

ANÁLISIS BIOMECÁNICO Y RENDIMIENTO DEPORTIVO DE LOS LEVANTADORES DE PESAS DE LA UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO

BIOMECHANICAL ANALYSIS AND SPORTS PERFORMANCE OF WEIGHTLIFTING AT THE UNIVERSITY OF THE ATLÁNTICO

¹Luis Bolívar, ²Jesús Alberto Gómez Guerrero, ³Carlos Arturo Medina Romero,
⁴Omar Antonio Zambrano Aragón

¹Licenciado en Educación Física, Magister en Teoría y Metodología del
Entrenamiento Deportivo Mención Halterofilia, ^{2,3,4}Egresados Licenciatura en
Cultura Física, Recreación y Deportes, Universidad del Atlántico

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 la enviación. La investigación fue de tipo descriptivo y de carácter transeccional las técnicas de medición utilizadas 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 claves: Arranque, Enviación, Halterofilia, Biomecánica

ABSTRACT

The article presents the biomechanical analysis of the sports performance of the weightlifters of the Universidad del Atlántico in the seed group; with the purpose of improving the correct execution of the classic movements of weightlifting, such as start-up and shipping. The research was descriptive and transeccional in nature, the measurement techniques detected in biomechanics stabilities are controlled through videos taken to athletes in the execution of each movement which were analyzed by the Kinovea program, evidencing by photographic sequence The execution of the movement. The data obtained reveal the angles reached by athletes, their errors and weaknesses at the time of execution. A list of auxiliary exercises for the improvement of these shortcomings was made

Keywords: Start, Shipping, Weightlifting, Biomechanics

INTRODUCCIÓN

El 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 fijos 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 envi6n. Aunque este deporte siempre se ha relacionado con la fuerza, adem6s de este componente, es necesario sumarle otras cualidades como la coordinaci6n y la flexibilidad unidas a un adecuado desarrollo de la t6cnica, 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, por tanto en la pr6ctica de este deporte la t6cnica resulta trascendental, as6 como lo describe P6rez y Pita (1990), al indicar *“que los ejercicios presentan un car6cter de velocidad – fuerza, y tanto la fuerza como la velocidad desempeñan un papel fundamental en la ejecuci6n”*. Luego, el an6lisis y la evaluaci6n de los movimientos t6cnicos resultan fundamentales para realizar las respectivas correcciones y favorecer el rendimiento deportivo del atleta.

As6 mismo Castro (1995) señaala que *“el levantamiento de pesas es un deporte exclusivamente de fuerza, sin embargo, depende de otras caracter6sticas b6sicas entre ella la velocidad, sin esta ser6a imposible lograr un alto rendimiento”*. Teni6ndose en cuenta que el rendimiento deportivo est6 ligado a aquellos resultados alcanzados por un deportista utilizando sus recursos al m6ximo. En el alto rendimiento se busca desarrollar y potencializar todas las capacidades f6sicas del deportista, dentro de esas la condici6n f6sica, la t6cnica entre otras.

De acuerdo a lo anterior, la correcta enseñaanza y dominio de la t6cnica desde el punto de vista de la biomec6nica de los movimientos vienen a ser premisas para el alcance de altos resultados deportivos en las dos modalidades de levantamiento de pesas: envi6n y arranque. De esta manera el entrenador debe tener conocimientos de la t6cnica correcta desde el punto de vista de la biomec6nica de los movimientos durante el proceso de enseñaanza inicial y posteriormente en la etapa de estabilizaci6n y perfeccionamiento de la t6cnica, mediante la cual va a formar pesistas que aprovechen al m6ximo su potencial motriz y f6sico.

En lo que respecta al grupo de pesistas semilleros de la Universidad del Atl6ntico, el proceso de aplicaci6n t6cnica biomec6nica que en la actualidad se realiza sobre ellos, consiste 6nicamente en la aplicaci6n de m6todos emp6ricos que van desde la simple observaci6n producto de la experiencia de los entrenadores, sin la utilizaci6n de m6todos cuantificables y verificables que permitan evaluar cient6ficamente 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 y, ello 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, en la que se vean apoyados en un análisis mucho más específico o preciso como lo sería el análisis biomecánico, para que este nuevo grupo de atletas tengan la posibilidad de obtener mejoras en la ejecución de sus movimientos técnicos del arranque y envión (teniendo en cuenta que una técnica incorrecta imposibilitará un mejor desarrollo de las capacidades físicas de los atletas), como también en la prevención de lesiones que contrarresten mejores resultados en el rendimiento deportivo.

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.

Como objetivos específicos se establecieron los siguientes:

- Evaluar desde la biomecánica los ejercicios clásicos que vienen aplicando los levantadores de pesas del grupo semillero de la Universidad del Atlántico.
- Determinar las variables biomecánicas que relacionan los movimientos técnicos de arranque y envión con el rendimiento deportivo.
- Identificar los errores consecuentes en la ejecución de los movimientos técnicos de arranque y envión.
- Elaborar un plan de entrenamiento para el mejoramiento del rendimiento deportivo de los levantadores de pesas en la ejecución de los movimientos técnicos de envión y arranque.

El estudio resulta de gran importancia, dado que el análisis biomecánico de los ejercicios clásicos en la práctica del levantamiento de pesas, permitió entre otras detallar con mayor precisión y eficacia el desarrollo y mejoramiento del entrenamiento y rendimiento deportivo y, así mismo observar, analizar, describir y obtener resultado de la ejecución del movimiento aplicado. Los resultados de la investigación son un aporte para el rendimiento deportivo, desde los elementos que se proponen como viene a ser el análisis biomecánico en el grupo de semilleros de levantamiento de pesas de la Universidad del Atlántico de relevante importancia para los entrenadores ser factores influyente en el desempeño de los deportistas al aplicar de manera acertada criterios fundamentales de la biomecánica en las sesiones de entrenamientos y eventos de competencias en el programa de Licenciatura en Cultura Física, Recreación y Deporte de la Facultad de Educación de la Universidad del Atlántico.

El levantamiento de pesas es un deporte individual, acíclico, de poca movilidad y de intensidad máxima acíclico, debido a que la fase final de un levantamiento, en la competencia no marca el inicio de una nueva repetición. También de poca movilidad, debido a que los ejercicios se realizan principalmente en un plano vertical con poca traslación horizontal del atleta o de la barra. El pesista, al levantar pesos máximos, realiza un trabajo de corta duración en condiciones anaeróbicas, durante el cual se contraen rápidamente e intensamente los grandes grupos musculares, lo que da lugar a que el gasto de energía por unidad de tiempo sea muy alto. (Pérez y Pita, 1990)

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

La biomecánica generalmente es definida como el área de estudio del conocimiento y los métodos de la mecánica, que son aplicados a la estructura y función del sistema de locomoción humana. La biomecánica no es un área reservada tan sólo para los entrenadores deportivos. Ésta es usada por diversas disciplinas que incluyen la biología, la fisiología, la medicina y la mecánica. Muchos profesionales: ingenieros, terapeutas físicos, cirujanos ortopédicos o ingenieros aeroespaciales, hacen aplicaciones prácticas de la misma. Un ingeniero biomédico puede estudiar las propiedades biológicas y materiales del cuerpo humano y sus aspectos mecánicos para entender el flujo de sangre dentro de las arterias.

El conocimiento obtenido puede entonces ser aplicado para ayudar a reducir los problemas circulatorios. Un ergónomo puede estudiar las características del cuerpo humano y los aspectos mecánicos de sus movimientos empleados o necesarios en su puesto de trabajo. Un biomecánico deportivo estudia las características físicas del cuerpo humano y los principios de la mecánica para guiar la efectividad de los movimientos que realiza el atleta.

Para estudiar el movimiento humano, la biomecánica deportiva utiliza dos procedimientos: el análisis cuantitativo y el cualitativo. **El análisis cuantitativo** implica la descripción de los movimientos del cuerpo o sus partes en términos numéricos. Tal cuantificación de las características del movimiento ayuda a eliminar las descripciones subjetivas ya que los datos son obtenidos mediante el uso de instrumentos. El observador puede entonces usar esta cuantificación para explicar o describir la situación actual. Usualmente, este análisis tiene algunos inconvenientes como no ser económico por el uso de los instrumentos, requerir mucho tiempo o por la dificultad para llevar los instrumentos al campo. **El análisis cualitativo** intenta describir un movimiento en términos no numéricos. Los datos obtenidos de un análisis cualitativo pueden ser sustentados con un análisis cuantitativo y muchos proyectos de investigación son formulados de esta manera. La evaluación de un análisis cualitativo se basa en la habilidad del entrenador para reconocer los momentos críticos de la ejecución o del gesto deportivo. Las conclusiones subjetivas basadas en este tipo de análisis, pueden ser rechazadas o confirmadas por un estudio cuantitativo.

Tanto los análisis cuantitativos como los cualitativos proveen información importante acerca de la ejecución; sin embargo, el análisis cualitativo es el método predominante usado por los entrenadores en el análisis de los movimientos de los atletas.

En la mayoría de los casos, es la observación visual el procedimiento empleado. Los videotapes o las filmaciones también pueden ser empleadas para el análisis cualitativo. Estas últimas aumentan el proceso de aprendizaje porque proveen retroalimentación visual al atleta. El entrenador debe ser capaz de realizar este análisis cuando se usa un film o un video, pero se deben hacer los comentarios inmediatamente después de la filmación para que pueda operar la memoria cenestésica. Los conocimientos de biomecánica del entrenador pueden llegar a ser muy importantes cuando se desea realizar un análisis refinado. Si no se dispone de estos equipos, los

pequeños detalles no pueden ser observados debido a la velocidad a la que se suceden y a la poca velocidad de captación del ojo humano.

Si se está considerando la eficiencia de un movimiento, se debe incorporar el concepto de trabajo y energía. Un movimiento eficiente es aquel en el cual una cantidad dada de trabajo es hecha con un mínimo gasto de energía. Un movimiento eficiente es una ventaja definitiva para un atleta que desea hacer tanto trabajo como le sea posible sin gastar demasiada energía, tal como un pesista olímpico. Para la mayoría de las actividades deportivas, sin embargo, el aspecto fundamental no es aprender a ahorrar energía o no consumirla. Los biomecánicos están más correlacionados con la *efectividad* de una ejecución, es decir, con la determinación de los movimientos apropiados para ayudar a un atleta a realizar, de una manera adecuada y útil, los objetivos de su rutina. El grado de esfuerzo o de trabajo requerido o el gasto de energía no es lo importante. Por ejemplo, un levantador de pesas puede ser más fuerte que otro, pero quien gana la competencia es el que tenga mayor efectividad, es decir, el que aplique una técnica más adecuada en el levantamiento de la barra.

La velocidad del movimiento en el levantamiento de pesas, es un ejemplo en biomecánica que frecuentemente debe ser optimizado más que maximizado o minimizado. Generalmente, un movimiento efectivo es óptimamente eficiente; pero, un movimiento eficiente máximo no necesariamente es biomecánicamente efectivo. Se trata muchas veces de optimizar la eficiencia para maximizar la efectividad. De la biomecánica en la actualidad, se puede obtener mucha información y aplicación y, reviste de gran importancia en la práctica del levantamiento de pesas por ser un deporte en el cual la técnica es uno de los componentes principales en su entrenamiento, en la que los entrenadores deben recurrir a los biomecánicos deportivos para que participen del equipo interdisciplinario que organiza, dirige y controla el proceso de entrenamiento. Muchos de los récords obtenidos por los atletas son consecuencia de las observaciones hechas por los biomecánicos basados en los análisis con video, con plataformas de fuerza o con los diferentes equipos que se usan para estos fines.

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”. (pág. 175).

En cuanto al tipo de investigación nos apoyamos en Hernández Sampieri y compañeros (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. (Pág. 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. Carménate 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" (pág.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.

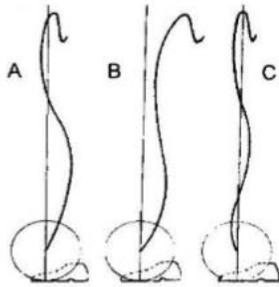
Una vez analizados los videos en las dos modalidades se puede determinar que los deportistas presentan una serie frecuente de errores en la ejecución de los movimientos; evidenciados en cada una de las fases de los ejercicios clásicos.

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 desliz 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.

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 (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

Gráfica 2: Trayectoria racional propuesta por Vorobyov (1972).



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.

Gráfica 3: Tipos de trayectoria propuesta por Vorobyov (1978).

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 pueden 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° 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° así mismo como a la altura de la rodilla tiene una angulación de 89° todo esto manteniendo una correcta postura en la ejecución del movimiento.

Imagen 2: Deportista #1 metiéndose bajo la barra formando una angulación de 61°



ligera y 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 4: Recorrido de la barra en el movimiento de arranque del deportista #1; siendo semejante a la

Al pasar a la fase del halón el atleta haciendo uso de puntos de apoyo tales como el muslo llevan su cuerpo hacia atrás formando con su cuerpo un ángulo 191° . Al momento del desliz en cuclillas colocándose debajo de la barra obtuvo una angulación de 68° pero no completa la fase del halón anteponiéndose a la medida 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° pero es en este punto donde el atleta movimiento



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

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



Continuando con la modalidad del envión el deportista toma una posición inicial de 55° con relación a las articulaciones de la cadera con las rodillas y los hombros pasando a una angulación de 65° al estar la barra a la altura de la media pierna y seguidamente de 95° 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° 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° 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° , nuevamente en la fase del desliz se antepone a la metida debajo de la barra con una angulación de 85° 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.

Pasando a la fase jerk al momento del empuje el atleta forma un ángulo 119° 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 la articulación de la cadera y los tobillos forma un ángulo de 92° .

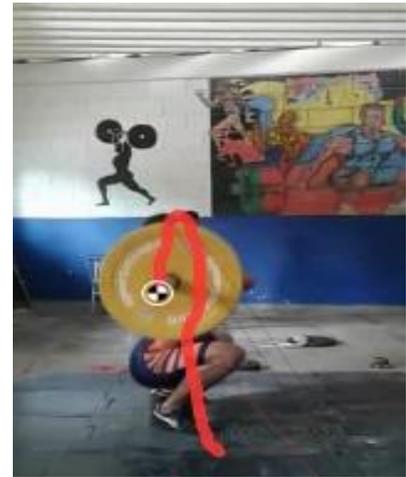


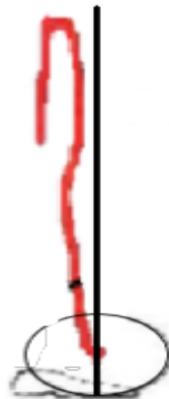
Imagen 4: Recorrido de la barra al ejecutar el jerk y la angulación alcanzada en las piernas.

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° con relación a la articulación de la rodilla con la cadera y el tobillo, mientras que la pierna posterior forma un ángulo de 170° con referencia a la relación antes mencionada reflejando la rigidez de la pierna por el impacto; acto seguido el cuerpo desciende ligeramente para darle estabilidad a la carga formando nuevos ángulos la pierna anterior forma un ángulo de 95° mientras que la pierna posterior forma un ángulo de 162° 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.



Gráfica 5: Trayectoria total de la barra en la ejecución de la cargada del deportista #1. Trayectoria "tipo B"



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° 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° 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.

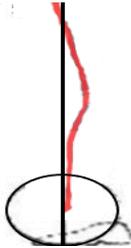
Al llegar a la segunda fase del halón el deportista #2 alcanza a extenderse a una angulación de 176° con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas e inmediatamente pasando a la fase del desliz logra meterse totalmente debajo de la barra a una angulación de 85° .

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.

Gráfica 6: Recorrido de la trayectoria de la barra similar a la "Trayectoria C"



En la modalidad de envión ejecuta su levantamiento con 80 Kg en la palanqueta, forma una angulación de 53° 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° 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° .



Imagen 7: Ejecución del jerk del deportista #2



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° y luego de 50° cuando el peso lo lleva más a fondo; recuperado el atleta de la cargada procede a ejecutar el jerk adoptando una angulación de 122° con relación a la articulación de la cadera con los hombros y la rodilla delantera y una angulación de 171° en relación a la articulación de la rodilla con la cadera y el pie de la pierna trasera.

Imagen 8: Recorrido de la barra al recuperarse del jerk



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° 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° en relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas.

Pasando a la fase del segundo halón adopta una angulación de 192° ; 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° , evidenciando un movimiento ligero en su cadera al estar en esa posición.

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



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

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



Continuando con la modalidad de envío la deportista #3 realiza un levantamiento con 40 kg en la palanqueta, marca una angulación de 50° en su posición inicial dejando un poco la cadera abajo y los hombros detrás de la barra, cambiando la angulación a 91° cuando la barra alcanza la altura de las rodillas mientras que en la fase

de halón adopta una angulación de 171° .

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° en relación con la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas. Ejecutado el jerk refleja una angulación de 114° en relación con la articulación de la cadera con los hombros y la rodilla delantera y un ángulo de 169° 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.



Pasando a la ejecución del jerk, la deportista #4 en la fase de empuje alcanza una angulación en su cuerpo de 116° 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° en relación a la articulación de la cadera con la rodilla delantera y los hombros y 157° 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° con relación a la articulación de la cadera con los hombros y

las 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° en relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas.

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



Pasando a la fase del segundo halón el deportista #5 presenta una angulación de 171° 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° para luego descender por la carga levantada a una angulación de 48°

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



Gráfica 11: Recorrido de la trayectoria de la barra en la ejecución del arranque del

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° con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas, al alcanzar la barra una altura de 103° en lo correspondiente a la primera fase del halón.



Imagen 18: Secuencia de la cargada ejecutada por el deportista #5

En el momento del jerk el deportista #5 alcanza una angulación de 133° en la fase de empuje y la tijera alcanza una angulación de 147° con la relación a la articulación de la rodilla con la cadera y el pie de la pierna trasera y una angulación de 108° 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° 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° con la misma relación de articulaciones y luego a unos 188° 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° pero ligeramente con el

cuerpo inclinado hacia el frente, para luego descender a un ángulo 76° 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

deportista realiza adoptando una

angulación de 83° 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° 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° 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° 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° 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° 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.

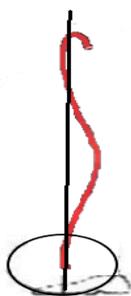
En su posición inicial es 47° y a medida que la barra alcanza la altura de las



Imagen 21: Secuencia en la ejecución del arranque del deportista #7

rodillas en lo que corresponde al primer halón toma una angulación de 87° 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° 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° yéndose a fondo con la carga levantada a una angulación de 70° 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

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



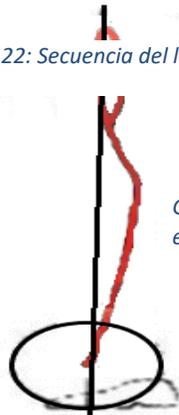
En la modalidad de envión el deportista realiza su levantamiento con 80 kg en la palanqueta. En su posición inicial marca una angulación de 63° y al alcanzar la barra la altura de las rodillas debido a la primera fase del halón su cuerpo se angula a 94° con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas. El atleta se extiende a una angulación 168° 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° con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas; yéndose a fondo hasta alcanzar una angulación de 72° 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 descende llevando la cadera hacia el frente viéndose también como van las rodillas en la misma dirección alcanzando así una



angulación de 147° con relación a la articulación de la cadera con los hombros y las rodillas, mientras que en su tijera marca una angulación de 108° 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° 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.

BIBLIOGRAFIA

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, Baptista, 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 F, 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.