

PODIUM

Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física

EDITORIAL LIBERCIENCIA

Volumen 18 | **2023**
Número 2

Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca"

Director: Fernando Emilio Valladares Fuente






Email: fernando.valladares@upr.edu.cu

Artículo original

La biomecánica aplicada a la técnica de pitcheo en lanzadores de béisbol

Biomechanics applied to throwing technique in baseball throwers

Biomecânica aplicada à técnica de arremesso em arremessadores de beisebol

Yidier Pons Gámez^{1*} , Humberto Andrés Durañona Nápoles¹ , Ovidio Alberto Pérez Ruiz¹ ,
Araime Berrio Méndez² , Albin Raudel Zamora Duverger³ 

¹Universidad de la Isla de la Juventud "Jesús Montané Oropesa". Isla de la Juventud, Cuba.

*Autor para la correspondencia: yponns@uij.edu.cu

Recibido: 2022-03-25.

Aprobado: 2023-01-09

RESUMEN

El deporte como fenómeno social, se desarrolla en la actualidad simultáneamente con los adelantos de la ciencia y la tecnología; en este contexto, juega un papel importante la biomecánica que asegura las bases para un verdadero entrenamiento técnico, de ahí que el trabajo está dirigido al uso de la biomecánica en la técnica de pitcheo. Para dar respuesta a esta temática se concibe como objetivo aplicar estudios biomecánicos a la técnica de pitcheo en los lanzadores del equipo de béisbol La Isla de la Juventud. Se utilizaron como métodos



el análisis de documentos, la revisión bibliográfica, la observación científica, la entrevista y la técnica del análisis de video con ayuda de un Dron; ello permitió medir magnitudes y valorar el comportamiento de las características que poseen los movimientos ejecutados por los lanzadores objeto de estudio. También, se emplearon dos técnicas de mediciones, una a través de la filmación y otra por procesamiento cinemático con el uso de los softwares como Tracker y Kinovea. La muestra estuvo conformada por ocho sujetos, distribuidos en tres atletas, dos entrenadores y tres investigadores; esto permitió determinar las características de la distancia de paso, ángulo que forma el brazo de lanzar con respecto a la cabeza, altura de la pelota y la velocidad de la pelota ejecutados por los lanzadores investigados.

Palabras clave: Biomecánica, lanzadores, pitcheo, técnica.

ABSTRACT

Sport as a social phenomenon, currently develops simultaneously with the advances of science and technology; in this context, biomechanics plays an important role that ensures the bases for true technical training; hence the work is directed to the use of biomechanics in throwing technique. To respond to this issue, the objective is to apply biomechanical studies to the throwing technique in the throwers of the La Isla de la Juventud baseball team. Document analysis, bibliographic review, scientific observation, interview and the technique of video analysis with the help of a drone were used as methods; this made it possible to measure magnitudes and assess the behavior of the characteristics of the movements executed by the throwers under study. Also, two measurement techniques were used, one through filming and the other by kinematic processing with the use of software such as Tracker and Kinovea. The sample consisted of eight subjects, divided into three athletes, two coaches and three researchers; this allowed to determine the characteristics of the throw distance, the angle formed by the throwing arm with respect to the head, the height of the ball, and the speed of the ball executed by the investigated throwers.

Keywords: Biomechanics, throwers, throwing, technique.



RESUMO

O esporte, como fenômeno social, está se desenvolvendo simultaneamente com os avanços da ciência e da tecnologia; nesse contexto, a biomecânica desempenha um papel importante para garantir a base de um verdadeiro treinamento técnico, portanto, o trabalho visa ao uso da biomecânica na técnica de arremesso. Para responder a essa questão, o objetivo foi aplicar estudos biomecânicos à técnica de arremesso nos arremessadores do time de beisebol La Isla de la Juventud. Os métodos utilizados foram a análise de documentos, a revisão bibliográfica, a observação científica, a entrevista e a técnica de análise de vídeo com a ajuda de um drone, o que permitiu medir as magnitudes e avaliar o comportamento das características dos movimentos executados pelos arremessadores em estudo. Além disso, foram utilizadas duas técnicas de medição, uma por meio de filmagem e outra por meio de processamento cinemático com o uso de softwares como o Tracker e o Kinovea. A amostra foi composta por oito sujeitos, distribuídos em três atletas, dois técnicos e três pesquisadores, o que nos permitiu determinar as características da distância de arremesso, do ângulo do braço de arremesso em relação à cabeça, da altura da bola e da velocidade da bola executada pelos arremessadores investigados.

Palavras-chave: Biomecânica, arremessadores, arremesso, técnica.

INTRODUCCIÓN

El deporte, como fenómeno sociocultural, se desarrolla a la par con los adelantos de la ciencia y la tecnología en la actualidad, lo que ha hecho que la práctica deportiva adquiera mayor fuerza y concurrencia que años atrás. La actividad competitiva no es ajena a los adelantos científicos y tecnológicos que tienen lugar en la sociedad del siglo XXI, es por ello que, en todas las modalidades deportivas, la introducción creciente de la tecnología y la ciencia para el perfeccionamiento de la técnica deportiva es una realidad.



Hoy en día, donde es cada vez mayor el número de competiciones, se han conseguido niveles tan altos en los diferentes aspectos de la preparación de los atletas, que su aumento se convierte en una tarea bien compleja y se hace palpable el desarrollo vertiginoso en los resultados competitivos que imponen grados insospechados de perfeccionamiento en la preparación de los mismos.

Por esta razón, se hace necesaria la búsqueda de información actualizada, valorar opciones y tomar decisiones en un universo cada vez más complejo y variable, así como revisar y perfeccionar las estrategias competitivas. También, se debe evaluar constantemente el proceso de dirección y conducción del juego, por lo que resulta importante utilizar de forma racional los recursos humanos y materiales.

Esta decisión se toma en función de alcanzar los mejores resultados y aplicar adecuadamente la técnica deportiva con el mínimo consumo de energía, para evitar lesiones en los atletas. En la actualidad, se requiere trabajar en la búsqueda y creación de recursos y medios que permitan desarrollar nuevos métodos de entrenamiento, manejar acertadamente la información que se disponga y, a la vez, organizar la actividad deportiva con armonía y eficacia.

El béisbol, por las características de sus acciones, es considerado un deporte de variabilidad en sus esfuerzos y de rápida ejecución; estas acciones deben realizarse de forma inesperada y dinámica en un corto período de tiempo y deben ser variables de reacción, coordinación, cooperación mutua, comunicación y predominar en todo el accionar del juego, Reynaldo Balbuena, (2006). En este deporte, durante cada juego, la estrategia puede ser dividida en dos momentos importantes: ofensiva y defensiva. En el caso particular de la defensiva, la actuación de los lanzadores juega un papel muy importante.

En el béisbol, para el logro de la victoria en una competencia en cualquier nivel, es necesario contar con un grupo de lanzadores capaces de reducir al mínimo la ofensiva, o sea el bateo, del equipo contrario. Para conseguir este objetivo, los lanzadores tienen que dominar muchos elementos técnicos y tácticos, por lo que los entrenadores deben prestar especial atención a la preparación y el control de estos, Cañizares & Pérez, (2015). Aunque el acto de



lanzar puede considerarse un movimiento continuo en béisbol, el mismo puede ser dividido en diferentes fases para comprender mejor el comportamiento de las cadenas biocinemáticas en cada instante (Fleisig, 2010).

Como es conocido, el rendimiento del pitcher o lanzador es fundamental para una buena defensiva, lo que establece una base sólida para su equipo. (Suárez Doval, 2014) Más allá de esto, el papel del pitcher es tan relevante que podría marcar la diferencia entre perder o ganar un encuentro, Conde, (2016). Por esta razón, la ejecución de esta técnica es vital, ya que no solo busca lanzar la pelota, sino impedir al bateador conectar. Para ello, los lanzadores llevan a cabo movimientos que permiten alcanzar velocidades increíbles en sus lanzamientos.

Los movimientos biomecánicos energéticos de traslación y de rotación manifiestos en el movimiento técnico del pitcher exigen una secuencia lógica, ininterrumpida, sincronizada y dependiente hasta soltar la pelota como producto final. Estos van fundamentados sobre las leyes de la mecánica clásica de Newton y de la conservación de la energía mecánica o del momento cinético y el momento angular, Young *et al.* (2013)

Se está de acuerdo con lo referido por el autor antes citado, sin embargo, se considera necesario tener en cuenta el principio de la coordinación de los impulsos parciales que establece que cuando se pretende imprimir a un cuerpo una gran velocidad todas las partes del cuerpo del atleta, empleados como agentes de aceleración, deben llegar a su máxima velocidad en el mismo instante. Los vectores velocidad, de los centros de gravedad de todas las partes de la cadena biocinemática que intervienen en la ejecución del movimiento, deben apuntar en la misma dirección en ese instante.

Es así que, para alcanzar un resultado o rendimiento deportivo óptimo, el aprendizaje motor o entrenamiento de la técnica debe ser sistemático, basado en un modelo referencial de movimiento eficiente, eficaz y efectivo, garantizado con el apoyo de la biomecánica, Camacaro *et al.* (2021).



Los estudios biomecánicos se han hecho imprescindible por muchas razones, entre ellas están la importancia de los resultados deportivos en diversos ámbitos de la vida y la dificultad, cada vez mayor, para mejorar las marcas; pero principalmente, se aplican para prevenir lesiones. Las mejoras de los resultados están cada vez más relacionadas con el aumento de los parámetros antropométricos de los deportistas que son de tipo biológico, sobre todo relacionadas con la fuerza muscular y de tipo técnico, además del control de otras variables como las psicológicas.

Estrada (2018) considera que "La Biomecánica estudia el movimiento de los seres vivos desde una tendencia apoyada en la mecánica (física mecánica), que busca relaciones entre magnitudes y explicaciones de comportamientos y observaciones" (p. 16). Más adelante, este mismo autor define la biomecánica como:

(...) el área de conocimiento interdisciplinaria que estudia los modelos, fenómenos y leyes que sean relevantes para la explicación del movimiento (incluyendo situaciones de equilibrio estático de los cuerpos). Es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano. (p. 17)

Por la composición de la palabra biomecánica (bio, significa vida y mecánica, parte de la física dedicada al estudio del movimiento de los cuerpos), se puede establecer que la biomecánica es la ciencia que aplica la mecánica para explicar las leyes que rigen el movimiento mecánico de los sistemas vivos, Pérez *et al.* (2021) Se asume entonces, en principio, que la biomecánica es una ciencia y que aplica los fundamentos de la mecánica al estudio de los movimientos mecánicos de los sistemas vivos. La biomecánica deportiva es la ciencia aplicada al deporte que nos permite comprender la cinética (fuerzas), cinemática (movimientos) del cuerpo y su interacción con respecto a los desplazamientos, el equilibrio estático y la actividad dinámica que caracterizan a las acciones deportivas gimnásticas y acrobáticas, (Nyman, 2020).



Para el perfeccionamiento del deporte se requiere de la aplicación efectiva de los fundamentos de la biomecánica y de sus métodos de investigación. Actualmente en el control de los elementos técnicos juega un papel fundamental el análisis biomecánico que tiene como uno de sus fines "(...) la evaluación y diagnóstico de los movimientos e identificación de las fallas técnicas (errores) y sus factores limitantes" (Pilotos, 2012).

El análisis biomecánico de las acciones motoras, relacionadas con la ejecución de la técnica en cualquier deporte, se basa fundamentalmente en el registro de las características biomecánicas o indicadores de los movimientos. Estos caracterizan la destreza objeto de estudio, a partir del control biomecánico de la apropiación de la técnica mediante la determinación del comportamiento de estas características. Se utiliza un sistema de análisis del movimiento (SAM) y se aplica la metodología del control de la técnica por experto (CTE) (Zatsiorsky, 1989 y Perdomo Manso, 2018) en la que el trabajo de los mismos juega un papel fundamental.

A la vista del ser humano muchos movimientos rápidos e involuntarios pueden desfavorecer la ejecución de distintas técnicas que se pretenden mejorar, la importancia del control biomecánico a través de una observación indirecta aplicando un análisis videográfico, puede facilitar la correcta ejecución de técnicas y movimientos innecesarios (Toledo *et al.*, 2020).

El empleo de la técnica del video-análisis es hoy en día una tecnología apropiada para el entorno científico y académico. Esta tecnología permite desarrollar el estudio de fenómenos de la realidad y brinda la oportunidad única de obtener, con bajo consumo de recursos, un amplio espectro de información sobre las diferentes magnitudes que permiten caracterizar mejor el movimiento mecánico de los cuerpos.

La tecnología del video-análisis es también empleada con gran efectividad en el desarrollo de investigaciones en el deporte, especialmente en biomecánica. Diferentes softwares tales como: Kinovea, Motion Analysis Tool (MAT), Pro-Trainer, SkillSpector, WINalyze y Tracker, entre otros son empleados con frecuencia en el estudio de los movimientos



deportivos porque brindan un volumen de información que permite la orientación de los atletas y entrenadores en relación con el perfeccionamiento de la técnica deportiva.

Por estas razones, el objetivo fundamental del trabajo que se presenta es aplicar estudios biomecánicos a la técnica de pitcheo en los lanzadores del equipo de béisbol de la Isla de la Juventud.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para dar cumplimiento a los objetivos trazados en esta investigación, se tomó como población un total de 20 participantes distribuidos en 13 lanzadores pertenecientes al equipo de béisbol de la Isla de Juventud, cuatro entrenadores de pitcheo y tres investigadores que consideraron que los lanzadores escogidos reunían las características físicas y técnicas necesarias, en función de los objetivos de la investigación propuesta, o sea, los que más se ajustaban al criterio de selección, de estos se escogió una muestra de ocho participantes que representó el 40 % de la población, distribuidos en tres lanzadores que representaron el 37.5 %.

Como requisitos de selección se establecieron:

- Años de experiencia.
- Función, rol o especialización dentro del staff de los lanzadores (abridores).
- Permanecer en el equipo durante la investigación.
- No haber presentado cualquier tipo de molestia o lesiones importantes con secuelas.
- Se seleccionaron dos entrenadores de pitcheo que representaron el 25% de la población. Se establecieron como requisitos de inclusión:
- Contar con más de diez años de desempeño en la preparación de lanzadores de béisbol.



- Contar con experiencias en la preparación de atletas para las Series Nacionales de béisbol.

Además, tres investigadores que representaron el 37.5 % de la población.

Los métodos y técnicas que se emplearon para darle respuesta al problema científico fueron el análisis de documentos oficiales que fueron revisados con el propósito de conocer los elementos existentes para el trabajo con los lanzadores de béisbol y la revisión bibliográfica para la consulta de materiales científicos que abordaron temáticas relacionadas con el objeto de investigación y permitieron realizar los análisis pertinentes.

La observación científica, se realizó durante varias sesiones de entrenamiento del equipo de béisbol primera categoría, con el propósito de constatar cómo ejecutaron los movimientos de pitcheo los lanzadores y determinar los sujetos que finalmente se seleccionaron como muestra. La entrevista, se utilizó con el objetivo de explorar la información actual que poseen sobre la mecánica de lanzar y estuvo dirigida a los entrenadores de pitcheo.

La técnica del análisis de video, se empleó en el estudio del movimiento deportivo de los lanzadores y brindó información para la orientación de los atletas y entrenadores en relación con el perfeccionamiento de la técnica deportiva.

Los softwares Kinovea y Tracker tienen características similares que les permiten estar al alcance de la mayoría de los usuarios. Entre estas características, según Pérez et al. (2021, p. 500-501) se destacan las siguientes:

- Pertenecen al grupo de software libre y se pueden adquirir de forma gratuita desde los sitios <https://www.kinovea.org> y <https://www.opensourcephysics.org>, respectivamente.
- Disponen de un entorno de trabajo de fácil empleo por parte del usuario.
- Ofrecen diferentes herramientas para la medición y el procesamiento de las variables durante el estudio del movimiento mecánico. Integran poderosas herramientas para



el seguimiento de trayectorias, la medición de tiempo, longitudes, rapidez, ángulos y otros.

- Facilitan el seguimiento manual y automático de las trayectorias de los objetos.
- Propician el seguimiento de fases determinadas del movimiento y controlan la velocidad de observación de los movimientos.
- Permiten incorporar cronómetros para la medición del tiempo de duración de los fenómenos.
- Permiten exportar los datos hacia nuevos videos y hacia hojas de cálculo para el procesamiento estadístico y además, tienen incorporadas herramientas matemáticas para el ajuste de curvas y el análisis estadístico.
- Los estudios pueden ser realizados con la presencia de una computadora apropiada en cualquier entorno (la casa, la escuela, el centro científico, etc.) y no requieren de otras condiciones especiales.
- Permiten el estudio de secuencia de imágenes (videos) o de una imagen aislada en particular.

El hecho de emplear indistintamente Kinovea y Tracker, se explica debido a las facilidades de herramientas que poseen ambas aplicaciones para desarrollar la técnica de análisis de video. Por una parte, Kinovea dispone de ciertas herramientas que facilitan la medición de tiempos, distancias, ángulos y los gráficos que propone tienen mejor definición que Tracker. En cuanto a Tracker, esta aplicación, además de disponer de herramientas similares a Kinovea, facilita un mayor número de variables que propician los estudios mecánicos y permite un seguimiento manual de las trayectorias; en adición, permite el ajuste de curvas para un mejor acercamiento teórico a la descripción del comportamiento de las variables objeto de estudio y así comparar los resultados obtenidos con la utilización de Kinovea.



Se seleccionaron los medios y recursos materiales y humanos necesarios para el estudio: el campo de béisbol del estadio "Cristóbal Labra" de la Isla de la Juventud; una cámara de vídeo Nikon (DX 5100) HD NTSC, con frecuencia de filmación 32 cuadros/segundos y sus accesorios; una computadora Pentium IV, para el análisis de los datos y las aplicaciones Kinovea (ver 0.9.1 del 2019) y Tracker (ver 6.0.1 del 2022) para el estudio del movimiento; tres lanzadores, dos entrenadores y tres profesores-investigadores de la Facultad de Cultura Física del territorio.

- Se preparó a los lanzadores que fueron estudiados en conjunto con los colaboradores.
- Se realizaron diez tomas filmicas para cada lanzador (tres tomas desde la posición derecha, cuatro desde la parte central y tres desde la parte izquierda de la tabla de lanzar, respectivamente).

Se procedió de la siguiente manera:

De los diez lanzamientos ejecutados por cada lanzador, se tomó la filmación que a juicio de los entrenadores e investigadores fue la mejor ejecutada.

1. Preparación de los vídeos, de tal manera que resultaran compatibles con los softwares de análisis (Kinovea y Trackers) y se utilizó el TMPGEnc4XP, versión 4.3.1.222.
2. Análisis con los softwares Kinovea y Trackers (programas para el análisis del movimiento humano) de las filmaciones ya preparadas; se tuvo en cuenta los elementos a evaluar en los atletas estudiados.
3. Valoración cualitativa de la ejecución del movimiento estudiado, a partir de la videograbación.

Para ello, se empleó un dron y dos cámaras, una situada encima de los lanzadores investigados para poder captar el lanzamiento en todas las fases de la acción y la otra, en



posición lateral con respecto a los lanzadores para captar la ejecución del movimiento de lanzar.

La medición brindó la posibilidad de expresar, mediante números, las características biomecánicas de la técnica de pitcheo en los lanzadores del equipo de béisbol de La Isla de la Juventud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la entrevista realizada a los entrenadores de pitcheo

Como respuesta a los indicadores seleccionados se obtuvieron los siguientes resultados. En la pregunta uno, referida a la distancia de la longitud del paso, el 100 % de los entrenadores planteó que esta medida debió ser ligeramente menor que la estatura del lanzador y se estableció como un rango normal, entre un 82 % a un 93 %, con relación a la estatura del pitcher; ello posibilitó una adecuada transferencia de la energía a la extremidad superior, por el aumento de la distancia y el tiempo en el que el tronco puede rotar.

En la pregunta dos, referente al ángulo de salida de la pelota respecto a la cabeza, el 100 % de los entrenadores coincidieron en que esta acción debió ser lo más cercano a la cabeza, para evitar las lesiones de los lanzadores y buscar que el lanzamiento se realice por encima de la cabeza.

En la pregunta 3, sobre la altura que alcanza la pelota antes de llegar a la mascota del receptor, el 100 % de los entrenadores planteó que esta debe pasar por un punto entre los 50 y 100 centímetros.

Resultados del análisis biomecánico desde las diferentes ubicaciones. Para realizarlo, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros utilizados en el análisis desde las distintas ubicaciones de los lanzadores:

- Longitud del paso.



- Angulo de salida de la pelota respecto a la cabeza.
- Altura de la pelota antes de llegar a la mascota de receptor.
- Velocidad promedio de los lanzamientos.

Resultados del análisis biomecánico de la longitud del paso desde el centro del box. La longitud del paso es uno de los indicadores a considerar en los lanzamientos del pitcher ya que juega un rol importante en la calidad del envío hacia el home. Este parámetro, se describe como la distancia horizontal que separa el calcáneo del pie de la pierna de impulsión hasta el calcáneo del pie de apoyo, en el instante del contacto con el suelo (Figura 1).



Fig. 1. - Longitud del paso

A partir del análisis de video, la aplicación de la biomecánica deportiva a la técnica de pitcheo, se obtuvo la longitud del paso de los lanzadores:

- Lanzador 1: 137.19 cm.
- Lanzador 2: 133.67 cm.
- Lanzador 3: 131.01 cm.

Al considerarse que esta medida debe de ser ligeramente menor que la estatura del lanzador, se estableció como rango normal, desde un 82 % a un 93 % con relación a la estatura.



La estatura de los lanzadores es la siguiente:

- Lanzador 1: 1.80 m.
- Lanzador 2: 1.78 m.
- Lanzador 3: 1.82 m.

A partir de determinar la distancia de la longitud del paso y la estatura fue posible obtener el rango que representó la longitud del paso de cada lanzador, mediante el empleo de la siguiente fórmula:

Rango de la zancada = (longitud del paso x 100/estatura)

- Lanzador 1: 76 %.
- Lanzador 2: 75 %.
- Lanzador 3: 72 %.

Los resultados obtenidos por cada lanzador permitieron afirmar que el rango de la zancada fue menor a lo establecido en la literatura, por tanto, se dedujo que una zancada corta puede disminuir el potencial desarrollo de la fuerza, a través de una rotación del tronco potencialmente reducida; zancadas más cortas (menos de 75 % de la altura corporal) fueron menos eficaces en la acción de la rodilla durante la fase de transferencia y al alterarse la correcta transmisión de fuerzas intersegmentarias, desde el suelo a la mano de lanzar, disminuyó la velocidad de lanzamiento.

Resultados del análisis biomecánico del ángulo de salida de la pelota respecto a la cabeza (Figura 2).



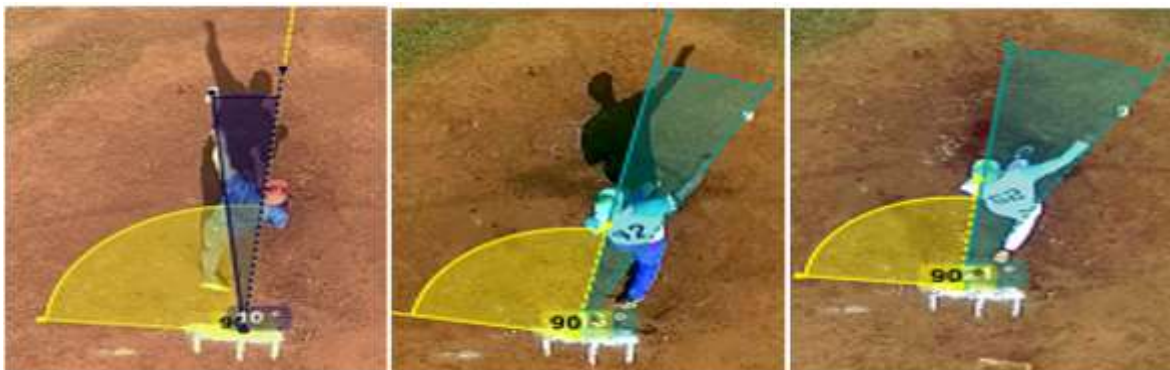


Fig. 2. - Ángulo de salida de la pelota

En cuanto el ángulo de salida de la pelota respecto a la cabeza el lanzador número 1, se obtuvo una distancia de 10 grados, de manera que el brazo que sostuvo la pelota y ejecutó el movimiento estuvo cercano a la cabeza. El ángulo de salida de la pelota respecto a la cabeza el lanzador número 2 obtuvo una distancia de 13 grados, el brazo que sostuvo la pelota y ejecutó el movimiento estuvo separado con respecto a la cabeza. En el lanzador número 3, se obtuvo una distancia de 21 grados, el brazo que sostuvo la pelota y ejecutó el movimiento estuvo separado con respecto a la cabeza. Como conclusión, se arribó que no se manifestaron diferencias entre el lanzador número 1 y 2, pero si con respecto al lanzador número 3, al constatarse 8 grados de distancia con el ángulo de salida de la pelota.

Resultados del análisis biomecánico de la altura de la pelota antes de llegar a la mascota de receptor (Figura 3).



Fig. 3. - Altura de la pelota



En cuanto a la altura de la pelota antes de llegar a la mascota del receptor, el lanzador número 1 obtuvo una distancia de 88.63 cm con respecto al suelo. Esto se entiende como que la pelota en este punto se ubicó en zona favorable para el lanzador. En cuanto a la altura de la pelota antes de llegar a la mascota del receptor, el lanzador número 2 obtuvo una distancia de 87.56 cm con respecto al suelo, lo que se entiende como que la pelota se ubicó en zona favorable para el lanzador.

Al utilizar el programa Kinovea, se introdujo un cronómetro en el vídeo; de esta forma, se pudo medir el tiempo y estimar la velocidad media. Sin una pistola de velocidad, esto sería imposible hacerlo durante una sesión de entrenamiento. El resultado de estas mediciones para este trabajo se presenta en la tabla 1 (Tabla 1)

Tabla 1. - Estimación de la velocidad de una pelota

Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (m/s)
0	0			
1.3236	0.042	32	115	72
1.3906	0.041	34	122	76
1.3537	0.042	32	115	72
Distancia (m)	Tiempo (s)	Valores medios de la velocidad		
4.0679	0.125	33	119	74

En cuanto a la altura de la pelota antes de llegar a la mascota del receptor, el lanzador número 3 obtuvo una distancia de 45.97 cm con respecto al suelo, por lo que la pelota en este punto fue en zona desfavorable para el lanzador.

El análisis documental y la revisión bibliográfica permitieron revelar los fundamentos de la investigación para el tratamiento de la problemática existente en la mecánica de los lanzadores.



CONCLUSIONES

Con la utilización del software biomecánico, se determinaron las características de la distancia de paso, el ángulo que forma el brazo de lanzar con respecto a la cabeza, la altura de la pelota al acercarse al home-plate y la velocidad de la pelota ejecutados por los lanzadores investigados.

Se tuvo en cuenta el análisis biomecánico sobre la mecánica de pitcheo en los lanzadores del equipo de la Isla de la Juventud y se atendieron las dos técnicas de mediciones empleadas una, a través de la filmación y otra, por procesamiento cinemático con el uso del software Tracker. Se considera oportuno extender y aplicar en otras categorías del béisbol en la Isla de la Juventud, los estudios biomecánicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camacaro, M., Colina, A., & Zissu, M. (2021). Análisis de las variables cinemáticas en la técnica del pateo en el fútbol a partir de criterios de eficiencia biomecánicos. *SPORT TK-EuroAmerican*, 10(2), pp. 25-45.
<https://revistas.um.es/sportk/article/view/429211>
- Cañizares- Arteaga, R. G., & Pérez- Suárez, W. (2015). Estudio biomecánico del nivel de ejecución técnica del lanzamiento a home en los lanzadores del equipo juvenil de béisbol, de Sancti Spíritus. *Revista DeporVida*, 12(26), pp. 63-73.
<https://deporvida.uho.edu.cu/index.php/deporvida/article/view/290/562>
- Estrada Bonilla, Y. C. (2018). *Biomecánica: De la Física Mecánica al análisis de gestos deportivos* (1ra ed.). Ediciones USTA.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12464/Obracompleta.2018Estradayisel.pdf>



- Fleisig, G. (2010). Biomechanics of baseball pitching: Implications for injury and performance. Pp. 46-50. <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/download/4377/4069>
- Nyman, E. (2020). Biomechanics of Gymnastics. En *Gymnastics Medicine* (1ra ed., pp. 27-54). Springer. https://www.researchgate.net/publication/345087648_Biomechanics_for_gymnastics
- Perdomo Manso, E. (2018). Metodología para el Control de la Técnica Deportiva por Expertos (CTE). *Revista Acción*, 14. <http://accion.uccfd.cu/index.php/accion/article/download/34/102?inline=1>
- Pérez Ruiz, O. A., Villegas Sáez, A. F., & Feito Gácita, A. (2021). *Fundamentos de biomecánica deportiva* (1ra ed.). Editorial Universitaria. <http://www.eduniv.cu/items/show/37662>
- Pilotos Martínez, A. (2012). Análisis biocinémático de la ejecución técnica del lanzamiento rápido en los lanzadores de béisbol de la categoría 15-16 años de la EIDE 'Ormani Arenado' de Pinar del Río. *EFDeportes.com*, 16(165). <https://www.efdeportes.com/efd165/analisis-biocinematico-del-lanzamiento-en-beisbol.htm>
- Reynaldo Balbuena, F. (2006). *Del Béisbol casi Todo* (1ra ed.). Científico-Técnica.
- Toledo Ríos, R., Medina Cabrera, M. L., Rodríguez Espín, J. R., Lara Caveda, D., & Bautista Sánchez, A. (2020). Procedimiento para el análisis biomecánico de la variabilidad del movimiento en el lanzamiento de disco. *Revista PODIUM*, 15(3), pp. 386-388. <http://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/984>
- Young, H. D., Freedman, R. A., & Weston Sears, F. (2013). *Física universitaria 01* (13.a ed.). PEARSON. https://books.google.com.cu/books/about/F%C3%ADsica_universitaria_01.html?id=qtsXYAAACAAJ&redir_esc=y



Zatsiorsky, V. M. (1989). *Metrología deportiva* (1ra ed.). Planeta.

Conflictos de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Copyright (c) 2023 Yidier Pons Gámez, Humberto Andrés Durañona Nápoles, Ovidio Alberto Pérez Ruiz, Araime Berrio Méndez, Albin Raudel Zamora Duverger

