



**Ciencias  
aplicadas**  
*Artículo Original*

## **Análisis biomecánico y rendimiento deportivo de los levantadores de pesas de la Universidad del Atlántico**

**Biomechanical analysis and sports performance of the weight lifters of the  
Atlántico University**

**Luis Bolívar**

Universidad del Atlántico (Barranquilla, Colombia)

\*Email de correspondencia: [lbolivarb@gmail.com](mailto:lbolivarb@gmail.com)

*Recibido:* 25-1-2020

*Aceptado:* 30-2-2020

### **Cita sugerida (APA, sexta edición)**

Bolívar, L. (2020). Análisis biomecánico y rendimiento deportivo de los levantadores de pesas de la Universidad del Atlántico. *Revista Con-Ciencias del Deporte*, 2(2), 33-61. Recuperado de <http://unellez.edu.ve/revistas/index.php/rccd/index>



## Resumen

El artículo presenta el análisis biomecánico del rendimiento deportivo de los levantadores de pesas de la Universidad del Atlántico en el grupo semilleros; con el propósito de mejorar la correcta ejecución de los movimientos clásicos de la halterofilia como los son el arranque y el envión. La investigación fue de tipo descriptivo y de carácter trans seccional las técnicas de medición utilizada las establecidas en la biomecánica estas se llevaron a cabo mediante videos tomados a los deportistas en la ejecución de cada movimiento los cuales fueron analizados mediante el programa Kinovea, evidenciando mediante secuencia fotográfica la ejecución del movimiento. Los datos obtenidos revelan los ángulos alcanzados por los deportistas, sus errores y debilidades al momento de la ejecución. Se realizó un listado de ejercicios auxiliares para el mejoramiento de estas falencias.

**Palabras clave:** arranque, envión, halterofilia, biomecánica.



## Abstract

O artigo apresenta a análise biomecânica do desempenho esportivo dos halterofilistas da Universidade do Atlântico nos semeadores do grupo; com o objetivo de melhorar a correta execução dos movimentos clássicos da halterofilia como a partida e o envio. A pesquisa foi de tipo descritivo e de caráter transicional as técnicas de medição utilizadas as estabelecidas na biomecânica estas foram realizadas por meio de vídeos levados aos esportistas na execução de cada movimento que foram analisados por meio do programa Kinovea, evidenciando por meio de seqüência fotográfica a execução do movimento. Os dados obtidos revelam os ângulos alcançados pelos atletas, seus erros e fraquezas no momento da execução. Foi feita uma lista de exercícios auxiliares para a melhoria dessas deficiências.

**Keywords:** start, shipping, weightlifting, biomechanics.

## Introducción

**E**l presente artículo se fundamenta en una investigación relacionada con el análisis biomecánico y rendimiento deportivo de los levantadores de pesas de la Universidad del Atlántico, en su grupo de semilleros, con relación a la ejecución de los movimientos clásicos de la halterofilia, donde se evidencia un grupo de deportistas formados bajo la experiencia vivencial de su entrenadora, sin contar con medios evaluativos de la biomecánica tal como la fotogrametría o la videografía o algún tipo de software especializado con la intención de determinar la influencia del análisis biomecánico en el rendimiento deportivo de estos atletas.

El levantamiento de pesas o halterofilia, es un deporte olímpico cuyo objetivo es levantar la mayor cantidad de peso posible, distribuido equitativamente en discos fijados en los extremos de una barra metálica, la cual se debe llevar desde el suelo hasta encima de la cabeza con la completa extensión de los codos. Comprende dos modalidades de competencia: arranque y envión. Aunque este deporte siempre se ha relacionado con la fuerza, además de este componente, es necesario sumarle otras cualidades como la coordinación y la flexibilidad unidas a un adecuado desarrollo de la técnica, lo cual resulta de gran importancia en los eventos de competencia en la que los jueces al hacer el juzgamiento tienen en cuenta para sus decisiones la validez o invalidez de los movimientos del atleta.

La práctica de este deporte y su técnica resulta trascendental, así como lo describe Pérez y Pita (1990), al indicar “que los ejercicios presentan un carácter de velocidad – fuerza, y tanto la fuerza como la velocidad desempeñan un papel fundamental en la ejecución”. Luego, el análisis y la evaluación de los movimientos técnicos resultan fundamentales para realizar las respectivas correcciones y favorecer el rendimiento deportivo del atleta. Teniéndose en cuenta que el rendimiento deportivo está ligado a aquellos resultados alcanzados por un deportista utilizando sus recursos al máximo. En el alto rendimiento se busca

desarrollar y potencializar todas las capacidades físicas del deportista, dentro de esas la condición física, la técnica entre otras.

De acuerdo a lo anterior, la correcta enseñanza y dominio de la técnica desde el punto de vista de la biomecánica de los movimientos vienen a ser premisas para el alcance de altos resultados deportivos en las dos modalidades de levantamiento de pesas: envión y arranque. De esta manera el entrenador debe tener conocimientos de la técnica correcta desde el punto de vista de la biomecánica de los movimientos durante el proceso de enseñanza inicial y posteriormente en la etapa de estabilización y perfeccionamiento de la técnica, mediante la cual va a formar pesistas que aprovechen al máximo su potencial motriz y físico.

En lo que respecta al grupo de pesistas semilleros de la Universidad del Atlántico, el proceso de aplicación técnico biomecánico que en la actualidad se realiza sobre ellos, consiste únicamente en la aplicación de métodos empíricos que van desde la simple observación producto de la experiencia de los entrenadores, sin la utilización de métodos cuantificables y verificables que permitan evaluar científicamente la ejecución de la destreza motora en el deportista para la obtención de los mejores logros de optimización en sus movimientos, descuidándose la etapa de iniciación de la práctica deportiva en la que debe trabajarse la apropiación y correcta ejecución de los movimientos técnicos que favorezcan en altos resultados deportivos en esta disciplina.

Lo anterior se manifiesta por la forma empírica y visual en que son evaluados, sin la utilización de elementos especiales para el análisis del movimiento tales como la fotogrametría o videografía con algún tipo de software especializado en esta tarea. El auxiliarse con estas técnicas permitirán hacer un análisis biomecánico mucho más preciso y así, este nuevo grupo de atletas puedan obtener mejoras en la ejecución de sus movimientos técnicos, específicamente en el arranque y envión.

También les permite evitar lesiones por ejecuciones inadecuadas limitando el desarrollo de sus capacidades físicas.

La situación antes planteada generó la siguiente interrogante: ¿cómo el análisis biomecánico mejora el rendimiento deportivo de los levantadores de pesas de la Universidad del Atlántico, en el grupo de semilleros? A partir de la misma nos planteamos como *objetivo* diseñar un plan de entrenamiento para el mejoramiento del rendimiento deportivo de los levantadores de pesas del grupo semillero de la Universidad del Atlántico, a partir de un estudio basado en el análisis biomecánico de los ejercicios clásicos.

## Fundamentación Teórica

Durante el desarrollo de la investigación se realizó una revisión exhaustiva de investigaciones relacionadas con el tema desarrollado, entre ellas resalta la de Harbil (2012) estudió y comparó las diferencias cinemáticas y cinéticas en el rendimiento en arranque en pesistas elite de la categoría 69 Kg del grupo A en el Campeonato Mundial del halterofilia del 2010 llevado a cabo en Antalya–Turquía, tomando como muestra a 9 hombres y 9 mujeres. Concluyó que las mujeres tuvieron menor desempeño que los hombres en cuanto al primer halón se refiere ya que este se relaciona más con la fuerza, pero mejoraron su desempeño en el segundo halón en comparación a los hombres ya que este se relaciona más con la potencia.

Por otro lado Vera Cossio y compañeros (2015) evidencian un análisis cinemático del arranque donde se comparan los gestos técnicos de un atleta amateur con los de uno de elite, llegando a la conclusión que el deportista amateur no cuenta con una técnica desarrollada con cierto tiempo de preparación a diferencia del deportista elite quien tiene un entrenamiento general y específico y por tal motivo ejecutará una técnica sin errores visibles. Citando textualmente a Vera Cossio y compañeros (2015) expresan que en los grados de movimiento se aprecian

diferencias significativas en los ángulos de las articulaciones participantes dentro del movimiento.

Teniendo en cuenta que el análisis realizado fue entre un sujeto amateur y uno de elite es posible encontrar variables a lo largo de todo el movimiento debido al entrenamiento de la técnica, ya que por razones lógicas el sujeto profesional sabrá ejecutar el movimiento de una forma más perfeccionada que el otro sujeto, el cual antes de participar en esta investigación, quedo evidenciado que nunca había realizado el arranque de halterofilia, ni ninguna rama de este deporte, menos con un peso puesto sobre una barra.

Publicaciones realizados por Hiskia citado por Garhammer (1998) de la actuación del arranque en 669 hombres y 330 mujeres de los campeonatos europeos de 1993 y 1994 mostraron la trayectoria del tipo A, B, y C distribuyéndose en 8.5%, 42.9% y 48.5% en los hombres y 22.4%, 25.5% y 52.1% para las mujeres. También Byrd y Pierce (2001) estudiaron a los ganadores de cada categoría del Campeonato Juvenil de Québec– Canadá del 2002, observando que la velocidad máxima del primer halón fue 1.19 m/seg., así como la velocidad en el segundo halón fue de 1.98 m/seg., observando una velocidad vertical creciente en el primer halón, solo en un atleta se observó la velocidad vertical del primer halón superior a la velocidad del segundo halón. Este primer halón era excesivamente rápido por la posición del tronco relativamente alto, contribuyendo a la incapacidad de ejecutar explosivamente el segundo halón.

Arbona (2005) en su artículo El movimiento técnico del pesista y su impacto desde los componentes didáctico pedagógico y biomecánicos en el alcance de altos logros deportivos tiene como objetivo trazar un Modelo de desempeño del levantador de pesas colombiano, tomando levantadores de pesas de tres Departamentos: Cali, Antioquia y Tolima, durante el tiempo que dure el proceso de medición, observación, filiación y procesamiento de la información se podrá

consolidar un criterio válido sobre los diferentes elementos que han incidido en el estado actual de la técnica y los logros deportivos alcanzados.

El levantamiento de pesas es una de las acciones más básicas del individuo desde la prehistoria haciendo parte de sus actividades cotidianas, tales como trasladar o levantar pesadas cargas; bien sean troncos, grandes piedras e incluso los animales que cazaban, entre otras. Destacando en este estilo de supervivencia a la fuerza, una de las cualidades físicas. Esta actividad que alguna vez fue considerada como rústica o salvaje, hoy se ha convertido en deporte recibiendo el nombre de halterofilia o levantamiento de pesas. Tomando en cuenta estudios realizados, el levantamiento de pesas formaba parte del entrenamiento en China desde el 3600 a.C. En la dinastía Chow (1122 a.C.) era requisito para los soldados levantar ciertas cantidades de pesos. Muchos historiadores afirman que el pionero del levantamiento de pesas fue el griego Milón de Crotona. En el siglo XIX tradicionalmente se solían hacer demostraciones de fuerza en tabernas.

En cuanto al basamento teórico que sustentó la investigación cabe señalar en relación a los orígenes de la práctica de levantamiento de pesas en Colombia, en una entrevista realizada a Carlos Caballero Figueroa, se llega a contar, que todo comenzó en el Atlántico, cuando el sueco Sture Hermanson trajo a Colombia un equipo de pesas y quien junto a Nazzin Megarry comenzaron a entrenar en el patio de Nazzin. Más adelante se fundaría la Liga del Atlántico, siendo el mismo Nazzin Megarry el primer presidente de esta institución; comenzando los entrenamientos en el Centro de Cultura Física, hoy en día Indeportes Atlántico.

En el deporte de Levantamiento de Pesas, la INTERNATIONAL WEIGHTLIFTING FEDERATION "IWF" reconoce dos modalidades: el arranque y el envión. El levantador que consiga levantar el mayor peso agregado en ambas modalidades gana la competencia. Los levantadores de peso masculinos compiten en ocho categorías, dependiendo de su peso corporal. Estas categorías, designadas por el peso máximo permitido en cada una, son: 56, 62, 69, 77, 85, 94,

105 y superior a 105 kilos. Las mujeres tienen ocho (8) categorías de peso corporal, la más ligera llega hasta los 48kg, 53kg, 58kg, 63kg, 69kg, 75kg, 90kg y más de 90kg.

La técnica del deporte levantamiento de pesas tiene un contenido propio, expresado en la fuerza que se aplica en los diferentes momentos, de aquí que haya una velocidad diferente de los movimientos de las partes del cuerpo y la velocidad del movimiento de la barra. El objetivo de la técnica en esta disciplina es que el pesista levante el mayor peso posible. El objeto de mayor atención es la técnica de las modalidades competitivas: "arranque y envión".

Desde el punto de vista pedagógico se aplican dos métodos para evaluar la técnica deportiva en el levantamiento de pesas. El primer método registra a través de una secuencia de fotografías el movimiento de la técnica aplicada. El segundo método está cimentado sobre la base de estudios que evalúan las posibilidades individuales de fuerza, a través de secuencias fotográficas de los movimientos. Habitualmente esto se expresa en correlación entre el resultado deportivo y las posibilidades de fuerza de los grupos musculares correspondientes, esto es medido en régimen estático para la evaluación de la efectividad de la técnica del levantamiento de pesas uno de los métodos más utilizados es la comparación, sobre la base de investigaciones estadísticas, de las posibilidades de fuerza de los pesistas con su resultado deportivo en el arranque y el envión.

En la evaluación de la efectividad de la técnica deportiva se debe rendir cuenta del desarrollo complejo de los grupos musculares sobre la base de la teoría para el eslabón débil. Muy a menudo el resultado deportivo se mide en función no de las grandes posibilidades del eslabón fuerte, sino de las pequeñas posibilidades del eslabón débil. En la mayoría de los casos tal eslabón débil es la fuerza del agarre, la cual depende de la fuerza de los flexores de los dedos y su longitud, en tal caso la fuerza de los músculos flexores del halón adelanta la fuerza del agarre, lo cual se

expresa en considerable diferencia en la ejecución de los movimientos clásicos de 10 a 15 kilogramos menos, en este caso la fuerza del resto de los músculos no puede compensar las limitadas posibilidades del agarre. La teoría para el papel determinante del eslabón débil y particularmente del agarre, siempre se debe tener en consideración en la evaluación del desarrollo de la fuerza y en la evaluación de la efectividad de la técnica aplicada.

## Metodología

La investigación fue de carácter transeccional de acuerdo a Estévez y otros (2006) quienes declaran que: "Los métodos transeccionales se emplean cuando el método o los métodos o técnica a emplear se aplican una sola vez". .A pesar de la simplicidad son de gran utilidad pues cuando se aplica una observación a un fenómeno en el mismo se pueden relacionar muchas variables, incluso aunque se manifiesten en periodos de tiempos diferentes" (p. 175). En cuanto al tipo de investigación nos apoyamos en Hernández, Fernández y Sampieri (2006) declaran que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, éstos también dicen que miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar (p. 102).

En lo que respecta a las técnicas e instrumentos en la recolección de información nos apegamos a la biomecánica y encontramos a la videograbación y fotografías y a la antropometría. Carmenate y otros (2014) definen a la antropometría como el estudio del tamaño, proporción, maduración, forma y composición corporal, y funciones generales del organismo, con el objetivo de describir las características físicas, evaluar y monitorizar el crecimiento, nutrición y los efectos de la actividad física. Las técnicas de medición utilizadas para calcular la antropometría fueron los pliegues cutáneos, perímetros corporales, diámetros y el

Índice de Masa Corporal (IMC). Otras técnicas de medición en el análisis biomecánico son la videograbación y la fotografía los cuales nos permitirán determinar los ángulos de los movimientos.

En cuanto a la población en estudio, basados en Hernández (2006) quién la define como "el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones" (pág. 138). En este caso la población total estuvo conformada por los 35 atletas que conforman la selección de levantamiento de pesas de la universidad del atlántico. En el caso de la muestra encontramos que en esencia, un subgrupo de la población. Según Hernández (2006) "es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población" (p. 240). En este caso determinamos como muestra a los veinte (20) miembros del grupo de semilleros de la selección de levantamiento de pesas de la universidad del atlántico.

## Resultados

Una vez analizados los videos entre las modalidades se puede determinar que los deportistas presentan una serie frecuente de errores en la ejecución de los movimientos; evidenciados en cada una de las fases de los ejercicios clásicos. Es bien sabido que no siempre el proceso de asimilación dentro del método enseñanza-aprendizaje es causante de una incorrecta ejecución de la técnica, también pueden primar otros factores dentro de esta misma como la carencia de fortalecimiento por parte del atleta en distintas zonas musculares o en algunos casos la desigualdad anatómica de cada deportista.

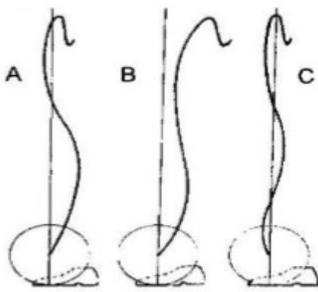
Dentro de esos errores frecuentes se destacan los saltos hacia el frente o hacia atrás con la carga levantada por parte del deportista al pasar a la fase del desliz, saltos que alteran la correcta ejecución de la técnica del movimiento y que a su vez pueden causarles inconvenientes al momento de querer controlar el peso levantado. Otro error frecuente es la utilización de calzado inapropiado para la práctica de este

deporte, pues es entendido que un calzado apropiado como el uso de botas de tacón le proporciona estabilidad al atleta al momento de levantar la carga a diferencia de realizar esta práctica con calzado plano ya que no brinda toda comodidad y estabilidad requerida por el atleta en la ejecución del movimiento.

Un error también frecuente es ver la debilidad que algunos deportistas presentan en ciertas zonas musculares como por ejemplo la zona lumbar, la falta de fortalecimiento de esta zona se evidencia al momento de recibir a fondo la carga levantada y el trabajo que les cuesta estabilizar la misma; esto puede ser causante de un mal rendimiento deportivo e incluso de una posible lesión deportiva. Otro error encontrado en estos deportistas es la poca flexibilidad que algunos presentan, esto es notable cuando al momento del deslíz no logran ir al fondo con la palanqueta debido a que sus articulaciones por poco trabajo de flexibilidad no se los permite, algunos no adoptan la posición inicial correcta en algunos casos mantienen la cadera alta y de esta manera ocasionan errores en la técnica, al igual atletas que realizan un gancho más amplio en lo que respecta a la trayectoria de la barra debido a la poca flexibilidad de los hombros.

También vemos una relación de errores causados por la desigualdad corporal, es bien sabido que este deporte de cierta forma es discriminatorio pues hablando biomecánica y anatómicamente se dice que el esquema corporal apropiado para realización de este deporte es que el atleta sea torso alargado y extremidades inferiores cortas, y en este grupo de deportistas encontramos algunos que son de extremidades inferiores largas y torso corto lo cual también puede ser causante de una incorrecta realización de la ejecución de la técnica.

### Trayectoria racional



Gráfica 1. Tipos de trayectoria propuesta por Vorobyov (1978)

En primera instancia estos estudios definían que la trayectoria de la palanqueta era lineal y en algunos casos ligeramente curva según el soviético V. Mijailov en 1958; un año más tarde V. Druzhinin sería quien profundizara sobre sus estudios encontrando un predominio de la trayectoria arqueada, intrigándole estos resultados profundizó más en el estudio hasta llegar a concluir que esta trayectoria predominante es la más favorable para los

atletas (Rayo Coral, 2017).

Citando a Rayo Coral (2017), en su trabajo nos dice que: *Una de las explicaciones más profundas sobre la forma de la trayectoria racional la brinda A. N. Vorobyov (1978), al demostrar las ventajas que brinda al atleta el movimiento en forma de "S" alargada para conservar las condiciones de equilibrio del sistema atleta-palanqueta y la mayor aplicación de fuerza al implemento en las fases más importantes del ejercicio Vorobyov*



Gráfica 2. Trayectoria racional propuesta por Vorobyov (1972)

*(1978) propone tres tipos de trayectoria de la palanqueta las cuales se diferencian entre sí por el desplazamiento*

horizontal del atleta al realizar el levantamiento. Según Vorobyov (1972) la trayectoria de tipo A se aproxima al cuerpo formando la primera curvatura en la fase del primer halón con una distancia de 6-8 cm en relación a la línea vertical dibujada imaginariamente en el punto de inicio del levantamiento. Luego se forma la segunda curvatura en el segundo halón con dirección opuesta a la primera, para luego aproximarse nuevamente al atleta con relación a la línea vertical imaginaria.

La trayectoria de categoría B guarda similitud con la tipo A en su grafía pero, no logra pasar por la línea vertical imaginaria ya que el atleta salta hacia atrás al final del halón y al inicio del desliz. En la trayectoria de tipo C vemos como se forma una ligera curvatura hacia afuera del deportista y en relación a la línea vertical

imaginaria, para luego regresar suavemente hacia éste mismo y a la línea vertical; alejándose ligeramente una vez más en la fase final del halón. Esta trayectoria se da suavemente sobre la línea vertical imaginaria.

De acuerdo al estudio realizado se pudo comprobar que el tipo de trayectoria más ejecutado por los deportistas es la de tipo A seguida por la B y en su respectivo orden la C. Los resultados mostrados a continuación se obtienen después de analizar los videos de los atletas utilizando el software Kinovea, con una intensidad del 90% con relación a la mejor marca realizada por el atleta en los movimientos de arranque y envión, la trayectoria de la barra fue analizada desde una vista horizontal con relación a la ubicación del atleta en la plataforma y se observó que:

Deportista #1: en la modalidad de arranque el deportista #1 de la categoría 56Kg ejecuta un levantamiento con 70 kg en la palanqueta, encontramos que el atleta en su posición inicial tiene una angulación de  $52^\circ$  con relación a las articulaciones de la cadera con las rodillas y los hombros. Detallando su movimiento progresivamente vemos que llevando la palanqueta a la altura de la media pierna u cuerpo pasa a un ángulo de  $54^\circ$  así mismo como a la altura de la rodilla tiene una angulación de  $89^\circ$  todo esto manteniendo una correcta postura en la ejecución del movimiento.

**Imagen 1. Angulación alcanzada por el deportista #1 en la fase del halón**

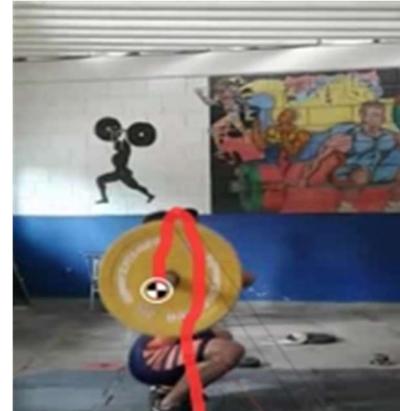


**Imagen 2. Deportista #1 metiéndose bajo la barra formando una angulación de  $61^\circ$**

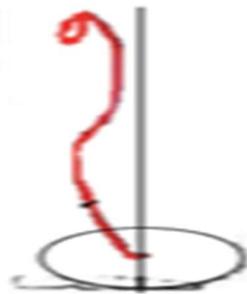


Al pasar a la fase del halón el atleta haciendo uso de puntos de apoyo tales como los muslo lleva su cuerpo hacia atrás formando con su cuerpo un ángulo  $191^\circ$ . Al momento del desliz en cuclillas colocándose debajo de la barra obtuvo

**Imagen 3: Recorrido de la barra en la cargada ejecutada por el deportista #1**



una angulación de  $68^\circ$  pero no completa la fase del halón anteponiéndose a la metida debajo de la barra, luego es el mismo peso levantado quien lo lleva a bajar un poco más en cuclillas y llegando así a una angulación de  $61^\circ$  pero es en este punto donde el atleta movimiento ligeramente hacia adelante reflejando una desestabilización de la carga y de la cual rápidamente se recupera, inconveniente que provoca la formación de una curvatura en la gráfica lineal de la trayectoria de la barra en la zona de gancho lo que refleja una posible debilidad de la zona lumbar.



**Gráfica 3. Recorrido de la barra en el movimiento de arranque del deportista #1; siendo semejante a la trayectoria B**

Continuando con la modalidad del envión el deportista toma una posición inicial de  $55^\circ$  con relación a las articulaciones de la cadera con las rodillas y los hombros pasando a una angulación de  $65^\circ$  al estar la barra a la altura de la media pierna y seguidamente de  $95^\circ$  al alcanzar la altura de las rodillas, continuando con el análisis y recorrido de la barra llegamos a la fase del segundo halón la altura alcanzada por la barra genera una angulación de  $85^\circ$  con relación a la postura del deportista y con esta misma angulación logra hacer el cambio de codos para ubicarse debajo de la barra al

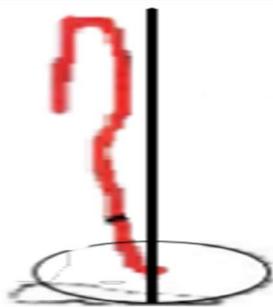
momento del desliz y al pasar a realizar las cuclillas el peso lo lleva hacia abajo hasta terminar con una angulación de  $59^\circ$  y recuperándose al colocarse sobre sus pies mientras que la trayectoria de la barra es lineal para pasar a la fase del jerk.

Hasta este punto en la fase de la cargada, la trayectoria de la barra es consecuente y lineal con lo referido en la teoría como debe ser la ejecución correcta del movimiento pues no muestra alejamiento de la barra no obstante cabe resaltar que una vez más faltó concluir la fase del halón pese a que con su cuerpo formó una palanca de  $123^\circ$ , nuevamente en la fase del desliz se antepone a la medida debajo de la barra con una angulación de  $85^\circ$  con relación a las articulaciones de la cadera con las rodillas y los hombros y se evidencia un ligero desplazamiento de los pies hacia atrás en el desliz.

**Imagen 4. Recorrido de la barra al ejecutar el jerk y la angulación alcanzada en las piernas**



Pasando a la fase jerk al momento del empuje el atleta forma un ángulo  $119^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con las articulaciones de las rodillas y los hombros y de la parte posterior con relación a las articulaciones de las rodillas con



Gráfica 4. Trayectoria total de la barra en la ejecución de la cargada del deportista #1. Trayectoria "tipo B"

la articulación de la cadera y los tobillos forma un ángulo de  $92^\circ$ .

Ejecutado el jerk, en el impacto a la plataforma con los pies a la vez con ambas piernas, la pierna anterior forma un ángulo de  $107^\circ$  con relación a la articulación de la rodilla con la cadera y el tobillo, mientras que la pierna posterior forma un ángulo de  $170^\circ$  con referencia a la relación antes mencionada reflejando la rigidez de la pierna por el impacto; acto seguido el cuerpo descende

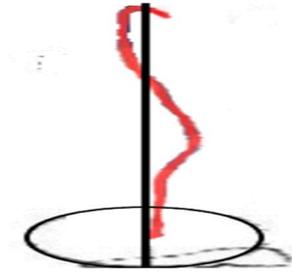
ligeramente para darle estabilidad a la carga formando nuevos ángulos la pierna anterior forma un ángulo de  $95^\circ$  mientras que la pierna posterior forma un ángulo de  $162^\circ$  manejando la anterior relación para ambas piernas. Recupera con la pierna anterior primeramente y luego con la posterior pero al finalizar se nota nuevamente un ligero movimiento hacia el frente con la carga sobre los brazos provocada por la zona lumbar producto de una debilidad en esta región.

**Deportista #2:** en la modalidad de arranque el deportista #2 de la categoría 62 kg realiza su levantamiento con 60 kg en la palanqueta, adopta una posición inicial de  $40^\circ$  viéndose ligeramente la cadera alta, al llegar la barra a la altura de las rodillas en lo que corresponde a la primera fase del halón forma su cuerpo un ángulo de  $73^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con las rodillas y los hombros; hasta este punto se evidencia que el deportista tiende a levantarse con la cadera alta para ejecución del movimiento haciendo ver así la trayectoria grafica de la barra lineal. Al llegar a la segunda fase del halón el deportista #2 alcanza a extenderse a una angulación de  $176^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas e inmediatamente pasando a la fase del desliz logra meterse totalmente debajo de la barra a una angulación de  $85^\circ$ . El deportista #2 en todos sus intentos dominó la carga levantada de manera alta con respecto a la altura, evidenciándose así la dificultad del deportista en ir a fondo y su poca flexibilidad para la lograrlo.

**Imagen 5. Secuencia del levantamiento de arranque ejecutado por el deportista #2 y la trayectoria gráfica de la barra**



En la modalidad de envión ejecuta su levantamiento con 80 Kg en la palanqueta, forma una angulación de  $53^\circ$  en relación con la articulación la cadera con los hombros y las rodillas, continuando con el análisis progresivo del movimiento al alcanzar la barra la altura de las rodillas adopta su cuerpo una angulación de  $81^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas dejando su torso colgado, al momento del halón y valiéndose de puntos de apoyos como los muslos logra una angulación de  $170^\circ$ .



Gráfica 5. Recorrido de la trayectoria de la barra similar a la "Trayectoria C"

Imagen 6. Ejecución del jerk del deportista



Pasando al momento del desliz se antepone a la metida dejando inconcluso el halón y saltando hacia al frente deformando la técnica del movimiento y la zona de gancho en la gráfica de trayectoria su formando en primera instancia un ángulo de  $82^\circ$  y luego de  $50^\circ$  cuando el peso lo lleva más a fondo; recuperado el

Imagen 8: Recorrido de la barra al recuperarse del jerk



atleta de la cargada procede a ejecutar el jerk adoptando una angulación de  $122^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y la rodilla delantera y una angulación de  $171^\circ$  en relación a la articulación de la rodilla con la cadera y el pie de la pierna trasera.

Al momento de recuperarse del jerk lo hace forma correcta así como se refleja en la gráfica de trayectoria de la barra y su cuerpo queda en línea con el movimiento final.

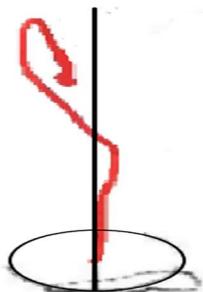


Gráfica 7. Trayectoria total de la barra en la ejecución del envión del deportista #2. Trayectoria "tipo C"

Imagen 9: Deportista #3 en posición inicial y con la barra a la altura de las rodillas



**Deportista #3:** en la modalidad de arranque la deportista #3 de la categoría 48 Kg realiza su movimiento con un peso de 35Kg en la palanqueta, la posición inicial de la deportista marca una angulación de  $47^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas dejando su cuerpo detrás de la barra y la cadera un poco abajo, luego llevando la barra a la altura de las rodillas su cuerpo marca una angulación de  $75^\circ$  en relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas.



Gráfica 8. Trayectoria del recorrido de la barra. Se evidencia como la deportista #3 salta hacia el frente en la ejecución del movimiento

Imagen 10. Deportista #3 en la fase del halón y en cuclillas con el peso levantado



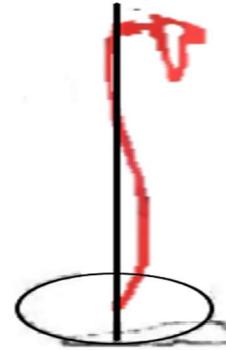
Pasando a la fase del segundo halón adopta una angulación de  $192^\circ$ ; se aprecia que separa la barra del cuerpo deformando la técnica y, no logra coordinar con la fase del desliz saltando al frente con la carga levantada e irse bruscamente al fondo en cuclillas en una angulación de  $43^\circ$ , evidenciando un movimiento ligero en su cadera al estar en esa posición. Continuando con la modalidad de envión la deportista #3 realiza un levantamiento con 40 kg en la palanqueta, marca una angulación de  $50^\circ$  en su posición inicial dejando un poco la cadera abajo y los hombros detrás de la barra, cambiando la angulación a  $91^\circ$  cuando la barra alcanza la altura de las rodillas mientras que en la fase de halón adopta una angulación de  $171^\circ$ .

**Imagen 11: Deportista #3 ejecutando la fase de la cargada**



La atleta realiza una cargada alta en todos sus intentos notándose también un ligero salto al frente con la carga levantada y para prepararse al momento del jerk regresa al centro de la plataforma. En la ejecución del empuje baja hasta un ángulo de  $127^\circ$  en relación con la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas. Ejecutado el jerk refleja una angulación de  $114^\circ$  en relación con la articulación de la cadera con los hombros y la rodilla delantera y un ángulo de  $169^\circ$  en relación con la articulación de la rodilla trasera con el pie y los hombros, notándose cierta rigidez en la pierna que queda atrás como también una ligera pronunciación de su cuerpo hacia adelante.

Imagen 12. Deportista #3 en la fase del jerk



Gráfica 9. Trayectoria del recorrido de la barra. Trayectoria "tipo A"

Imagen 13. Deportista #4 ejecutando la fase de la cargada



#### Deportista #4.

En la modalidad de envión realiza su levantamiento con 45 kg en la

palanqueta adoptando una posición inicial de 63° en relación a la articulación de la

Imagen 14. Recorrido de la barra en la fase de la cargada de la deportista #4.



cadera con los hombros y las rodillas dejando un poco alta su cadera, al alcanzar la barra la altura de las rodillas su cuerpo se angula a 93° con la relación anterior para luego pasar su cuerpo a 171° en la fase de halón dejando corto la totalidad de este mismo y ubicándose debajo de la barra en la fase de cargada a 110°, yendo a fondo con la carga levantada

a 71° manejando la misma relación.

En la gráfica obtenida en la fase de la cargada notamos que es de cierta forma rectilínea la trayectoria de la barra y no se forma esa curva suave en forma de “s” como regularmente se forma al momento de ejecutar el halón, esto se debe a que la atleta por tener su cadera ligeramente elevada en la posición inicial no realiza correctamente la ejecución del movimiento al no pasar la barra por los muslos como tampoco concluye totalmente el halón en la cargada.

Pasando a la ejecución del jerk, la deportista #4 en la fase de empuje alcanza una angulación en su cuerpo de  $116^\circ$  en relación a la articulación de la cadera con las rodillas y los hombros y, ejecutado el jerk alcanza su cuerpo un ángulo de  $104^\circ$  en relación a la articulación de la cadera con la rodilla delantera y los hombros y  $157^\circ$  en relación a la articulación de la rodilla de la pierna trasera con el pie y la cadera. Se evidencia una inclinación ligera del tronco hacia adelante por parte de la deportista #4 en la finalización de la “tijera”

Imagen 15. Ejecución del jerk de la deportista #4



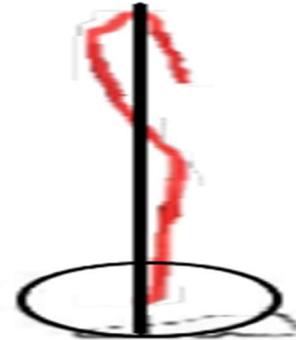
Gráfica 10. Recorrido de la trayectoria de la barra

**Deportista #5:** en la categoría los 62 kg tenemos al deportista #5 de la categoría 62 kg, quien en la modalidad de arranque realiza un levantamiento con 60 kg en la palanqueta. Detallando su angulación en la posición inicial encontramos una posición de  $42^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y la rodillas; y a medida que la barra va

tomando la altura de las rodillas en lo que corresponde a la primera fase del halón una angulación de  $85^\circ$  en relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas. Pasando a la fase del segundo halón el deportista #5 presenta una angulación de  $171^\circ$  evidenciándose que no termina la ejecución de esta fase anteponiéndose a la fase del desliz la cual ejecuta de correctamente y ubicándose

debajo de la barra a una angulación de  $71^\circ$  para luego descender por la carga levantada a una angulación de  $48^\circ$ .

Imagen 16. Deportista #5 en su posición inicial y en la primera fase del halón



Gráfica 11. Recorrido de la trayectoria de la barra en la ejecución del arranque del deportista #5

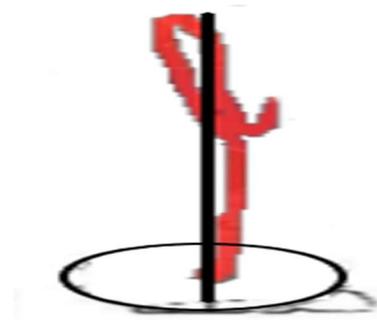
Imagen 17. Deportista #5 en la ejecución de la segunda fase halón y ubicándose debajo de la barra en la fase del desliz



Continuando con la modalidad de envión el deportista levanta 80 kg en la palanqueta, quien en la posición inicial tiene una angulación es de  $58^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas, al alcanzar la barra una altura de  $103^\circ$  en lo correspondiente a la primera fase del halón.

En el momento del jerk el deportista #5 alcanza una angulación de  $133^\circ$  en la fase de empuje y la tijera alcanza una angulación de  $147^\circ$  con la relación a la articulación de la rodilla con la cadera y el pie de la pierna trasera y una angulación de  $108^\circ$  en relación a la articulación de la cadera con los hombros y la rodilla delantera.

Imagen 19. Momento del empuje y la tijera del deportista #5



Gráfica 12. Recorrido de la trayectoria de la barra en la cargada del deportista #5

**Deportista #6:** en la modalidad de arranque la deportista perteneciente a la categoría de los 48 kg realiza su levantamiento con 30 kg en la palanqueta adoptando una posición inicial de  $41^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas, esto se debe a que los discos por ser más pequeños y pesar menos no presentan la misma altura que en secuencia con el movimiento al alcanzar la barra la altura de las rodillas en lo que corresponde al primer halón su cuerpo de angula  $78^\circ$  con la misma relación de articulaciones y luego a unos  $188^\circ$  en el segundo halón, terminado el halón a su totalidad pasando así a la fase del desliz donde se denota una amplitud empleada por la deportista cuando separa sus pies en el desplazamiento lateral, lo cual genera que no vaya al fondo naturalmente; posteriormente se ubica debajo de la barra a un ángulo de  $90^\circ$  pero ligeramente con el cuerpo inclinado hacia el frente, para luego descender a un ángulo  $76^\circ$  con la carga levantada.

Imagen 20. Secuencia de la deportista #6 en la ejecución del levantamiento en arranque y la trayectoria del recorrido de la barra



**Gráfica 13.** Recorrido de la trayectoria de la barra en el arranque de la deportista #6

Posteriormente en la modalidad de envión la deportista realiza un levantamiento con 40 kg en la palanqueta, adoptando una posición inicial de  $60^\circ$  para luego pasar a una angulación de  $83^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con las rodillas y los hombros, cuando la barra alcanza la altura de las rodillas en lo que corresponde a la primera fase del halón. Pasando a la segunda fase de halón la deportista #6 alcanza una angulación de  $177^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas, pasando seguidamente a la fase del desliz la cual ejecuta apropiadamente en lo que respecta al desplazamiento lateral recibiendo de igual forma la carga levantada a fondo a una angulación de  $57^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas.

Continuando con la fase del jerk vemos que al momento del empuje flexiona las rodillas hasta alcanzar una angulación de  $134^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas. Mientras que en el momento de la tijera alcanza un ángulo de  $160^\circ$  la pierna trasera con relación a la articulación de la rodilla con el pie y la cadera, mientras que la pierna delantera alcanza una angulación de  $125^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y la rodilla frontal. También vemos como suavemente el cuerpo queda inclinado hacia el frente y como sucede lo mismo en la rodilla frontal.

**Deportista #7:** en la modalidad de arranque el deportista #7 perteneciente a la categoría 69 kg masculino, realiza su levantamiento con 60 kg en la palanqueta. En su posición inicial es  $47^\circ$  y a medida que la barra alcanza la altura de las rodillas en lo que corresponde al primer halón toma una angulación de  $87^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas, a medida que el deportista se va estirando y la barra va subiendo en lo que corresponde a la segunda fase del halón su cuerpo se angula  $161^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas; acto seguido pasa a la fase del desliz la cual ejecuta apropiadamente con respecto al desplazamiento lateral corresponde, metiéndose bajo la barra a una angulación de  $72^\circ$  yéndose a fondo con la carga levantada a una angulación de  $70^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas. Se demuestra un recorrido de la trayectoria de la barra de tipo.

**Imagen 21. Secuencia en la ejecución del arranque del deportista #7**



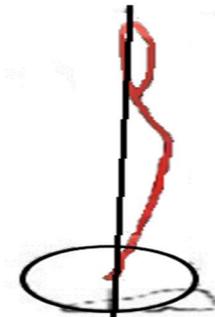
**Gráfica 14.** Recorrido de la trayectoria de la barra. Se puede clasificar como

En la modalidad de envión el deportista realiza su levantamiento con 80 kg en la palanqueta. En su posición inicial marca una angulación de  $63^\circ$  y al alcanzar la barra la altura de las rodillas debido a la primera fase del halón su cuerpo se angula a  $94^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas. El atleta se extiende a una angulación  $168^\circ$  en lo que corresponde a la segunda fase del halón, pasando inmediatamente a la fase del desliz realizando un desplazamiento lateral apropiado y ubicándose debajo de la barra a una angulación de  $98^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas;

yéndose a fondo hasta alcanzar una angulación de  $72^\circ$  con la carga levantada y a su vez al momento de descender se evidencia como el atleta va deformando su postura en la zona lumbar al llevar la cadera ligeramente hacia el frente y bajar sus codos suavemente, levantándose de esta misma forma.

Al momento de ejecutar el jerk desciende llevando la cadera hacia el frente viéndose también como van las rodillas en la misma dirección alcanzando así una angulación de  $147^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas, mientras que en su tijera marca una angulación de  $108^\circ$  con relación a la articulación de la cadera con los hombros y la rodilla de la pierna que va al frente a su vez la pierna trasera marca una angulación de  $157^\circ$  con relación a la articulación de la rodilla con lo pie y la cadera.

**Imagen 22. Secuencia del levantamiento ejecutado por el deportista #7 en la modalidad de envión**



**Gráfica 15. Recorrido de la trayectoria de la barra en la cargada ejecutada por el deportista #7. Trayectoria A**

## Conclusiones

La investigación desarrollada se basó en el análisis biomecánico con la intención de medir el rendimiento deportivo de los levantadores de pesas de la Universidad del Atlántico, todo esto permitió alcanzar la evaluación biomecánica en la ejecución de los ejercicios clásicos en el grupo de semilleros; determinado así las variables relacionadas en los movimientos técnicos del arranque y el envión; y de esta forma identificando los errores consecuentes en la ejecución de los movimientos técnicos de arranque y envión.

Se pudo dejar en evidencia la existencia de diversas situaciones que se presentan en los entrenamientos de los deportistas de levantamiento de pesas de la Universidad del Atlántico revelaron que: los deportistas realizan incorrectamente la ejecución de los gestos técnicos en los movimientos clásicos de competencia; ya que al momento de despegar la carga de la plataforma levantan con la cadera. Se evidencia que los deportistas al hacer lo movimientos de envión y arranque no realizan la fase del desliz correctamente y así no desplazando lo suficiente para que se dé la ejecución del gesto técnico como es debido. Se revela que también los atletas al recibir la carga unen los isquiotibiales con los gemelos, siendo esto causante de la inestabilidad con el peso levantado.

## Referencias

- Beltrán, S, Colina, A. "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" {Tesis en línea}. Disponible en: [<http://www.efdeportes.com/efd207/analisis-biomecanico-de-levantamiento-de-pesas.htm>], consultado. [2015 agosto 21]
- Cortegaza, L, Hernández Prado C, Suarez J. "Preparación física (1).La preparación física general" [Tesis en línea] disponible en (<http://www.efdeportes.com/efd67/pf.htm>).Consultado [Diciembre de 2003]
- Cullell, E, Arroyo M, González, C. (2006)...La Investigación Científica en la Actividad Física: su Metodología... Editorial Deportes
- Hernández S., Fernández C, Batista, P. (2006). Metodología de la Investigación. 4 ed. McGraw-Hill, México
- Martínez M. (2006) "Características Biomecánicas del Arranque Ejecutado por Levantadores de Pesas de la Universidad de los Andes". Universidad de los Andes Facultad de Humanidades y Educación Escuela de Educación Departamento de Educación Física, Mérida – Venezuela, 61 p.
- Milián C, Moncada L, Borjas, Waldemar, E. (2014) .Manual de Mediciones Antropométricas. 1 ed. Costa Rica: SALTRA
- Suárez, R. (2009) Biomecánica Deportiva y Control del Entrenamiento". 1 ed. Funámbulos Editores. 134p.

DEPÓSITO LEGAL: BA201800020  
ISSN: 2610-8178

