

# CAMBIOS CINEMÁTICOS DEL TIRO DE BALONCESTO EN NIÑAS EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA

KINEMATIC CHANGES OF BASKETBALL SHOOTING IN YOUNG WOMEN AS A FUNCTION OF DISTANCE

Roberto Andrés González-Fimbres<sup>1\*</sup>, José Luís Cárdenas López<sup>2</sup>, Ramón Valdez-Melchor<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura en Entrenamiento Deportivo. Universidad Estatal de Sonora, Ley Federal del Trabajo S/N, Colonia Apolo. Hermosillo, Sonora, México

<sup>2</sup> Laboratorio de productos marinos, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

## RESUMEN

El propósito del estudio fue identificar cambios significativos en las variables cinemáticas del tiro de baloncesto con relación a la distancia desde el aro en jugadoras infantiles de la rama femenil. Participaron niñas entre 10 y 11 años de edad pertenecientes a la Selección Estatal Sonorense de Baloncesto, con experiencia de práctica deportiva de cuando menos dos años. Los sujetos realizaron tiros a la canasta a distancias de 2, 3, 4, 5 y 6 metros del aro y se midieron las variables cinemáticas respuesta de ángulos relativos del codo y rodilla, y de ángulos absolutos de hombro y tronco. Se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en las medias de las variables cinemáticas a causa de la distancia de tiro, excepto en distancias adyacentes en las variables de ángulo de codo (4-5m, 3-4m), inclinación del tronco (4-5m), ángulo de rodilla (4-5-6m, 3-4m) y ángulo absoluto del hombro (3-4m). Los resultados sugieren que realizar un alto volumen de repeticiones de tiro a la canasta en distancias mayores a cuatro metros distorsiona significativamente la técnica del tiro, lo que provoca la generación de un hábito motor incorrecto.

**Palabras clave:** baloncesto, infantil femenil, tiro a la canasta, distancia, cinemática.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to identify changes in basketball shooting kinematics in relation to distance in young female players. Children from Sonora State Selected Team between 10 and 11 years old, with at least two year experience, participated in this study. Subjects performed ten shots at distances of 2, 3, 4, 5, and 6m from the basket and kinematic response variables of elbow and knee relative angles, and shoulder and trunk absolute angles were measured. Significant differences ( $p \leq 0.05$ ) in kinematics were found due to shooting distance, except in some adjacent distances in elbow (4 to 5m, 3 to 4m), trunk (4 to 5m), knee (4 to 5-6m, 3 to 4m), and shoulder (3 to 4m) angles. Results suggest that a high number of shooting repetitions in distances greater than four meters significantly distorts shooting technique in young female basketball players, which promotes poor motor habits.

**Keywords:** basketball, youth women, shooting, distance, kinematics.

## INTRODUCCIÓN

Debido a que las niñas en edades infantiles (10 a 12 años) no tienen el desarrollo físico necesario para alcanzar la altura de la canasta al realizar el tiro desde diferentes distancias, es posible que se presente una mecánica incorrecta de la ejecución técnica de tiro en jugadores de baloncesto en categorías infantiles de ambas ramas. Sin embargo, aun cuando las niñas presentan esta insuficiencia física para poder asimilar la técnica correcta en el tiro a la canasta a distancia, los entrenadores dosifican un alto volumen de entrenamiento en este elemento técnico con la finalidad de que las niñas alcancen una alta efectividad en sus encestes de campo (Gould y Carson, 2004).

Cuando jugadores en categoría infantil realizan altos volúmenes de repeticiones de tiros a la canasta de larga distancia durante los entrenamientos (una parte significativa de los tiros son de tres puntos, es decir, a 6.25 metros de distancia), el proceso produce un aumento considerable en la efectividad de los encestes, sin embargo, también produce una deformación en la mecánica del tiro, y la constante repetición de este movimiento incorrecto resulta en una subsecuente automatización del movimiento, lo que se convierte en un hábito motor incorrecto (Wood y Neal, 2007).

Estudios anteriores han discutido el efecto del peso del balón (Okazaki y Rodacki, 2005), la experiencia de los jugadores (Rojas 2005) y la distancia del tiro (Menzel, 1999; Miller y Bartlett, 1996; Okazaki y Rodacki, 2012) sobre diferentes tipos de variables cinemáticas en el tiro a la canasta en el baloncesto. Algunos estudios se han centrado en las características de proyectil que presenta el balón al momento del tiro, como son altura, ángulo y velocidad de liberación (Miller y Bartlett, 1996; Okazaki y Rodacki, 2012).

Existen estudios que se han centrado en el movimiento angular de las articulaciones involucradas, como son el hombro, codo, muñeca y rodilla, donde se miden el desplazamiento y la velocidad angular (Miller y Bartlett, 1996; Menzel, 1999; Okazaki y Rodacki, 2005). También se han descrito las posiciones fijas de algunas articulaciones de momentos claves del tiro, como son los ángulos de tronco, codo, rodilla y

\*Autor para correspondencia: Roberto Andrés González-Fimbres  
Correo electrónico: robertocesues@gmail.com

**Recibido: 20 de agosto de 2015**

**Aceptado: 06 de diciembre de 2015**

hombro (Rojas, et al., 2000). La mayoría de los estudios fueron realizados con sujetos adultos (Miller y Bartlett, 1996; Menzel, 1999; Rojas et. al., 2000; Okasaki y Rodacki, 2012), son pocos los estudios que han estudiado variables cinemáticas del tiro a la canasta en edades infantiles (Okasaki y Rodacki, 2005).

El propósito del estudio es hacer una valoración cuantitativa de la relación que tiene las variables cinemáticas de la mecánica de ejecución del tiro a la canasta con respecto a la distancia desde la cual se toma, estableciendo si existe una variación significativa de la mecánica de ejecución en diferentes distancias.

Nuestra hipótesis es que los indicadores cinemáticos de la técnica del tiro a la canasta varían significativamente en función de la distancia desde la cual se toma el tiro.

Se utilizó un sistema de captura del movimiento en video, lo que nos permitió hacer un análisis de la ejecución técnica del movimiento por medio de la medición de los ángulos de las articulaciones, la distancia entre segmentos corporales y las trayectorias que siguen las articulaciones durante el movimiento, utilizando el software de análisis cinemático Dartfish Pro-suite 6.0.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sujetos

En el estudio participaron voluntariamente seis sujetos, mujeres entre 10 y 11 años pertenecientes a la selección Sonora de baloncesto, todas con mano derecha diestra, con cuando menos dos años de experiencia en el deporte. Al ser los sujetos menores de edad, se obtuvo el consentimiento informado de los padres de familia, el cual estaba aprobado por el comité de ética de la Universidad Estatal de Sonora. Ninguno de los participantes presentaba lesión que pudiera intervenir con el desempeño del tiro.

### Procedimiento experimental

Antes de la recolección de datos, se les permitió a los participantes realizar un calentamiento entre 10 y 20 minutos. Se le colocaron marcadores ópticos a los sujetos sobre un traje de neopreno para reconstruir el movimiento en dos dimensiones de acuerdo a un modelo biomecánico. Se les instruyó a los sujetos a no utilizar el tablero y tirar directamente a la canasta.

Para el análisis estadístico se tomaron en cuenta los valores cinemáticos de diez tiros a la canasta ejecutados de manera consecutiva en cada una de las distancias determinadas (2, 3, 4, 5 y 6 metros), comenzando desde la distancia más corta, y alejándose progresivamente hacia la distancia más larga. Se utilizó una canasta estándar con una altura de 3.05m.

Las características cinemáticas del tiro a la canasta se determinaron utilizando un análisis estándar de dos dimensiones. Se colocó una cámara Sony digital Handycam HD modelo HDR-XR550, a una frecuencia de 60 cuadros por segundo, posicionada de manera perpendicular a 8m de distancia sobre el plano sagital del lado dominante de los sujetos.

Se determinó analizar la fase de movimientos de recuperación-preparación justo antes de iniciar los movimientos de producción de fuerza para realizar el tiro, ya que esta fase es la que determina la ejecución correcta de la técnica del tiro, y donde se pueden apreciar las adaptaciones cinemáticas que realiza el sujeto en función de la distancia.

Fueron analizadas las variables de ángulo relativo (formado entre dos segmentos corporales adyacentes) del codo y rodilla, así como ángulo absoluto (formado entre un segmento corporal y la horizontal) del hombro y tronco, en cada una de las distancias en las que se efectuaron los tiros a la canasta (Figura 1).



Figura 1. Ejemplo de ángulos medidos en las diferentes distancias. **Figure 1.** Example of angles measured at different distances.

### Análisis de datos

Los datos se obtuvieron por medio del software de análisis cinemático Dartfish Pro-suite 6.0 (Suiza), el cual tiene la función de medir ángulos absolutos y relativos de los segmentos corporales en base al modelo biomecánico en dos dimensiones creado de manera digital.

Se utilizó la función de cuadro por cuadro del software para identificar el momento exacto donde comienza la fase de recuperación-preparación, justo antes de iniciar el empuje del balón hacia la canasta.

### Análisis estadístico

Se llevó a cabo un diseño de bloques al azar, donde cada sujeto de estudio participó en los cinco tratamientos que consistieron en variación de la distancia de tiro (2, 3, 4, 5 y 6m) y las variables respuestas medidas fueron el ángulo relativo de codo y rodilla; y el ángulo absoluto de tronco y hombro.

Inicialmente, los datos fueron analizados utilizando estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) (Tabla 1). Se aplicó un ANOVA de una sola vía para comparar las variables cinemáticas ( $p \leq 0.05$ ). Se aplicó la prueba de Tukey para determinar las diferencias significativas entre las medias ocurridas ( $p \leq 0.05$ ). Para la realización del análisis estadístico se utilizó el software SPSS versión 20 (IBM Corporation 2011, estados unidos).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

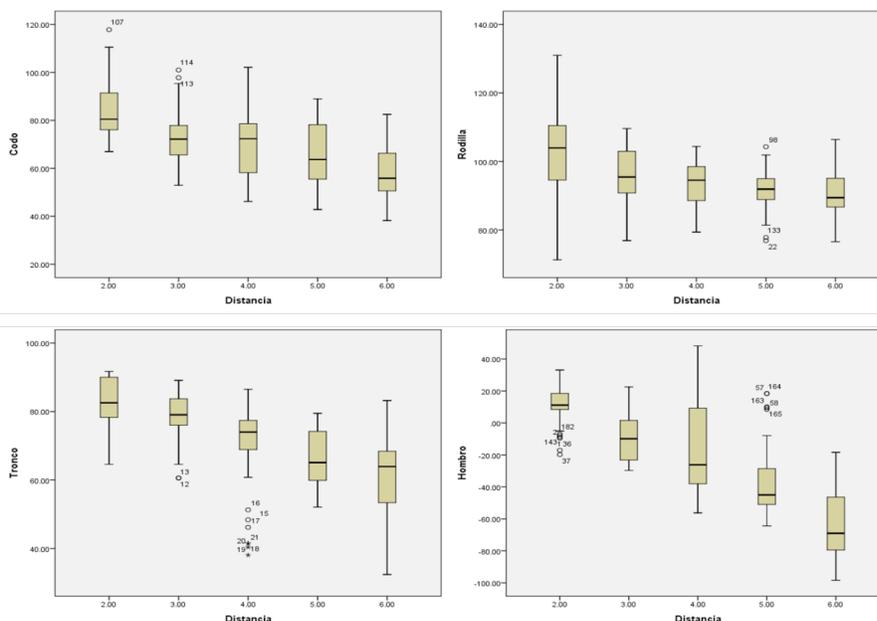
### Resultados

Se observa una disminución en todos los ángulos medidos en el momento del tiro conforme aumenta la distancia entre el sujeto y la canasta (Figura 2).

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de las variables.

**Table 1.** Descriptive statistics of the variables.

Articulación	Estadístico	Distancias (m)				
		2	3	4	5	6
Codo	Media	84.06	73.18	70.03	65.51	59.01
	Desv. Est.	12.72	11.54	14.22	12.81	12.23
	Mínimo	67.00	52.90	46.20	42.8	38.20
	Máximo	117.00	101.00	102.10	89.00	82.50
Rodilla	Media	101.41	95.79	93.60	91.58	90.84
	Desv. Est.	12.21	8.41	6.18	6.39	7.48
	Mínimo	71.30	76.90	79.40	76.90	76.60
	Máximo	131.00	109.60	104.40	104.30	106.40
Hombro	Media	11.48	-8.44	-16.16	-36.29	-62.73
	Desv. Est.	12.96	14.32	29.93	22.37	20.71
	Mínimo	-19.80	-29.70	-56.30	-64.40	-98.40
	Máximo	33.10	22.60	48.20	18.40	-18.40
Tronco	Media	82.55	78.18	70.03	66.41	59.52
	Desv. Est.	7.16	7.06	13.06	7.66	12.75
	Mínimo	64.60	60.60	38.10	52.10	32.40
	Máximo	91.70	89.10	86.50	79.50	83.20



**Figura 2.** Gráfica exploratoria del comportamiento de los ángulos de codo, rodilla, hombro y tronco en las diferentes distancias.

**Figure 2.** Exploratory graphic of the elbow, knee, shoulder and trunk behavior at different distances.

Se encontraron diferencias significativas en todas las variables cinemáticas respuesta comparando cada una de los tratamientos, con algunas excepciones entre distancias adyacentes (Tabla 2).

En la variable de ángulo de codo encontramos que existen diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las distancias, excepto entre 4 y 5m, y 3 y 4m.

El ángulo de rodilla no presenta diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) en las distancias de 4, 5 y 6m, sin embargo si existe esta diferencia en las distancias más cercanas de 2 y 3m.

La variable de inclinación del tronco presenta diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) según la distancia de tiro excepto entre las distancias de 4 y 5m.

La variable de ángulo absoluto del codo presenta diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos excepto entre 3 y 4m.

**Discusión**

El tirar a la canasta desde distancias más lejanas requiere una mayor producción de fuerza para que el balón tenga una mayor velocidad inicial. En edades infantiles, donde no se tiene un completo desarrollo muscular, requiere que los sujetos realicen estrategias de producción de impulso para lograr vencer las grandes distancias.

El ir aumentando la distancia del tiro produce una reducción en los ángulos de codo y rodilla al requerir de una mayor flexión en la fase de recuperación-preparación para producir el impulso necesario cuando no se tiene el desarrollo muscular adecuado. De igual manera, se observa una reducción en el ángulo absoluto de inclinación del tronco, al requerir hacer una mayor flexión de cadera.

El ángulo absoluto del hombro es uno de las principales variables cinemáticas de evaluación de la técnica del tiro, en teoría, en la fase de recuperación-preparación la articulación del codo debe de estar al mismo nivel o ligeramente superior a la articulación del hombro. Se observa en los tiros a corta distancia que el ángulo del hombro presenta valores positivos, lo que quiere decir que el codo está superior al hombro, al ir aumentando la distancia de tiro se observa un decremento en el en el ángulo del hombro. A partir de la

distancia de tres metros presenta número negativos, lo que indica que la articulación del codo se encuentra inferior a la articulación de hombro en la fase recuperación-preparación, lo que es un defecto técnico ya que reduce la altura de liberación.

**CONCLUSIONES**

El tiro a la canasta de altura reglamentaria de adultos (3.05m) a distancias de 5 m o más distorsiona significativamente la técnica del tiro en jugadoras de edades infantiles de la rama femenil. Un alto volumen de repeticiones de tiros desde estas distancias durante los entrenamientos producirá un aprendizaje motor con técnica inadecuada, que reduce la eficiencia del movimiento y causará una automatización, lo que es difícil de corregir en edades posteriores.

Se recomienda que en edades infantiles se utilicen adaptaciones que les permita a las niñas no alterar su técnica de tiro, como es el utilizar balones menos pesados y reducir la altura del aro.

Se sugiere realizar un estudio donde se manipule la altura a la canasta para comparar las alteraciones de la técnica.

**REFERENCIAS**

Button, C., Macleod, M., Sanders, R., and Coleman, S. (2003). Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels. *Research quarterly for exercise and sport*, 74(3), 257-269.

Gould, D., & Carson, S. (2004). Fun and Games?: Myths Surrounding the Role of Youth Sports in Developing Olympic Champions. *Youth Studies Australia*, 23(1), 19.

Menzel, H. (1999). Movement pattern changes of basketball jump shooting in relation to distance based on the analysis of time courses. In *ISBS-Conference Proceedings Archive* (Vol. 1, No. 1).

Miller, S., and Bartlett, R. (1996). The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *Journal of Sports Sciences*, 14(3), 243-253.

Okazaki, V. H. A., and Rodacki, A. L. F. (2005). Changes in basketball shooting coordination in children performing with different balls. *Fédération Internationale D'éducation Physique*, 75(2), 368-371.

Okazaki, V. H. A., and Rodacki, A. L. F. (2012). Increased distance of shooting on basketball jump shot. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 231.

Rojas, F. J., Sánchez, A., Cepero, M., Soto, V. M., and Gutiérrez, M. (2000). Diferencias biomecánicas entre jugadores principiantes y de alto rendimiento en el lanzamiento en salto en baloncesto.

Uygur, M., Goktepe, A., Ak, E., Karabörk, H., and Korkusuz, F. (2010). The effect of fatigue on the kinematics of free throw shooting in basketball. *Journal of Human Kinetics*, 24, 51-56.

Wood, W., and Neal, D. T. (2007). A new look at habits and the habit-goal interface. *Psychological review*, 114(4), 843.

**Tabla 2.** Resultados de las variables cinemáticas en función de la distancia de tiro.  
**Table 2.** Results of the cinematic variables as a function of shooting distance.

Tratamientos Distancia de tiro (m)	Variables cinemáticas respuesta			
	Ángulo de codo	Ángulo de rodilla	Inclinación del tronco	Ángulo del hombro
6	59.01 a	90.84 a	59.52 a	-62.73 a
5	65.51 b	91.58 a	66.41 b	-36.29 b
4	70.03 b, c	93.60 a	70.03 b	-16.16 c
3	73.18 c	95.79 b	78.18 c	-8.44 c
2	84.06 d	101.41 c	82.55 d	11.48 d

Nota: Letras diferentes en la misma variable cinemática respuesta indica diferencia estadísticamente significativa en la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).