



Indicadores biomecánicos en el lanzamiento del martillo para el entrenamiento de atletas de alta competencia.

Biomechanical indicators in the launching of the hammer for the training of high competition athletes.

Elizabeth de Armas-Hing^{a*}, Domingo Jacob-Piña^{b*} Maritza Salomé Garlobo-Figueredo^a.

a. Centro de Estudios para la Calidad Educacional y Empresarial. Universidad Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba.

*Correo electrónico: elizabeth.dearmas@reduc.edu.cu

b. Facultad de Cultura Física de la Universidad «Ignacio Agramonte Loynaz» Camagüey, Cuba.

*Correo electrónico: domingo.jacob@reduc.edu.cu.

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial Compartir igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Recibido: 4 de octubre de 2017

Aceptado: 20 de diciembre de 2017

Resumen

En el contexto pedagógico, el control del entrenamiento orienta el trabajo en pro de la calidad y la obtención de resultados deportivos satisfactorios. A tono con las necesidades actuales en Cuba han sido creados los grupos multidisciplinarios que influyen en el deporte de alto rendimiento, motivo por el cual se elaboró una estrategia de Formación Científico-Técnica que concibe la labor de asesoría y estudios biomecánicos a los equipos nacionales comprometidos con la participación en los ciclos olímpicos. El objetivo de esta investigación es analizar el comportamiento de los indicadores biomecánicos del martillo en atletas de alta competencia; el propósito de este estudio fue elaborar un cuadro de indicadores para ordenar la información que permite la valoración de la técnica deportiva basándose en criterios biomecánicos que permitan mejorar la calidad en los entrenamientos de uno de los eventos del atletismo, el lanzamiento del martillo. En específico se desarrolló un estudio de valores relevantes para el logro de un alto resultado deportivo y de la estabilidad de la técnica que poseen estos martillistas



encontrándose que existen numerosos indicadores con poco dominio de la técnica, buenos resultados en el ángulo de salida del implemento en los lanzadores de martillo masculino, buena altura de salida y estabilidad en la velocidad angular alcanzada por los 4 atletas de mayor tiempo de permanencia en el equipo nacional.

Palabras claves: indicadores biomecánicos, lanzamiento del martillo, entrenamiento deportivo, calidad, atletas de alta competencia.

Abstract

In the pedagogical context, the control of the training guides the work in favor of the quality and the obtaining of satisfactory sport results. In line with the current needs in Cuba, the multidisciplinary groups that influence high-performance sport have been created, which is why a Scientific-Technical Training strategy was developed that conceives the work of advising and biomechanical studies to the committed national teams with participation in the Olympic cycles. The objective of this research is to analyze the behavior of the hammer biomechanical indicators in high competition athletes during training; The purpose of this study was to develop a table of indicators to organize the information that allows the evaluation of the sports technique based on biomechanical criteria that allow to improve the quality in the training of one of the events of athletics, the throwing of the hammer. Specifically, a study of relevant values was developed to achieve a high sporting result and the stability of the technique that these hammers have, finding that there are numerous indicators with little mastery of the technique, good results in the angle of exit of the implement in male hammer throwers, good starting height and stability in the angular velocity reached by the 4 athletes with the longest stay in the national team.

Keywords: biomechanical indicators, hammer throw, sports training, quality, high competition athletes.

INTRODUCCION

El mundo de hoy se caracteriza por una creciente publicidad en el deporte como medio para elevar la calidad de vida consecuencia del elevado desarrollo alcanzado por las fuerzas productivas bajo el influjo de los colosales adelantos científico-tecnológicos, ha surgido una nueva filosofía con relación a la calidad en



el entrenamiento. De una concepción basada en el mero resultado deportivo como producto y show público, resultado final en la competencia, se ha pasado a la del aseguramiento de la calidad en el entrenamiento sin aislar la salud del atleta, se hace el énfasis en apreciar la calidad no sólo en los resultados, sino también en los procesos para tener en cuenta la salud del atleta durante y después del período activo de entrenamiento.

En Cuba desde el año 1959 el deporte es derecho del pueblo y así lo ratifican los resultados alcanzados por atletas en diferentes deportes lo que ha motivado a investigadores en el estudio de la calidad en el entrenamiento deportivo como proceso. El estudio de la biomecánica deportiva es importante para el logro de la efectividad en cada una las técnicas específicas para cada modalidad competitiva. La Biomecánica permite comprender y corregir errores durante el entrenamiento y preparar al atleta para la competencia y el logro de la maestría deportiva. Dyson, G. (1982) justificó que el rendimiento deportivo en gran medida se adjudicaba a la aplicación de estudios biomecánicos. Hoy en la actualidad ha tenido un gran auge como ciencia comprobándose la realidad de esta afirmación. El conocimiento de los principios biomecánicos, los errores técnicos, la terminología y el rendimiento del atleta por parte de los entrenadores resulta fundamental para el control del entrenamiento y la calidad del mismo.

El martillo como evento del atletismo y teniendo en cuenta los resultados alcanzados por Cuba es necesario trabajar en el desarrollo actual del entrenamiento deportivo basándose en el fundamento científico objetivo. El entrenador debe buscar nuevas tareas y exigencias más complejas, las cuales estimulen la organización del proceso de entrenamiento.

Para dar cumplimiento a la estrategia de Formación Científico-Técnica que concibió la labor de asesoría y estudios biomecánicos se propone como objetivo de esta investigación: analizar el comportamiento de los indicadores biomecánicos del martillo en atletas de alta competencia en Cuba, por lo que se trazan las siguientes tareas de trabajo que permitieron organizar de forma lógica el proceso de investigación y se presentan a continuación:

Indicadores biomecánicos en el lanzamiento del martillo para el entrenamiento de atletas de alta competencia.

Elizabeth de Armas-Hing, Domingo Jacob-Piña, Maritza Salomé Garlobo-Figueroa.



- Realizar filmaciones en la ejecución de la técnica de movimiento del lanzamiento del martillo durante el entrenamiento.
- Realizar el análisis de los videos en la ejecución de la técnica de movimiento del lanzamiento del martillo con diferentes softwares.
- Identificar y discutir los errores de los atletas desde el punto de vista biomecánico por medio de las filmaciones realizadas; pico alto (altura máxima), pico bajo (altura mínima), tiempo del simple y doble apoyo, velocidad de liberación, ángulo de liberación, altura de liberación, aceleración angular, velocidad de desplazamiento, distancia entre los pies en el momento del impulso final, ángulo de inclinación de la rodilla y altura del centro de gravedad.

MATERIALES Y METODOS

Entre los métodos y técnicas utilizados se incluyeron:

La modelación conceptual en la elaboración del modelo teórico, para el cual se utilizan los conceptos, categorías y relaciones que designan las propiedades del objeto de estudio para identificar, clasificar y ordenar las variables que permiten el análisis y valoración biomecánica de la técnica del lanzamiento del martillo y de esta forma poder representar sus características y relaciones fundamentales.

La consulta de documentos dirigido al proceso de obtención de las informaciones que sustentan desde el punto de vista teórico y práctico la investigación, incluidos documentos tales como: artículos científicos, bibliografía general y especializada, así como resultados de investigaciones sobre el tema tratado en el trabajo.

Se utilizan también la observación y la medición a través de la toma de videos y el análisis de los mismos mediante el procesador biomecánico (software) Kinovea.

Entre los métodos estadísticos destacan los de tipo descriptivo: media aritmética (medida de tendencia central), desviación típica o estándar y el coeficiente de variación (medidas de dispersión).



Población y muestra:

La muestra objeto de la investigación estuvo constituida por 5 martillistas, 3 femeninos y 2 masculinos que conforman la preselección nacional de esta disciplina, que se preparaban para un ciclo olímpico, lo que representan el 100 % de la población.

RESULTADOS Y DISCUSION

Según la real academia de la lengua, el término calidad proviene del griego kalos, que significa: “Lo bueno, lo apto”, pero también tiene su origen en la palabra latina Qualitaten, que significa “cualidad” o “propiedad”.

Muchos autores han definido este término y varias son las acepciones, por ejemplo:

- Según las ISO 9000:2000, “Es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos” (FONDONORMA-ISO 9000:2005, 2006, p. 2).
- Nava (2005), califica al término calidad en el plano subjetivo, ya que se refiere a la apreciación que cada persona define según sus expectativas y / o experiencias, reduciéndose el término a un adjetivo que califica alguna acción, materia o individuo.
- Juran Joseph (1990), calidad es la Adecuación al uso.

Es necesario destacar que cuando se investigan problemáticas de la calidad en el terreno deportivo se hace necesario establecer con nitidez que se entiende por Calidad de la Educación Atlética. Al tener en cuenta todas las definiciones que aparecen publicadas por distintos autores acerca del concepto de calidad de la educación, conociendo que el proceso de entrenamiento es pedagógico y educativo, por tal motivo nos acogemos a los puntos de coincidencia entre varios autores como Torres P; Sol A. (2007), Campistrus (2004) y especialmente se tiene en cuenta la definición dada por Valdés, H (2005). Este concepto se refiere tanto al



resultado como al proceso, aunque lógicamente los mismos están íntimamente imbricados y basados en paradigmas filosóficos, pedagógicos, psicológicos y sociales; comprendiendo tanto el proceso de enseñanza aprendizaje de la técnica del deporte, como el entrenamiento y la educación deportiva.

El martillo es uno de los eventos del deporte de atletismo, donde el lanzador y el martillo están en constante interacción, por lo que constituyen un sistema biomecánico, sujeto en el espacio y en el tiempo a las leyes del movimiento humano. Los lanzadores del martillo compiten lanzando una bola pesada adosada a un alambre metálico con un asidero en el extremo. La bola, el alambre y el asa pesan 7,26 kg en total y forman una unidad de longitud máxima equivalente a 1,2 m. La acción deportiva tiene lugar en un círculo de 2,14 m de diámetro. Agarrando el asa con las dos manos y manteniendo estáticos los pies, el atleta hace girar la bola en un círculo que pasa por encima y por debajo de su cabeza alternadamente, hasta la altura de las rodillas.

Cuando el martillo alcanza velocidad, el lanzador gira sobre sí mismo dos o tres veces para acelerar aún más la bola del martillo y la suelta hacia arriba y hacia delante en un ángulo de 45° . Si el martillo no cae en el terreno dentro de un arco de 90° el lanzamiento no es válido. Cada lanzador hace tres intentos, pasando los siete mejores a la siguiente tanda de otros tres lanzamientos. Se comete una falta o violación de las reglas cuando cualquier parte del lanzador o del martillo toca fuera del círculo antes de que se haya completado el lanzamiento, es decir, que el martillo se haya parado en el suelo después de caer en el mismo. Los lanzadores de martillo aunque no es un requisito, deben ser altos y con fuertes músculos, pero el éxito en los lanzamientos requiere de habilidad y coordinación.

Kreighbaum y Barthels (1996), propusieron un análisis que consistía en estudiar el gesto deportivo vinculando varios factores entre sí: el propósito mecánico, los factores biomecánicos, los principios biomecánicos y las características críticas del gesto y las fases del proceso de análisis que se exponen a continuación:

1. Identificar el objetivo del movimiento. El objetivo general de rendimiento se expresa en términos mecánicos, por ejemplo: el objetivo del lanzamiento del martillo es lanzar el implemento logrando la máxima distancia horizontal.



2. Dividir la habilidad en diferentes fases.
3. Identificar el propósito mecánico de cada fase de movimiento. Cada una de las fases tiene su propio propósito mecánico que facilita y contribuye el cumplimiento con éxito del objetivo general. En la medida que se consiga el propósito mecánico de cada una de las fases del movimiento se establecen las condiciones ideales necesarias para conseguir dicho objetivo.
4. Elaborar una relación de los factores biomecánicos que determinan la consecución del propósito mecánico.
5. Identificar los principios biomecánicos que relacionan los factores biomecánicos con el rendimiento.
6. Elaborar una relación de las características críticas de cada componente, las cuales se sintetizan en acciones corporales que pueden ser observadas por el entrenador.

En esta modalidad (lanzamiento del martillo) del atletismo se distinguen 4 fases fundamentales del movimiento que resultan de gran importancia para el estudio biomecánico, las cuales se exponen a continuación.

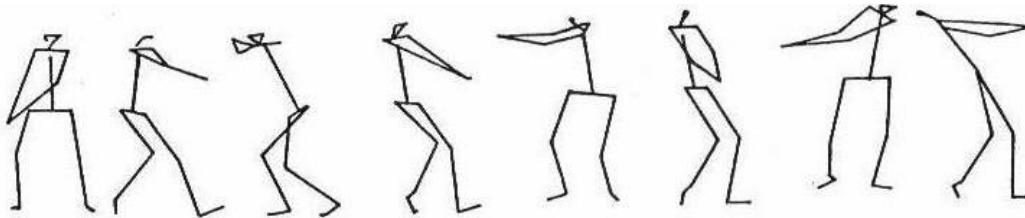
Movimientos iniciales: Comienza cuando el lanzador balancea el martillo alrededor de su cabeza, en el sentido en que giran las agujas de un reloj, donde las piernas deben permanecer flexionadas para mejor equilibrio y posición del centro de gravedad.

Preparación para el giro: Al concluir el último balanceo por sobre su cabeza y el atleta empuja la cabeza del martillo con los brazos extendidos en su totalidad, la espalda debe estar en posición vertical, de lo contrario se contrarrestará la fuerza realizada por el martillo.

Giros: Los primeros 180 grados del giro se realizan apoyados sobre el talón izquierdo, luego la fuerza ejercida por el martillo hará que las caderas roten, finalizando el giro. Cuando la cabeza del martillo alcanza su punto más alto, el lanzador deberá bajar su centro de gravedad para contrarrestar la fuerza que el

propio martillo hará hacia arriba y hacia fuera. En este punto del lanzamiento la rodilla del atleta deberá estar flexionada en su totalidad.

Finalización del lanzamiento: El atleta gira hacia la derecha y el martillo es elevado con extensión de ambas piernas, mientras que los pies rotan hacia la dirección del lanzamiento. Las piernas deben extenderse, las caderas adelantarse y los brazos deben lanzar el martillo por encima de la cabeza en un solo movimiento continuo.



Hay y Reid (1982, 1988) desarrollaron un modelo de análisis cualitativo comprensivo que consta de cuatro etapas: desarrollo de un modelo biomecánico, observación del movimiento e identificación de los errores, ordenación de prioridad para los errores por importancia y correcciones de los mismos para lograr la forma óptima del deportista.

Para la fase de desarrollo de un modelo biomecánico, los autores de esta investigación propusieron una estructura jerárquica para la orden de las variables biomecánicas que determinan el resultado final del movimiento, adaptado del modelo general propuesto Hay y Reid (1982, 1988). En la cúspide se encontraría el propósito mecánico principal, resultado final o criterio de eficacia; en el caso del martillo sería la variable distancia oficial. A partir de este propósito principal se irían identificando las variables biomecánicas que determinarían directamente el resultado final. A su vez, cada una de estas variables, tendrían un nivel inferior en el que se hallarían aquellas que determinarían la variable del nivel superior.

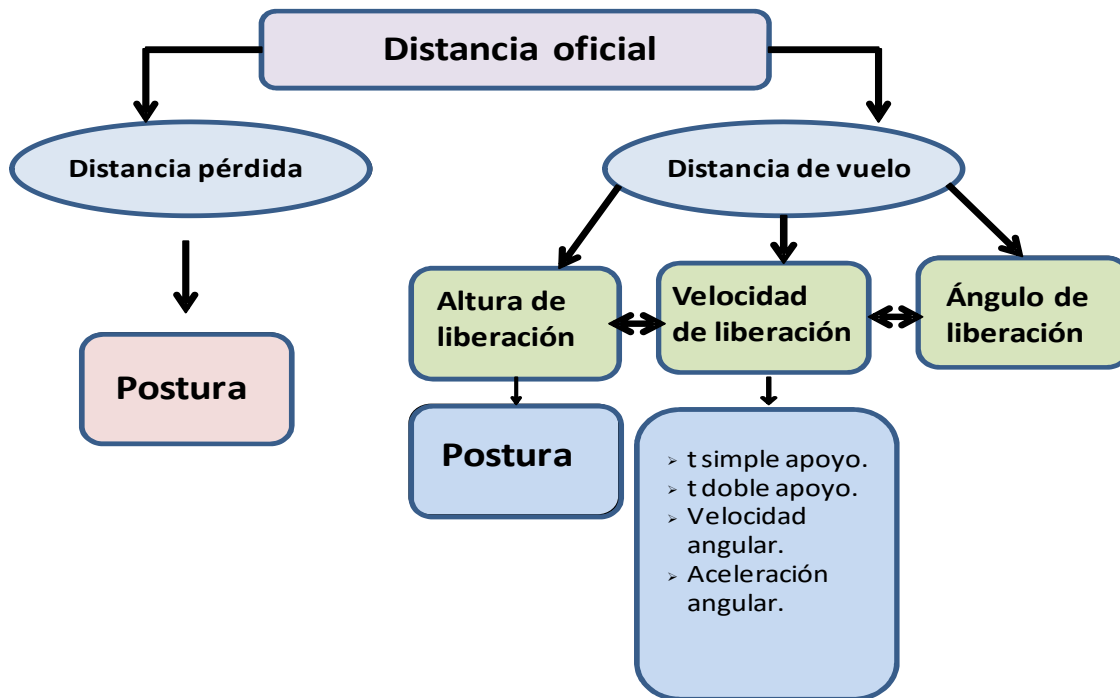


Fig 1. Modelo teórico para alcanzar distancia oficial en el lanzamiento del martillo

La creación de dicho cuadro se llevó a cabo a lo largo de las siguientes etapas.

- Recopilación de la información relevante del gesto técnico.
- Determinar el objetivo final del movimiento.
- Dividir el movimiento en fases.
- Fijar los criterios de eficacia biomecánica de cada fase.
- Identificar los aspectos técnicos utilizados por los entrenadores para enseñar la técnica y mejorarla.
- Identificar y definir las variables biomecánicas que están relacionadas con dichos aspectos técnicos.
- Señalar los criterios de valoración.

1ª Fase

- ✓ La fase de revisión y recopilación de la información consistió en un proceso profundo de síntesis de información procedente de fuentes, como la propia observación de lanzamiento del martillo.



- ✓ La revisión bibliográfica: En la búsqueda de información se incluyeron textos escritos procedentes de una amplia variedad de fuentes y autores incluyendo artículos en revistas de biomecánica de alto impacto.

2ª Fase

- ✓ La segunda fase de diseño del cuadro consistió en expresar con precisión el objetivo final del movimiento. Debido a que el lanzamiento del martillo es un evento cuya demanda es lanzar el martillo tan lejos como sea posible.

3ª Fase

- ✓ Dividir el movimiento en fases. Para ello se utilizaron los sucesivos contactos de los pies con el suelo como instantes característicos que acotaban cada una de las fases.

El perfeccionamiento del movimiento deportivo en un proceso de entrenamiento a largo plazo que depende en gran medida de la mejora del potencial motor del deportista y de su habilidad para aprovechar este potencial en la ejecución de tareas motoras concretas.

Análisis de los resultados

En el análisis de la técnica deportiva se destacan, en el caso del martillo, el dominio de la técnica, la efectividad de la misma y su racionalidad; en este trabajo se hace énfasis en el análisis de la estabilidad de la técnica y de los indicadores relevantes del resultado deportivo: ángulo de salida del implemento, altura de salida y velocidad angular final; todo ello con el fin de elevar la calidad de la técnica deportiva y con ello la mejoría de los resultados en todo tipo de evento competitivo.



Tabla 1 Velocidad angular en cada vuelta por atleta

| Atletas | 1ra Vuelta | 2da Vuelta | 3ra Vuelta | 4ta Vuelta | Promedio | Desviación típica | Coficiente de variación |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|----------|-------------------|-------------------------|
| Atleta 1 Femenino | 9,42 | 11,5 | 5,51 | 11,80 | 9,83 | 2,39 | 24,36 |
| Atleta 2 Femenino | 9,84 | 11,95 | 14,15 | 12,95 | 12,22 | 1,83 | 14,93 |
| Atleta 3 Femenino | 9,12 | 11,37 | 13,04 | 12,54 | 11,52 | 1,74 | 15,15 |
| Atleta 4 Masculino | 9,55 | 12,54 | 12,85 | 11,20 | 11,54 | 1,50 | 13,04 |
| Atleta 5 Masculino | 9,31 | 12,07 | 14,10 | 12,44 | 11,98 | 1,99 | 16,58 |

Nota: El coeficiente de variación promedio sin tener en cuenta el valor de la atleta No 1 es de 2,91 %

En la tabla 1 aparecen los valores de la velocidad angular final alcanzada por cada uno de los cinco atletas estudiados, así como los valores medios, desviación típica y coeficiente de variación. La estabilidad de los atletas en esta magnitud es regular en cuatro de los atletas, mientras que en la atleta No 1 es mala, ya que su coeficiente de variación sobrepasa el 20 %; por otra parte es notable que el promedio de los atletas, excepto la atleta No 1, es muy similar, lo que se refleja en el coeficiente de variación entre esos cuatro promedios que es de 2,1 %. Esto manifiesta que la asimilación de la técnica por esos cuatro atletas es muy similar, pero no el de la atleta No 1 que se queda en casi 2 radianes por segundo debajo del resto.

Tabla 2.- El ángulo y la altura de salida por atleta



| Atletas | Promedio del ángulo de salida | Desviación típica | Coefficiente de variación | Promedio de altura de salida | Desviación típica | Coefficiente de variación |
|--------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Atleta 1 Femenino | 33 | 1,41 | 4,29 | 221,12 | 26,80 | 12,12 |
| Atleta 2 Femenino | 35,20 | 2,68 | 7,62 | 221,32 | 16,72 | 7,56 |
| Atleta 3 Femenino | 36,80 | 1,92 | 5,23 | 224,31 | 5,06 | 2,25 |
| Atleta 4 Masculino | 39 | 2,45 | 6,28 | 240,07 | 15,47 | 6,45 |
| Atleta 5 Masculino | 42 | 1,41 | 3,37 | 265,92 | 6,81 | 2,56 |

Como muestra la tabla se tiene que en los atletas se comporta estable el ángulo de salida excepto la primera atleta ya que todos presentan un coeficiente de variación (CV) inferior al 10 %; el valor del 10 % es tomado generalmente como el valor límite máximo para considerar que una magnitud es homogénea.

En general presentan estabilidad en la altura máxima en cada una de las vueltas, excepto la atleta No 1, que presenta un dominio es regular.

Se analizaron otros indicadores que no aparecen en tablas pero que se tuvieron en cuenta como la altura de la cadera que aunque aumenta ligeramente en cada vuelta se puede considerar que es estable. Los cálculos realizados mostraron que la distancia entre los pies es estable. En el resto de los indicadores medidos encontramos muchas variaciones en la estabilidad de una vuelta a la otra, lo que manifiesta falta de dominio de la técnica.

Análisis morfobiomecánico por sexo:

Las atletas femeninas le dedican poco tiempo al doble apoyo en todas las vueltas del movimiento, se observa bajo incremento de velocidad por vuelta y en algunos momentos la altura mínima es demasiada baja, lo que provoca debilitamiento en los flexores de la espalda, que trae consigo que realice mayor fuerza en el momento de cada fase.

Indicadores biomecánicos en el lanzamiento del martillo para el entrenamiento de atletas de alta competencia.

Elizabeth de Armas-Hing, Domingo Jacob-Piña, Maritza Salomé Garlobo-Figueroa.



En el caso de la atleta 3 presenta problemas específicamente en la última vuelta, no utiliza la cadena de movimientos corporales de forma correcta, esto se traduce en que termina la técnica muy parada, lo que produce un mayor gasto energético y el gesto deportivo se deforma biomecánicamente.

En el caso de los atletas masculinos fundamentalmente la dificultad se aprecia en la velocidad angular, por lo que necesitan mayor preparación física para impregnar mayor fuerza en la cadena biocinemática.

Se analizaron las filmaciones realizadas y se propusieron acciones para corregir los errores cometidos en la ejecución de la técnica en el primer período de filmación. Los entrenadores se han dedicado a intensificar el trabajo especial en la corrección de los errores de la técnica y como elemento fundamental fortalecer el trabajo de la preparación física en los planos musculares del tronco, fundamentalmente los músculos de la espalda.

Al terminar la fase de análisis de los atletas, se realizó intercambio de las dificultades presentadas y los aportes del colectivo técnico acerca de cómo cada martillista puede superar las dificultades detectadas. El reporte de los resultados obtenidos en el dominio de la técnica avalados mediante los valores del coeficiente de variación constituye una medida del grado de variación de los resultados de un lanzamiento al otro y por tanto refleja con bastante nitidez el grado de dominio de la técnica que cada atleta posee en cada fase del movimiento.

Conclusiones

- El análisis de los videos en la ejecución de la técnica de movimiento del lanzamiento del martillo con diferentes softwares permitieron detectar las dificultades y potencialidades de los atletas.
- El análisis de los indicadores biomecánicos para la gestión de la calidad (*pico alto (altura máxima), pico bajo (altura mínima), tiempo del simple y doble*

Indicadores biomecánicos en el lanzamiento del martillo para el entrenamiento de atletas de alta competencia.

Elizabeth de Armas-Hing, Domingo Jacob-Piña, Maritza Salomé Garlobo-Figueroa.



apoyo, velocidad de liberación, ángulo de liberación, altura de liberación, aceleración angular, velocidad de desplazamiento, distancia entre los pies en el momento del impulso final, ángulo de inclinación de la rodilla y altura del centro de gravedad, se realizó con los atletas de dicho modalidad y entrenadores para evaluar cada uno por separado y en conjunto (principio conciencia actividad).

- Se realizó la comparación y análisis del ángulo de salida del implemento respecto de los grandes martillistas participantes en la olimpiada de Moscú 80 y la discusión acerca de las causas que determinan en cada atleta el valor que presentan en el mismo (gestión de la calidad).
- El estudio permitió a los entrenadores dedicarse a intensificar el trabajo especial en la corrección de los errores de la técnica y fortalecer el trabajo de la preparación física en los planos musculares del tronco, fundamentalmente los músculos de la espalda.

Bibliografía

- *Aguado, X.; Izquierdo, M. y González, J.L. (1997) "Biomecánica dentro y fuera del laboratorio".* Universidad de León, Secretariado de Publicaciones.
- *Bosniak, V. (1995) "Lanzamientos" en Atletismo Español.* Abril: 38-43.
- *Dapena, J. y McDonald, G. (2012) "A three-dimensional analysis of angular momentum in the hammer throw".* *Medicine and Science in Sports and Exercise.*
- *De Hegedüs, J. (1985) "Técnicas atléticas".* Editorial Stadium, Buenos Aires.
- *Donskoj, D. y Zatsiorsky, V. (1988) "Biomecánica de los ejercicios físicos".* Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.
- *Dyson, G. (1982) "Lanzamientos", en "Mecánica del atletismo".* Editorial Stadium. Buenos Aires, Argentina.



- Ecker, T. (1985) “The Throwing events”, en “*Basic track and field biomechanics*”. Tafnews Press Book, Division of Track & Field News, California, Estados Unidos.
- Ferro Sánchez A. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Dpto. Ecuación Física, Deporte y Motricidad Humana. Despacho III-314. Universidad Autónoma de Madrid.
- Galbusera, M. (1992) “*Todas las reglas de los deportes. Atletismo*”. Colección Deportes, Editorial de Vecchi, Barcelona.
- Platonov, V. (1988) “*El entrenamiento deportivo, teoría y metodología*”. Editorial Paidotribo, Barcelona.
- Vera, P. (1994) “La biomecánica deportiva” en “Deporte hacia el siglo XX”. Monografía de la serie “*Deportes*”, Editorial Unisport, Málaga, 19: 361-369.
- Verchoshansky (1990) “*Entrenamiento deportivo. Planificación y Programación*”. Editorial Martínez Roca, Barcelona.
- Zatsiorsky, V.M. (1990). “The biomechanics of shot putting technique”. “*Techniques in Athletics*”. The First International Conference, Keinote Symposia. Volumen 1: 118-125.