


Original

Recibido: 24/12/2021 | **Aceptado:** 22/03/2022

Análisis biomecánico del clin en pesista masculino. Estudio de caso.
Biomechanical analysis of the clean in male weightlifter. Case study.

Yoanky Vera Romero. [vyoanky21@gmail.com] .
Dirección Provincial de Deportes. Sancti Spíritus. Cuba.

Denis Lara Caveda. [denislaracaveda@gmail.com] .
Universidad de Sancti Spíritus. Sancti Spíritus. Cuba.

Resumen

En los últimos años los pesistas espirituanos han visto un descenso en los resultados deportivos en categoría escolar, causado por un bajo porcentaje de realización de intentos en los levantamientos de arranque y envión. Surge así la necesidad de realizar esta investigación, la cual tiene como objetivo diagnosticar el comportamiento de las características biocinemáticas presentes en la ejecución del clin. Se estudia un pesista que se encuentra en segundo año de la categoría 13-14 de la Escuela de Iniciación Deportiva Escolar “Lino Salabarría Pupo” de la provincia de Sancti Spíritus. La investigación se enmarca en la etapa de preparación general y la ejecución de la acción se registró utilizando la técnica de videografía; el procesamiento de datos se realizó con el programa para el análisis del movimiento humano “Kinovea” en su versión 0.8.7, el mismo se complementó con el criterio de los entrenadores y atletas. El análisis permitió identificar y valorar los errores cometidos por el atleta en la ejecución de la técnica estudiada y se arribaron a conclusiones que servirán de guía a entrenadores y atletas de esta disciplina en la aplicación de la biomecánica a la actividad que realizan y en el ajuste de todo el proceso de entrenamiento con el fin de lograr los resultados esperados.

Palabras claves: biomecánica, clin, pesista masculino.



Abstract

In the last years the lifters of weights of Sancti Spíritus has seen a descent in the sport results in school category, caused by a low percent of realization of the intents in the so much risings of outburst like in the clean and jerk. It arises this way the necessity to carry out this investigation, which has as objective to diagnose the behavior of the characteristic present biomechanical in the execution of the clean. An athlete is studied that is in second year of the category 13-14. The investigation is framed in the stage of general preparation and the execution of the action registered using the video technique; the prosecution of data was carried out with the program for the analysis of the human movement "Kinovea" in its version 0.8.7, the same one was supplemented with the approach of the trainers and athletes. The analysis allowed to identify and to value the errors made by the athlete in the execution of the studied technique and they were arrived to conclusions that will serve from guide to trainers and athletes of this discipline in the application from the biomechanics to the activity that you/they carry out and in the adjustment of the whole process of training with the purpose of achieving the prospective results.

Keywords: biomechanical, clean, rising of weights.

Introducción

En los últimos años en el Levantamiento de Pesas, se ha evidenciado un especial interés por realizar investigaciones desde el punto de vista biomecánico en las diferentes variables fundamentales que caracterizan la ejecución de este deporte, ya que el sistema osteomioarticular del ser humano no fue creado para movilizar grandes pesos, dado a que por la disposición anatómica, los músculos se insertan muy cerca de las articulaciones y las palancas óseas que



realizan la mayor parte de los movimientos, son en su mayoría de velocidad y no de fuerza. (Barcelán, 2016)

La Biomecánica como herramienta y su aplicación en el contexto actual, es sin duda esencial en el perfeccionamiento de las acciones motrices de los deportes sobre la base de los resultados de estudios biomecánicos. Solucionando problemas prácticos en el entrenamiento deportivo y permitiendo colocar las bases científicas para el entrenamiento técnico. (Cañizares, 2010)

Autores como Donskoi (1971) y Zatsiorski y Donskoi (1988) consideran a la biomecánica, en un sentido amplio, como la ciencia de las leyes del movimiento mecánico aplicadas a los sistemas vivos, especialmente al aparato locomotor del cuerpo humano, según ellos: el estudio de los movimientos del hombre en la biomecánica deportiva consiste en evaluar la efectividad de una acción motora del deportista como sistema de movimientos activos correspondientemente conectados. De esta forma se investigan las causas mecánicas y biológicas de los movimientos al mismo tiempo analiza las particularidades de las acciones motoras que dependen de ellas en las diferentes condiciones.

El análisis cinemático es uno de los procedimientos biomecánicos más utilizados en el estudio del desempeño individual de los pesistas, a decir de Charniga (2012). El análisis de la estructura cinemática del arranque se centra en la determinación de los desplazamientos de los diferentes segmentos del cuerpo durante el levantamiento, así como las diferentes velocidades y aceleraciones de la palanqueta, con el objetivo de crear, mantener o modificar estructuras de movimiento; así lo reconoce Gourgoulis, (2002); lo cual brinda una mayor información objetiva basada en indicadores (cinemáticos) que pueden ser comparados con patrones ya establecidos o con la actuación de los mejores deportistas tomados como patrón.



Los primeros estudios de rigor sobre la técnica se recogen fueron evidenciados en la década del 50 del siglo pasado: Luchkin; Mijailov y Bozkov, donde ya la trayectoria de la palanqueta desempeñaba un importante papel. (Hernández, 2007)

La Federación internacional de Levantamiento de Pesas (I.W.F), por sus siglas en inglés, reconoce dos ejercicios, los cuales deben ser ejecutados en competencia en el siguiente orden: primero el arranque y posteriormente el envión. Según Cuervo y González (1990), el arranque consiste en levantar la palanqueta en un solo procedimiento, desde la plataforma hasta la completa extensión de los brazos sobre la cabeza; y el envión consiste en levantar la palanqueta en dos procedimientos, desde la plataforma al pecho (clin) y desde el pecho hasta la completa extensión de los brazos sobre la cabeza (envión desde el pecho).

El envión es el segundo ejercicio de competencia y consiste en levantar la palanqueta en dos procedimientos, desde la plataforma al pecho (clin) y desde el pecho hasta la completa extensión de los brazos sobre la cabeza (envión desde el pecho). (Cuervo y González 1990)

Para una mejor comprensión de este ejercicio algunos autores lo han dividido por fases como son las propuestas por los entrenadores Sokolov y Lukashov que muestran estructuras con etapas, periodos, fases y acciones de los ejercicios clásicos.

También contamos con los propuestos por Schilling en Beltrán y Colina (2015), que plantea la división en seis fases: posición inicial antes del levantamiento, primer halón, transición, segundo halón, posición del agarre y recuperación. Otro autor consultado fue Varillas (2002) quien se refiere a cuatro fases: primer halón, segundo halón, entrada y recuperación.

El halón es la parte más importante del clin. La tarea principal del halón es el levantamiento de la palanqueta hasta la altura necesaria, y con la velocidad correspondiente para



que se pueda cumplir exitosamente el desliz. (Cuervo y González 1990). Durante el halón la espalda debe mantenerse tensa formando una concavidad en la región lumbar.

El acento del halón está en el impulso final. Las fases que anteceden son preparatorias, al final de este, el cuerpo debe quedar erguido, sin encogimiento al frente ni arqueado atrás y las piernas extendidas unos 170 grados en la articulación de las rodillas, la extensión muy incompleta, exagerada o excesivamente mantenida del cuerpo resta eficiencia al movimiento.

El desliz-recuperación, durante el descenso del cuerpo bajo la barra, los brazos deben participar activamente. La elevación y giro rápido de los codos, en el clin, garantiza una interacción efectiva con la palanqueta, aumenta la velocidad del descenso y mejora la estabilidad en la posición final del desliz.

Al final del desliz en cuclillas los pies deben quedar apoyados totalmente, de manera simétrica, y a una anchura igual o mayor que la cadera. La recuperación desde la cuclilla se produce sin traslado de del cuerpo al frente, atrás o a los lados. (Cuervo y col. 2005)

Según Cuervo y col. (2005) y el Programa Integral de Preparación del Deportista de Levantamiento de Pesas (INDER, 2013), documento rector de este deporte en Cuba, el ejercicio de Envión se divide en las siguientes fases:

1. Adopción de la posición inicial del clin
2. Arrancada.
3. Separación de la palanqueta desde la plataforma.
4. Impulso previo.
5. Amortiguación e inicio del impulso final.
6. Impulso final.
7. Desliz sin apoyo.



8. Desliz con apoyo.
9. Recuperación (del clin)
10. Posición inicial
11. Semiflexión
12. Frenaje
13. Saque
14. Desliz con apoyo
15. Recuperación

Históricamente la provincia espirituana ha aportado atletas al equipo nacional, tanto en la categoría juvenil como de mayores y la provincia en cuanto a resultados deportivos, llegó a alcanzar lugares meritorios, como en los años del 2005 hasta el 2011, a partir de ahí se vio un descenso de los resultados deportivos y el aporte de atletas al equipo nacional.

Por diversas causas la calidad de la matrícula no ha mostrado su mejor versión y se vienen percibiendo algunos errores en cuanto a la ejecución técnica de los ejercicios clásicos, lo que ha llevado a bajas puntuaciones en juegos escolares, por lo que se ha tomado como estrategia enfocar la mirada en los jóvenes talentos, y realizar investigaciones desde el campo de la biomecánica con el propósito de lograr una mayor precisión en cuanto a ejecución técnica se refiere, para así mejorar los resultados deportivos y volver a alcanzar lugares destacados a nivel nacional, por lo que se hace necesario elevar el nivel técnico y ser más precios a la hora de detectar estos errores, para mejorar en cuanto a resultados se refiere para el futuro.

Materiales y métodos

En el desarrollo de la investigación se utilizaron diferentes métodos, tanto del nivel teórico como del empírico, entre ellos tenemos:



Analítico-sintético: para la valoración de la información recopilada y el estudio de diferentes criterios planteados por autores que se han referido al tema en cuestión, aspecto indispensable para la fundamentación teórica de la investigación.

Inductivo- deductivo: se empleó como vía para precisar las tendencias predominantes en la formación de los atletas de levantamiento de pesas; también permitió precisar el marco conceptual acerca de los elementos didácticos de la técnica en cuestión que están presentes especialmente al inferir las características de la fase objeto de estudio, a partir de los datos empíricos que arrojan otros métodos aplicados.

Modelación: está presente en los esquemas de posturas representativos de las fases en estudio y en la representación mental del movimiento corroborado por toda la teoría declarada en la fundamentación teórica.

La observación: simple no participante, sobre la base de una guía estructurada al efecto, como forma de orientar la apreciación hacia el objeto de estudio, para valorar la ejecución del movimiento del atleta unidad de estudio y en apoyo de la filmación.

La medición: de las características biomecánicas espaciales, temporales y espacio – temporales, empleando el programa de análisis del movimiento Kinovea, en su versión 0.8.7.

Se utilizó la videografía como técnicas de registro, la cual juega un papel importante pues aventaja a la observación al dar la posibilidad de ver el movimiento tantas veces como sea necesario e incluso reproduce detalles imperceptibles al ojo humano, esta técnica se combinó con el uso del software para el análisis del movimiento Kinovea, en su versión 0.8.7, éste permitió el cálculo de las variables en estudio.



La muestra estuvo conformada por un atleta de perspectiva inmediata cuya preparación resulta de interés para la comisión provincial de levantamiento de pesas, lo que constituye un estudio de caso.

Procedimientos para la recolección de datos para el análisis.

El método fundamental utilizado fue la observación y la videografía que se realizó con una cámara Nikon D300S, sensor CMOS APS-C 23,6X15,8 mm (factor de cosecha 1,5) 13,1 megapíxeles (físico) y 12,3 megapíxeles (efectivo) tiempo máximo de grabación 20 minutos, formato de video AVI (codec n.a.), para las tomas laterales, y un teléfono iphone 6S, velocidad de filmación 30 cuadros/s, para las tomas frontales; con los que se obtuvieron y analizaron las imágenes de la ejecución técnica del clin realizada por el atleta 13-14 masculino.

Se utilizó además el método de medición con apoyo del software Kinovea, en su versión 0.8.7 para cuantificar las características biomecánicas presentes en la ejecución técnica del arranque. Las imágenes del arranque se obtuvieron dentro del gimnasio de levantamiento de pesas del combinado deportivo “Mártires de Barbados” el cual reúne las condiciones de espacio e iluminación necesaria. Antes de la filmación se le explicó al deportista el objetivo de la investigación y las acciones que se iban a acometer, y luego se realizó un calentamiento previo.

Análisis y discusión de los resultados

Se le tomaron medidas antropométricas para determinar las proporciones corporales. Éstas fueron: peso corporal (kg), estatura (cm) y talla sentada (cm) para calcular el Índice Córnicó.

Índice Córnicó = $\text{talla sentada} / \text{estatura} \times 100 (\%)$



Tomando en cuenta sus valores antropométricos, el atleta analizado presenta un tronco relativamente corto con respecto a sus extremidades inferiores, lo que lo convierte en un atleta con características corporales de tipo dolicomorfo. Sus medidas antropométricas son:

Peso: 67,2kg

Estatura: 164,0 cm

Talla sentado: 80,0 cm

Índice Córnico: 48.7 %

Análisis de los resultados de la ejecución del clin.

Con la intención de analizar las características biocinemáticas del clin en el atleta en estudio, se realizó varios movimientos de clin, en los que se consideró la mejor ejecución realizada por el atleta para realizar el análisis.

Fig. 1



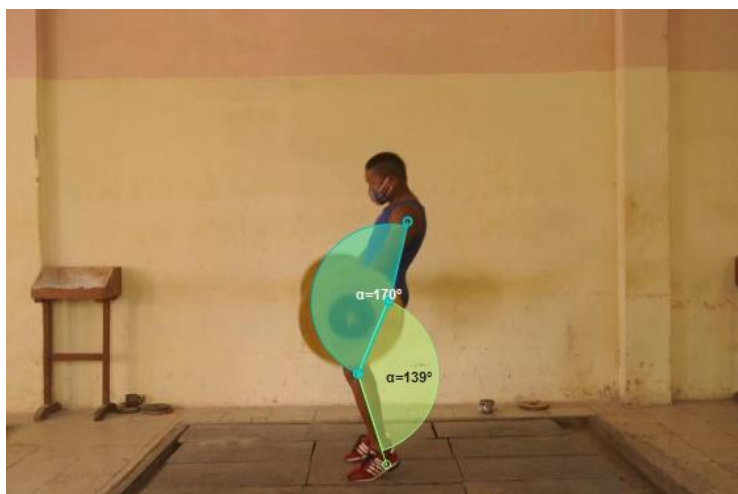
Posición Inicial: Ángulos de rodilla y cadera (fig. 1)

Como se puede apreciar en la imagen, el atleta al adoptar la posición inicial para ejecutar el clin, los ángulos que se forman en su cadera y rodilla son de 55 grados y 101 respectivamente, lo recomendado por la literatura es de 50 grados para la articulación de la cadera y 80 para las



rodillas, por las características del atleta que presenta un cuerpo dolicomorfo (extremidades largas y tronco relativamente corto) se conoce que esto obliga a los atletas con estas características a adoptar una posición inicial del ejercicio, con la cadera relativamente más alta que lo recomendado. En este caso se observa que el atleta emplea una amplitud mucho mayor en correspondencia con lo planteado por Román. Que era de 70-80 grados para la articulación de las rodillas y de 45-50 para las caderas. Esto provoca que los hombros del atleta estén muy por delante de la barra.

Fig. 2



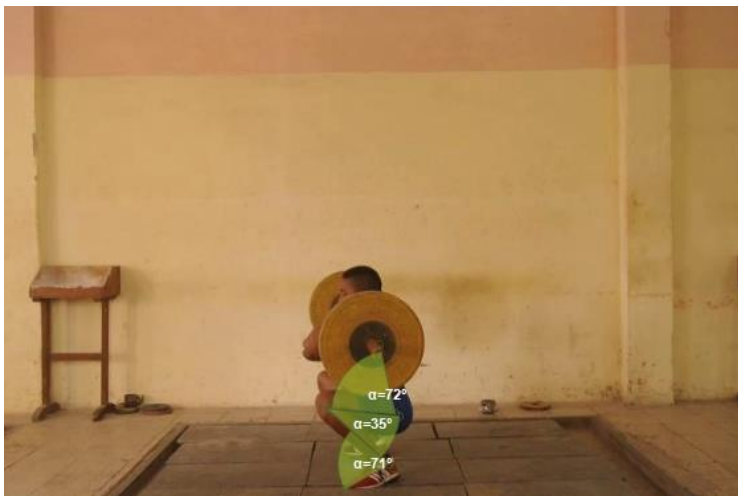
Impulso Final. Ángulos de rodilla y cadera (fig. 2)

En la presente imagen se puede observar que al finalizar el impulso final, el atleta presenta una insuficiente extensión de las piernas y el tronco muy inclinado hacia atrás, para que las piernas tuviesen una extensión óptima según la literatura consultada, el ángulo de las rodillas debía estar entre 160 y 170 grados aproximadamente, no siendo así en el atleta que solo alcanza 139 grados, por lo que desaprovecha las potencialidades de fuerza que brinda esta fase del levantamiento; aunque por la edad del atleta, no se le está permitido levantar grandes pesos, esta extensión insuficiente puede crear un hábito motor inapropiado, lo que le traería problemas para



el futuro, en el que si será necesario levantar cargas considerables, además de las penalizaciones que se le realizarían en las competencias para esta categoría. Como aspecto fundamental a señalar tenemos que el atleta se encuentra demasiado tirado hacia atrás, aunque la amplitud de la cadera es la óptima, la pobre extensión de las rodillas dificulta la correcta ejecución del ejercicio en esta fase.

Fig. 3

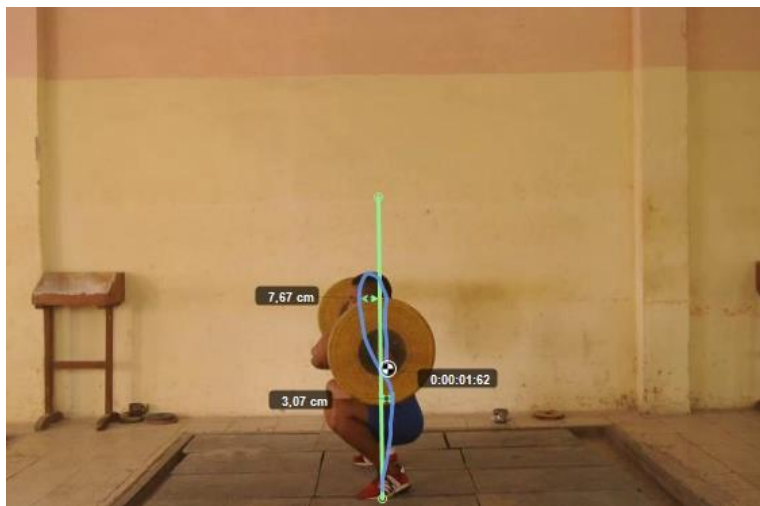


Desliz con apoyo. Angulo de rodilla y cadera (fig.3)

En la fase de desliz con apoyo se puede observar que el atleta pudiera profundizar un poco más en la flexión de las piernas, pudiendo llevarlo hasta los 30-32 grados aproximadamente como se recomienda en la literatura, aunque lo más significativo en esta imagen es la poca flexibilidad del tobillo, mostrando una amplitud de 71 grados, cuando lo recomendado es de aproximadamente 40 grados.



Fig. 4

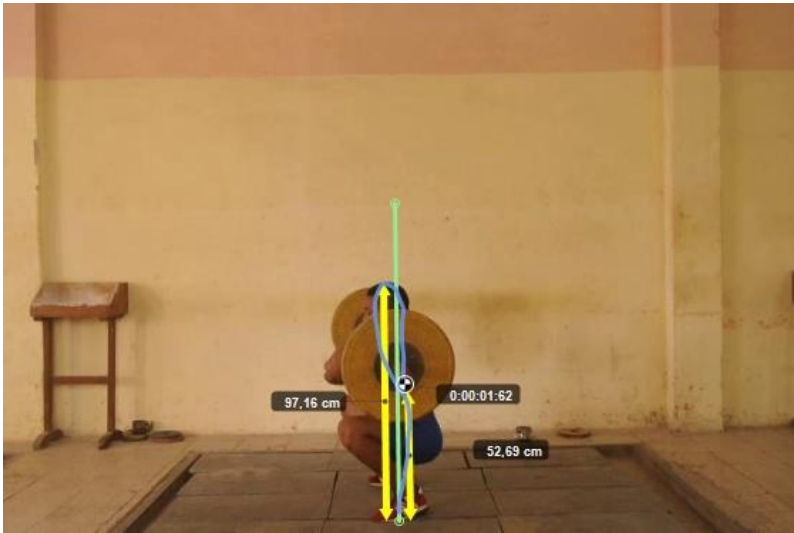


Trayectoria de la barra. Desplazamientos horizontales (Fig. 4)

La trayectoria de la barra descrita en la siguiente imagen, nos muestra que en los inicios hay un acercamiento insuficiente de la barra con respecto al atleta, esto se puede constatar ya que solo se separa de la línea vertical 3,07 cm, cuando debía ser entre 6-7 cm aproximadamente según el modelo asumido, en la segunda curvatura la distancia que debería separarse la barra con respecto a la vertical es de 2 cm y en la imagen podemos apreciar que la barra se separa 7,67cm; teniendo en cuenta estos registros podemos decir que el atleta, realiza un trabajo ineficiente con los brazos en las primeras fases del halón provocado por una excedida elevación de la cadera en la posición inicial del levantamiento lo que provoca que no haga una tracción suficiente hacia sí, que impide que la trayectoria describa esa curvatura que se asemeja al trazo de una S alargada; además golpea la barra con los muslos en el impulso final lo que provoca que la barra se aleje exageradamente, como podemos ver en la trayectoria descrita.



Fig. 5



Trayectoria de la barra. Desplazamientos verticales (fig.5)

La imagen muestra la altura máxima y mínima que alcanzó la barra en el levantamiento, según el modelo asumido la altura máxima que toma la barra debe representar entre 55-65% de la talla del atleta y la altura mínima entre un 40-48%, en el caso estudiado la barra se elevó hasta 97 cm, lo que representa el 59,2% comprendido en el rango aceptables para este indicador, mientras que la altura mínima de la barra fue de 52 cm lo que representa el 32,1% .

Fig. 6



Altura de la barra. Desplazamiento vertical (fig.6).



La figura muestra una toma de frente en la que se puede percibir el punto más alto alcanzado por la barra, lo interesante en esta imagen es que en ese preciso instante el atleta tiene los pies completamente apoyados en la plataforma, cuando lo que sugiere la literatura es que el momento, donde la barra alcanza su mayor altura debe ser en el desliz sin apoyo, otro aspecto a tener en cuenta, es el levantamiento asimétrico que ejecuta el atleta donde una de las camisas de la barra está a 97 cm de altura y la otra parte a 104 cm.

Después de un análisis realizado a cada una de las imágenes y videos del levantamiento ejecutado por el atleta, se pudo determinar que estuvimos presente ante un atleta dolicomorfo (extremidades largas y tronco relativamente corto) que por sus características se ve obligado a elevar la cadera por encima de lo recomendado en la posición inicial.

Con el empleo de la herramienta para el análisis de movimiento declarada en la investigación, se pudo detectar que el atleta colocó su cadera muy por encima de lo recomendado, lo que provocó que sus hombros vayan por delante de la barra mucho más allá de lo racional, otro de los errores detectados fue la incompleta extensión de las piernas en el impulso final, poco desplazamiento horizontal de la trayectoria de la barra en la primera curvatura y exagerada separación en la segunda, provocado este último por golpeo de la barra con los muslos, levantamiento asimétrico provocado por una inclinación hacia el lado izquierdo, lo que puede ser peligroso para la estructura ósea del atleta, si tenemos en cuenta que a estas edades la misma es fácilmente moldeable.

Conclusiones

El estudio detallado de la técnica del clin, nos permitió conocer cómo se manifiestan las diferentes características biocinemáticas, y su repercusión en cada una de las fases por las que transcurre el atleta.



El uso de la fotogrametría, y el software Kinovea, utilizado para el análisis de los movimientos, permitió diagnosticar el comportamiento de diferentes características biocinemáticas presentes en la ejecución del clin, a través del análisis realizado, que luego será usada en la planificación y control del entrenamiento del atleta.

Se pudo identificar los errores que desde la biomecánica dificultan la correcta ejecución técnica del clin en la muestra escogida, donde lo más significativo fue la extensión insuficiente de las piernas en el impulso fina y la trayectoria incorrecta de la barra.

Referencias bibliográficas

1. Barcelán Santa Cruz, J. L. (2016). Estrategia para el desarrollo del levantamiento de pesas femenino en Cuba. Tesis de Doctorado. La Habana: Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte.
2. Beltrán S. Colina A. (2015) Análisis biomecánico de levantamiento de pesas durante el segundo halón en el arranque realizado a un atleta del estado Vargas, en los Juegos Deportivos Nacionales Juveniles 2013.
3. Cañizares R. (2010). Análisis biomecánico cinemático de la carrera de los 400 metros con vallas en un estudio de caso de la categoría cadete de la provincia de Sancti Spíritus.
4. Charniga A. (2012). Gender differences and a connection between the world records of weightlifting and track and field. In: A De-masculinization of Strength. Livonia: Sportivny Press.
5. Cuervo Pérez C, Fernández González F, Valdés Alonso R. (2005). Pesas Aplicadas. Ciudad de la Habana: Ed. Deportes.



6. Cuervo Pérez, C. y González Pita, A. (1990). Levantamiento de Pesas, deporte de Fuerza. Ciudad de la Habana: Ed. Pueblo y Educación.
7. Donskoi, D. (1971) Biomecánica con fundamentos de la técnica deportiva. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.
8. Gourgoulis A. (2002). Comparative 3-Dimensional Kinematic Analysis of the Snatch Technique in Elite Male and Female Greek Weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 163(39): 359-366.
9. Hernández Corvo R. (2007). Halterofilia y Movimiento. La Habana: Ed. Deportes.
10. INDER. (2013). Programa Integral de Preparación del Deportista de Levantamiento de Pesas. La Habana: Ed. Deportes.
11. Varillas, A. (2002). Uso de la halterofilia en los deportes. Una explicación fisiológica de su aplicación. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires, Nº 48. <http://www.efdeportes.com/efd48/haltero.htm>
12. Zatsiorski, V.M. y Donskoi, D. (1988). Biomecánica de los ejercicios físicos. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.

