

Análisis comparativo biomecánico de la técnica de los marchistas del equipo nacional de Cuba

Joel García Collazo

Escuela Superior de Formación de Atletas de Alto Rendimiento (ESFAAR) “Giraldo Córdova Cardín” de La Habana. Cuba. joelgarciacollazo3@gmail.com <https://orcid.org/0009-0005-0825-6160>

Manuel Antonio Mayor Francés

Escuela Superior de Formación de Atletas de Alto Rendimiento (ESFAAR) “Giraldo Córdova Cardín” de La Habana. Cuba. manuelmayorfrances@gmail.com <https://orcid.org/-0000-0002-0481-8729>

Julio Heredia Durruthy

Escuela Superior de Formación de Atletas de Alto Rendimiento (ESFAAR) “Giraldo Córdova Cardín” de La Habana. Cuba. julio.heredia@inder.gob.cu <https://orcid.org/0009-0001-1388-0022>

Recibido: 16/X/2023
Aceptado: 21/XI/2023
Publicado: 1/I/2024

Resumen: La marcha deportiva en Cuba tuvo un desarrollo notable ya que, en su devenir histórico, estuvo llena de excelentes resultados a nivel panamericano y centroamericano. Sin embargo, con el paso del tiempo han disminuido considerablemente esos excelentes resultados que en un momento tuvo esta disciplina. Es por ello que el proceso de entrenamiento actual requiere de la introducción de recursos científicos alternativos que resulten novedosos. La situación problemática se manifiesta en la contradicción entre el estado real y el deseado, o sea el deficiente tratamiento metodológico para el control, análisis de la técnica de los marchistas y la necesidad de que los entrenadores tengan una herramienta metodológica en tal sentido. A partir de la realidad observada,



Análisis comparativo biomecánico de la técnica de los marchistas del equipo nacional de Cuba/Comparative biomechanical analysis of the technique of the walkers of the Cuban national team/Análise biomecânica comparativa da técnica dos caminhantes da seleção cubana

se determinó el objetivo a cumplir en la investigación en términos de: diagnosticar el nivel técnico de los marchistas del equipo nacional a través de un análisis biomecánico comparativo. En la metodología empleada se utiliza el método inductivo-deductivo, análisis – síntesis, análisis documental, observación y medición. La investigación incorpora valores para el análisis de la técnica de los marchistas que constituyen un valioso aporte como instrumento de ayuda a los entrenadores, en lo concerniente al fenómeno técnico y científico – metodológico.

Palabras clave: marcha deportiva; técnica; biomecánica

Comparative biomechanical analysis of the technique of the walkers of the Cuban national team

Abstract: Sports walking in Cuba had a notable development since it, in its historical development, was full of excellent results at the Pan-American and Central American level. However, with the passage of time, the excellent results that this discipline once had have diminished considerably. That is why the current training process requires the introduction of alternative scientific resources that are novel. The problematic situation manifests itself in the contradiction between the real state and the desired one, that is, the deficient methodological treatment for the control, analysis of the walkers' technique and the need for coaches to have a methodological tool in this regard. From the observed reality, the objective to be met in the research was determined in terms of: diagnosing the technical level of the national team walkers through a comparative biomechanical analysis. The inductive-deductive method, analysis – synthesis, documentary analysis, observation and measurement are used in the methodology used. The research incorporates values for the analysis of the walkers' technique that constitute a valuable contribution as an instrument to help coaches, regarding the technical and scientific-methodological phenomenon.

Keywords: sports walking; technique; biomechanics

Análise biomecânica comparativa da técnica dos caminhantes da seleção cubana

Resumo: A caminhada esportiva em Cuba teve um desenvolvimento notável, pois, em seu desenvolvimento histórico, foi repleta de excelentes resultados a nível pan-americano e centro-americano, mas com o passar do tempo, os excelentes resultados que outrora obteve diminuíram consideravelmente. Esta disciplina. É por isso que o actual processo de formação exige a introdução de recursos científicos alternativos e inovadores. A situação problemática manifesta-se na contradição entre o estado real e o desejado, ou seja, no deficiente tratamento metodológico de controlo, análise da técnica dos marchadores e a necessidade dos treinadores terem uma ferramenta metodológica nesse sentido. Com base na realidade observada, foi determinado o objetivo a ser alcançado na pesquisa em termos de: diagnosticar o nível técnico dos marchadores da seleção nacional através de uma análise biomecânica comparativa. A metodologia utilizada utiliza o método indutivo-dedutivo, análise – síntese, análise documental, observação e medição. A pesquisa incorpora valores para a análise da técnica dos marchadores que constituem uma valiosa contribuição como instrumento para auxiliar os treinadores, no que diz respeito ao fenómeno técnico-científico-metodológico.

Palavras-chave: caminhada esportiva; técnica; biomecânica

Introducción

La marcha deportiva está denominada como una de las disciplinas dentro del atletismo, llevándolo a la inclusión en el calendario olímpico en 1908. De acuerdo con Rius (2005), los orígenes de la marcha deportiva como disciplina competitiva se le adjudican a la Inglaterra del siglo XVIII. De tal manera esto generó un gran impacto en las diferentes modalidades de preparación deportiva con el objetivo de mejorar la técnica y orientarla al alto rendimiento (Criollo et al., 2018).

En Cuba la marcha deportiva se da a conocer en 1964, en agosto de 1965 en la provincia de La Habana se realiza la primera competencia oficial a la distancia de 5 km, ganada por el entonces corredor de maratón Felipe Chaviano.



Análisis comparativo biomecánico de la técnica de los marchistas del equipo nacional de Cuba/Comparative biomechanical analysis of the technique of the walkers of the Cuban national team/Análise biomecânica comparativa da técnica dos caminhantes da seleção cubana

La marcha deportiva tiene sus propias características de ejecución. Es por ello, que Barreto et al. (2016) la precisa como una actividad deportiva donde se ejecuta un desplazamiento paso a paso, en la cual hay que conservar un contacto constante con el suelo por lo menos uno de los dos pies; realizando un movimiento sin flexionar las rodillas, es decir, se conserva en extensión durante el paso por la vertical (apoyo simple).

La disposición anterior, referida al juzgamiento técnico, ha evolucionado poco hasta la actualidad, más bien se ha enriquecido con otros aspectos. En tal sentido el Reglamento de Competición y Técnico de World Athletics (2022) plantea que:

La Marcha es una progresión de pasos ejecutados de modo que el atleta se mantenga en contacto con el suelo, a fin de que no se produzca pérdida de contacto visible (a simple vista). La pierna que avanza debe estar recta, (es decir, no doblada por la rodilla) desde el momento del primer contacto con el suelo hasta que se halle en posición vertical. (p.256)

Esta disciplina ha tomado gran notoriedad en el mundo, incitando diferentes guías de preparación para desarrollar el rendimiento técnico en marchistas de élite. Es por ello, que poseer un dominio excelente de una técnica precisará el nivel profesional del atleta, accediendo una mayor validez en los movimientos.

Para lograr una excelente técnica el atleta trabaja de la mano con la ciencia, esto permite detallar los mínimos errores del gesto deportivo. De manera que, esta ciencia se ampara en la biomecánica para evaluar la técnica y así optimizar el rendimiento del atleta (Criollo et al., 2018).

Para lograr un estudio detallado de la técnica, la biomecánica utiliza la cinemática, que es una cuantificación de valoración que se encausa en la referencia de los deslizamientos, sin tener presente la causa que los origina (Criollo et al., 2018). Puesto que, mediante imágenes logradas de video y fotografías, se determina cálculos del deslizamiento de los diferentes segmentos del cuerpo, y por ende nos brinda un estudio detallado del gesto deportivo (Criollo et al., 2018).

La marcha deportiva en Cuba tuvo un desarrollo notable ya que, en su devenir histórico, estuvo llena de excelentes resultados a nivel panamericano y centroamericano. Sin embargo, con el paso del tiempo han disminuido considerablemente. Es por ello que el proceso de entrenamiento actual requiere de la introducción de recursos científicos alternativos que resulten novedosos, en aras de rescatar y mantener ese nivel, elevando el rendimiento y los resultados deportivos, teniendo

en cuenta además el desarrollo que poseen otros países. En este escenario confluye una contradicción entre el estado real y el estado deseado, o sea el deficiente tratamiento metodológico para el control, análisis de la técnica de los marchistas del equipo nacional y la necesidad de que los entrenadores tengan una herramienta metodológica en tal sentido. Esto constituye una preocupación para los entrenadores y especialistas de esta disciplina.

Debido a las dificultades de la técnica que presenta esta disciplina, reflejadas a través de la observación a 15 sesiones de entrenamiento, se vio la necesidad de efectuar un estudio con relación al análisis biomecánico comparativo de la técnica de la marcha deportiva en los marchistas del equipo nacional de Cuba.

Métodos

Se tomó como muestra de estudio dos atletas, sexo masculino, que representan el 100 % de la matrícula de marcha deportiva del equipo nacional. El promedio de edad de los mismos es de 23 años y su experiencia en la disciplina promedia los 10 años.

Para la realización de este trabajo investigativo se emplearon diferentes métodos y técnicas de investigación que permitieron obtener la información necesaria acerca de los antecedentes, estado actual del problema, así como los datos empíricos sobre distintos indicadores de la preparación técnica.

Para fundamentar los antecedentes históricos de la investigación y su inserción en la problemática actual que tiene el análisis y control de la técnica de la marcha deportiva; así como su teoría a través del estudio de diferentes fuentes bibliográficas, fue utilizado el método de investigación, histórico-lógico.

Se aplicó el método de investigación análisis-síntesis con el propósito de analizar y sintetizar la información obtenida de la literatura consultada, descomponiéndola en sus elementos esenciales para comprender la esencia del comportamiento de los parámetros relacionados con la técnica de la marcha deportiva.

Se establecieron los aspectos esenciales relacionados con la técnica de la marcha deportiva a través del método de inducción-deducción.



Análisis comparativo biomecánico de la técnica de los marchistas del equipo nacional de Cuba/Comparative biomechanical analysis of the technique of the walkers of the Cuban national team/Análise biomecânica comparativa da técnica dos caminhantes da seleção cubana

La recopilación de información, con la que se obtuvo un volumen adecuado de valoraciones sobre el problema y que facilitó el análisis y control de la técnica, fue realizada a través del análisis de documentos como el método investigativo utilizado.

La observación se realizó como parte del diagnóstico para conocer y evaluar el estado actual del fenómeno a estudiar, determinando la forma en que transcurre en la realidad y, fue dirigida al análisis del comportamiento de la técnica de los marchistas del equipo nacional, con el propósito de tener una valoración lo más certera posible.

Los valores de los indicadores medidos durante la aplicación del instrumento para el análisis y control de la técnica fueron conocidos a través de la medición.

La triangulación metodológica se utilizó con el objetivo de contrastar los resultados obtenidos por los métodos empleados en el diagnóstico de la situación actual del objeto de estudio, lo que permitió realizar la comparación de los datos, contrastar las informaciones recogidas en los métodos empíricos seleccionados y enriquecer los contenidos con el propósito de lograr una mayor objetividad en los resultados de la investigación.

La marcha deportiva se subdivide en cuatro fases:

Fase de apoyo doble: Es el momento en que los pies están en contacto con el terreno mediante el talón del miembro adelantado y las puntas de los dedos del miembro contralateral; es decir, coincide con el inicio de la fase de tracción y el final de la fase de impulso. Esta posición determinará la longitud del paso, produciéndose una mayor flexión dorsal del tobillo en el instante del contacto del talón y una mayor flexión plantar en el pie de despegue, mientras que la rodilla mantiene una posición de hiperextensión durante el apoyo. Su duración es corta y está en función de la velocidad de marcha.

Fase de tracción: Comienza tras contactar el talón del miembro adelantado con el suelo y abandonarlo el otro miembro inferior, y acaba en el momento en que el peso del cuerpo está sobre el miembro de apoyo y el pie del miembro contralateral sobre la vertical. Se denomina "de tracción" por la acción de presión contra el suelo que efectúa la extremidad adelantada.

Fase de apoyo simple o "relajación": Momento en que el pie está completamente en contacto con el suelo y el peso del cuerpo se halla sobre el miembro de apoyo, mientras que el miembro

contralateral, que oscila, atraviesa la vertical. La definen como una fase intermedia entre la tracción y el impulso.

Fase de impulso: Se inicia en el momento en que la proyección del centro de gravedad sobrepasa la vertical del punto de apoyo y termina en el momento en que el pie de la extremidad trasera pierde contacto con el terreno y continúa oscilando hacia delante para extenderse y contactar con el suelo, momento en que inicia la nueva fase de apoyo doble.

Para el análisis biomecánico se utilizó como herramienta el software KINOVEA, este es un programa gratuito de edición de videos diseñado para analizar las imágenes y estudiar videos deportivos con el fin de encontrar fallas, cuyo objetivo es mejorar la técnica y ayudar a optimizar el rendimiento deportivo del atleta (Runco y Lanzarini, 2017).

El software KINOVEA versión Kinovea-0.27.exe última versión beta de 0.8.x es conocido y validado a nivel internacional por la unión europea en los países de Estados Unidos, Francia, España, Italia, Alemania, Portugal, Holanda, Rumania, Polonia, Finlandia, Noruega, Grecia, Turquía, China, Lituania y Suecia. Este permite tener un control del movimiento en los deportistas, permitiendo realizar una medición de forma cuantitativa de parámetros específicos de la marcha deportiva como longitud de paso, longitud de zancada, distancia de contacto total, tiempo de paso, trayectorias angulares, aceleración de paso progresivo, ciclo de marcha, fase de apoyo, fase de balanceo, fase de despegue y centro de gravedad, esto permite optimizar la técnica del marchista.

Se realizó la grabación de la técnica del grupo a estudiar y posteriormente se le ingresó al software antes mencionado, determinando con exactitud los grados de amplitud de las articulaciones del codo y de la rodilla, además de la longitud de paso en diferentes fases de la marcha deportiva.

Para el análisis de los resultados se hizo una comparación con la investigación realizada por Marreros (2021). En esta investigación se analizaron 4 marchistas de alto rendimiento de Quito, Ecuador, utilizando el Software KINOVEA. En las fases analizadas de apoyo simple (tracción y sostén) los resultados fueron, en tracción (ángulo del codo 113° y ángulo de la rodilla 179°), en sostén (ángulo del codo 114° y ángulo de la rodilla 180°), en impulso (ángulo del codo 90° y ángulo de la rodilla 165°), fase de apoyo doble (ángulo del codo 94° y ángulo de la rodilla 136°).



Análisis comparativo biomecánico de la técnica de los marchistas del equipo nacional de Cuba/Comparative biomechanical analysis of the technique of the walkers of the Cuban national team/Análise biomecânica comparativa da técnica dos caminhantes da seleção cubana

La longitud del paso en cm fue (169), es preciso destacar que en la propia investigación se expresa que estos resultados no mostraron diferencias significativas a comparación de otros marchistas de alto rendimiento. Además, refiere esta investigación que estos resultados se encuentran dentro de los parámetros internacionales, así lo demuestran el rendimiento y los excelentes resultados que han obtenido los marchistas de Ecuador en competencias internacionales (Campeonatos Mundiales, Juegos Olímpicos, Panamericanos). Es por ello que tomamos estos resultados como modelo referencial.

La posibilidad de contar con este modelo referencial permite diagnosticar el nivel técnico de los marchistas del equipo nacional a través del estudio comparativo entre los resultados de los marchistas motivo de estudio y los del modelo citado. La mayor ventaja de este modelo es que permite, considerando los resultados en cada indicador, delimitar la estrategia de orientación de la técnica de los marchistas, de manera que los ajustes permitan acercarse de forma continua al modelo de referencia y evaluar el proceso de perfeccionamiento del gesto técnico de la marcha deportiva, en aras de elevar el rendimiento y los resultados deportivos.

Resultados

La marcha deportiva es considerada una disciplina de gran dificultad en su realización, de modo que, el perfeccionamiento del gesto técnico permite orientarla al alto rendimiento. Tal es así que Gómez et al. (2018) concuerda con que la técnica juega un papel muy importante en el deportista, un gesto bien perfeccionado permitirá tener una estabilidad estática y dinámica en la ejecución de la técnica, esto se verá reflejado en el rendimiento del deportista de alto rendimiento (Alfonso, 2019).

Analizar la técnica de los marchistas del equipo nacional juega un papel muy importante en el rendimiento de los mismos. Es por ello que Chiliquina (2021) y Criollo et al. (2018) precisaron lo importante que es el gesto deportivo en un atleta de alto rendimiento, porque mejorará su rendimiento deportivo, de modo que para analizar dicha técnica se necesita de un sistema para su evaluación, tal es así, que en Europa y Sudamérica la utilización del programa KINOVEA es fundamental para el rendimiento deportivo del marchista, porque brinda un análisis basado en imágenes y videos con el fin de encontrar las fallas técnicas, y así maximizar el rendimiento

deportivo del atleta (Runco y Lanzarini, 2017). En tal sentido se utilizó también este programa en los marchistas del equipo nacional de Cuba.

Los resultados obtenidos después de aplicado el software KINOVEA a la muestra seleccionada, delimitaron los ángulos de movimiento de codo y rodilla en diferentes fases de la marcha deportiva. En tal sentido en la fase de apoyo simple, tracción, los valores de los ángulos del codo oscilaron entre 107° y 110° , la rodilla entre 168° y 175° , el valor del ángulo del codo en el sostén fue de 108° para ambos marchistas, la rodilla entre 172° y 178° , en el impulso el valor del codo se comportó entre 76° y 80° , la rodilla entre 150° y 155° . En la fase de apoyo doble, los valores estuvieron, en el caso del codo entre 82° y 91° , la rodilla entre 129° y 150° . La longitud del paso mostrada por los marchistas fue de 172 cm y 180 cm respectivamente.

Discusión

Analizado los valores biomecánicos en las diferentes fases, plasmados en la tabla antes reflejada, se realizó el proceso comparativo determinando las variaciones entre los valores angulares en relación al modelo de referencia.

En la fase de apoyo simple, en tracción los valores angulares en la articulación del codo evidenciaron una variación de 3° a 6° , en la articulación de la rodilla de 4° a 11° , en sostén, la articulación del codo de 6° y la articulación rodilla de 2° a 8° , en la fase de impulso, la articulación del codo de 10° a 14° , la articulación de la rodilla de 10° a 15° . En la fase de doble apoyo, la articulación del codo estuvo de 3° a 12° y la articulación de la rodilla de 7° a -14° .

Los resultados reflejados muestran que los valores angulares en la articulación del codo varían en las diferentes fases de 3° a 14° de diferencia, alejándose de los valores del ángulo referencial del movimiento de brazos. Las variaciones observadas permiten evidenciar que, a lo largo del desarrollo de la técnica de la marcha deportiva, los marchistas varían la posición angular de los brazos, efecto que se produce a través del desarrollo de una coordinación entre la cadencia y oscilación, llegando a tener una frecuencia adecuada de ritmo y movimiento. Además, estos valores evidencian que, durante la ejecución técnica de los marchistas, el movimiento de los brazos no permite absorber las rotaciones producidas por la pelvis y la ayuda en ese movimiento.



Análisis comparativo biomecánico de la técnica de los marchistas del equipo nacional de Cuba/Comparative biomechanical analysis of the technique of the walkers of the Cuban national team/Análise biomecânica comparativa da técnica dos caminhantes da seleção cubana

En la caso de los valores angulares de la articulación de la rodilla en las diferentes fases, se evidenció una variación de -14° a 15° , valores que también estuvieron alejados de los del modelo de referencia, en tal sentido estos valores muestran que existen bajos niveles de flexibilidad en los marchistas analizados, efecto que se produce por la poca amplitud de movimientos y dificultades en la extensión de la pierna de acuerdo al reglamento técnico para la disciplina, lo que trae consigo deficiencias en la técnica, reflejado esto en el rendimiento y resultado deportivo.

Los valores de la longitud del paso mostraron resultados superiores a los del modelo de referencia, entre 8 y 11cm. Es preciso destacar que la longitud del paso es uno de los factores de los que depende la marcha deportiva. Sin embargo, vale resaltar que una excesiva longitud del paso produce que el marchista tenga que realizar más fuerza para salir de la fase de doble apoyo, ocasionando un desgaste físico, afectando la economía de los esfuerzos y provocando una posible pérdida del contacto del pie con el suelo, incurriendo en fase de vuelo, lo cual es penalizado según el reglamento técnico.

De modo que, algunos de los autores mencionados como Chiliquinga (2021) y Criollo et al. (2018), manifiestan que el análisis del gesto técnico en marchistas de alto rendimiento es fundamental, porque maximiza su rendimiento competitivo. Es por ello, que el software KINOVEA permite el control del movimiento en los deportistas, realizando una medición de forma cuantitativa de parámetros específicos de la marcha deportiva.

Conclusiones

El análisis de la técnica de la marcha deportiva contribuye a diagnosticar el nivel técnico de los marchistas del equipo nacional y en consecuencia orientarlos a mejorar la calidad de la ejecución técnica, su rendimiento y resultado deportivo. El software KINOVEA, facilita la descripción de los movimientos articulares de forma detallada, facilitando la posibilidad de retroalimentar a los marchistas en cuanto a su componente técnico.

Referencias

Alfonso, J. I. (2019). Herramientas tecnológicas para el estudio e intervención de la biomecánica en el deporte de alto rendimiento: una mirada desde fisioterapia. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 8(3), 67.
<https://doi.org/10.24310/riccafd.2019.v8i3.7491>

DeporVida. Revista especializada en ciencias de la cultura física y del deporte. Revista trimestral
Universidad de Holguín. Holguín, Cuba. ISSN 1819-4028. RNPS: 2053
Año 21, No. 1, pp.19-29, enero-marzo 2024. Edición 59.
Segunda etapa

- Barreto, J. A., Villarroya, A., Contreras, W. T., Brito, V. E. y Loaiza, L. E. (2016). Biomecánica de la marcha atlética. Análisis de las presiones plantares durante su desarrollo, revisión actualizada. *EFDeportes.com, Revista Digital*, (217).
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4608420>
- Chiliquinga, O. S. (2021). Estudio comparativo biomecánico de la técnica de la marcha atlética en deportistas de diferentes categorías de la Federación Deportiva de Tungurahua. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32745>
- Criollo, K. P., Espinosa, F. D., Calero, S., Chávez, E. y Fleitas, I. M. (2018). Análisis biomecánico en la marcha deportiva entre deportistas de iniciación y alto rendimiento. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 37(2), pp.9-17.
<http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v37n2/ibi02218.pdf>
- Gómez, J., Torres, J., Tam, N., Irazusta, J., Granados, C., & Santos, J. (2018). Race walking gait and its influence on race walking economy in world-class race walkers. *Journal of Sports Sciences*, 36(19), 2235-2241. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1449086>
- Marreros, Y. C. (2021). *Análisis gesto deportivo de la técnica en marchistas federados por la IAAF: Revisión Sistemática*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102743/Marreros_SYC-SD.pdf?sequence=1
- Rius, J. (2005). *Metodología y técnica del Atletismo*. Paidotribo
- Runco, A. y Lanzarini, L. C. (junio de 2017). *Herramientas de software aplicadas a la educación física: objeto de aprendizaje Kinovea* [Conferencia]. XII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, Universidad de La Matanza, Buenos Aires, Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/63374>
- World Athletics (2022). *Reglamento de Competición y Técnico*.
https://www.rfeacontent.es/jueces/publicaciones/Reglamento_Competicion2022_WorldAthleticsESP.pdf