

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL LANZAMIENTO DEL TIRO DE TRES PUNTOS EN JUGADORES FORMATIVOS DE BALONCESTO BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE THREE-POINT SHOT IN YOUTH BASKETBALL PLAYERS

Autores: ¹Elían Leonardo Marcillo Linzan y ²Marco Vinicio Campaña Bonilla.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3209-0309>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9485-4039>

¹E-mail de contacto: elian.marcillolinzan8814@upse.edu.ec

²E-mail de contacto: mcampana.b@upse.edu.ec

Afiliación: ¹²Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

Artículo recibido: 07 de Marzo del 2026

Artículo revisado: 09 de Marzo del 2026

Artículo aprobado: 11 de marzo del 2026

¹Licenciado en Pedagogía de la Actividad Física y Deporte, graduado de la Universidad Técnica de Manabí (Ecuador). Maestrante de la Maestría de Entrenamiento Deportivo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

²Licenciado en Educación Física y Deportes, graduado de la Universidad Manuel Fajardo, (Cuba). Magíster en Cultura Física Terapéutica, graduado de la Universidad Manuel Fajardo, (Cuba). Doctor en Educación Física y Entrenamiento Deportivo de la Beijing Sport University, (China).

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un análisis biomecánico del lanzamiento del tiro de tres puntos en jugadores de baloncesto en etapa formativa, considerando las tres fases del gesto técnico: fase inicial, fase principal y fase final. A partir de esta división, se analizaron variables biomecánicas con el fin de comparar parámetros cuantificables y detectar posibles diferencias respecto a un modelo técnico de élite, representado por el jugador de la NBA Stephen Curry. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y descriptivo, con una muestra conformada por 18 jugadores masculinos categoría Sub-17 pertenecientes al Club de Baloncesto Portomamey. Se recolectaron datos biomecánicos mediante observación y análisis técnico, considerando variables de longitud articular (X1, X2 y X3), variables angulares clave del lanzamiento (X4 y X5) y la trayectoria del balón (X6). Las variables correspondientes a la fase inicial del movimiento (X1, X2 y X3) fueron analizadas de forma descriptiva, reflejando características antropométricas propias de la edad y categoría de los deportistas. Para las variables angulares de la fase principal (X4 y X5), se aplicó la prueba t de Student para una sola muestra, comparando los promedios del grupo con los valores de referencia del modelo técnico de

élite. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el ángulo de flexión del codo (X4), con un promedio superior al estándar de referencia ($p < 0,001$), así como en el ángulo de extensión del codo (X5), con un promedio inferior al modelo profesional ($p < 0,005$). Asimismo, el análisis de la trayectoria del lanzamiento (X6) mostró variabilidad en la ejecución técnica entre los jugadores evaluados. El análisis biomecánico permitió describir y contrastar las variables determinantes del gesto deportivo, concluyendo que los jugadores en etapa formativa presentan adaptaciones técnicas propias de su nivel de desarrollo, lo que resalta la necesidad de planificaciones de entrenamiento orientadas a la alineación corporal y articular, con el fin de optimizar la técnica del lanzamiento de tres puntos y acercarla progresivamente a modelos de élite.

Palabras clave: Biomecánica, Tiro de tres, Baloncesto, Jugadores formativos, Técnica de lanzamiento, Rendimiento deportivo, Cinemática.

Abstract

This research aimed to conduct a biomechanical analysis of the three-point shot in youth basketball players, considering the three phases of the technique: initial phase, main phase, and follow-through. Based on this

division, biomechanical variables were analyzed to compare quantifiable parameters and identify potential differences compared to an elite technical model, represented by NBA player Stephen Curry. The study employed a quantitative and descriptive approach, with a sample of 18 male players in the Under-17 category from the Portomamey Basketball Club. Biomechanical data were collected through observation and technical analysis, considering joint length variables (X1, X2, and X3), key angular variables of the shot (X4 and X5), and the ball's trajectory (X6). The variables corresponding to the initial phase of the movement (X1, X2, and X3) were analyzed descriptively, reflecting anthropometric characteristics specific to the age and category of the athletes. For the angular variables of the main phase (X4 and X5), a one-sample Student's t-test was applied, comparing the group averages with the reference values of the elite technical model. The results showed statistically significant differences in the elbow flexion angle (X4), with an average higher than the reference standard ($p < 0.001$), as well as in the elbow extension angle (X5), with an average lower than the professional model ($p < 0.005$). Likewise, the analysis of the throwing trajectory (X6) showed variability in the technical execution among the players evaluated. The biomechanical analysis allowed for the description and comparison of the determining variables of the sporting movement, concluding that players in the formative stage exhibit technical adaptations specific to their level of development. This highlights the need for training plans focused on body and joint alignment in order to optimize the three-point throw technique and progressively bring it closer to elite models.

Keywords: Biomechanics, Three-point shot, Basketball, Youth players, Shooting technique, Athletic performance, Kinematics.

Sumário

Esta pesquisa teve como objetivo realizar uma análise biomecânica do arremesso de três pontos em jogadores de basquete juvenis,

considerando as três fases da técnica: fase inicial, fase principal e finalização. Com base nessa divisão, variáveis biomecânicas foram analisadas para comparar parâmetros quantificáveis e identificar potenciais diferenças em relação a um modelo técnico de elite, representado pelo jogador da NBA Stephen Curry. O estudo empregou uma abordagem quantitativa e descritiva, com uma amostra de 18 jogadores do sexo masculino na categoria Sub-17 do Portomamey Basketball Club. Os dados biomecânicos foram coletados por meio de observação e análise técnica, considerando variáveis de comprimento articular (X1, X2 e X3), variáveis angulares chave do arremesso (X4 e X5) e a trajetória da bola (X6). As variáveis correspondentes à fase inicial do movimento (X1, X2 e X3) foram analisadas descritivamente, refletindo características antropométricas específicas para a idade e categoria dos atletas. Para as variáveis angulares da fase principal (X4 e X5), foi aplicado o teste t de Student de uma amostra, comparando as médias do grupo com os valores de referência do modelo técnico de elite. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas no ângulo de flexão do cotovelo (X4), com média superior ao padrão de referência ($p < 0,001$), assim como no ângulo de extensão do cotovelo (X5), com média inferior ao modelo profissional ($p < 0,005$). Da mesma forma, a análise da trajetória do arremesso (X6) mostrou variabilidade na execução técnica entre os jogadores avaliados. A análise biomecânica permitiu a descrição e comparação das variáveis determinantes do movimento esportivo, concluindo que os jogadores em fase de formação apresentam adaptações técnicas específicas ao seu nível de desenvolvimento. Isso ressalta a necessidade de planos de treinamento focados no alinhamento corporal e articular para otimizar a técnica do arremesso de três pontos e aproximá-la progressivamente dos modelos de elite.

Palavras-chave: Biomecânica, Arremesso de três pontos, Basquetebol, Jogadores jovens, Técnica de arremesso, Desempenho atlético, Cinemática.

Introducción

Este estudio surge por la alta demanda que tiene el club de baloncesto Portomamey en la categoría sub 17 en la mecánica del lanzamiento del tiro de tres puntos, ya que sus deportistas tenían en las competencias y en sus prácticas, bajos porcentajes y falencias en los lanzamientos de tiro de tres puntos, por lo tanto, es necesario intentar identificar en este club las dificultades de sus deportistas para superar esta etapa y lograr asegurar los puntos efectivos tanto en sus sesiones de entrenamiento, como en las competencias a nivel local, nacional e internacional. Se determinó que los jugadores no eran tan eficientes al realizar el test de lanzamientos desde cinco posiciones alrededor del arco de tres puntos en un tiempo límite de 70 segundos, lo cual posibilitó comenzar esta indagación.

Es fundamental llevar a cabo un análisis biomecánico en los jugadores porque, hay que tener en cuenta que la posibilidad de ganar un partido de baloncesto está condicionada en parte por la habilidad del equipo para garantizar y realizar más intentos de lanzamientos desde la línea de tres puntos, sobre todo por la alta demanda que hay en el baloncesto moderno, donde es indispensable lanzamientos efectivos de tres puntos. En el baloncesto actual, la eficacia en el tiro de larga distancia es el predictor más determinante del éxito, ya que no solo acelera el marcador, sino que obliga a la defensa a dispersarse para cubrir más espacio (Vásquez et al., 2020).

Esta eficiencia convierte al tiro perimetral en un indicador de rendimiento superior a cualquier lanzamiento de media distancia. Por su parte, la Federación Internacional de Baloncesto (FIBA) establece que el lanzamiento de tres puntos corresponde a un tiro ejecutado desde detrás de la línea situada a 6,75 metros del aro, cuya anotación otorga tres puntos, constituyendo la

máxima puntuación permitida en una acción de campo (Federación Internacional de Baloncesto, 2024). Esta regla establece un umbral de riesgo-beneficio que obliga a optimizar la producción de puntos desde el exterior. En esta línea, en la investigación actual, optamos por emplear un enfoque descriptivo a través de una guía de observación y un instrumento biomecánico del movimiento.

Esto nos posibilitará intervenir operativamente en el patrón técnico de lanzamiento del tiro de tres puntos del club Portomamey durante las prácticas previas al campeonato nacional y MVP Ecuador Cup, que se caracterizó por contar con la participación de 18 equipos de todas las regiones del país. Por lo anterior manifestado se planteó el siguiente objetivo: realizar un estudio descriptivo-analítico de las variables biomecánicas que forman parte del lanzamiento del tiro de tres puntos en jugadores de baloncesto sub-17 categoría formativa del equipo “Portomamey”

Materiales y Métodos

El estudio se enmarcó en un enfoque descriptivo-cuantitativo y se fundamentó en la metodología observacional sistemática, ya que permitió registrar y analizar el gesto técnico del lanzamiento sin interferir en la ejecución natural de los deportistas. Siguiendo los postulados de Anguera y Hernández (2014), se empleó una guía de observación estructurada que segmentó el lanzamiento en tres fases críticas: preparatoria, ejecución y seguimiento. Esta organización permitió identificar con mayor precisión los errores biomecánicos que afectan la eficacia del tiro de larga distancia. Desde el punto de vista metodológico, el diseño se definió como puntual, nomotético y multidimensional. Fue puntual porque la recolección de datos se realizó en una única sesión de evaluación; nomotético, porque el análisis se centró en un grupo de participantes

considerados como unidades de respuesta independientes; y multidimensional, porque el instrumento de observación integró diferentes criterios técnicos y niveles de ejecución.

La investigación se desarrolló con la categoría sub-17 de un club de baloncesto, conformada por 18 jugadores con edades comprendidas entre 15 y 17 años. La edad promedio de los participantes fue de $16,1 \pm 0,83$ años, la estatura promedio de $1,78 \pm 0,04$ m y el peso promedio de $70,6 \pm 3,2$ kg. Todos los jugadores pertenecían al mismo club, Portomamey, ubicado en la ciudad de Portoviejo. La totalidad de los deportistas fue seleccionada para participar en el estudio y aceptó voluntariamente su inclusión. Asimismo, por tratarse de jugadores en etapa formativa, se contó con el consentimiento informado de sus representantes legales. También se solicitó autorización para la grabación durante las pruebas, respetando la decisión de quienes no permitieron la publicación de sus nombres ni de su imagen personal.

Para la recolección de la información se utilizó un instrumento de observación diseñado para obtener datos precisos sobre la ejecución del tiro. Dicho instrumento consideró criterios esenciales relacionados con las características del lanzamiento y con el comportamiento técnico observado en las fases inicial, principal y final del gesto técnico-motriz, de acuerdo con lo señalado por Okazaki et al. (2021). Con el apoyo de grabaciones de video, fue posible identificar puntos críticos del movimiento y medir variables como los ángulos de salida, las trayectorias del balón, las longitudes del recorrido y otros parámetros cinemáticos relevantes. Las grabaciones se realizaron con una velocidad de entre 24 y 30 fotogramas por segundo, lo que garantizó una adecuada captura del movimiento para su posterior análisis biomecánico. El procedimiento consistió en

grabar a los jugadores durante la ejecución de un test específico de lanzamiento. Cada participante realizó dos tiros desde la línea de tres puntos, ubicados en la mitad del semicírculo correspondiente a esta zona de la cancha. Posteriormente, dos investigadores observaron y analizaron la ejecución técnica del gesto deportivo de cada uno de los 18 jugadores. Para ello se utilizó el software biomecánico Kinovea, herramienta que permitió evaluar los lanzamientos a partir de la parametrización de magnitudes y del análisis de patrones temporales del movimiento. El instrumento de registro fue elaborado tomando en consideración los criterios establecidos en la guía de observación, organizados en las fases inicial, principal y final del lanzamiento. Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó el software SPSS, versión 31.

Con el fin de valorar la calidad del gesto técnico, se realizó un análisis comparativo con un modelo de ejecución de élite, tomando como referente los parámetros cinemáticos del lanzamiento de Stephen Curry. En este sentido, se aplicó la prueba t de Student para una muestra, utilizando como valores de contraste el ángulo de flexión de codo ($X_4 = 55^\circ$) y la extensión final ($X_5 = 178^\circ$), reportados en la literatura especializada por Jin et al. (2016). Este procedimiento permitió determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los valores observados, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados y Discusión

El registro de las ejecuciones se realizó mediante una cámara digital Canon y dos adicionales montada sobre un soporte estable (trípode), garantizando así la nitidez de la imagen y la reducción de ruidos mecánicos durante la captura del gesto técnico deportivo. Para el procesamiento cinemático de los videos

se empleó un software de análisis de video Kinovea en su versión 2025.1.1 mientras que el tratamiento estadístico o tabulación de datos se llevó a cabo con el programa SPSS Statistics V31, donde también se aplicó la prueba t de Student para una sola muestra ($p=0,05$). El protocolo de evaluación se desarrolló el día 19 de diciembre del 2025 a las 19:00 de la noche, en las instalaciones deportivas del club homologadas, contando con la debida autorización de los representantes legales de los deportistas del Club Portomamey.

Durante la fase de recolección de datos, cada participante ejecuto dos lanzamientos, cada ejecución se realizó desde el arco perimetral de tres puntos, respetando las dimensiones oficiales para la categoría masculina: una canasta situada a 3.05 metros de altura y una línea de lanzamiento establecida a una distancia de 6.75 metros respecto al aro. Para la ejecución del experimento se utilizó un balón reglamentario de talla 7, siguiendo los protocolos competitivos propios de la disciplina del baloncesto. Para el registro de los lanzamientos se implementó un sistema de registro simultaneo compuesto por las tres unidades de captura, posicionadas de manera estratégica en plano frontal y laterales.

Esta disposición multiaxial permitió asegurar la sincronización de las secuencias y la paridad métrica entre las diversas tomas, facilitando así una evaluación integral de la trayectoria y los ángulos de ejecución desde múltiples perspectivas espaciales. De manera complementaria, se realizó un análisis de la trayectoria del movimiento corporal en una selección representativa de la muestra durante la fase inicial y de impulsión del lanzamiento. Este procedimiento se llevó a cabo mediante el uso del software Kinovea, a partir del análisis de grabaciones en video, empleando la

superposición de referencias biomecánicas y la sincronización de puntos anatómicos de control sobre las principales articulaciones.

Para determinar la cinemática del movimiento, se estableció un marcador de seguimiento en el eje de la articulación de la muñeca, iniciando el registro en el momento preciso de la fase de impulsión. Mediante la función de seguimiento automatizado de trayectorias, se monitorizo el desplazamiento segmentario hasta la culminación de la fase de liberación o follow-through. Este procedimiento permite obtener una curva característica en forma de semi parábola, la cual representa la aceleración y el ángulo de salida del balón, elementos fundamentales para evaluar la eficacia técnica en la larga distancia (ver tabla 1).



Figura 1. *Análisis del lanzamiento mediante el software KINOVEA*

Fuente: Elaboración propia

En el análisis biomecánico se evalúan seis parámetros importantes, los mismos que permiten verificar las articulaciones, la flexión, extensión y la trayectoria de la muñeca. Por lo tanto, se distribuyen de la siguiente manera: X1: Articulación del hombro a la muñeca
X2: Articulación del codo al hombro;
X3: Articulación de la muñeca al codo
X4: Flexión de codo;
X5: Extensión del codo;
y X6: Trayectoria de la muñeca.

Tabla 1. Resultados biomecánicos en el lanzamiento del tiro de tres puntos en los jugadores

Nº	Edad	Estatura	Medidas					
			Fase inicial			Fase principal		Fase final
			Longitudes			Ángulos		Trayectoria
			X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	15	1,78	0,58	0,53	0,38	62	175	Simétrico
2	17	1,82	0,61	0,56	0,40	58	178	Simétrico
3	16	1,75	0,56	0,52	0,36	65	172	Asimétrico
4	15	1,79	0,59	0,54	0,39	60	176	Simétrico
5	16	1,74	0,55	0,51	0,35	68	170	Asimétrico
6	17	1,88	0,64	0,59	0,42	56	179	Simétrico
7	15	1,75	0,56	0,52	0,37	63	174	Simétrico
8	17	1,79	0,59	0,54	0,39	59	177	Simétrico
9	16	1,71	0,54	0,50	0,34	70	168	Asimétrico
10	17	1,80	0,60	0,55	0,40	57	178	Simétrico
11	15	1,79	0,59	0,54	0,39	61	175	Simétrico
12	17	1,75	0,56	0,52	0,37	64	173	Asimétrico
13	16	1,72	0,54	0,50	0,34	66	171	Asimétrico
14	17	1,81	0,60	0,55	0,40	58	177	Simétrico
15	15	1,74	0,55	0,51	0,36	62	174	Simétrico
16	16	1,77	0,57	0,53	0,38	60	176	Simétrico
17	17	1,80	0,60	0,55	0,40	57	179	Simétrico
18	16	1,76	0,57	0,53	0,37	63	174	Simétrico
Promedio	16,1	1,78	0,57	0,53	0,38	61,6°	174,7°	72% Simétrico

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 presenta los datos biomecánicos recolectados en las variables analizadas durante el lanzamiento de tres puntos en jugadores formativos Sub-17. Los valores descriptivos de los indicadores generales evidenciaron una edad promedio de 16,1 años y una estatura media de 1,75 m, siendo este último un factor contextual que podría influir en la mecánica de ejecución y en los ángulos articulares de los miembros superiores durante el gesto técnico. En relación con la fase inicial del gesto técnico, los resultados muestran promedios de 0,57 m en la longitud de flexión del codo (X1), 0,53 m en el segmento codo–hombro (X2) y 0,38 m en la distancia muñeca–codo (X3). Estos indicadores reflejan la configuración antropométrica del grupo y constituyen la base estructural sobre la cual se construye la mecánica del lanzamiento. La adecuada coordinación de estos segmentos

resulta determinante para garantizar estabilidad y correcta alineación corporal antes de la fase de impulsión. De manera general, en la fase principal, donde se analizan los ángulos articulares (X4 y X5), se observa un patrón técnico relativamente homogéneo dentro del grupo, lo que evidencia un nivel de ejecución consolidado acorde a la categoría. En la fase final, el 72% de las ejecuciones fueron clasificadas como simétricas, lo que sugiere una tendencia mayoritaria hacia una trayectoria proporcional del balón, aunque aún existen casos de asimetría que pueden influir en la eficiencia del lanzamiento. En conjunto, los datos expuestos permiten describir el perfil biomecánico general del grupo formativo, estableciendo una base objetiva para la optimización técnica del tiro de tres puntos en esta etapa de desarrollo deportivo.

Tabla 2. Variables biomecánicas del lanzamiento de tres puntos jugadores sub-17

Fase del movimiento	Variable	Tipo de variable	n	Media	Valor de referencia	t	p
Fase inicial	X1	Cuantitativa	18	0,57	—	—	—
Fase inicial	X2	Cuantitativa	18	0,53	—	—	—
Fase inicial	X3	Cuantitativa	18	0,38	—	—	—
Fase principal	X4	Cuantitativa	18	61,6	55°	6,87	<0,001
Fase principal	X5	Cuantitativa	18	174,7	178°	-3,18	0,005
Fase final trayectoria	X6 - Simétrica	Cualitativa	11	—	—	—	—
Fase final trayectoria	X6 - Asimétrica	Cualitativa	7	—	—	—	—

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la descripción de los datos, se procedió al contraste estadístico mediante la prueba t de Student para una sola muestra, aplicada exclusivamente a las variables angulares para las cuales se dispuso de valores de referencia provenientes del modelo técnico de élite Stephen Curry. En la fase inicial del movimiento, las variables correspondientes a las longitudes articulares de la flexión de codo (X1), codo-hombro (X2) y muñeca-codo (X3) fueron analizadas de manera descriptiva. Los valores promedio obtenidos fueron de 0,57 m, 0,53 m y 0,38 m, respectivamente, los cuales responden al desarrollo antropométrico propio de la edad y categoría de los deportistas evaluados. Debido a la ausencia de valores de referencia comparables para estas variables, no se realizó contraste inferencial en esta fase.

En relación con la fase principal del lanzamiento, la variable correspondiente al ángulo de flexión del codo (X4) evidenció diferencias estadísticamente significativas en comparación con el valor de referencia de 55°, correspondiente al modelo técnico del jugador profesional Stephen Curry. La prueba t de Student para una muestra arrojó un valor de $t = 6,87$ con una significancia de $p < 0,001$,

registrándose una media grupal de 61,6° en los jugadores evaluados. Este resultado indica que los deportistas en etapa formativa presentan un patrón de ejecución con mayor grado de flexión del codo durante la fase principal del tiro, lo que podría interpretarse como un mecanismo compensatorio ante las demandas de fuerza y distancia propias del lanzamiento desde la línea de 6,75 metros. La magnitud de la diferencia sugiere una discrepancia técnica relevante respecto al modelo de referencia, evidenciando la necesidad de ajustes en la mecánica de ejecución para optimizar la eficiencia del gesto deportivo.

Por su parte, la variable correspondiente al ángulo de extensión del codo (X5) también evidenció diferencias estadísticamente significativas en comparación con el valor de referencia de 178°, asociado al modelo técnico del jugador profesional Stephen Curry. La prueba t de Student para una muestra arrojó un valor de $t = -3,18$ con $p = 0,005$, registrándose una media grupal de 174,7° en los deportistas evaluados. El signo negativo del estadístico t indica que el promedio del grupo fue inferior al estándar de referencia, lo que sugiere que los jugadores formativos no alcanzan una extensión

completa del codo en la fase final del lanzamiento. Esta diferencia puede asociarse a factores propios del desarrollo técnico, control neuromuscular y consolidación del patrón cinemático, aspectos que influyen directamente en la altura de liberación y en la eficiencia mecánica del tiro de tres puntos. En cuanto a la trayectoria del lanzamiento (X6), el análisis cualitativo mostró que el 72 % de las ejecuciones correspondieron a trayectorias simétricas, mientras que el 28 % presentaron trayectorias asimétricas, evidenciando una variabilidad técnica considerable en la ejecución del tiro de larga distancia dentro del grupo analizado.

A partir de estos resultados, se estructura un modelo biomecánico orientativo de la técnica óptima para el lanzamiento de tres puntos en categorías formativas. Dicho modelo sugiere que el éxito del tiro se asocia a una longitud de palanca funcional (X1) cercana a los 0,57 m, coordinada con un ángulo de flexión de codo (X4) comprendido entre 55° y 60°, lo cual favorece la acumulación de energía elástica sin comprometer la estabilidad del gesto. Asimismo, una extensión terminal del codo (X5) superior a los 175° permite una liberación del balón en un punto elevado, favoreciendo una trayectoria simétrica (X6) y una parábola eficiente para la distancia reglamentaria de 6,75 m.

Estos hallazgos concuerdan con la literatura especializada, que destaca la importancia del tiro de tres puntos en el baloncesto contemporáneo como un factor determinante del rendimiento competitivo. En este sentido, la identificación y análisis de las fases del movimiento permiten una comprensión integral del gesto técnico, proporcionando una base científica para la corrección de errores y la optimización del rendimiento en jugadores en

proceso de formación, mediante la comparación sistemática con modelos técnicos de élite. La presente investigación permitió describir y contrastar variables biomecánicas significativas en el lanzamiento de tres puntos en los jugadores formativos sub-17 del Club Portomamey, evidenciando diferencias significativas respecto a patrones técnicos de referencia en jugadores de élite.

Estos resultados evidencian que, en etapas de formación, la ejecución del tiro de larga distancia presenta variaciones cinemáticas asociadas tanto al desarrollo físico como a la necesidad de compensación mecánica para alcanzar la potencia requerida. En la fase inicial de las longitudes registradas (X1, X2 y X3) presentaron diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados responden al contexto antropométrico propio de jugadores adolescentes, quienes aún se encuentran en un proceso de maduración física y neuromuscular. En su efecto, se ha señalado que el crecimiento corporal influye directamente en la configuración de palancas biomecánicas, condicionando los rangos articulares utilizados durante el lanzamiento (Cabarkapa et al., 2022).

Por tanto, la variabilidad encontrada en estas longitudes no debe interpretarse únicamente como un error técnico, sino como un factor estructural que impacta en la coordinación del movimiento. En la fase principal, el ángulo de flexión del codo (X4) presentó un promedio superior al valor estándar de referencia (61,6° frente a 55°), con diferencias significativas. Este hallazgo sugiere que los jugadores formativos requieren una mayor flexión articular como estrategia compensatoria para generar impulso desde el miembro superior, debido a una menor eficiencia en la transferencia de fuerza desde el tren inferior. Investigaciones recientes destacan que el tiro de

tres puntos demanda una coordinación secuencial óptima entre piernas, tronco y brazo ejecutor, siendo el codo un punto crítico en la acumulación y liberación de energía (Yang et al., 2025). De manera similar, la extensión final del codo (X5) mostró valores inferiores al patrón ideal (174,9° frente a 178°). Esto puede condicionar la liberación del balón en el punto más alto del lanzamiento, afectando la estabilidad del follow-through y reduciendo los porcentajes del tiro. Estudios biomecánicos han confirmado que una extensión terminal completa se asocia con una trayectoria más eficiente y una mayor precisión en lanzamientos de larga distancia (Jin et al., 2016).

Respecto a la fase final de trayectoria (X6), se observó que solo el 72% de las ejecuciones alcanzaron un patrón proporcional adecuado, mostrando la complejidad técnica del lanzamiento exterior en jugadores jóvenes. La bibliografía reciente indica que el éxito del tiro depende no solo de los ángulos articulares, sino también de la estabilidad del centro de gravedad y del control motor fino durante la liberación (Feng et al., 2026). En consecuencia, la inconsistencia observada podría estar relacionada con déficits de equilibrio dinámico y coordinación, factores comunes en categorías formativas.

El estudio de Vencúrik et al. (2021) que realizó un análisis cinemático de tiros de 2 y 3 puntos en jóvenes jugadores elite, encontró que las variables técnicas del lanzamiento cambian según la distancia al aro, observando diferencias en parámetros como la posición del centro de masa, el ángulo de liberación del hombro y la velocidad de tiro entre tiros de dos y tres puntos, así como entre categorías (masculino y femenino) en jugadores formativos ($p < 0,001$). Estos hallazgos corroboran que los tiros de tres puntos no son simplemente más largos, sino

biomecánicamente distintos, lo que exige ajustes en la coordinación segmentaria y en la producción de fuerza para alcanzar una mecánica eficiente. En este estudio, al observar diferencias significativas en el ángulo de flexión (X4) y de extensión final del codo (X5) respecto al modelo de elite, estos resultados sugieren que los jugadores Sub-17 podrían estar compensando la mayor distancia con patrones técnicos alterados, lo que coincide con la evidencia de que los cambios en variables cinemáticas son inherentes al lanzamiento de larga distancia.

Por otro lado, la investigación de (Li et al., 2025) examinó cómo la fatiga afecta la biomecánica del lanzamiento, encontrando que después de esfuerzos repetidos, la velocidad angular de la muñeca y el codo disminuyó significativamente en tiros de larga distancia ($p < 0,01$ y $p < 0,05$) respectivamente, mientras que aumentó la velocidad angular de las articulaciones del tren inferior, sugiriendo una alteración en la transferencia de fuerza entre segmentos corporales. Además, la fatiga provocó una reducción significativa en el porcentaje de aciertos en tiros de tres puntos, con disminuciones simultáneas en los ángulos de tiro y un incremento en el tiempo total de ejecución, lo que puede comprometer la precisión del lanzamiento.

Estos resultados explican por qué las trayectorias asimétricas observadas en un porcentaje de los deportistas y las discrepancias angulares respecto al patrón de elite podrían no ser solo técnicas sino también producto de la fatiga acumulada durante entrenamiento o competencia, subrayando la importancia de incluir ejercicios que desarrollen la resistencia neuromuscular para mantener la estabilidad técnica bajo condiciones de fatiga. A su vez, investigaciones recientes han demostrado que

condiciones como la fatiga pueden alterar significativamente la cinemática del lanzamiento y disminuir la eficacia de los porcentajes en tiros de tres puntos, lo que resalta la necesidad de preparar al deportista no solo desde el aspecto técnico, sino también físico y neuromuscular (Vivancos et al., 2024).

Los resultados permiten estructurar un modelo biomecánico optimizado para categorías formativas, donde el éxito del lanzamiento se relaciona con una flexión de codo cercana a 55° - 60°, una extensión terminal superior a 175° y una trayectoria parabólica estable. Este modelo aporta una base científica para intervenir técnicamente en jugadores jóvenes, reduciendo la brecha respecto a patrones de élite y contribuyendo al perfeccionamiento del tiro exterior como recurso determinante en el baloncesto moderno. El presente estudio reafirma la importancia del análisis biomecánico aplicado como herramienta de diagnóstico y corrección técnica en el deporte formativo (Veljović et al., 2021).

Conclusiones

Se realizó un análisis biomecánico mediante el software Kinovea para determinar la técnica de lanzamiento de triple en los jugadores del club Portomamey en la categoría sub-17, haciendo una comparación estadística con el modelo de elite de Stephen Curry, tomando en cuenta que las variaciones cinemáticas y la dependencia de fuerza predominaron en el grupo juvenil, se determinó que los jugadores del club alcanzaron una trayectoria proporcional en el lanzamiento de un 72%. Los hallazgos obtenidos proporcionan una base diagnóstica para que el cuerpo técnico del Club Portomamey reestructure sus programas de preparación técnica y física. El fortalecimiento de las capacidades motrices identificado permitirá optimizar el desempeño competitivo de los

jugadores Sub-17, asegurando una representación más eficiente en los lanzamientos de tres puntos.

Este trabajo deja una ventana abierta para futuras investigaciones, de acuerdo a las necesidades que tenga el Club Portomamey en el área del entrenamiento deportivo, como puede ser programas de potencia o fuerza explosiva en tren superior, ya que existió un margen de mejora del 28% al ejecutar los lanzamientos de larga distancia, de esta manera, se puede fortalecer en los jugadores su masa muscular y a su vez que puedan realizar un lanzamiento de triple que sea óptimo, simétrico y eficaz, tanto en sus entrenamientos como en sus competencias.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, A., & Aguilar, E. (2023). Análisis biomecánico del lanzamiento del tiro libre en las jugadoras del club de baloncesto Vo4 categoría absoluta. *Ciencia y Educación*, 1, 81 - 89. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10837352>
- Anguera, M., & Hernández A. (2016). Avances en estudios observacionales de ciencias del deporte desde los mixed methods. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 16(1), 17-30. <https://doi.org/10.4321/S1578423201500010002>
- Argilaga, M., Villaseñor, A., Mendo, A., & López, J. (2011). Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos de psicología del deporte*, 11(2), 63-76. <https://revistas.um.es/cpd/article/view/133241>
- Bourdass, D., Travlos, A., Souglis, A., Gofas, D. C., Stavropoulos, D., & Bakirtzoglou, P. (2024). Basketball fatigue impact on kinematic parameters and 3-point shooting accuracy: insights across players' positions and cardiorespiratory fitness associations of high-level players. *Sports*, 12(3), 63. <https://doi.org/10.3390/sports12030063>
- Cabarkapa, D., Fry, A., Cabarkapa, D., Myers, C., Jones, G., Philipp, N., & Deane, M. (2022). Differences in biomechanical characteristics

- between made and missed jump shots in male basketball players. *Biomechanics*, 2(3), 352-360.
<https://doi.org/10.3390/biomechanics2030028>
- Cotta A., Contreras, J., Gutiérrez, A., & Piñar, M. (2025). Analysis of game situations in the 3-point shot in women's basketball - A case study. *E-balonmano Com*, 21(3), 347-362.
<https://doi.org/10.17398/1885-7019.21.347>
- Federación Internacional de Baloncesto. (2024). Reglas Oficiales de Baloncesto. FIBA.
<https://www.fiba.basketball>
- Feng, Z., Xie, Z., Huang, Z., Huang, W., Mi, X., & Li, G. (2026). Lower-limb coordination adaptations to shooting distance in basketball: an exploratory angular velocity-based vector coding study. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 13, 12.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2025.1730129>
- Foteinakis, P., & Pavlidou, S. (2024). Evolution of three-point field goals shooting trends in EuroLeague basketball. *Trends in Sport Sciences*, 31(4), 207-213.
<https://doi.org/10.23829/TSS.2024.31.4-2>
- García, J., López, P., Reina, M., & Ibañez, S. (2024). Internal and external load profiles of male basketball players during training. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 240(1), 176-183.
<https://doi.org/10.1177/17543371241231033>
- Hernández, C., & Zaldívar, (2024). Procedimiento de evaluación de la fase inicial del tiro libre del baloncesto. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 19(1), 2-23.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rpp/v19n1/1996-2452-rpp-19-01-e1557.pdf>
- Irawan, F., & Prastiwi, T. (2022). Biomechanical analysis of the three-point shoot in basketball: shooting performance. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(12), 3003-3008.
<https://doi.org/10.7752/jpes.2022.12379>
- Jin, B., Joseph, J., Raj, R., & Song, Y. (2016). Dynamic Analysis and Optimization of Stephen Curry's 3-point shot. *ResearchGate*, 1, 4.
<https://doi.org/DOI:10.13140/RG.2.2.35452.13445>
- Li, F., Dukarić, V., Očić, M., Li, Z., & knjaz, D. (2024). Influence of fatigue and defensive pressure on three-point jump-shot kinematics in basketball. *Applied Sciences*, 14(20), 9582.
<https://doi.org/10.3390/app14209582>
- Li, S., Yang, J., Mi, J., & Li, Y. (2025). The effects of repeated sprints on mid-range and three-point jump shot biomechanics in elite basketball players. *Sports medicine and rehabilitation*, 13, 19983.
<https://doi.org/10.7717/peerj.19983>
- Luo , Q., Li , S., Huang , H., & zhou, y. (2024). Comparative analysis basketball shooting percentage using enhanced bio-inspired dwarf mongoose optimization algorithm with encircling foraging strategy. *Research Square*, 1, 35.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5402810/v1>
- Okazaki, V., Rodacki, A., & Saternus, J. (2021). A review on the basketball jump shot. *Sports Biomechanics*, 21(5), 754-766.
<https://doi.org/10.1080/14763141.2015.1052541>
- Penner, L. (2021). Mechanics of the jump shot: The "dip" increases the accuracy of elite basketball shooters. *Frontiers in Psychology*, 12, 658102.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.658102>
- Podmenik, N., Supej, M., Debevec, H., & Erculj, F. (2021). Common movement patterns of the jump shot while increasing the distance from the basket in elite basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 78, 29.
<https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0042>
- Vásquez, J., Ayala, F., & Sampaio, J. (2020). The most demanding scenarios of play in basketball competition from elite under-18 teams. *Frontiers in Psychology*, 11, 552.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00552>
- Veljović, F., Čaušević, D., Šečić, D., Begić, E., Selimović, N., Jahić, D., Ganija, H., Voloder, A., & Burak, S. (2021). Biomechanical analysis of three-point shot in basketball. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 9(2), 684-690.
<https://doi.org/10.21533/pen.v9.i2.774>
- Vencúrik, T., Knjaz, D., Rupcic, T., Sporis, G., & Li, F. (2021). Kinematic Analysis of 2-Point and 3-Point Jump Shot of Elite Young Male and Female Basketball Players. *Int J Environ Res Public Health*, 18(3), 934 -
<https://doi.org/10.3390/ijerph18030934>

Vivancos C., Tarodo, J. & Ortega, E. (2024). Análisis e intervención para la mejora del tiro libre en baloncesto de formación. JUMP, 1(9), 25-37.

<https://doi.org/10.17561/10.17561/jump.n9.9164>

Waleed, O., & Sattar, H. (2025). Comparative biomechanical analysis of three-point shooting between elite iraqi basketball players and international counterparts. Journal of Sport Biomechanics, 11(3), 326-342.

<https://doi.org/10.61882/JSportBiomech.11.3.326>

Yang, Z., Kim, Y., Zhao, Z., Feng, W., Wang, J., & Kim, S. (2025). Effect of basketball shooting distance and kill level on muscle activity and joint energy production of upper extremity. Molecular & Cellular Biomechanics, 22(1), 550. <https://doi.org/10.62617/mcb550>



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Elían Leonardo Marcillo Linzan y Marco Vinicio Campaña Bonilla.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT) Elían Leonardo Marcillo Linzan: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio. Marco Vinicio Campaña Bonilla: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.
Declaración de los revisores Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.
Declaración ética de la investigación Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

