

Prevención de lesiones en deportistas del equipo nacional de atletismo mediante análisis cinemático

Prevention of injuries in athletes of the national athletics team by kinematic analysis

Prevenção de lesões em atletas da seleção nacional de atletismo através de análise cinemática

Lic. Sonis Hernández Barbón, <http://orcid.org/0000-0001-9950-3772>

sonispini@gmail.com

Centro de Investigaciones del Deporte Cubano, La Habana, Cuba

Recibido: octubre/2021

Aceptado: diciembre/2021

Resumen

Este estudio tiene como objetivo el análisis cinemático a deportes donde la ejecución de la acción presenta un alto grado de dificultad y se realiza en un intervalo de tiempo pequeño. Una de las tendencias planteadas es que; al momento de los gestos deportivos, el atleta imita la técnica ideal aprendida; sin embargo, las teorías modernas de control motor y su aplicabilidad en la biomecánica deportiva, han determinado que tal patrón perfecto no existe, debido a la variabilidad del movimiento humano. Por otro lado, la biomecánica revisa la importancia de la variabilidad en los gestos y el entrenamiento deportivo, y propone un modelo integral de análisis biomecánico que incluye los principios de la variabilidad moderna. El seguimiento sistemático a los controles de la ejecución de la técnica deportiva, permitió identificar los errores que se cometen y minimizarlos durante los entrenamientos. Para la investigación se utilizaron los métodos: análisis-síntesis, inductivo-deductivo y simulación-modelaje. También la observación directa y la medición, además de la técnica videográfica para el análisis de los movimientos. En la obtención de las imágenes se utilizó la cámara Nikon de alta resolución, frecuencia de filmación de 60 CxS, procesándose las mismas con el software HUMAN 5.0. Se detectaron errores técnicos que permitieron establecer una estrategia de entrenamiento que propicia elevar el nivel técnico del atleta y disminuir la aparición de lesiones. El impacto social radica en la contribución al mejoramiento del rendimiento deportivo, la disminución de lesiones deportivas y la corrección a más temprana edad de los errores técnicos.

Palabras claves: Análisis cinemático, Prevención de lesiones, Salto de altura; Cultura física terapéutica, Atletismo, Biomecánica deportiva

Abstract

The objective of this study is the kinematic analysis of sports where the execution of the action presents a high degree of difficulty and is carried out in a short time interval. One of the trends raised is that; at the time of sports gestures, the athlete imitates the ideal technique learned; however, modern theories of motor control and its applicability in sports biomechanics have determined that such a perfect pattern does not exist, due to the variability of human movement. On the other hand, biomechanics reviews the

importance of variability in gestures and sports training, and proposes a comprehensive model of biomechanical analysis that includes the principles of modern variability. The systematic follow-up to the controls of the execution of the sports technique, allowed to identify the errors that are made and minimize them during the training sessions. For the investigation, the following methods were used: analysis-synthesis, inductive-deductive and simulation-modelling. Also direct observation and measurement, in addition to the videographic technique for the analysis of movements. In obtaining the images, a high resolution Nikon camera was used, filming frequency of 60 CxS, processing them with the HUMAN 5.0 software. Technical errors were detected that allowed establishing a training strategy that promotes raising the athlete's technical level and reducing the appearance of injuries. The social impact lies in the contribution to the improvement of sports performance, the reduction of sports injuries and the correction of technical errors at an earlier age.

Keywords: Kinematic analysis, Injury prevention, High jump; Therapeutic physical culture, Athletics, Sports biomechanics.

Resumo

O objetivo deste estudo é a análise cinemática de esportes onde a execução da ação apresenta alto grau de dificuldade e é realizada em um curto intervalo de tempo. Uma das tendências levantadas é que; na hora dos gestos esportivos, o atleta imita a técnica ideal aprendida; no entanto, teorias modernas de controle motor e sua aplicabilidade na biomecânica esportiva determinaram que esse padrão perfeito não existe, devido à variabilidade do movimento humano. Por outro lado, a biomecânica revisa a importância da variabilidade nos gestos e no treinamento esportivo e propõe um modelo abrangente de análise biomecânica que inclui os princípios da variabilidade moderna. O acompanhamento sistemático aos controles da execução da técnica esportiva, permitiu identificar os erros que são cometidos e minimizá-los durante as sessões de treinamento. Para a investigação, foram utilizados os seguintes métodos: análise-síntese, indutivo-dedutivo e simulação-modelagem. Também observação direta e medição, além da técnica videográfica para análise de movimentos. Na obtenção das imagens foi utilizada uma câmera Nikon de alta resolução, frequência de filmagem de 60 CxS, processando-as com o software HUMAN 5.0. Foram detectados erros técnicos que permitiram estabelecer uma estratégia de treino que promova a elevação do nível técnico do atleta e a redução do aparecimento de lesões. O impacto social reside na contribuição para a melhoria do rendimento desportivo, na redução das lesões desportivas e na correção de erros técnicos numa idade mais precoce.

Palavras-chave: Análise cinemática, Prevenção de lesões, Salto em altura; Cultura física terapêutica, Atletismo, Biomecânica do esporte.

Introducción

El Instituto de Medicina Deportiva (IMD) fue creado en 1966, por la resolución No. 500 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de la República de Cuba. Se ocupa de la atención biomédica y psicológica de los atletas de preselecciones nacionales: juveniles y mayores de los cinco grupos metodológicos del deporte. También brinda asistencia médica general y especializada a los eventos deportivos que se efectúan en los niveles nacionales e internacionales y en el área de atención de las instituciones correspondientes (Infomed, 2021).

Cada deporte consta de un especialista en medicina deportiva. El fisioterapeuta forma parte del equipo multidisciplinario representativo del IMD; es el responsable de monitorear los problemas físicos de un deportista: desde la prevención de lesiones hasta la aplicación de técnicas de rehabilitación para la curación de lesiones deportivas.

El atletismo es un deporte en el alto rendimiento, de los más practicados en el mundo. El evento de salto de altura, es muy complejo por la difícil técnica a ejecutar. Existe un mayor riesgo de los practicantes padecer lesiones deportivas. Refieren Hontoria *et al.* (1997) que tales lesiones se manifiestan en alteraciones de los huesos, articulaciones, músculos y tendones que se producen durante la práctica de actividades físicas y se hallan relacionadas con el gesto deportivo (p.123).

Las lesiones de los tejidos blandos es uno de los más complejos problemas encontrados en la medicina del deporte y se define como: lesiones de los tejidos blandos inducidas por actividades deportivas y caracterizadas por una respuesta de la matriz celular durante el proceso de inflamación, separación y degeneración. Estas lesiones pueden clasificarse de acuerdo con el tipo de lesión en: respiratorias, cardiovasculares, internas y osteomioarticular entre otras. El grupo de lesiones de los tendones, los músculos y los ligamentos son observadas con mayor frecuencia en el campo de la Traumatología deportiva (Álvarez, 2004, p.12).

Besier *et.al.* (2001) destacan el riesgo potencial de la lesión ligamentosa en rodilla en los cambios de dirección, pues tales acciones provocan una combinación de cargas de flexión varo-valgo y rotaciones en la articulación mencionada. Explica que las acciones con cambios bruscos de dirección (combinadas con aceleraciones o desaceleraciones importantes del cuerpo), son las que más estresan este ligamento. Así como el aumento del estrés que provoca la anteriorización tibial en las acciones citadas. Sobre todo en la extensión completa y los 20 grados de flexión (p.34).

Los isquiotibiales tienen un gran potencial de reducir la anteriorización tibial cuando la rodilla es flexionada desde la extensión completa, lo que de paso a un disminuir de la carga en el ligamento cruzado anterior. Pero el aumento de la flexión desde la extensión completa disminuye la capacidad de los músculos de la rodilla para soportar el valgo. Esto aumenta las cargas a soportar por el ligamento cruzado anterior y demás ligamentos.

La lesión del ligamento cruzado anterior se produce normalmente con la rodilla entre los 0 y 30 grados de flexión, sobre todo en situaciones sin contacto y duración, carreras

y saltos. En la carrera, los movimientos asociados con la lesión, incluyen el cambio de dirección, la desaceleración rápida, la parada espontánea y los movimientos de rotación. En cuanto al salto, los movimientos de mayor peligro son la recepción en varo y rotación interna y el estrés en valgo y rotación externa. (Cerulli, 2001, p.2)

Las lesiones de isquiotibiales en las carreras, se producen al final de la fase de oscilación, cuando estos músculos trabajan para desacelerar la extremidad a la vez que controlan la extensión de la rodilla. Esta musculatura ha de cambiar de un funcionamiento excéntrico a una acción concéntrica, sobre todo al convertirse en extensores de cadera. Este cambio tan rápido de excéntrico a concéntrico, es el momento en que el músculo se convierte en más vulnerable y en la causa de formación de osteofitos producida por una tracción máxima y repetitiva en la cápsula articular; en combinación con un microtrauma recurrente que causa en muchas ocasiones, el síndrome del pinzamiento anterior del tobillo.

Se hace necesario adecuar el organismo para evitar las complicaciones y lesiones. Por tal razón el objetivo de este trabajo es: contribuir a la prevención de lesiones del tejido blando en atletas de alto rendimiento y el análisis cinemático en deportes donde la ejecución de la acción presenta un alto grado de dificultad y se realiza en un intervalo de tiempo pequeño. A partir de los resultados obtenidos, se planificó un plan profiláctico, mediante ejercicios correctores de fortalecimiento, agentes físicos terapéuticos y terapias para la relajación.

Según la revisión bibliográfica estudiada para esta investigación no se evidenciaron artículos relacionados con estudios a los deportistas que ingresan al alto rendimiento, vinculados con el gesto deportivo y su influencia en la aparición de lesiones por lo que son recurrentes las interrupciones en los entrenamientos.

Donskoi y Zatsiorski (1988, p.42) consideran el estudio de la cinemática en un sentido amplio, como la ciencia que rige las leyes del movimiento mecánico en los sistemas vivos.

Hochmuth refiere: “Existe una estrecha y lógica relación entre la técnica deportiva por una parte y las características biomecánicas (estructura del movimiento) por 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” (1973, p.33).

La biomecánica es una de las ciencias que ha permitido sentar las bases científicas para

un verdadero entrenamiento técnico. En este sentido, los conocimientos adquiridos a través de la biomecánica deportiva pueden permitir desarrollar una investigación encaminada a establecer la técnica deportiva más eficaz, abordar el estudio con un sentido científico, obtener una información instantánea y objetiva que posibilite detectar errores o insuficiencias y establecer ejercicios especiales encaminados al perfeccionamiento de la acción motora (Pérez, 2011, p. 45).

Estudios realizados por Ceballos *et. al.* (2021) analizan una suelta en la barra fija en la gimnasia artística. Deulofeu (2021) considera la arrancada en un nadador del equipo nacional mientras que Anca y Mar (2021) realizan una comparación de la técnica de paleo de dos atletas de canotaje, modalidad c-1 para demostrar la importancia de los estudios biomecánicos en el alto rendimiento, pero en deportistas con una trayectoria importante en el deporte. Sin embargo, los atletas de nuevo ingreso o en categorías juveniles escasean los estudios referentes a la técnica a ejecutar según el deporte que practican.

Muestra y metodología: En este estudio de caso se tomó como muestra una atleta de salto de altura perteneciente al equipo nacional de atletismo, con 8 años de edad deportiva y 4 en el alto rendimiento. Se inició el estudio en el primer microciclo de trabajo del tercer mesociclo, en el primer macrociclo del entrenamiento: etapa de preparación especial. Durante la realización de una técnica con 3 pasos de carrera de impulso, se le realizaron exámenes físicos, test posturales, análisis biomecánicos y junto a ciencias afines al deporte, se realizó un profundo estudio sobre su comportamiento y ejecución de la técnica durante el entrenamiento deportivo. Se le realizaron test de estudios morfológicos, mediante evaluación postural, apoyo plantar, bioimpedancia eléctrica, test de psicología y nutrición.

Para la investigación fueron empleados diferentes métodos y técnicas, entre ellas:

Métodos del nivel teórico:

- Análisis-síntesis: Para el examen de fuentes teóricas y prácticas que permitieran profundizar en la investigación, precisar los fundamentos; así como las valoraciones de los resultados de su implementación.
- Inductivo-deductivo: Para la realización del análisis e interpretación de las regularidades que emergen desde lo gnoseológico, que permitan determinar la relación esencial que existe con las insuficiencias que se revelan.
- Estimulación- modelaje y la revisión bibliográfica. En la edición del video

realizado durante la ejecución del movimiento. Salto sobre la varilla, utilizando como modelo la imagen de un deportista medallista mundial, y la revisión bibliográfica de referencias que describen la técnica más eficaz en el salto de altura durante los tres últimos pasos y el vuelo sobre la varilla.

Métodos del nivel empírico:

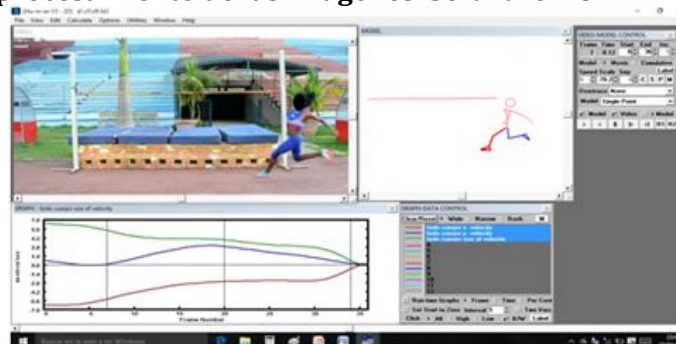
- La observación directa de actividades que se desarrollan en el entrenamiento para determinar las principales manifestaciones que se presentan en el proceso.
- La medición y la técnica video gráfica para el análisis de los movimientos.

Se utilizaron 3 cámaras de filmación Nikon de alta resolución, con una frecuencia de filmación de 60 cuadros por segundos (una cámara gopro) y se trabajaron las imágenes en el Software HUMAN de análisis cinemático, al utilizar un movimiento modelo; ejecutado por una atleta de altos resultados deportivos a nivel mundial. El estudio fue realizado durante la preparación especial con 3 pasos de carrera de impulso.

Resultados

La imagen No 1 muestra la longitud del último paso que es igual a 2.00m (medido desde el instante del despegue de la punta del segmento del pie izquierdo, hasta el instante de apoyo de la punta del segmento de pie derecho) en el comienzo de la fase de preparación para el despegue.

Fig No.1 procesamiento de las imágenes. Software HUMAN Versión 5.0



Fuente: Elaboración propia

En el instante de entrada a la varilla, durante el apoyo del segmento del pie derecho, la atleta presenta una flexión al nivel de la articulación de la rodilla de 150° y al nivel del tobillo de 128° , lo que provoca que el CGC se sitúe a una altura de 0.84m con respecto al piso (posición más baja del CGC durante todo el movimiento).

La linealidad del cuerpo con respecto a una línea horizontal, forma un ángulo de 64.4° . Si se compara esta posición con la posición del movimiento modelo, se observa que la

atleta objeto de investigación no define la linealidad del segmento del tronco-cabeza con el de la pierna derecha en el instante del apoyo.

Como se observa en la imagen No. 2, en el instante del despegue la pierna izquierda mantiene una extensión completa, con un valor de ángulo relativo igual a 177° . El segmento del muslo derecho con respecto al segmento del tronco forma un ángulo igual a 89° , sin embargo con respecto al segmento de la pierna, el valor es de 125° , aumentando la extensión de esta articulación.



Fuente: elaboración propia

Existe una abducción muy exagerada, de la articulación de la cadera derecha, que no le permite flexionar hasta su real capacidad la rodilla y ejecutar un correcto trabajo sobre la varilla, lo que puede provocar patologías graves en las articulaciones.

La imagen muestra una vista frontal del instante del despegue. En la misma se observa que la atleta despega a una distancia del poste que sostiene la varilla de 0.51m (Fig. No.3)

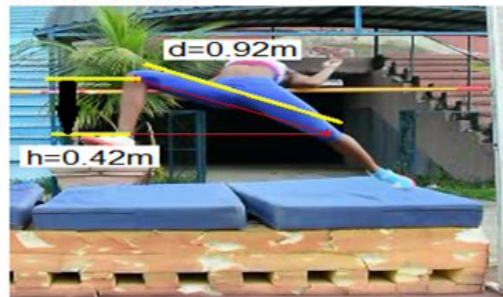


Fuente: elaboración propia

La distancia entre las articulaciones de las rodillas es de 0.92m, como muestra la imagen No. 4, encontrándose la articulación de la rodilla izquierda más baja que la articulación de la rodilla derecha, por tanto existe una diferencia de altura entre ellas de 0.42m.

Fig. No 4 Distancia entre las articulaciones de las rodillas

Distancia entre las articulaciones de las rodillas. Altura entre ambas articulaciones.



Fuente: Elaboración propia

A partir de la investigación realizada se obtuvieron los siguientes resultados:

- Flexión a nivel de la articulación de la rodilla de 150° y a nivel del tobillo de 128° , lo que provoca que el CGC se sitúe a una altura de 0.84m con respecto al piso (posición más baja del CGC durante todo el movimiento).
- No se define la linealidad del segmento tronco-cabeza con el de la pierna derecha en el instante del apoyo.
- Se pierde la velocidad, lo cual trae consigo que despegue con una fuerza superior a la necesaria.
- El segmento del tronco demora más tiempo del necesario en la vertical, lo cual no permite un ascenso en el momento adecuado de los brazos al limitar el trabajo de salto y al disminuir la capacidad real del promedio de saltos hasta en 10 cm.
- La mayor parte del peso del cuerpo se encuentra sobre el pie de despegue.
- En el instante del despegue, la pierna izquierda se mantiene en extensión completa.
- El segmento del muslo derecho con respecto al segmento del tronco aumenta la extensión de esta articulación y provoca una abducción muy exagerada de la articulación de la cadera derecha, que no le permite flexionar hasta su real capacidad, la rodilla y ejecutar un trabajo correcto sobre la varilla.
- Hay una limitación bien marcada a la hora de realizar la extensión del tronco,

debido a la diferencia en la altura entre las rodillas, encontrándose la rodilla izquierda más baja en 42 cm que la derecha.

Discusión: Al analizar los gráficos del comportamiento de la velocidad en el eje X (V_x), en el eje Y (V_y) y la velocidad resultante (V_r) del centro de gravedad del cuerpo (CGC); se observa que la atleta, durante el frenado de su carrera en el apoyo, disminuye la V_r y la V_x hasta valores iguales a 5.3m/s, pues el movimiento se realiza con mayor acentuación en la horizontal durante su desplazamiento. La V_y en este instante se mantiene por unos instantes con valores muy cercanos a 0, pues el movimiento en la vertical es mínimo cuando pierde la velocidad, lo cual trae consigo que despegue con una fuerza superior a la necesaria para la ejecución correcta de la técnica. A menor velocidad, menor será la capacidad de despegue; provocándole al sistema osteomioarticular un trabajo excesivo, lo que da al traste con esguinces, luxaciones, fracturas, rupturas musculares, entre otras patologías.

Al analizar el instante de vuelo del cuerpo de la atleta sobre la varilla se observa que, existe una flexión de la pierna derecha a nivel de la articulación de la rodilla igual a 86° ; al ser el valor del ángulo entre ambas articulaciones de las rodillas con respecto a la articulación de la cadera, de 158° .

Cuando el segmento del muslo de la pierna de péndulo (derecha) se sitúa paralela al segmento del muslo de la pierna izquierda (instante en que el CGC comienza a ascender), la articulación de la rodilla se encuentra flexionada con un valor de ángulo relativo de 122° , la articulación del tobillo de 111° y existe una flexión al nivel de la articulación de la cadera de 127° , Al mantener al segmento del tronco en la vertical. En esta posición del cuerpo, los miembros superiores no han comenzado a ascender y mantienen el cuerpo de lado a la varilla. A diferencia del movimiento modelo, donde la atleta ha comenzado a girar su cuerpo y sus extremidades superiores han comenzado a ascender lo que provoca que sea limitado el trabajo de salto, al disminuir la capacidad real del promedio de saltos hasta en 10 cm.

En esta posición el CGC de la atleta se encuentra a una altura de 1.06m y su proyección respecto a la parte delantera del pie es de apenas 0.13. Esto demuestra que la mayor parte del peso del cuerpo se encuentra sobre el pie de despegue y trae consigo lesiones como la rodilla del saltador.

Según Gutiérrez (1992), el incremento del tiempo de aplicación de la fuerza (desde que comienza a ascender el CGC hasta el instante del despegue) supone un incremento del

impulso vertical. Para aumentar el tiempo durante el cual se he de ejercer la fuerza en sentido vertical sobre el apoyo, es necesario que el CGC pase por un largo recorrido vertical durante el despegue (p.94).

Esto solo se puede conseguir al hacer que el CGC esté bajo al final de la carrera y alto al final de la aplicación de la fuerza en el apoyo (instante final del despegue), aunque señala que es necesario considerar, que la altura conseguida por el CGC al final de la aplicación de la fuerza está muy condicionada por los parámetros antropométricos del saltador. El CGC debe pasar por el penúltimo apoyo bajo y a gran velocidad; sin embargo, hay que tener en cuenta los momentos de resistencia que tienen que soportar los músculos de la pierna de apoyo y por tanto el riesgo a sufrir lesiones.

Por lo cual hay una limitación bien marcada a la hora de realizar la extensión del tronco en su totalidad, disminuyendo la real capacidad del salto.

Se observa que existe una flexión en ambas articulaciones de las rodillas, lo que permite que los calcáneos se acerquen al CGC: En este caso, se encuentra fuera del cuerpo de la atleta, entre el segmento del tronco y la varilla y provoca que al acercar los miembros hacia el CGC y realizar un buen arqueado del segmento del tronco, el cuerpo tienda a rotar alrededor de la varilla para posibilitar que disminuya el momento de inercia y aumente la posibilidad de rotación del cuerpo.

Según refiere Acero (2009, p.3), “los deportistas al ejecutar sus correspondientes gestos deportivos, quieren emular el patrón o técnica ideal, que le fue enseñado”. Entonces el análisis de la cinemática en todos los deportes es una herramienta muy útil para elevar el rendimiento deportivo y ayudar a la ergonomía de todo deportista.

La atleta presentaba durante el macrociclo de trabajo lesiones recurrentes: fatiga muscular, esguince de 1er grado en el tobillo izquierdo, contracturas musculares y rodilla del saltador.

El estudio de caso realizado demuestra el alcance de la ciencia en el deporte. Aun con limitaciones, es de gran importancia el análisis biofísico en los deportistas desde su ingreso a las filas juveniles, para disminuir la aparición de lesiones y mejorar el estado de salud y el rendimiento deportivo.

Conclusiones

1. Mediante el análisis biomecánico se pudo detectar las deficiencias técnicas que presentaba la atleta durante la ejecución de la carrera de impulso y el trabajo sobre la varilla.

2. La inadecuada ejecución de la técnica conlleva a un sobreesfuerzo, lo que propensa desestabilización en el sistema osteomioarticular, y por tanto lesiones de diferentes grados en los músculos, articulaciones, tendones, huesos y ligamentos.
3. El deporte y la ciencia deben mantener un estrecho vínculo que permitirá mayor preparación física y psicológica y por tanto, un aumento en el rendimiento deportivo, que solo se podrá mejorar con la participación de un equipo multidisciplinario e interdisciplinario además de la realización de pruebas para diagnosticar las deficiencias del deportista.

Referencias bibliográficas

1. Acero, J. (2009). Biomecánica deportiva y control del entrenamiento. Funámbulos editores.
2. Álvarez, R. (2004). Tratado de Ortopedia y Traumatología. Revista Cubana Ortopedia y Traumatología, 2, 1-15.
3. Anca, A. y Mar, Y (17-19 de Noviembre del 2021). Comparación de la técnica de paleo de dos atletas de canotaje, modalidad C-1 [Póster]. AFIDES. IX Convención Internacional de Actividad Física y Deporte. La Habana. Cuba.
4. Besier, T, F.; Lloyd, D,G.; Ackland, T, R. y Cochane., J, L., (2001). Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. National library of medicine. Pubmed.
5. Ceballos, A.; Brito, E. y Deulofeu, C., (17-19 de Noviembre del 2021). La cinemática en el análisis de una suelta en la barra fija [Póster]. AFIDES IX Convención Internacional de Actividad Física y Deporte. La Habana. Cuba.
6. Biomecánica de los ejercicios físicos / D. Donskoi, V. Zatsiorski
7. Donskoi, D; Zatsiorski, V., (1987) Biomecánica | Ejercicios físicos | Locomoción | Motricidad biomecánica | 311 p.; 22,2 ISBN: 5-05-001279-1. Editorial: Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
8. Deulofeu, C., Ceballos, A., (17-19 de Noviembre del 2021). Análisis cinemático de la arrancada en un nadador del equipo nacional [Póster]. AFIDES IX Convención Internacional de Actividad Física y Deporte. La Habana. Cuba.
9. Gutiérrez, A. (1992). Procesos y habilidades en visualización espacial. Memorias del Tercer Simposio Internacional sobre Investigación en Educación

Matemática: Geometría. Universidad de Valencia.

10. Hontoria, L., González, V., Álvarez, M., Calvo, J., Chamorro, P., Juanes, M., Montoya, J. (1997) Manual de lesiones deportivas.
11. Pérez, J. C. (2011) Análisis del desempeño técnico durante el despegue en el salto de longitud de atletas escolares de la isla de la juventud. [Tesis en opción al título de Máster].
12. Infomed. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. (1999-2022) <https://instituciones.sld.cu/imd/historia>

Declaración de Contribución

La autora declara que la presente investigación y su redacción no responde a ningún conflicto de interés y que es un artículo inédito.

Creador del software de posturología estática con deportistas de alto rendimiento. Ha incursionado en investigaciones que vinculan la biomecánica y la antropología funcional.