



REVISTA CUBANA DE MEDICINA DEL DEPORTE Y LA CULTURA FÍSICA

Versión On-line ISSN 1728-922X

VOLUMEN 11, NÚMERO 3, La Habana, septiembre-diciembre, 2016

TRABAJO ORIGINAL

Título; Características biocinemáticas del envión en levantamiento de pesas femenino. Presentación de un caso.

Title: Biokinematical Characteristics of the boost in female weightlifters. A Case Presentation.

AUTORES:

Nieto Ojeda Yusel*, León Pérez Sofía, Cuervo Pérez Carlos***.**

*** Escuela de Iniciación Deportiva, Ciego de Ávila**

**** Cepromede La Habana**

***** Universidad del Deporte “Manuel Fajardo”**

Email: sofialeon@inder.cu

Recibido: 14 de Octubre de 2016

Aceptado: 28 de Noviembre de 2016

Resumen

En la presente investigación se realiza un estudio descriptivo de las características biocinemáticas de la ejecución técnica del Clin (primera parte del Envión) en el levantamiento de pesas, con la intención de determinar su proceder por una atleta de la categoría 15-16 años. Se le realizó una videograbación generando el procesamiento de los datos mediante el programa para el análisis de movimientos humanos "Hu-m-an" –versión 5.0– sobre la base del modelo biomecánico determinístico elaborado para este elemento técnico. El análisis de los resultados permitió establecer los indicadores fundamentales del desempeño técnico de la atleta, precisar sus errores, las causas y consecuencias, analizando indicadores biomecánicos con énfasis en la trayectoria de la palanqueta para aplicar medidas de corrección de la técnica que contribuyen a la prevención de lesiones.

Palabras Claves: Biomecánica, Entrenamiento, Análisis del movimiento.

Abstract

In this investigation is carried out a descriptive study of the characteristic biomechanics of the technical execution of the Clin (first part of the boost) in the rising of weight, with the intention of determining their behavior. The same constitutes the study of case of the athlete Ace, of the category 15-16 years, to which carried out you a video. The prosecution of the data was carried out with the program for the analysis of human movements "Hu-m-an"- version 5.0- on the base of the biomechanics deterministic model elaborated for this movement. He was supplemented with the approach of. The analysis of the results allowed determining the fundamental indicators of the technical acting of the athlete, specifying their errors, the causes and consequences, analyzing indicative biomechanics with emphasis in the trajectory of the implement to apply correction of the technique that they contribute to the prevention of lesions.

Key words: Biomechanics, Training, Movement Analysis.

Introducción

El Levantamiento de Pesas femenino fue aprobado oficialmente por la Federación Internacional de este deporte en el año 1984; tres años después se celebró el primer Campeonato Mundial. En los Juegos Olímpicos de Sídney 2000 formó parte del programa olímpico y se ha mantenido hasta el presente. Sin embargo, se incorporó tardíamente al movimiento deportivo cubano, en el año 2006. De esa fecha en adelante vienen preparándose mujeres cubanas en este deporte. En el año 2011 comienza a formar parte del programa de los Juegos Escolares Nacionales y dos años más tarde de los Juegos Juveniles Nacionales. En la actualidad se practica levantamiento de pesas femenino en todas las provincias del país.

En la revisión bibliográfica realizada se encontraron diversos estudios biomecánicos sobre la técnica del levantamiento de pesas, así como su utilización como deporte auxiliar, pero desarrollados predominantemente con atletas masculinos.^{1,2,3} Solo tres de ellos hacen referencia a las levantadoras de pesas.^{4,5,6}

Los ejercicios de competencia en Levantamiento de Pesas son el arranque y el envión⁷; el envión es el segundo y último ejercicio de la competencia. Consiste en levantar la palanqueta en dos movimientos: (Fig. 1)

- a) Clin: levamiento desde la plataforma al pecho
- b) Enviñón desde el pecho: levamiento desde el pecho hasta la completa extensión de brazos arriba.



Figura 2. Fases del ejercicio de Envi3n.

La bibliograf3a consultada¹⁻⁷ conjuntamente con la experiencia del autor principal⁸, como entrenador por m3s de 10 a3os, permiti3 establecer la fase de amortiguaci3n e impulso final como la de m3s importancia en la ejecuci3n del clin.

El presente art3culo se enmarca en el estudio biomec3nico del clin en todas sus fases, de las que se analizar3n sus indicadores, con el **objetivo** de determinar el comportamiento de las caracter3sticas biocinem3ticas de la ejecuci3n t3cnica del clin, en la atleta estudiada.

Material y m3todos

Esta investigaci3n constituye un estudio de caso, de tipo descriptivo, con dise3o transversal.

Como pasos previos se realiz3 un an3lisis biomec3nico cualitativo a la pesista, utilizando la metodolog3a de control de la t3cnica por expertos, de Perdomo Manso⁹ y se aplic3 una encuesta a los entrenadores⁸, la que arroj3 deficiencias en la ejecuci3n del ejercicio de envi3n en la atleta estudiada, lo que llev3 a realizar un estudio biomec3nico cinem3tico (biocinem3tico) cuantitativo, cuyos resultados se presentan en esta comunicaci3n.

La atleta pertenece a la categoría 15-16 años; es de perspectiva competitiva inmediata. Tiene una edad cronológica de 16 años y experiencia deportiva de 3 años. Se le tomaron medidas antropométricas para determinar las proporciones corporales. Éstas fueron peso (kg), estatura (cm) y talla sentada (cm) para calcular el Índice Córnico¹⁰

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

Para la indagación biocinématica⁸ se realizó una videograbación del gesto deportivo de la pesista, sobre una plataforma oficial de competencia (4 x 4 m), utilizando la palanqueta de competencia femenina (barra de 15 kg; longitud 2010 mm; diámetro 25 mm.). La grabación se realizó con cámara de vídeo Sony (DCR-SX85E; Irbid, con HDD de 16 GB); velocidad de filmación de 25 cuadros/s. Trípode Yunteng, VCT – 668RM con su nivel horizontal, manipuladores y acoples. Marquillas para los indicadores anatómicos. La escala de 1,80 m de longitud y el cuadro de 1 m². Se aplicó el software de análisis del movimiento Hu-m-an (Human Movement Analysis)¹¹

Indicadores analizados:

- Fases técnicas del clin.
- Ángulos de caderas, rodillas y tobillos en las posturas límites del halón en el clin.
- Centro de presión del pie.
- Trayectoria y velocidad de la barra.
- Distribución de los esfuerzos de cada una de las fases del halón.

Estos indicadores, analizados en la pesista^{8,11}, se comparan con el modelo asumido en la investigación¹² que es el que rige la enseñanza de la técnica en estas atletas.

Resultados

Teniendo en cuenta sus valores antropométricos, la atleta analizada clasifica como una pesista de tipo braquicórmico (extremidades largas, torso corto). Sus medidas antropométricas son:

Peso: 43,6 kg

Estatura: 150,0 cm

Talla sentado: 77,0 cm

Índice Córnico: 51,3 % (Braquicórmico)

En el análisis del movimiento realizado por la pesista se estudiaron cada una de las fases que lo caracterizan:

Fase de arrancada

Por sus proporciones corporales (Braquicórmico) esta deportista presenta una posición más vertical del torso en esta fase inicial del levantamiento.

Fase de separación e impulso previo

Durante esta fase la atleta realiza la separación y traslado de la palanqueta desde la plataforma hasta la altura de las rodillas.

Fase de amortiguación

En esta fase la atleta presenta una buena postura en las articulaciones de las rodillas y cadera, no siendo así en los tobillos, debido a la elevación del talón.

Fase de impulso final

El pico de tensión, la tasa de desarrollo de la fuerza, la potencia y la velocidad de la barra en esta fase, deben presentar todos sus mayores valores, lo que no ocurre en el caso estudiado.

Discusión

Las medidas antropométricas de la pesista posibilitaron determinar sus proporciones corporales y conocer el tipo de cuerpo según se clasifica en estos deportistas, ya que la posición inicial del levantamiento varía dependiendo de la modalidad (Arranque o Envión) así como según la flexibilidad individual y las

proporciones corporales¹². Los tres tipos básicos de proporciones corporales son¹⁰:

- Tipo braquicórmico (extremidades largas, torso corto: para las mujeres equivale a un Índice Córnico de hasta 52%)
- Tipo metriocórmico (proporcional: para las mujeres, Índice Córnico de 52,1 a 54%)
- Tipo macrocórmico (extremidades cortas, torso largo: para las mujeres, Índice Córnico de 54,1% o más).

Así, extremidades superiores más largas para tronco corto, como es el caso de la atleta estudiada, condicionan una posición de más verticalidad del torso en la fase inicial del levantamiento, mientras que una pesista macrocórnic, con extremidades más cortas, estaría obligada a inclinar más el tronco al frente, ampliando el ángulo con respecto al eje vertical. **(Fig. 3)**

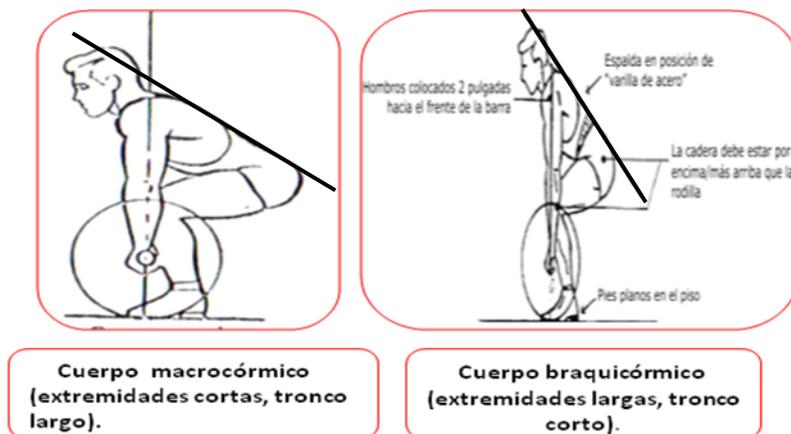


Figura 3. Modificación de la posición en la fase inicial del levantamiento según las proporciones corporales.

Cuando se realiza el análisis detallado de las distintas y sucesivas fases del levantamiento en la ejecución de la atleta estudiada **(Fig. 4)** se aprecia el desempeño técnico individual y los errores presentes por deficiencias, que pueden

estar dadas por déficit en la preparación física o por insuficiente dominio de la técnica correcta.



Figura 4. Ejecución de las Fases de halón en el clin y final del ejercicio de envión por la atleta estudiada.

En la Fase de arrancada, a causa de sus proporciones corporales, esta deportista (Braquicórmica) adoptará una posición de franca verticalidad del torso, en esta fase inicial del levantamiento.

Considerando los ángulos del tronco, rodillas y tobillos en la fase de arrancada se puede afirmar que la atleta presenta una arrancada estática^{1, 2, 12}. En esta fase no se presentan dificultades apreciables.

Durante la *Fase de separación e impulso previo* la atleta realiza la separación y traslado de la palanqueta desde la plataforma hasta la altura de las rodillas.

El impulso previo es de gran importancia; es donde se pueden lograr o perder “grandes levantamientos”. Un error en esta fase del movimiento conlleva a subsiguientes fallas en la cadena biocinemática secuencial del movimiento⁸.

Cuando la barra se acerca a las rodillas, el centro de presión del pie debe desplazarse hacia el talón^{8, 12}. La trayectoria de la barra que describe esta atleta es en dirección hacia arriba, alejándola de sus rodillas y del centro de gravedad corporal (CGC), por lo que mantiene el centro de presión en la punta de sus pies, cuando debería estar en el talón.

Los músculos de la espalda en esta fase realizan un trabajo estático, isométrico, ya que el esfuerzo dinámico debe recaer en la cadena muscular extensora de los miembros inferiores, sin embargo, analizando la trayectoria de la barra se observó que realiza el impulso previo con un trabajo anticipado de los músculos de la espalda.

El hecho de tener una menor amplitud en las articulaciones de las rodillas y tobillos cuando la barra llega a las rodillas, provoca que la pesista tenga que emplear mayor fuerza para transmitirle una velocidad adecuada al implemento. El brazo de palanca que se forma en las rodillas con un ángulo de flexión es mayor que los 155° del modelo, por lo que la fuerza ejercida por los músculos componentes de los cuádriceps debe incrementarse.

Al final de la fase de impulso previo, la atleta registró 157° , con una diferencia de -14° respecto al modelo asumido¹². Esto puede estar provocado por una escasa extensión de las rodillas para elevar el cuerpo hacia arriba y atrás hasta que las tibias estén casi verticales formando un ángulo en los tobillos de $90 - 95^\circ$, lo que no ocurre así, ya que este ángulo fue de 83° .

Los errores angulares observados en esta fase pueden afectar negativamente la transmisión del impulso a la siguiente fase.

La atleta presenta una buena postura en las articulaciones de las rodillas y cadera durante la *Fase de amortiguación*, no siendo así en los tobillos, debido a la elevación del talón. La atleta se coloca sobre la punta de los pies muy pronto, lo cual resulta en un roce temprano del muslo (o un golpe), y el alejamiento de la barra respecto al cuerpo, lo que a su vez resulta en fuerzas horizontales adicionales, provocando que el centro de presión del pie se mueva muy hacia delante, cuando debería estar en la parte media del pie. El apoyo del talón sobre la plataforma es el requisito más importante de la fase.

A partir de esta posición se puede iniciar efectivamente la siguiente fase del halón. Esta se inicia cuando la barra se encuentra en la parte media del muslo y es crucial para un levantamiento efectivo. Es la que permite que sean alcanzadas la máxima fuerza y velocidad del implemento.

Como se plantea en el modelo asumido¹² en la *Fase de impulso final* el pico de tensión, la tasa de desarrollo de la fuerza, la potencia y la velocidad de la barra deben alcanzar sus mayores valores. La atleta objeto de estudio realiza una pobre flexión plantar debido a un comportamiento inadecuado de la postura durante la fase; el mayor trabajo lo realizan los músculos de la cadena extensora del tronco y no las piernas. Todo esto provoca que se afecten los valores de fuerza, potencia y velocidad de la barra, a la vez que representa una sobrecarga a la musculatura paravertebral con potencial peligro de lesión.

Lo más significativo a destacar en el clin de la atleta es la trayectoria de la palanqueta, en comparación con el modelo asumido (**Fig. 5**). Ella la describe casi en línea recta hacia arriba, error que se manifiesta desde la ejecución del impulso previo donde la atleta debió levantar la palanqueta en dirección arriba y atrás es decir hacia las rodillas, y persiste hasta la terminación impulso final.

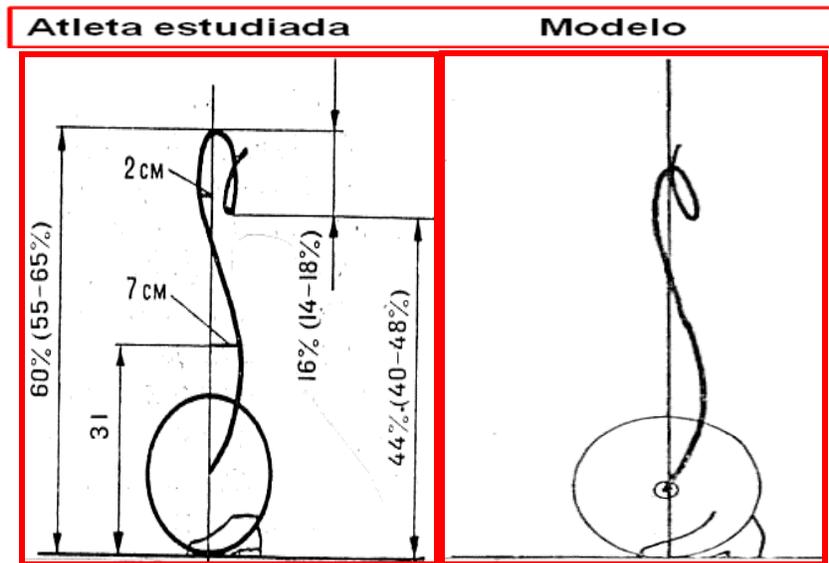


Figura 5. Trayectoria de la palanqueta. Comparación.

Este comportamiento inadecuado en la trayectoria de la barra deja claro el sobre-esfuerzo que tienen que realizar los músculos de la espalda para poder mantener el equilibrio entre el centro de gravedad del atleta y el de la palanqueta, deficiencia que puede ser causa de lesiones músculo-esqueléticas en dicha región, como se planteó anteriormente.

Hasta aquí se analiza el comportamiento de las posturas racionales, la ubicación del centro de presión del pie y la trayectoria de la palanqueta en los momentos límites de cada una de las fases del halón en el clin. Se examinan las posiciones de la atleta en cada una de las fases del movimiento y cómo debieron ser estas.

También se analizaron los valores de velocidad de la palanqueta en dichas fases. Medviedev⁵ plantea que en la fase de amortiguación la pérdida de velocidad con respecto a la velocidad máxima del impulso final es entre un 15 a 20 %, sin embargo, la de la atleta es de 2,9 %, ya que de una velocidad de 1.01 m/s en el impulso previo, disminuyó solamente 0.04 m/s en la fase de amortiguación. Para que ocurriese un adecuado comportamiento de la velocidad en esta fase la atleta tendría que haber disminuido la velocidad de la palanqueta en la amortiguación a 0.8 m/s. Este valor permitiría cumplir con lo planteado anteriormente y facilitaría un mejor aprovechamiento del ciclo estiramiento-acortamiento de los músculos de las piernas lo cual influye en un aumento considerable de la velocidad vertical del impulso final en el clin.

Todo lo explicado admite resumir que la atleta presentó errores angulares articulares fundamentalmente en las fases del halón, alejándose de las posturas racionales del modelo ideal y mantuvo el centro de presión del pie durante todas las fases del halón en la zona del antepié, lo que trae como consecuencia riesgo de lesiones por trabajo excesivo de la musculatura extensora de la espalda para mantener el equilibrio del centro de gravedad común atleta-palanqueta. Por su parte, la trayectoria hacia arriba de la palanqueta fue casi en línea recta durante todo el halón, contrario a lo que refleja el modelo más racional, mientras que la velocidad vertical de la barra asciende continuamente, sin aprovechar en la fase de amortiguación el ciclo estiramiento-acortamiento de los músculos de las piernas lo que impide un aumento considerable de la velocidad vertical en el impulso final en el clin.

El análisis de estos resultados de conjunto con los entrenadores fue oportuno para introducir ejercicios correctivos de la técnica y de desarrollo de la fuerza, lo que

hizo posible optimizar la ejecución técnica y la condición física; es meritorio plantear que después de las correcciones basadas en el análisis biocinemático, la pesista obtuvo el cuarto lugar en la competencia principal planificada sin presentar síntomas ni signos de las lesiones más comunes en este deporte.

Los análisis detallados a partir del estudio biomecánico permiten concluir que se determinaron las características biocinemáticas de la ejecución técnica del clin, en la atleta estudiada y atendiendo a los errores observados fue posible recomendar medidas para mejorar la preparación técnica y la condición física de la atleta, favoreciendo los rendimientos en la competencia principal planificada y contribuyendo a la prevención de lesiones.

Referencias Bibliográficas

1. Roman RA. Trenirovkatiazheloatleta. Moscú: Fizkultura i Sport;1986
2. Vorobiov AN. TiazholaiaAtletika. Uchebnikdlia Institutov Fizicheskoi Kulturi. Moscú: Fizkultura i Sport;1988
3. Siff M, Verjoshanski I. Súper entrenamiento. Barcelona: Paidotribo; 2000
4. Cuervo C. Barcelán JL. Cuatro años de levantamiento de pesas femenino en los Juegos Escolares Cubanos: resultados e insuficiencias. Acción 2014; X (1)
5. Medviedev AS. Training load and its intensity and structure of volume with female lifters of Russia, P.R. China and Bulgaria at the preparatory and competitive stages. In: Proceedings of the Weightlifting Symposium. Budapest: IWF. 1997
6. Moreno G, Cuervo C, Buchholz A. Dinámica de los rendimientos deportivos en levantadoras de pesas juveniles cubanas. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2014; Vol. 9, No. 3 ISSN: 1728-922X
7. Inder. Programa Integral de Preparación del Deportista de Levantamiento de Pesas. La Habana: Ed. Deportes; 2010
8. Nieto Ojeda Y. Análisis biocinemático del envión en levantamiento de pesas femenino. Tesis de Maestría. La Habana: Universidad de Ciencias de la Cultura Física; 2015.
9. Perdomo Manso E. El pronóstico de los resultados deportivos. Acción. 2010; VI (3)
10. Díaz ME. Bioantropología. La Habana: Ed. Ciencias Médicas; 2009
11. Hu-m-an. Instrucciones para el manejo del sistema de análisis del movimiento humano Hu-m-an. Presentación en Power Point. Matanzas: Facultad de Cultura Física. Universidad de Matanzas (s/f)
12. Cuervo C, González Pita A. Levantamiento de Pesas, deporte de fuerza. La Habana: Ed. Pueblo y Educación; 1990

