



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS DE LA CULTURA
FÍSICA Y EL DEPORTE



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CENTRO UNIVERSITARIO
MUNICIPAL CUMANAYAGUA

Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Cultura Física

Análisis biomecánico de la técnica de pitcheo en atletas escolares

AUTOR: Roberto Carlos Valladares Castellón

TUTORES: Lic. Omar Alejandro Peña López

Lic. Héctor Luis González Díaz

Cienfuegos, 2022.

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos como parte de la culminación de los trabajos en la especialidad Cultura Física; autorizado a que el mismo sea utilizado por la institución para los fines que estime convenientes, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en evento ni publicado, sin la aprobación de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Computación
Nombres y Apellidos. Firma

Información Científico – técnica
Nombres y Apellidos. Firma

Sistema de Doc. de Proyectos.
Nombres y Apellidos. Firma

Firma del Tutor.
Nombres y Apellidos. Firma

PENSAMIENTO

“En la medida en que la atención de la sociedad hacia el ser humano avance, se mejore, lograremos crear más y más condiciones para el futuro de nuestro país en todos los campos, entre ellos el deporte”.

Fidel Castro.



DEDICATORIA

A mis padres y a mi hermano, en especial a mi padre, que aunque ya no está físicamente presente, siempre me incentivó la idea de estudiar para poder ser alguien en la vida. A todos mis amigos y profesores que durante el transcurso de la carrera me transmitieron sus conocimientos y experiencias.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y a los profesores que contribuyeron a mi formación profesional.

A mi tutor, Lic. Omar Alejandro Peña López, por la orientación y compañía durante el proceso investigativo.

Al colectivo de profesores y a mis compañeros de grupo que durante 5 años han cooperado conmigo y posibilitado que haya culminado con éxito mis estudios.



Resumen

En la presente investigación se aplicó un estudio biomecánico de la técnica de pitcheo al equipo de béisbol categoría escolar del municipio de Cumanayagua con el objetivo de analizar los indicadores que influyen en la técnica; de esta manera poder detectar posibles incorrecciones durante la ejecución del movimiento que dificulten su dominio. El trabajo está concebido como un estudio de casos, responde al paradigma cuantitativo, un tipo de diseño no experimental (transeccional o transversal). Se emplearon métodos y técnicas científicas de investigación como la entrevista, medición y observación. Se llevó a cabo una filmación del atleta objeto de estudio, luego fueron procesados sus datos a través del software Kinovea 0.9.5; como uno de los principales resultados se destacó la poca concentración de la energía cinética en la posición inicial, además que la pierna de péndulo atacaba home en forma de abanico; por último, se pudo apreciar una temprana supinación de la mano de lanzar impidiendo el amplio recorrido que debe describir el codo hasta el momento que suelta la bola.

PALABRAS CLAVES

Kinovea 0.9.5, biomecánica, staff de picheo, dominio técnico.

Abstract

In the present investigation, a biomechanical study of the pitching technique was applied to the school category baseball team of the municipality of Cumanayagua with the objective of analyzing the indicators that influence the technique; in this way to be able to detect possible errors during the execution of the movement that make it difficult to master it. The work is conceived as a case study, responds to the quantitative paradigm, a type of non-experimental design (transsectional or transversal). Scientific research methods and techniques such as interview, measurement and observation were used. A filming of the athlete under study was carried out, then their data were processed through the Kinovea 0.9.5 software; As one of the main results, the low concentration of kinetic energy in the initial position was highlighted, in addition to the fact that the pendulum leg attacked home plate in the form of a fan; Finally, an early supination of the throwing hand was observed, preventing the wide path that the elbow must describe until the moment the ball is released.

KEYWORDS

Kinovea 0.9.5, biomechanics, pitching staff, technical domain.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN.....	1
2.DESARROLLO	6
2.1CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1.1Aspectos teóricos metodológicos del análisis biomecánico en los movimientos del pitcheo	7
2.1.2 Requisitos biomecánicos para el entrenamiento de la técnica en el lanzador de béisbol	13
2.1.3 Subdivisión de la técnica de pitcheo por fases	14
2.1.4 Nuevas tecnologías aplicadas al deporte y al entrenamiento	14
2.2 CAPÍTULO II. - DISEÑO METODOLÓGICO	21
2.2.1 Métodos teóricos	22
2.2.2 Métodos empíricos	22
2.2.4 Tipo de estudio: Descriptivo	24
2.2.5 Diseño no experimental (transversal)	24
2.2.6 Población, Muestra y Tipo de muestreo (ver tabla 1)	25
2.3 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
2.3.1 Análisis de documentos.....	27
2.3.2 Resultados de la entrevista.....	27
2.3.2 Resultados de la medición.....	28
2.3.3 Resultados de la observación	28
3.CONCLUSIONES.....	35
RECOMENDACIONES	36
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	
Anexos	

1. INTRODUCCION

El deporte como fenómeno social ha formado parte de la política en Cuba, aplicada a partir del triunfo de la revolución por nuestro eterno comandante en Jefe Fidel Castro al frente; bajo la consigna “El deporte, derecho de todo el pueblo”.

Desde entonces la Cultura Física y el Deporte forman parte de los programas de masificación educativa llevándolas a cada rincón de la isla con el fin de brindarles a todos los ciudadanos una Educación Física apropiada que le beneficiara su estado de salud.

Paralelo a esto, las ciencias aplicadas a los diferentes deportes comenzaron también su continuo y rápido accionar tratando de dar respuestas a las exigencias científicas de esta área. Con el tiempo el deporte ha ido transformándose, en respuesta a la evolución de la sociedad, y se ha ido convirtiendo en una institución propia de las sociedades industriales.

Actualmente con este término se designa un tipo de actividad con características determinadas, aunque la propia definición es origen de múltiples controversias en distintos autores. En resumen, un estatus social de máximo nivel; en consecuencia, como todo lo que (ya sea justificadamente o no) la sociedad valora, el deporte va siendo asumido por las generaciones de adultos como algo susceptible de ser transmitido y fomentado entre sus descendientes (Díaz, 2004).

En los niños y jóvenes la práctica sistemática del deporte se ha convertido en factor más que decisivo de la formación multilateral de su personalidad, cada día, mayor cantidad de jóvenes integran las canteras y nóminas de nuestros equipos nacionales e internacionales de diferentes categorías, dando muestras de la influencia tan grande del deporte como factor socializador, al contribuir enormemente en un mejor comportamiento ético, estético y social (Doria de la Terga, 2004).

El béisbol es uno de los deportes que más participantes recibe. En Cuba es algo más que el deporte nacional, es parte de nuestra nacionalidad, de nuestra identidad, es algo, totalmente inexplicable para alguien que no sea cubano. Por este motivo ha sido visto como proceso espontáneo, que necesita de la aplicación de la ciencia. Pero los tiempos cambian y los compromisos internacionales se van haciendo cada

vez más disputados, sobre todo, a partir de la inclusión de jugadores profesionales en distintos eventos.

Esto hace que muchos de los hombres de ciencia vinculados a este deporte pongan todos sus conocimientos y esfuerzos en función de buscar nuevos caminos que permitan alcanzar resultados óptimos en el desempeño atlético.

Estudiar este deporte despierta un particular interés en especialistas y entrenadores, más cuando se trata de los lanzadores. Lo anteriormente planteado toma créditos cuando Saiz Domínguez, (2016), autor del libro titulado: *La Física del béisbol*, se refiere al pitcher de forma comparativa retomando expresiones hechas por grandes y reconocidos físicos como Copérnico, Galileo o Kepler: Así como la Tierra gira alrededor del Sol, la loma del lanzador es el centro de un sistema en torno al cual giran, como si fuesen planetas en su órbita, las tres bases y el home.

Como dice la creencia popular: el pitcheo es la parte más importante del juego de béisbol (75% del resultado), por tanto, su maestría o habilidad en el dominio de la biomecánica de su cuerpo pueden marcar la diferencia entre perder o ganar un encuentro (Becerra & Sánchez, 2016).

Entre los elementos defensivos en el juego de béisbol, el pitcheo alcanza gran protagonismo, es considerado en biomecánica como un ejercicio físico en que la tarea del movimiento consiste en el desplazamiento de un cuerpo externo, en este caso la pelota (Donskoi & Zatsiorski, 1988).

Sin embargo, se ha observado que gran cantidad de atletas escolares y juveniles específicamente en el municipio de Cumanayagua (en sus mejores condiciones físicas) se ven afectados por lesiones; esto en respuesta principalmente a una incorrecta ejecución de la técnica de pitcheo, lo que trae consigo que en la mayoría de los casos terminan alejándolos de manera definitiva de su carrera deportiva.

Minimizar este aspecto insatisfecho es un reto para la comunidad científica del territorio, para ello es de vital importancia apelar a las ciencias del deporte moderno donde la biomecánica deportiva juega un papel crucial; la misma tiene como uno de sus fines la evaluación, descripción y diagnóstico de los movimientos e identificar incorrecciones técnicas y sus factores limitantes.

Es de suma importancia conocer los elementos que se declaran anteriormente y paralelo a ello dominar desde el punto de vista teórico-práctico la técnica de pitcheo si se está dirigiendo un equipo de lanzadores y se aspira a cumplir con los resultados propuestos.

En función a lo planteado, los entrenadores de béisbol del municipio deben enfatizar en una biomecánica correcta, para obtener el máximo rendimiento con el menor esfuerzo y minimizar el riesgo de lesiones dentro de lo posible ya que este gesto, por su exigencia resulta lesivo prácticamente de cualquier manera.

Al analizar desde el punto de vista biomecánico cada movimiento del lanzador durante su ejecución técnica, podemos identificar cada detalle y describir indicadores puntuales que determinan su efectividad y control; utilizando sistemas de movimientos que permitan procesar video de alta calidad y brinden datos que nos conduzcan a dar respuestas a las exigentes problemáticas de la vida práctica.

El gobierno y la dirección municipal de Deportes, Educación Física y Recreación en Cumanayagua, tienen como prioridad aplicar la ciencia y la tecnología al deporte competitivo, específicamente en el béisbol a través de proyectos de investigación que permitan buscar soluciones a las exigentes problemáticas que emergen desde su práctica.

En aras de buscar soluciones creativas con fundamento científico a la problemática existente, la dirección del béisbol en Cumanayagua, la dirección de la carrera en el centro universitario municipal y la facultad de Cultura Física de la Universidad de Cienfuegos; de conjunto con su proyecto: *Núcleo territorial para el desarrollo sostenible del béisbol desde la ciencia e innovación*, creó un grupo multidisciplinario de trabajo con el objetivo de investigar y detectar las principales deficiencias que conducían a que nuestros jóvenes sufrieran lesiones y fueran víctima de resultados negativos.

Debe señalarse que, en una entrevista realizada a entrenadores del área con el fin de saber las principales deficiencias que conllevan a que atletas de esta especialidad sufran lesiones; se refieren a tres elementos fundamentales como:

- Sobreúso de lanzamientos durante entrenamientos, topes y competencias.

- Falta de preparación física.
- Errores desde el punto de vista técnico de la mecánica del lanzamiento.

Señalan, además que no cuentan con herramientas tecnológicas para estudiar minuciosamente la técnica y solo acuden a sus observaciones y conocimientos empíricos.

Por su parte, el comisionado de la disciplina confirma que la mecánica del lanzamiento es un factor que requiere ser estudiado a mayor profundidad y de ser posible: a través del uso de herramientas tecnológicas y métodos científicos.

Cabe resaltar que en las visitas a las sesiones de entrenamientos por parte de especialistas e investigadores a cargo de la investigación se pudo constatar que los entrenadores solo corregían los elementos técnicos sobre la base del empirismo y acudían únicamente a sus observaciones para identificar el comportamiento de las características cinemáticas.

Estos elementos corroboran que el estudio de la mecánica de lanzar con el fin de buscar racionalizar la técnica y minimizar a cero el riesgo de sufrir lesiones, constituye una necesidad insatisfecha, sobre todo para los atletas de base; que, si bien no llegan al alto rendimiento por diversas razones, si pudieran padecer en un futuro de factores que limiten su motricidad.

La inexistencia de herramientas que permitan, desde los fundamentos de la ciencia, determinar las principales dificultades técnicas de sus atletas constituye una carencia dentro del movimiento deportivo y la comisión municipal de béisbol.

Lo antes expuesto justifica la necesidad de instruir, sensibilizar y dirigir a entrenadores y atletas hacia la aplicación de estudios biomecánicos que demuestren detalladamente las principales deficiencias que impidan un mejor desempeño.

Debido a las deficiencias declaradas anteriormente se requiere de un trabajo preciso que responda a estos intereses, por lo que la presente investigación tiene como

Situación Problemática: Existe insuficiencia en la mecánica de pitcheo en los lanzadores escolares del municipio de Cumanayagua.

Problema Científico: ¿Cómo se comportan los indicadores biomecánicos en la mecánica de pitcheo en los lanzadores escolares del municipio de Cumanayagua?

Objeto de estudio: Proceso de entrenamiento deportivo en el béisbol.

Campo de acción: Técnica de pitcheo en lanzadores escolares del municipio de Cumanayagua.

Objetivo General: Analizar la técnica de pitcheo en lanzadores escolares del municipio de Cumanayagua.

Preguntas Científicas:

- ¿Cuáles son los fundamentos teórico – metodológicos que sustentan la investigación?
- ¿Qué indicadores biomecánicos influyen en la mecánica de pitcheo de lanzadores escolares del municipio de Cumanayagua?
- ¿Cuáles son los errores más comunes que atentan contra la ejecución correcta de la técnica del lanzamiento en estos atletas?

Tareas Científicas:

1. Determinación los fundamentos teórico – metodológicos que sustentan la investigación.
2. Descripción de los indicadores biomecánicos que influyen en la mecánica de pitcheo de lanzadores escolares del municipio de Cumanayagua.
3. Identificación de los errores más comunes que atentan contra la realización correcta de la técnica del lanzamiento en estos atletas.

El trabajo de diploma se estructura por una introducción donde se reflejan algunos apuntes específicos de los antecedentes y la justificación del problema, el desarrollo constituido por tres capítulos. El primer capítulo incluye los fundamentos teóricos que respaldan el estudio biomecánico. Un segundo capítulo tiene el propósito de mostrar los métodos científicos para desarrollar del trabajo y definir la población y muestra. El tercer capítulo se desarrolla con el objetivo de mostrar los resultados del estudio biomecánico realizado, además de las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

2. DESARROLLO

2.1 CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Aspectos teóricos metodológicos del análisis biomecánico en los movimientos del pitcheo

El béisbol es un deporte colectivo sumamente complejo. Dicha complejidad favorece la extracción de una gran cantidad de datos de diversa índole relacionados con el juego, los cuales hacen que sea uno de los deportes más completos en cuanto a estadísticas se refiere (Ríos, et al. 2019).

Cada uno de los nueve jugadores ocupan cierta posición en el terreno con lo que desempeñan una función determinada, una de ellas, el lanzador o el pitcher son los encargados de abrir las acciones cuando ponen la pelota en juego, a partir del primer lanzamiento desde el montículo o goma de lanzar, dirigiéndola al receptor con el objetivo de poner fuera (out) a los bateadores por cualquier vía (Durañona, et al. 2021).

El cuerpo humano en su similitud con los mecanismos simples de la mecánica, es un sistema de cadenas, palancas, péndulos y poleas que debe ser entrenado de una forma específica para competir. Este puede ser entrenado para responder a las demandas físicas que el pitcheo requiere (Doria de la Terga, 2004).

Al pitcheo, podemos añadirle todo; gran atención a la secuencia de nervios y contracciones musculares que crean velocidad e imparten rotación, mientras se suministra una cantidad calculada de estrés en los músculos, tendones, ligamentos y huesos (Doria de la Terga, 2004).

También afirma que la técnica del pitcheo ha sido impartida por cientos de años. Durante los primeros 90 años de baseball, los entrenadores usaban su propia experiencia visual para enseñar a sus pitchers. Este error continuó hasta los últimos años de los 70 cuando entrenadores profesionales norteamericanos, canadienses y japoneses, adaptaron nuevas tecnologías (cámaras de cine y vídeo, plataformas de fuerzas, celdas fotoeléctricas, electro miógrafos, etc.) a técnicas de instrucción.

En los últimos diez años los entrenadores e investigadores han comenzado a integrar análisis computarizado en 2D y 3D (bidimensionales y tridimensionales) en sus enseñanzas y en sus análisis de movimientos de lanzadores. Se plantea en la actualidad, que los mejores entrenadores son usualmente pensadores tridimensionales, y los mejores pitchers siempre desarrollan estilos eficientes en tres dimensiones.

Sin embargo, somos de la opinión de que aún queda mucho por mejorar en el proceso entre entrenadores y atletas por lo que se hace indispensable también para ambos; tener referencias acerca de los perfiles corporales acordes a cada posición con el fin de optimizar resultados.

Cada especialidad deportiva cuenta con un patrón cineantropométrico específico, que permite conocer cuáles son las características antropométricas que debería tener un determinado sujeto para lograr el mayor rendimiento en dicha especialidad (Padilla, 2017).

Del mismo modo se presenta en el béisbol, teniendo dentro de sus características particulares cuatro destrezas básicas de mayor importancia en el desarrollo del juego, siendo las mismas: el fildear, lanzar, correr y batear. Por la propia dinámica del juego, que requiere determinadas condiciones tanto a la defensiva como a la ofensiva, exige que existan diferencias en las posiciones que ocupan en el campo.

Indudablemente lanzar y batear una pelota de béisbol son fundamentos técnicos de suma importancia en el juego, por lo que cada una de las posiciones en el béisbol requiere un patrón cineantropométrico específico y más cuando al lanzador se refiere puesto que le permitiría poder contar con las condiciones necesarias para el perfeccionamiento de sus acciones técnicas y lograr con ello una mayor fluidez (Padilla, 2017).

En su estudio, el autor anteriormente citado establece los perfiles de proporcionalidad corporal por área de juego, hace énfasis en los pitcher juveniles del Estado Barinas, Venezuela; a su vez describe las características antropométricas y la proporcionalidad corporal de cada uno de los lanzadores.

Con referencia a lo anterior señala que el lanzador requiere tener manos grandes lo cual le permitirá darle un mayor recorrido a la pelota e imprimirle una mayor fuerza a la misma en el momento de soltarla; tomando en cuenta que a mayor longitud de las palancas mayor fuerza desplaza en ella.

Por otro lado, observa con la ayuda de la cámara lenta que las diferentes articulaciones se mueven consecutivamente, creándose la impresión de una transmisión de movimiento de unas articulaciones a otras; estas persiguen una secuencia desde las extremidades inferiores las cuales transfieren su energía al tronco sucediendo inmediatamente el movimiento cortante del brazo de lanzar, este la pasa al antebrazo y consecutivamente a la mano.

En el caso de la velocidad plantea que la pelota durante el lanzamiento, es el resultado de los movimientos de los pies-piernas-caderas-tronco-brazo-mano por lo que cualquier interrupción fuera de esta cadena de energías perjudicaría la correcta realización del trabajo, acompañado de deficiencias en la mecánica y un mayor por ciento de sufrir lesiones.

En relación a la anchura biacromial, es importante destacar lo señalado por Doria de la Terga (2004), el cual menciona que el pitcheo es una habilidad direccional con componentes giratorios; se considera que debe realizarse con una gran simetría durante todo el movimiento integro. Igualmente menciona que dichos componentes giratorios tienen que ver con el torque o fuerza de torsión, el cual surge por la acción simultánea de dos o más fuerzas, que a la vez que acelera, tuercen en su acción al segmento sobre el que actúan.

En este sentido, el autor mencionado en el texto anterior postula que la pelota recorre menos distancia, ya que el lanzador va a soltarla más adelante, al realizar una conversión con la velocidad, expresa que un pie de distancia equivaldría aproximadamente a tres millas por horas favorables al lanzador, de igual manera el movimiento recorrido de la pelota provoca que el bateador tenga menos tiempo de apreciar más claramente qué tipo de lanzamiento es.

Padilla (2017), considera que los hombros tienen también su secuencia; el hombro líder debe empezar a girar hacia abajo antes que el hombro trasero empiece a moverse por el lanzamiento. Son dos movimientos separados que cuando se hacen correctamente desarrollan más palanca en el brazo de lanzar.

La inmensa mayoría de entrenadores opinan que las insuficiencias están dadas por falta de preparación física, otros lo achacan a falta de preparación mental. Es obligatorio referirse a la gran cantidad de brazos lesionados, sobre todo en las categorías inferiores entre los 15 y 18 años.

Una buena constitución física, fortaleza muscular y reserva de energías son cualidades esenciales para todo buen lanzador; una estatura alrededor de 183 cm. (6,03 pies) y un peso aproximado de 86 Kg. (189,2 libras), con brazos y manos grandes, para obtener un mejor agarre de la bola, son condiciones adicionales que lo favorecen (Doria de la Terga, 2004).

La mecánica de los movimientos y la velocidad en los envíos son factores de vital importancia, ya que la falta de control en los lanzamientos es el resultado de una mala coordinación de esos elementos, los que mediante un trabajo rítmico y de conjunto coadyuvan eficazmente al perfeccionamiento del control.

La IBF (International Baseball Foundation) presenta un modelo de pitcheo basado en el modelo biomecánico de la ASMI (American Sports Medicine Institute), donde plantean y exigen que las condiciones físicas ideales para un lanzador deben ser: una talla entre 1,85 y 1,90 cm. (entre 6 y 6,2 pies), un peso entre 85,5 y 90,2 Kg. (entre 188 y 198,4 libras), extremidades largas y con gran flexibilidad, sobre todo en el brazo de lanzar, fuerte complexión física recalcada en las extremidades inferiores (incluyendo los glúteos), etc.

En el campo del pitcheo Andrews, et al. (2010), plantean la necesidad de un análisis diferenciado y especificado, pero teniendo en cuenta siempre las especificidades y limitaciones morfológicas del organismo humano, aclarando hasta dónde puede llegar el hombre al traspasar la barrera del límite fisiológico y como esto en el mayor por ciento de los casos, se convierte en lesión fatal para el lanzador.

Otros autores como Crespo, et al., (2021), dirigen sus estudios e investigaciones subrayando la importancia del entrenamiento de la mecánica del lanzamiento necesario para dar respuestas a las exigencias cada vez mayores de los movimientos de los atletas y como de esta forma contribuiremos siempre a la prevención de lamentables lesiones.

Los estudios sobre el comportamiento de las lesiones en los lanzadores de béisbol han demostrado la alta incidencia y prevalencia de este problema médico-deportivo y sus consecuencias negativas Ríos, et al., (2021), abordando los factores de riesgo de naturaleza física, biomecánica y técnica principalmente.

En estos se evidencia el carácter médico-fisioterapéutico tal y como expresan Cebrián & Guerra (2019), lo cual limita la perspectiva psicológica en la prevención, tratamiento y recuperación de las lesiones en este deporte, donde existen pocos estudios publicados hasta el momento (Ríos, et al., 2020).

Algunos estudios psicológicos sobre las características de la actividad específica del lanzador de béisbol han mostrado que estos jugadores deben poseer altos niveles de control emocional y de concentración de la atención para desarrollar un rendimiento deportivo elevado (Hernández & Cañizares, 2016; Mora & Galafel, 2019; Ocaña, et al., 2020), ya que su función implica la realización de una actividad intensa y extenuante en condiciones de alta tensión competitiva, enfrentándose con marcada frecuencia a situaciones potencialmente estresantes (Alvaredo, 2011).

Ríos, et al., (2021) en su investigación estudió la relación entre variables psicológicas relevantes para el rendimiento deportivo y las lesiones, identificando el número, gravedad y contexto en que éstas ocurren, así como el estado de las variables psicológicas relacionadas con la ejecución deportiva en los lanzadores.

Concluye que no todas las variables psicológicas establecen relación con las lesiones, se comprueba que, a mayor nivel de ansiedad, menor nivel de afrontamiento negativo, autoconfianza, control de la atención y control visuoespacial, mayor es el número de las lesiones sufridas.

Además, demostró que las relaciones entre variables psicológicas y lesiones, están estrechamente vinculada en gran medida a la individualidad de cada deportista y las particularidades de cada deporte, por lo que resulta necesario determinar el grado de vulnerabilidad psicológica a la lesión estableciendo un modelo predictivo y confirmativo de la ocurrencia de las mismas ante situaciones actuantes en el contexto deportivo específico.

Estableció el modo de identificar las afectaciones que producen las lesiones sobre el estado de la preparación del deportista, al determinar las diferencias entre aquellos que presentan antecedentes de lesiones y los que no se han lesionado.

Resultados que son relevantes para el psicólogo, el médico del deporte y todos aquellos profesionales implicados en la preparación del deportista y la prevención de las lesiones, debido a que posibilita redimensionar el objetivo de la preparación psicológica en el deporte, integrando un enfoque de salud y rendimiento, contribuyendo a la integralidad de las acciones preventivas al reconocer los factores psicológicos relacionados con las lesiones, lo cual indica la necesidad de transformar las prácticas profesionales bajo el enfoque biopsicosocial.

En los últimos años Crespo, et al., (2021), comienzan a trabajar los análisis de los movimientos en los lanzadores con todas las argumentaciones mecánicas necesarias, de manera que el peso mayor de las deficiencias detectadas en los diferentes análisis se basara en irregularidades del sistema mecánico del movimiento. Es necesario aclarar que, los equipos de investigadores se integraron en su totalidad por Físicos, Ingenieros Mecánicos, Médicos, Analistas en Sistemas Automatizados, y otros estudiosos de esta ciencia, que pudieran aclarar y diseminar cualquier posible duda que apareciera en las bases mecánicas de los diferentes movimientos deportivos.

(American Sports Medicine Institute), que ha dedicado sus últimos diez años al estudio pormenorizado y análisis de los movimientos de los lanzadores de baseball en diferentes categorías (desde 7-8 hasta 25 años) en los EE.UU. llegando a crear y proponer un modelo de pitcheo de acuerdo a los estudios realizados. Este modelo fue creado en los laboratorios de este Instituto, por lo que opinamos que, al llevarlo y

validarlo en la realidad práctica, con estudios y adaptaciones de diferentes categorías de lanzadores, presente muchas dificultades por su generalización tan grande y no ahondar en las particularidades de las edades.

Todos estos demuestran la importancia tan grande que viene brindando la biomecánica a los movimientos de los lanzadores de baseball. Es necesario señalar también la gran tecnificación en equipos y medios electrónicos (de un elevado costo económico) integrados al estudio y análisis de los movimientos, en los entrenamientos y cuantas competencias de renombre mundial existen.

Guerra (2010), interioriza más y explica basado en experiencias personales de sus años como lanzador algunas de las particularidades del pitcheo, mencionando entre ellas las características biomecánicas del acto de lanzar, citándolas como “fundamentación biomecánica”, pero sin entrar a considerar ninguna de las verdaderas características biomecánicas (cinemáticas y dinámicas), ni las transformaciones de energías y fuerzas que se ponen de manifiesto en las diferentes posturas y gestos adoptados por los pitchers, recomienda ejercicios pero no correctivos de una mecánica inapropiada. Se plantea de forma clara que “...se habrá logrado una mecánica correcta cuando se esté convencido que quien menos trabaja es el brazo de lanzar”.

2.1.2 Requisitos biomecánicos para el entrenamiento de la técnica en el lanzador de béisbol

Cada técnica como imagen ideal de una secuencia de movimientos está constituida por determinadas características basadas en normas generales y en particularidades específicas de la acción del lanzador. Para una visión más clara, desde que comenzamos el estudio abordamos las características como las partes o elementos que más fácil nos harían describir el movimiento (técnica) en su totalidad, tratadas en partes; examen global-descriptivo, anatómico-funcionales y condiciones intrínsecas biomecánicas (Doria de la Terga, 2004).

Objetivos de los análisis del movimiento; su aplicación al lanzador de béisbol

- Análisis científico de la estructura biomecánica del desarrollo gestual de conjunto.
- Establecer los parámetros técnicos dominantes (imperantes) para establecer la eficacia de los medios de entrenamiento y la revelación de los puntos débiles del sistema biomecánico.
- Evaluar los parámetros técnicos imperantes. En los métodos más modernos y contemporáneos todo esto se realiza en base al modelo técnico ideal, mediante el que se efectúa la información y por consiguiente el proceso de aprendizaje del deportista.

2.1.3 Subdivisión de la técnica de pitcheo por fases

Los movimientos desde que comienzan a enseñarse se dividen en tres fases: Fase I. Fase de Preparación. Fase II. Fase Principal. Fase III. Fase Final. Diferentes investigadores (entre ellos este autor) adaptan un sistema de subfases subordinadas a estas tres fases principales, que por sus coincidencias y recoger las acciones principales de los movimientos del lanzador nos vemos obligados a mencionar (Ealo de la Herrán, 2005).

2.1.4 Nuevas tecnologías aplicadas al deporte y al entrenamiento

Inicialmente el empleo de medios informáticos aplicados al deporte se encontraba únicamente al alcance de instituciones, laboratorios y grandes clubes profesionales, siendo la mayor parte de las aplicaciones de carácter científico.

Según De Pablos (2018), a partir de la aparición y difusión de los ordenadores personales al principio de los años ochenta, junto con la notable disminución que experimentaron los costes de producción de los programas informáticos, comenzaron a desarrollarse un creciente número de estudios científicos encaminados a comprender y mejorar el rendimiento deportivo, en los que la implicación de la Informática se realizó fundamentalmente con la intención de aportar un mayor rigor metodológico y precisión en la toma de datos, sirviendo además de herramienta de ayuda en el tratamiento de los resultados.

Entre otros posibles usos, señalaban que los ordenadores podrían ser empleados para gestionar la información en competiciones deportivas (clasificaciones, participantes, resultados, etc.), para la medición y registro de tiempo en cualquier prueba deportiva, para el análisis de los movimientos técnicos de los deportistas, y para la valoración de las demandas físico-condicionales de una disciplina deportiva.

Clasificación de los programas informáticos de ayuda al técnico deportivo

Hoy en día se puede constatar la existencia de un volumen creciente de software diseñado y desarrollado para servir de ayuda al técnico deportivo, con aplicaciones específicas orientadas a la valoración técnico-táctica de los deportistas y al control del entrenamiento

Así, tras una revisión de los programas informáticos que con dichas aplicaciones podemos encontrar en el mercado, se ha realizado una clasificación de este tipo de software en cuanto a la orientación y características de los programas, las utilidades que incluyen son:

- Software para el análisis táctico/estratégico y control estadístico del rendimiento.

Este software, es uno de los más difundidos y utilizados en el terreno deportivo, se ha desarrollado para aplicarse preferentemente en modalidades deportivas de tipo colectivo (Voleibol, Fútbol, Béisbol, Baloncesto, Balonmano, etc.), que se caracterizan por sus elevadas implicaciones y requerimientos técnico-tácticos.

Básicamente, en los programas informáticos incluidos en este grupo cabe diferenciar dos aplicaciones fundamentales: el análisis táctico de los partidos o competiciones, y el seguimiento y control estadístico de las acciones técnico-tácticas que realiza cada deportista.

Como medio de análisis táctico, este software ofrece la posibilidad de registrar en soporte informático la extensa información que se genera en cada encuentro disputado, permitiendo al entrenador introducir anotaciones en una base de datos sobre las características de juego de los rivales o del propio equipo. Asimismo, también se prevén utilidades para la preparación táctica del equipo, encaminadas al

estudio, diseño y desarrollo de jugadas de estrategia y ejercicios prácticos, prueba y evaluación de sistemas de juego, análisis posicional, evolución de los jugadores sobre el campo, etc., con el fin de detectar los errores tácticos cometidos o preparar futuros encuentros.

Con la mejora de las capacidades gráficas y de almacenamiento de los ordenadores, hoy día se están creando programas informáticos que permiten recoger en el disco duro (por medio de cámaras y de una tarjeta capturadora de vídeo) las secuencias seleccionadas de los partidos, para su inmediato o posterior estudio táctico. Estas nuevas aplicaciones también permiten observar a través de la pantalla del ordenador un partido grabado previamente en vídeo. (De Pablos, 2018).

Software para el control y planificación del entrenamiento

El software para el control y planificación del entrenamiento fue inicialmente concebido y aplicado a las modalidades deportivas de carácter individual, en las que el aspecto físico-condicional posee una elevada relevancia como factor determinante del rendimiento (Atletismo, Natación, Ciclismo, Triathlon, etc.), ante la necesidad de llevar un control exhaustivo de las cargas de entrenamiento que se aplicaban en los diferentes momentos de la temporada.

Una buena parte de estos programas informáticos se presentan en forma de agenda, diario o calendario, incorporando bases de datos y hojas de cálculo estructuradas para el registro de los entrenamientos realizados y de las competiciones, elaborando estadísticas y gráficas de las distancias recorridas, tiempo empleado, velocidad registrada, cálculo de consumos calóricos, evolución del estado de forma teórico del atleta, etc.

Además, añaden utilidades para el seguimiento y control del historial de cada deportista, permitiendo introducir anotaciones y comentarios del entrenador o del propio atleta y almacenar todo tipo de información (lesiones sufridas, alteraciones del sueño, variaciones del peso, ritmo cardiaco, sensaciones de fatiga, etc.) que pueda afectar al estado de forma o capacidad de rendimiento del deportista.

Este tipo de software también presenta aplicaciones orientadas a facilitar la planificación del entrenamiento, permitiendo definir y cumplimentar diferentes ciclos de preparación (microciclos, mesociclos y macrociclos), calculando volúmenes e intensidades de las cargas aplicadas en cada uno de ellos, posibilitando una búsqueda rápida de datos de entrenamientos anteriores para su análisis e interpretación, y permitiendo imprimir informes, tablas y gráficas de evolución del rendimiento. De manera adicional a las utilidades comentadas, algunos de estos programas informáticos.

Visto de esta forma en la presente investigación se trabajó con el software Kinovea 9.0.5; es un software libre, de fácil instalación, permite el análisis de video y está dedicado al deporte. Dirigido principalmente a los entrenadores, atletas y profesionales de la cultura física.

Se aplica con gran aceptación en nuestro país por las variadas informaciones que brinda a los entrenadores, atleta e investigadores y la facilidad para trabajar. Está disponible en cualquier idioma (inglés, francés, holandés, finlandés, alemán, griego, italiano, noruego, polaco, portugués, rumano, español, turco y chino); la versión 0.9.5 de Kinovea es la más actual en cuanto a tecnología y resultados.

Contribuciones de la biomecánica al deporte

La Biomecánica estudia las diferentes áreas relacionadas en el movimiento del ser humano y los animales, así como el funcionamiento de los músculos, tendones, ligamentos, cartílagos y huesos; cargas y sobrecargas de estructuras específicas, y factores que influyen en el desempeño (Teixeira-Clarissa & Mota, 2007).

En el sentido más general de su aplicación, el objetivo de la biomecánica en las actividades deportivas se concentra en la caracterización y optimización de las técnicas de movimiento a través de los conocimientos científicos presentes en la ciencia, que tienen como objeto de estudio el gesto deportivo (Leite, 2012).

Considera además, que el actual desarrollo de la Biomecánica se evidencia por los nuevos procedimientos y técnicas de investigación, en los cuales es posible reconocer la tendencia creciente en combinar varias disciplinas científicas en el análisis del movimiento. En los últimos años, el progreso de las técnicas de

medición, el almacenamiento y procesamiento de datos han contribuido en gran medida en el análisis del movimiento humano.

Actualmente existen centenas de investigadores interesados en la Biomecánica. Siendo los resultados de sus investigaciones de gran apoyo para la mejor comprensión de las limitaciones del cuerpo humano. Sus respectivas aplicaciones en la Medicina, Ergonomía, Deporte y fabricación de equipos, son innumerables (Graziano, 2008).

El objetivo principal de la Biomecánica en el deporte es analizar el gesto técnico deportivo y sus detalles más específicos, descubrir las posibles fallas existentes en la ejecución del gesto y permitir una mejora del desempeño atlético a través de la corrección y adaptación de la técnica deportiva para lograr una técnica más eficaz.

Un profesor o técnico exitoso debe conocer las características del movimiento bajo análisis, al igual que los factores que contribuyen para una ejecución fluida (hábil) del movimiento. Una técnica defectuosa impedirá al atleta usar sus capacidades físicas (fuerza, flexibilidad, resistencia, etc.) máximas impidiendo la mejora de su desempeño (Graziano, 2008).

En los trabajos con el movimiento humano, los biomecánicos examinan la cinemática (estudio de la descripción de los movimientos incluyendo las consideraciones de espacio y tiempo) del movimiento, la técnica o la forma desarrollada por el practicante. El enfoque biomecánico también involucra inquietudes concernientes a la dinámica (estudio de las fuerzas causantes o resultantes del movimiento), como el caso de si la producción de una cierta cantidad de fuerza de los músculos sea la apropiada para lograr el movimiento deseado (Leite, 2012).

Teniendo presente la utilización de la Biomecánica para el estudio y mejora de la técnica deportiva, se debe resaltar que esta también trae muchas otras contribuciones al deporte. Entre sus contribuciones, podemos citar

- Prevención de lesiones.
- Fabricación de equipos deportivos.

- Control de cargas sobre el atleta y desarrollo de métodos de medida y valoración.

Para la investigación del movimiento en Biomecánica, es necesaria, dada la complejidad estructural del mismo, la aplicación simultánea de métodos de medida presentes en diversas áreas del conocimiento de la ciencia. En el análisis del movimiento humano, los métodos empleados, dependen del tema estudiado, siendo posible su utilización de manera individual o en conjunto, mediante sistemas que posibilitan la adquisición de datos de forma sincronizada (Leite, 2012).

Todo estudio biomecánico depende de la determinación de las variables mecánicas cualitativas o cuantitativas. De esa forma, las técnicas de medición de variables físicas aplicadas al cuerpo humano, son esenciales para el estudio.

Los métodos utilizados para abordar las diversas formas de movimiento son cinemática, dinámica, antropometría e electromiografía. Utilizando estos métodos, es posible describir y modelar matemáticamente el movimiento, permitiendo la mayor comprensión de los mecanismos internos reguladores y ejecutores del movimiento del cuerpo humano (Graziano, 2008).

Cinemática

La cinemática consiste en un conjunto de métodos que busca medir parámetros cinemáticos del movimiento, es decir, a partir de la adquisición de imágenes durante la ejecución del movimiento, se realiza el cálculo de las variables dependientes de los datos observados en las imágenes, como es el caso de la posición, orientación, velocidad y aceleración del cuerpo o de sus segmentos.

Dinámica

La dinámica, engloba todos los tipos de medidas de fuerza y la distribución de la presión, haciendo posible inferir las respuestas del comportamiento dinámico del movimiento humano. Además de estos parámetros para interpretación de las fuerzas de reacción externa, la dinámica se enfoca en comprender la distribución de la fuerza de interacción entre el cuerpo y el medio ambiente (Leite, 2012).

2.1.5 Actualidad, perspectivas y desafíos de la Biomecánica

En pleno siglo XXI cada vez se hace más evidente la vinculación biomecánica con áreas adyacentes, tales como Control Motor, Fisiología Muscular, Neurofisiología, Morfología, Robótica y Mecánica. Las acciones que los atletas ejecutan durante el desarrollo de una determinada tarea motora, por ejemplo, resultan entre otros aspectos, de una combinación de las características biomecánicas y del control motor.

Esto conduce a otra etapa importante en su evolución, que consiste en su combinación con el control motor (Graziano, 2008). En el proceso de investigación del movimiento, se busca la definición de un método para la realización del análisis experimental, procedimiento que podrá involucrar a una o un conjunto de técnicas a través de las cuales se logrará la resolución de problemas en la estructura de la investigación y siendo por tanto el primer paso en el establecimiento de los objetivos para la realización del análisis del movimiento humano (Amadio & Duarte, 1996).

Además de los modelos teóricos, la investigación en terreno continúa siendo una prioridad en la investigación. La formación de equipos multidisciplinarios de trabajo para la realización de los estudios conducentes a la evaluación de la acción mecánica y muscular se hacen impostergable debido a como se desarrolla la ciencia; los atletas requieren de un estudio constante para estar a la altura de la competición en el mundo.

Apoyando la idea anterior se hace imprescindible contar con una serie de implementos de carácter científicos que buscan optimizar resultados como plataformas de saltos y fuerza, aparatos electromiográficos etc. son generalmente de costo elevado y requieren de una inversión importante.

Sin embargo, este no debe ser un argumento para abandonar el estudio o negar su importancia; puesto que, al brindar datos de difícil interpretación, profesionales de la educación física niegan sus beneficios. La realidad es que muchos de ellos actúan

como biomecánicos sin saberlo ya que al estar analizando constantemente los movimientos de sus alumnos y corrigiendo los errores detectados mediante su acertado ojo clínico; tiene mucho que ver con la Biomecánica.

La capacidad de analizar eficazmente una habilidad motora requiere un conocimiento de la naturaleza y del propósito objetivo. Sin un entendimiento correcto de la habilidad, los profesores y técnicos pueden tener dificultades en identificar los factores que contribuyen para el desempeño y pueden interpretar mal el movimiento.

Tanto el profesor de educación física como el entrenador, el atleta o el practicante de cualquier deporte o actividad física necesitan de una Biomecánica que les sea útil, no excesivamente teórico ni basada únicamente en la Física, la Medicina o la Matemática. Esta Biomecánica no puede desconocer las particularidades de las prácticas físicas, ni las características de las técnicas deportivas, reglamentos, tácticas, ni de numerosas habilidades y destrezas (Aguado, 2007).

Para realizar la filmación de las acciones deportivas se hace necesario tener en cuenta diferentes requisitos, que permiten el adecuado análisis de los mismos en el deportista, aseguran además que los datos que se obtengan sean confiables con un rango de error despreciable. Peña, et al., (2021)

2.2 CAPÍTULO II. - DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación se llevó a cabo en atletas escolares del deporte de béisbol en el municipio de Cumanayagua respondiendo al proyecto Núcleo territorial para el desarrollo sostenible del béisbol desde la ciencia e innovación de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Cienfuegos; junto a la dirección del béisbol en Cumanayagua y la dirección de la carrera en el centro universitario municipal (CUM).

METODOLOGÍA EMPLEADA

2.2.1 Métodos teóricos

Histórico – Lógico: Establece antecedentes del estudio. En este caso, se empleó con el fin de sustentar la situación problemática y que antecedieron al problema científico tratado.

Analítico – Sintético: Este método permitió establecer los distintos criterios y tomar posiciones acerca de los principios y conceptos ya establecidos históricamente y que sustentan la investigación. También se manifestó durante el proceso de consulta de la literatura, la documentación especializada y en la aplicación de otros métodos del conocimiento científico.

Inductivo – Deductivo: Aquí se combina el proceso de lo particular a lo general que posibilita establecer generalizaciones con el movimiento de lo general a lo particular. Se trabajó en la interpretación de los datos empíricos fundamentalmente.

2.2.2 Métodos empíricos

Análisis de documentos: Se empleó con el objetivo de revisar los documentos oficiales que rigen el béisbol en Cuba; así como de otros centros que ofrecen informaciones relevantes en cuanto a salud del atleta se trata. Se consultaron tesis, también artículos publicados en revistas científicas especializadas tanto nacionales como internacionales.

Entrevista: Este método fue aplicado al entrenador principal y comisionado de la especialidad que trabajan con el equipo escolar del municipio de Cumanayagua con el fin de conocer las principales deficiencias en la mecánica de pitcheo que presentan sus atletas.

Tipo de Entrevista: Entrevista no estructurada.

Tiene un carácter abierto, al realizarse de forma no estructurada o formalizada donde se ofrece al entrevistado una o varias temáticas para que las desarrolle en profundidad y libertad según su propia iniciativa, no estando predeterminadas las preguntas específicas ni las alternativas de respuestas.

El objetivo del entrevistador o investigador es precisamente que la persona se manifieste espontáneamente. Se utilizó para conocer las deficiencias técnicas que presentan los pitchers, así como para determinar los indicadores biomecánicos a estudiar en la mecánica de pitcheo seleccionada por los propios entrenadores para el estudio. Ver Anexo #2.

Observación

Tipo de Observación: Indirecta, de laboratorio, estructurada (controlada) y participante. Se usan, en formas especialmente ampliadas con posibles medios técnicos auxiliares para la observación como (cámara, Fotografías, videograbadora). La observación fue aplicada al atleta, siendo objeto de filmación para luego analizar sus movimientos en cuanto a trayectoria, variaciones de los ángulos de las articulaciones, indicadores de velocidad etc.

Tomando como referencia la entrevista, se preparó una guía o protocolo de observación donde aparecen los elementos del proceso que se estudiarían, lo cual garantiza la uniformidad del procedimiento de agrupar los datos para el sujeto, con el objetivo de que pueda ser valorado y evaluado en igualdad de condiciones. Se elaboró un registro de la información y los observadores estuvieron incluidos directamente en el proceso de estudio. Este instrumento se empleó durante todo el período de análisis de los resultados. Ver anexo #3.

El atleta fue observado en el propio medio donde se desenvuelve, en estado natural. Esto justifica que la observación clasifique dentro de las de campo por estar en contacto directo con el objeto de estudio en su situación real.

Medición

En la investigación se efectuaron mediciones antropométricas al atleta las cuales conforman datos útiles para el uso del software Kinovea 0.9.5 empleado en el estudio para el análisis de la técnica. Se empleó la cinta métrica tradicional y una pesa digital.

2.2.3 Paradigma o enfoque: cuantitativo

La investigación cuantitativa debe ser lo más “objetiva” posible. Los fenómenos que se observan o miden no deben ser afectados por el investigador, quien debe evitar en lo posible que sus temores, creencias, deseos y tendencias influyan en los resultados del estudio o interfieran en los procesos y que tampoco sean alterados por las tendencias de otros. El investigador/a se plantea un problema de estudio delimitado y concreto sobre el fenómeno, aunque en evolución. Sus preguntas de investigación versan sobre cuestiones específicas. La recolección de los datos se fundamenta en la medición (Hernández Sampieiri, 2014).

El estudio fue realizado desde una perspectiva objetiva, se realizaron mediciones exactas, se fragmentó el movimiento en aras de proporcionar un mayor entendimiento. El lenguaje utilizado es claro, directo y preciso. Además, el investigador mantuvo una postura neutral, evitando que sus emociones incidieran en el fenómeno estudiado.

2.2.4 Tipo de estudio: Descriptivo

La meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar propiedades, características y perfiles de procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren (Hernández Sampieiri, 2014).

2.2.5 Diseño no experimental (transversal)

En los diseños de investigación transversales se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede (Hernández Sampieiri, 2014).

2.2.6 Población, Muestra y Tipo de muestreo (ver tabla 1)

Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población (Hernández Sampieiri, 2014).

Población	6
Muestra	1
Porcentaje	16.6%
Tipo de muestreo	Intencionada – No probabilística

Tabla 1 población y muestra

Muestreo no probabilístico: La elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador

Criterios de selección de la muestra:

- Perspectiva del equipo nacional sub-18 en Cuba.
- Uno de los lanzadores más jóvenes y con más condiciones del equipo.
- Interés de la Comisión Provincial en preservar su salud y prevenir lesiones que pudieran alejarlo de la competencia.

Tecnología utilizada para la filmación y procesamiento de los datos

- cámara marca Sony
- trípode con nivel
- Computadora de mesa
- software Kinovea versión 0.9.5.

Importancia de la investigación

Mediante el empleo de los avances tecnológicos es evidente el desarrollo del deporte. Con este tipo de estudios los entrenadores pueden contar con una herramienta de trabajo muy eficiente para determinar los principales errores técnicos de sus atletas y evitar las lesiones. De igual manera el presente estudio constituye

un material didáctico para el entrenador y para los atletas por lo que esta investigación representa un aporte científico para el perfeccionamiento del deporte específicamente en el municipio de Cumanayagua donde hasta el momento no se evidencian investigaciones de esta índole.

Al concluir el estudio, entrenadores y atletas tendrán, en primer lugar, la posibilidad de reconocer sus deficiencias y, en segundo lugar, reajustar la preparación en función de solventar dichos aspectos y alcanzar la maestría deportiva. De igual manera, los resultados de la investigación pueden tener una incidencia positiva en los resultados competitivos.

2.3 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se describen los resultados obtenidos mediante el estudio biomecánico con el empleo del software Kinovea 0.9.5, Se analiza la mecánica del lanzamiento en cada una de las fases teniendo en cuenta los indicadores a estudiar propuestos por los entrenadores.

2.3.1 Análisis de documentos

Entre los documentos consultados, se encuentra la página oficial del béisbol cubano; sitio web que brinda una amplia magnitud de datos estadísticos de referencia puesto que son utilizados fundamentalmente por directores y entrenadores para perfeccionar su trabajo.

Por otra parte, se consultó los planes de entrenamiento haciendo énfasis en los últimos cinco años; el programa nacional de preparación al deportista de la categoría escolar, se revisaron tesis (doctorado, maestrías y grado) así como artículos publicados en revistas especializadas tanto nacionales como internacionales.

2.3.2 Resultados de la entrevista

La entrevista se realizó al entrenador principal del equipo y al comisionado de la especialidad dando como resultado.

Preguntas de la entrevista

- ❖ ¿Por qué usted considera que el pitcheo es uno de los aspectos que más interés de estudio despierta para especialistas y entrenadores?
- ❖ ¿Qué atleta usted considera que debe ser estudiado desde el punto de vista Biomecánico?
- ❖ Mencione los principales indicadores que usted considera que deben ser medible.
- ✓ Al estudiar la mecánica de pitcheo se le da prioridad a uno de los componentes más importantes que debe dominar un lanzador de béisbol, trabajar con una buena técnica garantizará resultados positivos para el deportista y por consecuencia para el equipo; por otra parte, preservará su estado de salud, minimizando el riesgo de sufrir lesiones.
- ✓ Kevin David Artilles Cruz.

- ✓ Amplitud del paso, apoyo durante la estadía bípeda, separación de las manos, ángulo de la rodilla en el momento de la caída, acción de la pierna de pivot.

2.3.2 Resultados de la medición

La medición fue necesaria para introducir los datos en el software, de esta manera se obtuvo información en tiempo real de gran importancia para validar la investigación.

Atleta del sexo masculino con 16 años de edad, mide 190 cm, pesa 65 kg; con una extremidad del brazo que mide 65 cm y de la pierna 85 cm. Presenta una experiencia como lanzador de 2 años desde que debutó hasta la fecha. Ver anexo # 4.

2.3.3 Resultados de la observación

En aras de buscar soluciones y organizar mejor nuestro trabajo se dividió la técnica en tres fases que permitió individualizar y especificar en qué momento del movimiento mostraba sus principales deficiencias.

Fase inicial

En la posición inicial o fase preparatoria, se estima que el lanzador debe permanecer con sus hombros relajados, componente que ayudará sobre todo a acumular la mayor cantidad de energía cinética posible para trasladarse con mayor velocidad. (Ver figura 1 y 2)



Figura 1 y 2. Posición Inicial. Fuente. Elaboración propia.

El instante que captura las imágenes permite visualizar cómo al levantar la pierna de péndulo no la eleva lo suficiente, esto hace que pierda una mayor concentración de la energía cinética que necesita acumular para el momento del traslado.

De acuerdo con el criterio de Almeida, et al., (2020), la pierna de pivote debe estar a unos 15° o 20° respecto a la tabla sobre el montículo, esto favorece el trabajo de extensión de la rodilla (flexión y extensión) su funcionamiento de manera correcta y sin riesgo de lesiones, con suma de más fuerza en el pliegue de la articulación tibio - femoral (rodilla) la cual garantizará una adecuada amplitud de la zancada en el momento del traslado en dirección al catcher.

Sin embargo, se puede apreciar todo lo contrario; el apoyo de la pierna de pivote se encuentra paralelo a la tabla de lanzar, esto hace que la articulación de la rodilla sufra y se oponga a la correcta amplitud de la zancada al estar en dirección opuesta al movimiento.

El apoyo metatarsiano constituye la base aseguradora de que la energía cinética junto a la fuerza explosiva se traslade hacia el brazo de lanzar en búsqueda de una mayor tirada (González, et al., 2007). (Ver figura 3)



Figura 3. Apoyo metatarsiano. Fuente. Elaboración propia.

En la figura 3 ocurre todo lo contrario, producto del apoyo plantar existe una dispersión de la fuerza hacia atrás, creando una resistencia que vencer, provocando que la pierna delantera se traslade en forma de abanico hacia la goma. Por esta razón la fase de vuelo se alarga, la cadera gira demasiado lento y la velocidad del envío disminuye.

Países desarrollados como Estados Unidos y Japón muestran sorprendentes éxitos en el pitcheo en cuanto a la diversidad de lanzamientos, el control, el pensamiento táctico y estratégico, la concentración, aprovechamiento del tiempo en el box y los estudios que realizan de los equipos contrarios (Arce, et al., 2020).

Fase principal

Durante el traslado hacia el home plate, de acuerdo con Pilotos, et al., (2012) la energía sube en reacción a la fuerza desplegada en el apoyo, desde la punta de los dedos del pie de pivot, de este a los brazos, y de este a la mano de la bola. Hay mucha energía, nervios, concentración y actividad física.

Según apunta Crespo, et al., (2021) en esta fase se transfiere a la pelota todo el impulso mecánico y la energía cinética suficiente almacenada para lograr un lanzamiento rápido. Es donde el pitcher se dispone a imprimirle a la pelota, de una masa de 145 gramos, una velocidad en varios casos superior a las 90 mph (144.8 km/h), al liberar la energía almacenada en la fase (I) y continúa la cadena cinética, sin pausas y aprovechando la restitución de las propiedades elásticas del sistema, al

extremo de ser considerado uno de los movimientos más rápidos en cualquier destreza deportiva, con una velocidad angular de giro considerable.



(comunicación personal 11 de febrero 2022).

Por tanto, la pierna de péndulo ataca barriendo, esto provoca que la cadera se esfuerce más de lo habitual en búsqueda de una correcta dirección hacia el objetivo final. (cácher). Como consecuencia, la pierna de péndulo permanece más tiempo en fase de vuelo, por lo que pierde aceleración. La cadera gira mucho más lenta, frenando la energía cinética y la fuerza que se generó en la pierna de pivot.

Palma López, A. (comunicación personal 11 de febrero 2022) afirma categóricamente que la cadera es el motor del brazo, si la cadera gira rápido, el brazo se desplazará con fluidez por la línea de tiro. Uno de los aspectos determinantes en la velocidad del lanzamiento es el giro explosivo de la cadera, para que transmita energía a través de las cadenas cinemáticas y desplace el brazo a gran velocidad.

Otro de los fundamentos, que nos aporta Palma- López, A. (comunicación personal 11 de febrero 2022) van enfocados hacia el incorrecto ataque con el talón, ocasionando primero, que la fuerza y el centro de gravedad del cuerpo se concentre hacia atrás provocando un frenaje en el movimiento, anulando así la acción de la espalda. En segundo lugar, la cadera abre prematuramente y existe escape de fuerza.

Por el contrario, al atacar el home con el talón se logra una perfecta rotación interna de la cadera que permite más aceleración en la parte superior del cuerpo; además la pierna se traslada sin dificultad hacia home, de esta manera se evitan movimientos

que requieran un gasto energético adicional, y, por ende, un consumo de energía innecesario que atente contra el desempeño del lanzador durante el partido.

Amplitud del paso

Producto de comenzar el traslado hacia home con la pierna delantera, sin aprovechar la energía cinética que pueda proporcionar la pierna de pivot, la amplitud del paso es de 1.43 m (figura 5), quedando por debajo de las posibilidades reales disminuyendo la potencia muscular; afectando la velocidad del envío. (ver tabla 2). Teniendo en cuenta que la altura del atleta es de 1.90 m y que la amplitud de la zancada debe ser aproximarse al 87 % de la altura, el paso debe alcanzar una amplitud cercana a 1.65 m.

Tabla 2 Amplitud del paso

Lanzador	Kevin David Artiles Cruz
Estatura	1.90 m
Paso ideal (87 %)	1.65 m
Zancada	1.43 m
% con la Estatura	60 %



Figura 5. Amplitud de la Zancada. Fuente. Elaboración propia.

Durante el momento de la caída, es decir cuando se produce el apoyo, el pitcher cae con el torso del pie provocando un frenaje del movimiento y una pérdida de la secuencia de sumatorias de fuerza y velocidad que trae desde el inicio. (Ver figura



Figura 6. Apoyo con el torso. Fuente. Elaboración propia.

En la figura 7, el lanzador investigado abre el hombro para compensar el apoyo, esto no fuera posible sin abrir la cadera de forma prematura, como producto se evidencia un descenso en la aceleración e influye negativamente en la potencia del envío.



Figura 7. Apertura de hombro y cadera. Fuente. Elaboración propia.

Cuando cae y apoya la pierna delantera tiene que hacer una pequeña inclinación de la rodilla hacia adentro, este es uno de los factores que no permiten la abertura temprana de la cadera y la correcta función de su mecánica. El lanzador en cuestión no cumple con este parámetro, puesto que la rodilla se abre como consecuencia de la apertura de la cadera. Este es otro factor que impide un envío eficiente y dinámico.

Fase Final.

Esta fase evidencia la calidad, efectividad del gesto técnico y el cumplimiento de toda la secuencia del movimiento, es donde el pitcher muestra el control externo durante la desaceleración cinética y angular de todo el sistema y de la inercia del cuerpo, dado que algunas partes del sistema tienden a continuar su estado de movimiento de rotación acelerado (Crespo, et al.2021).

La efectividad en esta fase depende en gran medida del correcto cumplimiento de los patrones técnicos de las fases anteriores. Una secuencia ordenada de los movimientos que aproveche la acción de las cadenas cinemáticas y los pliegues articulares requiere de una alta maestría deportiva. Para propiciar un lanzamiento

veloz y en zona de strike, en el instante donde la pelota llega al punto de salida, hay que cumplir dos aspectos fundamentales:

- Pronación de la mano al llegar al punto de salida
- Angulo relativo del codo menor de 90°

La figura 8 muestra la coordinación de la parte superior del cuerpo hombro-brazo-tronco y su relación con las extremidades inferiores cadera- muslo- pie (de pivot de la zancada), describe además el movimiento del codo de la mano derecha en el gesto del lanzamiento.

El atleta traslada la articulación húmero-radial del codo con un ángulo de 62.5° , se puede apreciar como la mano de lanzar se encuentra supinada, esto trae consigo que no pueda utilizar todas las palancas del brazo restando fuerza y velocidad.



Figura 8. Descripción del ángulo del codo. Fuente. Elaboración propia.

La supinación temprana de la mano de lanzar, antes de iniciar el giro de la cadera, aspecto desfavorable que atenta contra la fluidez del movimiento. Al girar la mano, giran los huesos que la sostienen (radio, cúbito, húmero), el radio y el cúbito empujan al húmero originando que la cabeza del húmero haga una pequeña rotación dentro de la cavidad glenoidea de la escápula, que limita los grados de amplitud de la articulación escápulo-humeral, esto impide que el codo suba y efectúe un recorrido amplio por la línea de disparo. Palma- López, A. (comunicación personal 11 de febrero 2022)

El incumplimiento de este gesto técnico puede comprometer seriamente la salud del brazo, dado que cuando la cabeza del húmero choca en la cavidad glenoidea de la escápula puede causar daños severos en la articulación glenohumeral y provocar lesiones en el hombro.

3. CONCLUSIONES

- Los fundamentos teóricos-metodológicos evidenciaron que los autores consultados tributan al tratamiento que merece el objeto que se investiga; la revisión de sus obras contribuyó de manera significativa al desarrollo de la investigación.
- Los principales indicadores que influyen en una correcta ejecución de la mecánica de lanzar son: amplitud de la zancada, apoyo plantar, apertura de hombro y cadera y ángulos relativos de codo y pierna.
- Dentro de los principales errores cometidos se pueden apreciar:
 - El apoyo plantar.
 - Poca concentración de la energía cinética.
 - La pierna de péndulo ataca home en forma de abanico, esto provoca que la cadera se esfuerce más de lo habitual en búsqueda de una correcta dirección hacia el cátcher.
 - Supinación temprana de la mano.

RECOMENDACIONES

- ❖ Continuar realizando estudios de esta índole en los demás lanzadores del equipo en esta categoría.
- ❖ Establecer un patrón correcto de la mecánica del lanzamiento, para introducir en categorías infantiles específicamente en el municipio.
- ❖ Presentar el estudio realizado en eventos científicos de interés para socializar los resultados de la investigación.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguado Jódar, X. (2007). *Eficacia y técnica deportiva: análisis del movimiento humano*. Inde Publicações.
- Almeida- Almeida, A., de la Rosa- Santana, J., Santisteban- López, L., Peña- Anglin, M., & Labrada González, D. (2020). La articulación de la rodilla: lesiones del ligamento cruzado anterior. *Revista científica estudiantil*, 3(1) pp: 38.
<https://revdosdic.sld.cu/index.php/revdosdic/article/view>.
- Alvaredo, J. (2011). *Efectividad de la metodología para el desarrollo del pensamiento táctico en el rendimiento deportivo y expresión de algunos estados emocionales en lanzadores de béisbol*. Tesis de Maestría. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Amadio, A., & Duarte, M. (1996) *Fundamentos biomecánicos para análisis do movimento*. Laboratório de Biomecânica da USP.
- Andrews, J., Escamilla, R., Fleisig G., Yamashiro, K., & Dunning, R. P. (2010). Effects of a 4-Week youth baseball conditioning program on throwing velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (12) 3247-3254.
- Arce Montero, A., Tabares Arévalo, R., Govea Díaz, Y., & Cuesta Martínez, L. (2020). Efectividad en la zona de strike de los lanzadores pinareños. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 15(2), 319-330.
- Becerra, A., & Sánchez, A. (2016). *Análisis de los movimientos corporales durante el lanzamiento de un pitcher*. Universidad de los Andes.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33649.07527>.
- Cebrián, L., & Guerra, N. (2019). El proceso de recuperación de las lesiones deportivas en el Béisbol. Un abordaje teórico. *Revista OLIMPIA*, 16(56), 87-108.
- Crespo-Madera, E., Costa- Acosta, J., & López- Portilla, M. V. (2021). Fundamentos físicos del gesto técnico del pitcher. *PodiumRevista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 16(2), 332-334
<https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/885>.

- De Pablos, J. (2018). *Entrenamiento deportivo y nuevas tecnologías*.
https://centroderecursos.educarchile.cl/bitstream/handle/20.500.12246/53803/entrenamiento_deportivo_y_nuevas_tecnologias.pdf?sequence=1.
- Díaz Suárez, L. (2004). El deporte como fenómeno socio cultural. (Ponencia). IV
Congreso Internacional de Educación Física Interculturalidad. Cancún. México.
- Donskoi, D., & Zatsiorski, V. (1988) *Biomecánica de los ejercicios físicos. Pueblo Y Educación.*
- Doria de la Terga, E. (2004). *La biomecánica del pitcheo en escolares y juveniles de provincia la habana. Metodología para el análisis y control de su optimización técnica.* (Tesis de Doctorado). Universidad del Deporte Manuel Fajardo de La Habana.
- Durañona Nápoles, H., Pons Gámez, Y., Gil López, Y., & Crispín Castellanos, D. (2021). Indicadores de rendimiento deportivo para el proceso de selección del lanzador abridor/Sports performance indicators for the opening pitcher selection en el Béisbol. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 7(4), 65-83.
<https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/331>.
- Ealo de la Herrán, R. (2005). *Béisbol*. Deportes.
- Gonzales-García, I., Hernández- Maya, R., Peláez- Soto, I., & Hernández- Gómez, J. (2007). Béisbol: algunas consideraciones sobre los lanzadores.
EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, 11(106).
<https://www.efdeportes.com/>.
- Graziano, A. (2008). *Biomecânica: fundamentos e aplicações na Educação Física Escolar*. EDUCA.
- Guerra, G. (2010). *Actividades físicas recreativas para educar en el valor de patriotismo a los niños de 9-10 años motivados por el Béisbol en la comunidad Pueblo Nuevo*. (Tesis de Maestría) Universidad de las Ciencias de la Cultura Física y el Deporte. "Manuel Fajardo" Facultad Isla de la Juventud.

- Hernández, M., & Cañizares, M. (2016). La precisión de los lanzamientos en los pitchers, un desafío inminente. *Revista ACCIÓN*, 12(24), 4-9.
- Hernández Sampieiri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill.
- Leite, W. (2012). Biomecánica aplicada al deporte: contribuciones, perspectivas y desafíos. *Lecturas: educación física y deportes*, (170), 1-9.
- Mora, Y., & Galafel, M. (2019). Consideraciones acerca del autocontrol emocional en atletas de béisbol y la dirección de equipo. *Revista OLIMPIA*, 16(57), 113-123.
- Ocaña, R., Pérez, A., & Rabilero, H.R. (2020). La distribución de la atención en lanzadores de béisbol. *Revista OLIMPIA*, 1(17), 85-195.
- Padilla, R. (2017). Perfil de proporcionalidad corporal en jugadores de béisbol juvenil. *Revista Iberoamericana de Ciencias de La Actividad Física Y El Deporte*, 6 (2), 46-57.
- Peña López, O. A., González Díaz, H. L., & Mena Pérez, O. (2021). Análisis Biomecánico de la Técnica Mawashi Geri Jodan Delantera en karatecas de la Universidad del Deporte Manuel Fajardo de La Habana con empleo del software Hu-m-an 5.0. *Revista Conrado*, 17(83), 26-32. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2053>.
- Pilotos-Martínez, A., Morejón-Díaz, A., & Miranda-Camejo, Y. (2012). Estudio de las características espacio temporales en la fase principal del lanzamiento rápido process. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 16(2),395. <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/1003>
- Ríos Fuentes, A., Sánchez Córdova, B., & Rojas Duque de Estrada, E. (2019). La Inteligencia Deportiva en el béisbol cubano. *Lecturas: Educación Física Y Deportes*, 23(250), 146-157
- Ríos Garit, J., Pérez Surita, Y., Olmedilla Zafra, A., & Gómez-Espejo, V. (2021). Psicología y lesiones deportivas: Un estudio en lanzadores de béisbol *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 21(1), 102–118. [. https://doi.org/10.6018/cpd.416351](https://doi.org/10.6018/cpd.416351).

Ríos, J., Pérez, Y., Fuentes, E., Rodríguez, Y., & Soris, Y. (2020). Características psicológicas y lesiones deportivas en lanzadores de béisbol de alto rendimiento.

Revista Andaluza de Medicina del Deporte,

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.07.006>.

Sáiz Domínguez, C. (2016). La Física importa y mucho en el mundo del béisbol.

Ciencias en el deporte.

<https://as.com/masdeporte/2016/02/09/mlb/1455037583-614003.html>.

Teixeira, Clarissa S., & Mota, C. (2007). Biomecánica e a Educação Física. *Revista*

Lecturas Educación Física y deportes, Buenos Aires, (12) 113.

<http://www.efdeportes.com/efd113/a-biomecanica-e-a-educacao-fisica.htm>.

Anexos

Anexo #1: Consentimiento informado

A: Entrenador del deporte

Compañero, a través del presente documento le queremos dar a conocer que se pretende realizar una investigación para una tesis y optar por el título de licenciado en Cultura Física. Me nombro Roberto Carlos Valladares Castellón, alumno de la carrera de licenciatura en Cultura Física perteneciente a la Sede Universitaria del municipio de Cumanayagua. Esta investigación tiene el fin de brindar una herramienta científica al entrenador para mejorar y elevar los resultados deportivos de manera individual y del equipo.

Doy fe que toda la investigación se llevará a cabo respetando la ética establecida para su realización y el compromiso de absoluta confiabilidad y discreción que merecen los sujetos de investigación. Los resultados de la misma serán informados a usted debidamente. Agradecemos su atención y ayuda.

Y para que así conste firman el presente:

ANEXO#2:

Entrevistas a entrenador.

Objetivo General de la entrevista: Identificar las principales deficiencias de los lanzadores del equipo de béisbol categoría escolar del municipio de Cumanayagua.

Estimado compañero: Con el objetivo de conocer la situación actual en el área de pitcheo del equipo de béisbol categoría escolar del municipio de Cumanayagua, así como sus principales deficiencias técnicas, se realiza la siguiente entrevista, por lo que solicitamos que colabore a partir de contestar, con la máxima sinceridad posible, las siguientes interrogantes.

Muchas gracias.

Temas de la entrevista

-Tema 1: Principales deficiencias técnicas que desde su punto de vista presentan los lanzadores del equipo.

-Tema 2: A su juicio, que atletas considera usted de mayor perspectiva y en cual se debe profundizar más en cuanto al estudio biomecánico.

-Tema 3: Indicadores biomecánicos a tener en cuenta durante el estudio por fases.

Anexo #3.

Guía de observación

Indicadores biomecánicos a medir

- ❖ Angulo del pie de apoyo con respecto a la tabla
- ❖ Balance durante la estadía bípeda.
- ❖ Separación de las manos a tiempo.
- ❖ Traslado hacia home- ataque con el talón.
- ❖ Caída – apoyo plantar.
- ❖ Pronación de la mano antes del giro de la cadera.
- ❖ Elevación del codo antes de liberar la bola.

Anexo#4

Kevin D. Artiles Cruz	Edad	Peso	Talla	Extremidad del brazo	Extremidad de la pierna	Experiencia como lanzador
Atleta	16	65 kg	190 cm	65 cm	85 cm	2