó dos oportunidades, dejando un tiempo de descanso de 3 min entre cada una de ellas. Antes de realizar el test, se planteaba un calentamiento específico con carrera continua, movilidad articular, estiramientos activos, ejercicios de técnica de carrera y varios sprint progresivos.

Dos análisis cinemáticos fueron realizados con materiales de grabación cuyos ejes ópticos estaban situados perpendicularmente a la zona del sprint. La fase de aceleración y velocidad fueron grabadas con un móvil iPhone SE situado sobre un trípode móvil a una altura de 0.8 m y operando a 240 Hz. El móvil se situó a la mitad de la distancia de carrera y a 8 m del centro del ancho de la calle por donde los sujetos realizaban el sprint (Figuras 2). Se colocaron picas cada 2 m entre la salida y la meta para saber el momento exacto en el que los sujetos pasaban por los puntos. La fase final de máxima velocidad y análisis de las angulaciones fueron grabadas con una cámara Sony RX100IV operando a una frecuencia de grabación de 250 Hz situada sobre un trípode fijo a 0.8 m del suelo y a una distancia de 2.5 m del móvil y a 8 m de la distancia 7.5 m de la calle por donde corrían los sujetos. Se buscaba que la iluminación fuera abundante, para favorecer así el tiempo de obturación y obtener de esta manera imágenes con una mejor calidad y resolución. Para la cámara se fijó el enfoque a la distancia de la calle por donde pasaban corriendo los sujetos.



**Figura 2.** Disposición de los materiales en las pruebas (A y B) y colocación de las picas para la calibración de los tiempos de paso (C)

Se utilizó el software Kinovea (versión 0.8.25) para analizar las imágenes de video de ambas cámaras. Con este programa de los vídeos grabados por el iPhone SE pudimos observar los tiempos de paso, aceleraciones, velocidades, zancada, nº de pasos, frecuencia de paso y tiempos de contacto en los pasos por las picas. Además, con las grabaciones de la cámara fija, podemos analizar las angulaciones de tobillo, rodilla, cadera, hombro y brazo del lado derecho e izquierdo tanto en el inicio de la fase de apoyo como en el inicio de la fase de despegue.

### Tratamiento de datos

Gracias a las grabaciones de vídeo, se apuntaron los fotogramas en los que la parte central de la pelvis (localización aproximada del centro de gravedad) de cada uno de los sujetos pasaba por detrás de las picas situadas en las distancias clave. Para conocer el tiempo de paso por cada una de las picas se introdujo la siguiente fórmula:

Tiempo de paso:  $(\text{Fotograma paso pica } X \text{ m} - \text{Fotograma paso pica } 0 \text{ m})/240$

Velocidad de paso:  $(\text{Distancia paso pica posterior} - \text{Distancia paso pica anterior}) / (\text{Tiempo de paso pica anterior} - \text{Tiempo de paso pica posterior})$

Aceleración de paso:  $(\text{Velocidad paso pica posterior} - \text{Velocidad paso pica anterior}) / (\text{Tiempo de paso pica anterior} - \text{Tiempo de paso pica posterior})$ .

Además, se apuntaron el fotograma del primer contacto del pie con el suelo y el primer fotograma en el que el pie iniciaba el vuelo; y se contabilizaron las zancadas en cubrir la distancia de 10 m. Con estos datos pudimos conocer variables aplicando las fórmulas siguientes:

Tiempo de contacto:  $(\text{Fotograma de apoyo} - \text{Fotograma de despegue}) / 240$

Frecuencia de paso:  $\text{Número de zancadas} / ((\text{Fotograma último apoyo} - \text{Fotograma primer apoyo}) / 240)$

Amplitud de zancada:  $10 / N^{\circ} \text{ de zancadas}$

### **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis descriptivo de los datos (media  $\pm$  DE) generales de los participantes (edad, peso y talla) y de las cada una de las variables del estudio. Para comprobar la distribución normal de los datos se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk debido a la escasa muestra. Se utilizó la prueba de Mauchly para comprobar la esfericidad y el Test de Levene para la homogeneidad de las varianzas. Se analizó el mejor de los sprint para cada uno de los participantes. Para su elección se observó aquel que tuviera un menor tiempo en recorrer los 10 m.

Para comparar las evoluciones obtenidas en el pre-test y el post-test de las variables del estudio entre los grupos se utilizó la prueba ANOVA de 2 factores (grupo y tiempo) de medidas repetidas. El software utilizado para el análisis estadístico fue el SPSS 24.0 para Windows, también se utilizó una plantilla específica de Excel 2016 para calcular las variables del tiempo, velocidad, aceleración y tiempo de contacto del pie con el suelo en el sprint de 10 m.

## REFERENCIAS

- Alcaraz, P. E., Palao, J. M., Elvira, J. L. y Linthorne, N. P. (2008). Effects of three types of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 890-897.
- Bosch, F. y Klomp, R. (2005). *Running: Biomechanics and exercise physiology in practice*. Elsevier Churchill Livingstone.
- Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C. y Thelen, D. G. (2011). Hamstring musculotendon dynamics during stance and swing phases of high speed running. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(3), 525.
- Codina, A. (2000). Hacia un modelo de entrenamiento para la velocidad. *Planificación y programación del entrenamiento para jóvenes velocistas. II Jornadas sobre el presente y el futuro de las categorías menores en el atletismo*, 1-26.
- Coelho, E. S. M., Moreira, C. H., Gonçalves, C. E., Figueiredo, A. J., Elferink-Gemser, M. T., Philippaerts, R. M. y Malina, R. M. (2010). Growth, maturation, functional capacities and sport-specific skills in 12-13 year-old-basketball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 50(2), 174-181..
- Gallahue, D. y Donnelly, F. C. (2003). *Developmental Physical Education for All Children. 4th Edition*. Ney York: Mcgrow hill higher education.
- Garhammer, J. y Newton, H. (2013). Applied Video Analysis For Coaches: Weightlifting Examples. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 8(3), 581-594.
- Mann, R. y Herman, J. (1985). Kinematic analysis of Olympic sprint performance: men's 200 meters. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1(2), 151-162.
- Mero, A. y Komi, P. V. (1994). EMG, force, and power analysis of sprint-specific strength exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 10(1), 1-13.
- Moore, I. S., Jones, A. M. y Dixon, S. J. (2012). Mechanisms for improved running economy in beginner runners. *Med Sci Sports Exerc*, 44(9), 1756-63

- Palao, J. M. y Suelotto, R. P. M. (2010). Ejecución de la técnica de la carrera, conocimiento teórico, y percepción de eficacia en niños de edad escolar en función de su edad cronológica. *Cuadernos de psicología del deporte*, 10(1).
- Pueo, B. (2016). High speed cameras for motion analysis in sports science. *Journal of Human Sport and Exercise*, 11(1).
- Pueo, B. y Jimenez-Olmedo, J. M. (2017). Application of motion capture technology for sport performance analysis. *Retos*, 32.
- Santos-Concejero, J., Tam, N., Granados, C., Irazusta, J., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J. y Gil, S. M. (2014). Stride angle as a novel indicator of running economy in well-trained runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1889-1895.
- Scanlan, A., Dascombe, B. y Reaburn, P. (2011). A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1153-1160.
- Suelotto, R. y Palao, J. M. (2011). Efecto de dos programas de entrenamiento de la técnica de carrera sobre el aprendizaje procedimental y conceptual, y sobre la percepción de eficacia. *Revista Kronos*, 10(1).
- Tartaruga, M. P., Brisswalter, J., Peyré-Tartaruga, L. A., Ávila, A. O. V., Alberton, C. L., Coertjens, M., ... y Kruel, L. F. M. (2012). The relationship between running economy and biomechanical variables in distance runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(3), 367-375.
- Torres-Unda, J., Zarrasquin, I., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., Kortajarena, M., ... y Irazusta, J. (2013). Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. *Journal of sports sciences*, 31(2), 196-203.

- Turró i Mayne, C. (1994). Estudio biomecánico de la técnica de carrera lanzada en las pruebas de velocidad femenina. Obtención de parámetros representativos y estudio comparativo. *Apunts Medicina de l' Esport (Castellano)*, 31(120), 129-140.
- Skof, B. y Stuhec, S. (2004). Kinematic analysis of Jolanda Ceplak's running technique. *New Studies in Athletics*, 19, 23-31.
- Volkov, N. I. y Lapin, V. I. (1978). Analysis of the velocity curve in sprint running. *Medicine and science in sports*, 11(4), 332-337.
- Young, W., Grace, S. y Talpey, S. (2014). Association between Leg Power and Sprinting Technique with 20-m Sprint Performance in Elite Junior Australian Football Players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(5), 1153-1160.
- Zamparo, P., Bolomini, F., Nardello, F. y Beato, M. (2015). Energetics (and kinematics) of short shuttle runs. *European journal of applied physiology*, 115(9), 1985-1994.