

INDICADORES BIOMECÁNICOS PARA EL ANÁLISIS TÉCNICO DE LA CARRERA DE APROXIMACIÓN EN EL SALTO DE LONGITUD

BIOMECHANICAL INDICATORS FOR TECHNICAL ANALYSIS OF THE APPROACH RUN IN THE LONG JUMP

Autores: MSc. Orestes Mesa- Oliva

MSc. Amada Plácida Gómez- Zoquez

MSc. Juan Carlos Garzón- Campaña

Universidad de Holguín. Facultad de Cultura Física

Instituto Nacional de Deporte, Educación Física y Recreación. Escuela de Iniciación Deportiva Escolar "Pedro Díaz Coello". Municipio Holguín

País. Cuba

RESUMEN

El artículo presenta un estudio del desempeño técnico de las atletas escolares de salto de longitud de la Escuela de Iniciación Deportiva Escolar (EIDE) "Pedro Díaz Coello" de Holguín, a partir del análisis del comportamiento de las características cinemáticas presentes en la carrera de aproximación, apoyados en la comparación de los resultados de las 2 atletas objeto de estudio con los valores declarados en la literatura especializada, para determinar las regularidades

mecánicas que influyen en el resultado en esta modalidad, precisar errores fundamentales y proponer ejercicios a modo de sugerencias en el proceso de entrenamiento. La investigación está soportada en un estudio de caso, sobre la premisa de alcanzar una visión general de la ejecución de la carrera de aproximación en el salto de longitud, a partir de la descripción del proceso objeto de estudio en cuanto a su comportamiento y estructura. Se utilizan métodos teóricos, empíricos, y los biomecánicos, con las

técnicas adecuadas, los cuales están en correspondencia con los objetivos trazados, para darle solución al problema planteado. La medición realizada y el programa de ejercicios aplicado contribuyeron al mejoramiento de la técnica del despegue en el salto de longitud en función de optimizar la técnica, a la prevención de lesiones y mejorar los resultados deportivos.

Palabras clave. Biomecánica, cinemática, carrera de aproximación, salto de longitud

ABSTRACT

A study of the technical performance of school athletes jump School Sports Initiation School (EIDE) "Pedro Díaz Coello" Holguin, from the analysis of the behavior of the kinematic characteristics present in the race approach is made, supported by comparing the results of the 2 athletes under study with the values reported in the literature to determine the mechanical regularities that influence the outcome in this mode, specify fundamental errors and propose exercises as suggestions in the process of training. The research is supported in a case study, on the premise of achieving an overview of the implementation of the approach run in the long jump, from the description of the

process under study in their behavior and structure. theoretical, empirical, and biomechanical methods, with the right techniques, which are in line with the objectives, to give solution to the problem are used. The meditation made and applied exercise program contributed to improved takeoff technique in the long jump function to optimize the technique, injury prevention and improve athletic performance.

Key words. Biomechanics, kinematics approach run, long jump

INTRODUCCIÓN

En la actualidad a nivel global, la práctica de deportes se ha convertido en una actividad de relevancia social, atendiendo a los ilimitados beneficios que aporta a la formación integral del ser humano, su influencia en el mejoramiento de la calidad de vida y la ocupación sana del tiempo libre. Por estas razones en la inmensa mayoría de los países se desarrollan políticas dirigidas a fortalecer la atención al deporte y la valoración de su impacto en los diferentes grupos sociales.

El salto de longitud es una especialidad del Atletismo enmarcada dentro del área de los eventos de campo, consistente en realizar un salto hacia delante,

despegando con una pierna, una vez terminada la carrera de impulso. Es practicado por mujeres y hombres, conformado por cuatro fases, carrera de impulso o aproximación, despegue, vuelo y caída. Es una de las pruebas más longeva en competencias de salto. (Barris, 2008)

Esta disciplina tiene como objetivo saltar lo más largo posible, se caracteriza por rápidas y fuertes contracciones musculares de determinada extremidad inferior. En el orden físico se caracteriza por tener buena rapidez, fuerza de pierna, buena coordinación, este está determinado en primer lugar por la velocidad inicial, del ángulo de salida y de la altura inicial del centro de gravedad del cuerpo del saltador, según Ozolin y Markov (1991).

La biomecánica es una de las ciencias que ha permitido sentar las bases científicas para una verdadera preparación técnica. En este sentido, los conocimientos adquiridos a través de la biomecánica deportiva permiten desarrollar una investigación encaminada a establecer la técnica más eficaz, abordar el estudio con un sentido científico, obtener una información rápida y objetiva, que posibilite detectar errores o insuficiencias y establecer ejercicios especiales

encaminados al perfeccionamiento de la acción motora.

Lo anterior afirma lo planteado por Hochmuth (1973) cuando expresa que existe una estrecha y lógica relación entre la técnica deportiva por una parte y las características biomecánicas (estructura del movimiento) por la otra. El conocimiento de estas relaciones constituye la base, tanto para la acertada investigación biomecánica, como para el aprovechamiento creador y aplicativo de los resultados de tal investigación, en la enseñanza y en el entrenamiento.

Se asumen los criterios planteados por estos investigadores y en particular lo tratado por Iglesias, Quetglas y Martínez (2012) donde señalan que el resultado del salto de longitud viene dado por la disminución del tiempo en la fase de aceleración negativa de la fase del despegue y destaca su importancia en el rendimiento deportivo.

En el diagnóstico de la situación actual realizado con la aplicación del análisis documental, la observación y encuestas aplicadas a los entrenadores deportivos cubanos y 2 saltadoras de la categoría 14-15 años en la provincia de Holguín se devela que:

- Existen deficiencias técnicas en el ritmo de la carrera de impulso fundamentalmente en los últimos 4 pasos de aproximación para el despegue, la colocación de la pierna de despegue.
- Demora excesiva del tiempo en la fase de aceleración negativa en el momento del despegue
- Los programas de preparación del deportista no revelan las indicaciones metodológicas necesarias que orienten como dirigir el entrenamiento para disminuir el tiempo en la fase de despegue
- Longitud del último paso mayor que el penúltimo.
- Excesiva flexión de la rodilla en el momento de contacto con la tabla de despegue.
- Colocación de la pierna de despegue de forma plantar con gran pronunciación del talón en el momento de contacto con la tabla
- Duración del despegue mayor de 180 ms.

Todo lo antes planteado permite arribar a la siguiente situación problemática: la concepción del entrenamiento para contribuir al mejoramiento de la técnica en la carrera de aproximación del salto de longitud no se corresponde con las características individuales de las saltadoras, evidenciándose una inadecuada planificación con implicación directa en los resultados deportivos.

Los aspectos abordados de esta investigación permitieron declarar el problema científico: ¿Cómo contribuir al mejoramiento de la técnica en la carrera de aproximación en las atletas de salto de longitud, categoría escolar, de la EIDE “Pedro Díaz Coello” de la provincia Holguín?

Al valorar los criterios de errores más comunes declarados por Donskoi y Zatsiorski (1988), Zissu (1990) y Betancourt, Quintana y Lombard (1991), y el Programa de preparación del deportista para saltadores cubanos (Instituto Nacional de Deporte, Educación Física y Recreación, 2013) para la categoría objeto de estudio, el autor consideró que las mayores deficiencias técnicas están dadas en:

- Distancia excesiva del extremo distal del apoyo con la línea descendente del CGC del saltador.

Como objetivo se planteó contribuir al mejoramiento de la técnica en la carrera de aproximación en atletas de salto de longitud categoría escolar de la EIDE “Pedro Díaz Coello” de la provincia Holguín.

METODOLOGÍA

La investigación está soportada en un estudio de caso (Alonso, 2006), sobre la premisa de alcanzar una visión general, de la ejecución en la carrera de aproximación (últimos 4 pasos) del salto de longitud, a partir de la descripción del proceso objeto de estudio, en cuanto a su comportamiento y estructura.

Para la investigación se tomaron 2 atletas que representan el 100 % de la modalidad de salto de longitud pertenecientes a la categoría escolar de la EIDE “Pedro Díaz Coello” de Holguín, en la etapa de preparación durante 12 semanas, en la

cual fue aplicada el programa de entrenamiento de enero- marzo. Se tuvieron en cuenta los resultados alcanzados por las saltadoras el último juego nacional escolar (JNE).

Suzanne Pupo Lores (1) 2014 en triple salto 4 lugar nacional con 11.94 y en salto de longitud con resultado de 4.89 m, 4to lugar. JNE 2015.

Madeleine Mendosa Salas (2) en salto de longitud 4.98

Tabla # 1. Características de las aletas objeto de estudio en la investigación

Atletas	Edad	Peso kg	Talla (m)	Especialidad	Sexo	Mejores Resultados
1	15	53	1.70	Salto de Longitud	F	4.89
2	15	49.8	1.72	Salto de Longitud	F	4.98

Fuente. Elaboración propia

En la realización de la investigación se emplearon métodos de carácter teórico, empírico y técnicas correspondientes, los cuales se describen a continuación.

Métodos teóricos:

Histórico- lógico: para constatar la proyección de la preparación de la confluencia de fuerzas a utilizar en la etapa escogida, así como los enfoques contemporáneos sobre los ejercicios como complemento del trabajo de fuerza.

Analítico-sintético: se utilizó para realizar una detallada disección de los elementos que sirven para argumentar las posiciones asumidas por el autor, así como los fundamentos propuestos.

Inductivo- deductivo: en la lectura, análisis e interpretación de la bibliografía, resultados obtenidos y opiniones recopiladas, emitir juicios, razonamientos y valoraciones de la investigación efectuada.

Empíricos:

Observación simple, sobre la base de una guía estructurada al efecto como forma de dirigir la percepción hacia el objeto de estudio, para valorar la ejecución técnica de la carrera de aproximación en las atletas objeto de estudio.

La medición de parámetros antropométricos (peso y talla), de longitud del salto, distancia recorrida, duración de la carrera así como ritmo de los últimos 4 pasos de aproximación y de las características biomecánicas espaciales, temporales y espacio – temporales, empleando el programa Kinovea.

El experimento (pre experimento) para conocer la incidencia de los valores alcanzados en la primera y analizar los resultados con la segunda medición en la etapa de preparación especial.

La encuesta no estandarizada se le aplicó a los dos entrenadores del área de saltos de la EIDE, para obtener los elementos que precisan la situación problemática de la investigación.

Técnicas: videografía: realizada con 2 cámaras, para efectuar el estudio en dos dimensiones. Esquema de posturas: trazado que permitió la realización del estudio del movimiento en la ejecución de la acción motora, sobre la base de la determinación de las características biomecánicas asociadas a la realización de la carrera de aproximación en el salto de longitud.

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron como materiales para la recolección de los datos los siguientes medios:

- Dos cámaras de video marca Panasonic (2) y Sony (2), con velocidades de 30 cuadros por segundo.
- Una (1) computadora, con el programa de análisis del movimiento humano kinovea para digitalizar las imágenes y realizar los cálculos de las variables de estudio

RESULTADOS

Carrera de aproximación. Particularidades

La técnica de la carrera de aproximación es similar a la empleada por los corredores de velocidad. Se inicia con los pies paralelos y al ancho de los hombros, inclinando el tronco hacia adelante. El deportista también podrá ubicar un pie adelante del otro, desplazando el tronco desde atrás hacia adelante para iniciar el movimiento.

De igual forma, deportistas con mayor experiencia, inician esta carrera desde movimientos previos que consisten en pasos cortos hasta alcanzar los pasos normales de aceleración.

Una vez iniciada la carrera de aproximación el deportista acelera de forma gradual y uniforme. Al mismo tiempo incrementa la frecuencia y la longitud de la zancada. Después de los primeros 6 pasos de carrera el tronco adquiere una posición vertical.

El deportista adquiere una velocidad máxima controlable, a medida que se aproxima a la tabla de batida para ejecutar la acción de despegue.

Entre los tres y cinco pasos finales de esta carrera de aproximación, el saltador se prepara para convertir la velocidad horizontal de carrera, en velocidad vertical apreciada únicamente en el momento de despegue. Para ello acompasa el ritmo de carrera ajustando la zancada a corto-largo-corto. El penúltimo paso es más largo para permitir que el centro de masa del cuerpo descienda levemente. Esta posición del centro de masa es aprovechada en el siguiente paso que es más corto. De esta forma se obtiene durante el despegue una trayectoria de aceleración más larga, debido a la ganancia de un impulso vertical.

Factores cinemáticos que inciden en la carrera de aproximación, según los autores Ozolin- Markov (1991)

- Longitud de pasos
- Frecuencia de pasos
- Postura del CGC del saltador

- Edición de las videograbaciones
- Selección del mejor resultado de los 6 intentos realizados
- Digitalización de los movimientos a partir de la utilización del programa

Estructura metodológica de la Investigación

La investigación se realizó a partir de la materialización de las siguientes etapas:

1. Preparación previa Selección y caracterización de las atletas

- Preparación de los medios y condiciones para la filmación
- Determinación de las variables de estudio

2. Filmación

- Ejecución del salto por los atletas, realizando 6 intentos, en condiciones competitivas

3. Edición y digitalización de las imágenes

4. Análisis de los resultados

- Obtención de los resultados de las variables declaradas en la investigación
- Comparación de los parámetros cinemáticos obtenidos con los descritos en los modelos teóricos planteados en la literatura
- Localización de los errores técnicos y biomecánicos, cometidos en la ejecución de la acción motora objeto de estudio
- Propuesta de programa de ejercicios para corregir las deficiencias detectadas en la ejecución técnica de la carrera de aproximación en el salto de longitud.

Tabla # 2. Resumen de errores y deficiencias técnicas detectadas en los casos estudiados, a partir del análisis de las características cinemáticas, espaciales, temporales

No	Ángulo de Colocación		Ángulo de Amortiguación		Ángulo de extensión Pierna de despegue		Distancia del CGC relación tabla de despegue		Longitud últimos pasos (m)		Colocación de los apoyos		Tiempo de despegue	
Modelo Teórico	170-172°		145-150°		173-180°		40-60 cm		-		Metatarso		110-130 ms	
Medición	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da
AA	156°	166°	135°	140°	175°	175°	72	60	1.68	1.64	Planta	Planta	160	140
AB	162°	165°	142°	145°	174°	173°	73	63	2.20	1.78	Planta	Planta	200	160

Fuente. Elaboración propia

Ejercicios metodológicos para la carrera de aproximación

Ejercicio # 1: toma de la distancia para iniciar la carrera de aproximación: A partir de la tabla de batida, se miden 20 m sobre el pasillo de toma de impulso y se indica una marca. Esto en pasos de carrera es entre 10 y 11 pasos. Este ejercicio se realiza con un compañero que se ubicará junto a la tabla de batida.

A partir de esta marca se inicia una carrera de aproximación hacia la tabla de batida, buscando colocar el pie de despegue sobre ésta y continuar corriendo. Con la

ayuda del compañero, se identifica a cuántos pies se estuvo adelantado o atrasado de la zona de batida. Si fuera necesario se corrige el punto de partida.

Se debe ajustar el pie que ejecuta el primer paso de la carrera de aproximación de acuerdo a la pierna de batida.

Si la carrera es de pasos pares, su pierna de batida deberá dar el segundo paso en la carrera de aproximación.

Si la carrera es de pasos impares, su primer paso en la carrera de aproximación debe darse con la pierna de batida.

Ejercicio # 2: desde la marca de referencia se realizan carreras de aproximación a diferentes velocidades para determinar la velocidad máxima controlable del deportista.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Caso: AA

En el instante del contacto de la pierna con la tabla, el ángulo de entrada entre la pierna y la pista fue, en de 156° en la primera medición y 166° en la segunda medición lo que se observa mejoría en el resultado pero aún muy por debajo en el rango declarado como adecuado en la bibliografía consultada (170° a 172°).

La pierna de despegue durante la fase de amortiguación está extendida con un ángulo de 135° en la rodilla en la primera medición y 140° en la segunda medición como se puede observar se mejora el resultado con respecto a la primera evaluación pero inferior al referenciado por Ozolin (1991), quien plantea que debe oscilar entre 145° – 150°.

Se aprecia en el atleta cierta profundización de la flexión en la pierna de despegue (poco extendida), lo que afecta el trabajo de los músculos extensores, no se aprovechan al máximo las propiedades

elásticas y por consiguiente el despegue se ejecuta tardíamente. Este resultado provoca el empeoramiento de las condiciones de despegue debido a que se incrementa el tiempo de extensión de la pierna de despegue y por tanto disminuyen la velocidad en la fase de empuje y el ángulo de despegue, afectando considerablemente la técnica.

Se observa poca extensión de la pierna en la fase de empuje 175° en la primera medición e igual resultado en la segunda medición, los modelos teóricos señalan que para que el resultado sea adecuado estos deben oscilar entre 173° - 180° por lo que en este indicador la atleta cumple con los parámetros establecidos, que garanticen un despegue activo y fuerte, que impulse al saltador hacia arriba y hacia adelante.

Distancia del CGC en el momento de contacto de la pierna de apoyo con la tabla de despegue, los modelos teóricos plantean que debe oscilar de entre 40-60 cm, al alcanzar valores de 72 y 65 cm en la primera y segunda medición respectivamente no logrando alcanzar los parámetros establecidos (despegue demorado o tardío)

Al evaluar el indicador del último paso para el despegue en la primera medición tuvo resultados de 1.68 m de longitud, con relación al penúltimo paso de alcanzó un valor de 1.65 m, en la segunda medición alcanzó una longitud de 1.63 m en el último paso y el penúltimo paso fue de 1.64 m lo que evidencia que no se cumple con los indicadores teórico establecidos donde se señala que el último paso debe ser más corto, con un rango de entre 20-30 cm.

Otro de los indicadores fue la forma de la pierna de apoyo en el momento del contacto con la tabla en la que los modelos teóricos señalan que se debe realizar esta acción de despegue con el metatarso y no de forma plantar, lo que provoca mayor flexión de las articulaciones que intervienen en la actividad del despegue.

El otro elemento a considerar según el autor y que no se tiene en cuenta por parte de los entrenadores es el tiempo de ejecución del despegue, Zissu (1990) declara que éste debe oscilar entre 110 ms y 130 ms para saltadores de longitud, la atleta realiza esta acción con un tiempo en la primera medición de 160 ms y en la segunda medición un resultado de 140 ms lo que refleja una mejora en sus parámetros pero algo distante de los

niveles establecido para alcanzar mejores resultados.

Caso: AB

En el instante del contacto de la pierna con la tabla, el ángulo de entrada entre la pierna y la pista fue, en de 162° en la primera medición y 165° en la segunda medición lo que se observa mejoría en el resultado pero aún muy por debajo en el rango declarado como adecuado en la bibliografía consultada (170° a 172°).

La pierna de despegue durante la fase de amortiguación está extendida con un ángulo de 142° en la rodilla en la primera medición y 145° en la segunda medición como se puede observar se mejora el resultado con respecto a la primera evaluación pero inferior al referenciado por Ozolin (1991), quien plantea que debe oscilar entre 145° – 150°.

Se aprecia en el atleta cierta profundización de la flexión en la pierna de despegue (poco extendida), lo que afecta el trabajo de los músculos extensores, no se aprovechan al máximo las propiedades elásticas y por consiguiente el despegue se ejecuta tardíamente. Este resultado provoca el empeoramiento de las condiciones de despegue debido a que se incrementa el tiempo de extensión de la

pierna de despegue y por tanto disminuyen la velocidad en la fase de empuje y el ángulo de despegue, afectando considerablemente la técnica.

Se observa poca extensión de la pierna en la fase de empuje 174° en la primera medición y 173° en la segunda medición, los modelos teóricos señalan que para que el resultado sea adecuado estos deben oscilar entre 173° - 180° por lo que en este indicador la atleta cumple con los parámetros establecidos, con tendencia a que garanticen un despegue rápido y fuerte, que impulse al saltador hacia arriba y hacia adelante en esta acción.

Distancia del CGC en el momento de contacto de la pierna con la tabla de despegue, los modelos teóricos plantean que debe oscilar de entre 40-60 cm, al alcanzar valores de 73 y 63 cm, en la primera y segunda medición respectivamente no logrando alcanzar los parámetros establecidos (despegue demorado o tardío)

Al evaluando el indicador de longitud del último paso para el despegue en la primera medición tuvo resultados de 2.20 m (excesivo) con relación al penúltimo paso de 1.90 m, en la segunda medición alcanzó una longitud de 1.78 m en el último

paso y el penúltimo paso fue de 1.84 m lo que refleja que no se cumple con el modelo teórico donde señala que el último paso debe ser menor con un rango de entre 20-30 cm con relación al penúltimo paso.

Otro de los indicadores está la forma de apoyo en el momento del contacto con la tabla en la que los modelos teóricos señalan que se debe realizar esta acción de la pierna de despegue con el metatarso y no de forma plantar, lo que provoca mayor flexión de las articulaciones que intervienen en la actividad del despegue.

El otro indicador que casi nunca se tiene en cuenta por los entrenadores y no deja ser menos importante es el tiempo de ejecución de la fase de despegue, Zissu (1990) declara que éste debe oscilar entre 110 ms y 130 ms para saltadores de longitud, la atleta realiza esta acción con un tiempo en la primera medición de 200 ms y en la segunda medición un resultado de 160 ms lo que refleja una mejora en sus parámetros pero muy distante de los niveles establecido.

La evaluación de las atletas parte de los parámetros establecidos por los modelos teóricos, realizados con atletas de alto nivel competitivo, el autor los toma como

referente para el análisis técnico del despegue.

CONCLUSIONES

El análisis del comportamiento de las características cinemáticas, a partir de su comparación con los descritos en los modelos teóricos para el salto de longitud permitió precisar cuáles fueron las principales deficiencias que presentan las atletas en el momento de despegue.

El programa de ejercicios aplicado permitió contribuir al mejoramiento de la técnica del despegue en el salto de longitud en función de optimizar la técnica, a la prevención de lesiones y mejorar los resultados deportivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, A. (2006) *Estudio de casos. Selección de lecturas*. Ciudad de la Habana: Editorial Félix Varela.

Barris, T. (2008) *Referentes históricos del salto de longitud masculino. La prueba más longeva en competiciones de saltos*. Recuperado de: <http://www.barris.org/noticias.html>

Betancourt Mella, L., Quintana Díaz, V. y Lombard Hevia, A. (1991) *Atletismo*

en el ámbito escolar y deportivo. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Donskoi, D.D. y Zatsiorski, V.M. (1988) *Biomecánica de los ejercicios físicos*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Hochmuth, G. (1973). *Biomecánica de los movimientos deportivos*. Madrid: Ed. Doncel.

Iglesias Pérez O., Quetglas González, Z. y Martínez Quetglas, R (2012) Nuevo modelo mecánico del músculo. Lectura: Educación Física y Deportes, Revista Digital. Vol. 17. Nro 170. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com>

Instituto Nacional de Deporte, Educación Física y Recreación (2013) Programa de preparación del deportista para saltadores cubanos. La Habana. En soporte digital

López Karell, Y. y Pérez, J. (2011) *Análisis de la ejecución del despegue, del salto de longitud, en atletas escolares de la Isla de la Juventud*. Trabajo de Diploma. Isla de la Juventud: Facultad de Cultura Física.

Ozolin, N.G. y Markov, D.P. (1991)
Atletismo. Ciudad de la Habana:
Editorial Científico – Técnica.

Universidad de Holguín
Facultad de Cultura Física

Zissu, M. y Rodríguez, R. (1990) *El
Atletismo*. Caracas: Ediciones
deportivas Maraven.

Juan Carlos Garzón- Campaña
Máster en actividad física en la comunidad
Entrenador deportivo

Recibido:15012016

Escuela de Iniciación Deportiva Escolar
"Pedro Díaz Coello"

Aprobado:20032016

Instituto Nacional de Deporte, Educación
Física y Recreación. Municipio Holguín

Datos de los autores:

Orestes Mesa- Oliva

Máster en actividad física en la comunidad

Profesor Auxiliar

Especialista en Atletismo

Jefe de Proyecto de Atletismo

Universidad de Holguín

Facultad de Cultura Física

Teléfonos: 425284-425210

Correo electrónico: omesa@fcf.uho.edu.cu

Amada Plácida Gómez- Zoquez

Máster en Física

Profesora Auxiliar

Jefa del Proyecto de Biomecánica