

**ANÁLISIS CINEMÁTICO EN EL ARRANQUE Y ENVIÓN PARA OPTIMIZAR LA  
TÉCNICA EN LEVANTAMIENTO DE PESAS**  
**KINEMATIC ANALYSIS IN THE SNATCH AND CLEAN AND JERK TO OPTIMIZE  
WEIGHTLIFTING TECHNIQUE**

**Autores:** <sup>1</sup>Jorge Enrique Paredes Granda y <sup>2</sup>Elva Katherine Aguilar Morocho.

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-5258-1216>

<sup>2</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3008-7317>

<sup>1</sup>E-mail de contacto: [jorge.paredesgranda7093@upse.edu.ec](mailto:jorge.paredesgranda7093@upse.edu.ec)

<sup>2</sup>E-mail de contacto: [elva.aguilar@utm.edu.ec](mailto:elva.aguilar@utm.edu.ec)

Afiliación:<sup>1</sup>\*Universidad Estatal Península de Santa Elena <sup>2</sup>\*Universidad Técnica de Manabí (Ecuador)

Artículo recibido: 2 de Julio del 2024

Artículo revisado: 3 de Julio del 2024

Artículo aprobado: 6 de Agosto del 2024

<sup>1</sup>Licenciatura en Educación Física, Deportes y Recreación, obtenido en la Universidad de las Fuerzas Armadas, (Ecuador); Maestrante de Entrenamiento Deportivo, en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador). Actualmente Analista de Deportes 3-SP7 en el Ministerio del Deporte, (Ecuador).

<sup>2</sup> Licenciada en Administración de Empresas, obtenido en la Universidad Técnica de Machala (Ecuador), Magister en Entrenamiento Deportivo de la Universidad de las Fuerzas Armadas, (Ecuador) Doctora en Educación Física y Entrenamiento Deportivo, Beijing Sport University, (China), actualmente Docente Titular Principal 1 docente de pregrado y posgrado de la Universidad Técnica de Manabí y posgrado en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

### **Resumen**

Este estudio analizó el rendimiento en las fases del arranque y la envión en tres levantadoras juveniles de 59 kg comparándolo con la deportista élite (campeona olímpica Tokio 2020+1). Los resultados mostraron diferencias significativas en varias variables cinemáticas. En el arranque, la aceleración en la fase 3 fue positiva y mayor en los deportistas juveniles ( $-0,32 \pm 0,85 \text{ m/s}^2$ ) comparada con el valor de referencia negativo del atleta profesional ( $-3,52 \text{ m/s}^2$ ). Esto sugiere que, mientras los juveniles aceleran la barra hacia arriba en ese punto, la deportista élite la desacelera. La aceleración total promedio en el arranque también fue mayor en los juveniles ( $0,81 \pm 0,14 \text{ m/s}^2$ ) que el valor de referencia del deportista élite ( $0,462 \text{ m/s}^2$ ). En el envión, la aceleración en la fase 2 fue significativamente mayor en los juveniles ( $4,34 \pm 0,73 \text{ m/s}^2$ ) que el valor de referencia del deportista élite ( $1,70 \text{ m/s}^2$ ), indicando que aplican más fuerza para acelerar la barra. Sin embargo, la distancia horizontal en esa fase fue menor ( $0,02 \pm 0,01 \text{ m}$ ) que el valor de referencia del deportista élite ( $0,218 \text{ m}$ ), sugiriendo ineficiencia técnica. El promedio total de distancia horizontal en la envión también fue menor en los juveniles ( $0,04 \pm 0,02 \text{ m}$ ) que la deportista élite ( $0,088 \text{ m}$ ). Estos hallazgos resaltan áreas específicas de mejora en la

técnica y fuerza explosiva de las levantadoras juveniles para optimizar su rendimiento. Un análisis cinemático detallado puede guiar el entrenamiento técnico y el desarrollo de programas enfocados en la coordinación y potencia.

**Palabras clave:** Cinemática, Levantamiento de Pesas, Arranque, Envión, Biomecánica.

### **Abstract**

This study analyzed the performance in the snatch and clean and jerk phases in three female junior weightlifters (59 kg category) compared to an elite athlete (Tokyo 2020+1 Olympic champion). The results showed significant differences in several kinematic variables. In the snatch, the acceleration in phase 3 was positive and higher in the junior athletes ( $-0.32 \pm 0.85 \text{ m/s}^2$ ) compared to the professional athlete's negative reference value ( $-3.52 \text{ m/s}^2$ ). This suggests that while the juniors accelerate the bar upwards at that point, the elite athlete decelerates it. The average total acceleration in the snatch was also higher in the juniors ( $0.81 \pm 0.14 \text{ m/s}^2$ ) than the elite athlete's reference value ( $0.462 \text{ m/s}^2$ ). In the clean and jerk, the acceleration in phase 2 was significantly higher in the juniors ( $4.34 \pm 0.73 \text{ m/s}^2$ ) than the elite athlete's reference value ( $1.70 \text{ m/s}^2$ ), indicating they apply more force to accelerate the bar. However, the horizontal distance in that phase

was shorter ( $0.02 \pm 0.01$  m) than the elite athlete's reference value (0.218 m), suggesting technical inefficiency. The overall average horizontal distance in the clean and jerk was also shorter in the juniors ( $0.04 \pm 0.02$  m) than the elite athlete (0.088 m). These findings highlight specific areas for improvement in the technique and explosive strength of junior lifters to optimize their performance. Detailed kinematic analysis can guide technical training and the development of programs focused on coordination and power.

**Keywords: Kinematics, Weightlifting, Snatch, Clean and Jerk, Biomechanics.**

### **Sumário**

Este estudo analisou o desempenho nas fases do arranque e do arremesso em três levantadoras juvenis de 59 kg, comparando-o com o da atleta de elite (campeã olímpica Tóquio 2020+1). Os resultados mostraram diferenças significativas em várias variáveis cinemáticas. No arranque, a aceleração na fase 3 foi positiva e maior nas atletas juvenis ( $-0,32 \pm 0,85$  m/s<sup>2</sup>) comparada com o valor de referência negativo da atleta profissional ( $-3,52$  m/s<sup>2</sup>). Isso sugere que, enquanto as juvenis aceleram a barra para cima nesse ponto, a atleta de elite a desacelera. A aceleração média total no arranque também foi maior nas juvenis ( $0,81 \pm 0,14$  m/s<sup>2</sup>) que o valor de referência da atleta de elite ( $0,462$  m/s<sup>2</sup>). No arremesso, a aceleração na fase 2 foi significativamente maior nas juvenis ( $4,34 \pm 0,73$  m/s<sup>2</sup>) que o valor de referência da atleta de elite ( $1,70$  m/s<sup>2</sup>), indicando que aplicam mais força para acelerar a barra. No entanto, a distância horizontal nessa fase foi menor ( $0,02 \pm 0,01$  m) que o valor de referência da atleta de elite (0,218 m), sugerindo ineficiência técnica. A média total de distância horizontal no arremesso também foi menor nas juvenis ( $0,04 \pm 0,02$  m) que na atleta de elite (0,088 m). Esses achados destacam áreas específicas de melhoria na técnica e força explosiva das levantadoras juvenis para otimizar seu desempenho. Uma análise cinemática detalhada pode guiar o treinamento técnico e o desenvolvimento de programas focados em coordenação e potência.

**Palavras-chave: Cinemática, Levantamento de peso, Snatch, Clean and Clean, Biomecânica.**

### **Introducción**

El levantamiento de pesas, también conocido como halterofilia, es una disciplina que requiere una combinación de fuerza, técnica y coordinación para lograr levantar cargas máximas en dos movimientos principales: el arranque y el envión (Hernández, 2019). Estos movimientos se caracterizan por una rápida aceleración y cambios de dirección, lo que hace que el análisis cinemático sea fundamental para comprender y optimizar la técnica utilizada por los levantadores (González, C., et al., 2020).

El análisis cinemático se centra en estudiar la técnica del arranque y el envión para determinar los desplazamientos del centro de gravedad del sistema atleta-palanqueta, unidos por las manos del atleta y un apoyo común cuando la barra se separa de la plataforma. Este análisis de patrones de movimiento y trayectorias es crucial para optimizar la técnica en estas fases clave (Peña Juan; Aguilar Elva; Ochoa Vanessa; Curipoma Miguel, 2020).

Diversos estudios han abordado esta temática, destacando el trabajo de Bartolomei, S., et al. (2020), quienes analizaron la cinemática del arranque y enviaron a levantadores de élite, encontrando diferencias significativas entre hombres y mujeres en variables como la aceleración y la distancia de recorrido de la barra. Suchomel, T., y otros. (2019) investigaron la influencia de la altura de los pies en la cinemática del arranque, concluyendo que una mayor altura mejora la posición del tronco y la proyección del peso, lo que se refleja en una mayor aceleración y distancia de recorrido de la barra.

El análisis cinemático tridimensional se ha demostrado fundamental para evaluar la técnica en levantamiento de pesas, proporcionando una comprensión detallada de los ángulos articulares, las trayectorias de los segmentos corporales y la aceleración de la barra durante los movimientos de arranque y envío (Díaz, F., & Sánchez, H., 2021). Garhammer, J., & Gregor, R. (2019) identificaron patrones cinemáticos clave, incluyendo la aceleración y la distancia de recorrido de la barra, para un rendimiento óptimo mediante un análisis tridimensional.

Investigaciones recientes han subrayado la importancia del análisis cinemático, incluyendo la evaluación de la aceleración y las distancias recorridas por la barra, para optimizar la técnica y el rendimiento de los atletas. Por ejemplo, Jukic, I., & Sporis, G. (2020) demostraron mejoras en la velocidad de extensión de cadera y rodilla, lo que se traduce en una mayor aceleración de la barra, mediante entrenamiento pliométrico. Otros estudios relevantes incluyen el trabajo de Sánchez-Moreno, et al. (2019) sobre la influencia de la fatiga en la cinemática del arranque, incluyendo cambios en la aceleración y la distancia de recorrido de la barra.

Peña Juan; Aguilar Elva; Ochoa Vanessa; Curipoma Miguel (2020) en el libro de Levantamiento de Pesas, denominan a la Estructura cinemática de la técnica, como las regularidades de la interacción entre las diferentes partes o componentes de la técnica de los ejercicios clásicos durante la ejecución del movimiento (partes de la técnica y de sus elementos) en el espacio y en tiempo.

Diversos autores han conceptualizado y subdividido las fases de movimiento del arranque, por ejemplo: Chiara Milanese et al.

(2016) simplifican el proceso en seis fases: posición inicial (1) primer tirón (2), transición (3), segundo tirón (4), movimiento bajo la barra (5), fase de captura (6).

Según Himawan et al. (2019) determinan siete fases: posición inicial (1), primer halón (2), transición (3), segundo halón (4), rotación de la barra (5), fase de debajo de la barra (6), fase de captura (7).

Gongju Liu et al. (2018) enfoca el movimiento en tres ejes: 1. Cambios en la dirección del ángulo de la rodilla, 2. La velocidad vertical de la barra y 3. La altura vertical de la barra, estos ejes constituyen seis fases: desde la posición inicial hasta el instante del primer máximo ángulo de extensión de la rodilla (1); el instante en que el ángulo de la rodilla pasa del máximo al mínimo (2); desde el final de F2 hasta el máximo ascenso vertical velocidad de la barra (3); desde el final de F3 hasta la altura vertical máxima de barra (4); desde el final de F4 hasta la caída vertical máxima velocidad de la barra (5); desde el final de F5 hasta la posición de sentadilla (6).

Gongju Liu et al. (2022) revisan sus anteriores determinaciones y vuelven a establecer ocho fases de movimiento, esta vez con una visión más detallada, veloz y rápida, quedando las fases: posición inicial (1), 1ª extensión máxima de rodilla (2), Flexión máxima de rodilla (3), Velocidad máxima de ascenso vertical de barra (4), Altura vertical máxima de la barra (5), Velocidad máxima de caída vertical de barra (6), Posición en cuclillas (7), Recuperación completa (8).

Por su parte, Acero J. (2024), en la Matriz cualitativa del Modelo MOCAP E&A en lo que corresponde a la técnica del arranque, determina cinco fases de movimiento: ajuste postural inicial (fase 0), halón 1 (1), transición (2), halón

2 (3), bajo la barra + squat (4), ascenso y estabilización (5).

En cuanto a la técnica del envión, Peña, Juan; Aguilar, Elva; Ochoa, Vanessa; y Curipoma, Miguel (2020) identifican los componentes del clean en: arrancada, halón (en 2 fases) y desliz-recuperación. Asimismo, los autores describen los componentes del envión desde el pecho como: posición inicial, semiflexión-saque y desliz-recuperación. Además, enfatizan los siete ritmos de ejecución durante el envión

Nieto Ojeda Yusel, et al. (2016), señala que, según el Programa Integral de Preparación del Deportista de Levantamiento de Pesas, el ejercicio de Envión se divide en siete fases: Arrancada (1), Separación de la palanqueta desde la plataforma (2), Impulso previo (3), Amortiguación e inicio del impulso final (4), Impulso final (5), Desliz sin apoyo (6), Desliz con apoyo (7), Recuperación (8).

Sin embargo, Acero J. (2024), en la Matriz cualitativa del Modelo MOCAP E&A para la técnica del envión, determina ocho fases de movimiento: ajuste postural inicial (fase 0), halón 1 (1), transición (2), halón 2 (3), descenso máximo CM (4), ascenso CM-control (5), descenso CM-impulsión (6), tijera-impulsión (7), estabilización y control (8).

Enfatizando, la captura de movimiento (MOCAP) se ha convertido en una herramienta esencial para el análisis cinemático, permitiendo trasladar el movimiento humano a modelos biomecánicos bidimensionales (2D) o tridimensionales (3D) completamente computarizados para ser analizados de diversas formas (Acero, MOCAP). Protocolos 2D/3D válidos para captura de movimiento y medición cinemática y cinética, 2017). Este sistema avanzado permite una comprensión detallada de la traslación rectilínea y curvilínea, los

movimientos circulares y las trayectorias, lo cual es vital para el análisis cinemático en el levantamiento de pesas.

Acero (2024) en su Texto-Guía 2 sobre Cinemática lineal y angular, aborda los componentes de la cinemática, tales como espacio lineal-angular, tiempo, velocidad y aceleración, evaluados en el modelo de evaluación cinemática del arranque y el envión MOCAP. Urgencias. Morante (1998) define la técnica deportiva como el conjunto de movimientos racionales que conducen al deportista a obtener resultados óptimos dentro del reglamento competitivo vigente.

Considerando lo anterior, el objetivo de la presente investigación es analizar la cinemática del arranque y envión en levantamiento de pesas para optimizar la técnica en categorías inferiores a la absoluta.

### **Materiales y Métodos**

En el análisis estadístico se utilizó una investigación descriptiva – comparativa, aplicando una investigación cuantitativa y cualitativa, de carácter experimental de corte transversal, ya que fue tomada la información en un período o fecha determinado. Para efectuar el análisis cualitativo de la técnica en el levantamiento olímpico, es importante describir las fases del movimiento en el Arranque y Envión, Acero J. (2024):

#### **Matriz Cualitativa Arranque:**

##### ***Ajuste Postural Inicial (F0)***

Es la acomodación de los segmentos corporales al espacio y la barra cargada para realizar los ajustes al agarre, función de apoyo, tren superior y tren inferior.

- La posición de apoyo plantar es completa y permite ubicar simétricamente

aproximadamente el ancho interno de los pies a la anchura acromial (Hombros).

- El agarre palmar es más ancho que la anchura acromial (rango entre 1.5 a 1.8 veces).
- Extremidades superiores en extensión con orientación de los codos externamente.
- Flexión cercana a los 90 entre muslo y pierna con orientación de las rodillas y antepié hacia afuera y verticales a la barra
- Tronco en flexión anterior y plano. Hombros ligeramente hacia atrás de la vertical de la barra. Cabeza levemente flexionada anteriormente.

### ***Halón 1 (F1)***

Es el movimiento generado desde el despegue de la barra cargada hasta que esta se localiza a nivel de las rodillas.

- Pies plantados completamente sobre el piso.
- Hay una extensión coordinada a nivel de caderas y de rodilla (1ª extensión de las rodillas). Esta extensión participa en gran forma en el levantamiento de la barra cargada. Rodillas están por detrás de la barra Hombros por encima de la barra y proyectados verticalmente por delante de la misma.
- Extremidades superiores en extensión con orientación de los codos externamente.
- Cabeza neutral o ligeramente levantada.
- Barra deslizada hacia arriba.

### ***Transición (F2)***

Es el movimiento realizado desde la barra cargada a nivel de las rodillas. Hasta el nivel de caderas.

- Pies plantados completamente sobre el piso.

- Hay una flexión máxima a nivel de las rodillas. Rodillas están por delante de la barra.
- Tronco pasa de flexión a una extensión.
- Hombros por encima o por detrás de la barra.
- Extremidades superiores en extensión con orientación de los codos externamente.
- Cabeza neutral o ligeramente en extensión.
- Barra deslizada hacia arriba y ligeramente hacia atrás.

### ***Halón 2 (F3)***

Es el movimiento hecho desde la barra cargada a nivel de las caderas hasta la máxima altura de la barra.

- Pies pasan de estar en contacto total a realizar un movimiento sobre el antepié para producir una plantiflexión.
- Inicia con una Extensión máxima de las caderas y rodillas para luego producir una flexión.
- Tronco pasa de una hiper extensión a una neutralidad.
- Hombros por encima o por detrás de la barra.
- Extremidades superiores en flexión con orientación de los codos hacia abajo.
- Cabeza neutral o ligeramente en extensión
- Barra desplazada lo más cercano al cuerpo (Eje axial corporal).

### ***Bajo la barra + Squat (F4)***

Es el movimiento hecho desde la máxima altura de la barra al squat máximo donde la barra es fijada y controlada por encima de la cabeza y hombros.

- Pies en contacto total y un poco más amplio de la posición inicial.
- Continúa con una flexión máxima de las caderas y rodillas para luego producir una estabilización en el punto más bajo.

- Tronco pasa de una hiper extensión a una neutralidad
- Hombros por debajo y en línea vertical con la barra.
- Extremidades superiores en extensión con orientación de los codos hacia afuera.
- Cabeza neutral o ligeramente en extensión.
- Barra se encuentra en línea vertical con las caderas y detrás de la cabeza.

### ***Ascenso + Estabilización (F5)***

Es el movimiento hecho desde el squat máximo hasta el ascenso vertical de la barra en una posición erecta estable.

- Pies en contacto total y con una amplitud cercana a la de la posición inicial
- Extensión máxima de las caderas y rodillas para luego producir una estabilización en el punto más alto.
- Tronco en una neutralidad extendido.
- Hombros por debajo y en línea vertical con la barra.
- Extremidades superiores en extensión con orientación de los codos hacia afuera.
- Cabeza neutral o ligeramente en flexión.
- Barra se encuentra en línea vertical con hombros, las caderas y detrás de la cabeza.



**Figura 1.** Matriz cualitativa del arranque en levantamiento olímpico, Acero J. (2024).

Fuente: Elaboración propia

### **Matriz cualitativa envión:**

#### ***Ajuste Postural Inicial (F0)***

Los pies bajo la barra de forma que la proyección vertical de ésta pase por la articulación metatarso falángica del dedo grueso. Los pies se colocan aproximadamente a la anchura de los hombros, con la rotación externa natural. Esta colocación resulta la más ventajosa para aprovechar la fuerza de las piernas durante el levantamiento de la barra, extremidades superiores extendidas y tronco

recto. La cabeza debe estar ligeramente flexionada hacia atrás.

#### ***Halón 1 (F1)***

Inicia cuando la barra es elevada del piso y se empieza a acelerar y termina cuando está a nivel de las rodillas primera extensión máxima @ rodillas). El movimiento de la barra es hacia el deportista, las extremidades inferiores se encuentran extendidas. Los hombros se envían ligeramente hacia delante de la barra y planta de los pies en el piso Tronco un poco inclinado hacia adelante con la cabeza hacia la vertical. El

peso masa corporal) se traslada desde al antepié hasta el talón al final de la fase.

### ***Transición (F2)***

Inicia cuando la barra es elevada del nivel de las rodillas hasta aproximadamente la línea horizontal entre las caderas preparando la postura del cuerpo y aprovechando la velocidad vertical que trae la barra cargada para el halón 2 (segunda extensión máxima @ rodillas). El movimiento de la barra es hacia el deportista. Las extremidades inferiores se encuentran extendidas. Los hombros se envían ligeramente hacia atrás de la barra y planta de los pies en el piso. Tronco y cabeza un poco extendidos. El peso (masa corporal) se empieza a trasladar desde al antepié hasta el talón al final de la fase.

### ***Halón 2 (F3)***

Inicia cuando la barra es elevada desde la línea horizontal entre las caderas hasta que la barra está a nivel de los hombros. Es la fase decisiva de máxima potencia. la barra se mueve ligeramente hacia delante, alejándose del atleta, pero en menor medida que en la trayectoria a, sin pasar la línea vertical imaginaria del punto de inicio. los brazos relajados a los lados del cuerpo flexionados en la articulación de los codos hacia arriba, hasta quedar en punta de pie, donde la palanqueta alcanza su máxima altura que le permita al atleta colarse debajo de ella y cargarla sobre sus hombros en la siguiente fase. Desplazamiento de la cadera hacia el frente al final de la segunda fase del halón.

### ***Descenso Máximo CM (Centro Masa) (F4)***

Empieza cuando la barra está a nivel de los hombros y termina cuando se hace el descenso máximo del centro de masa y de la barra en squat permitiendo que el levantador realice un desliz por debajo del nivel de la barra., Se realiza un giro de la articulación de las muñecas llevando los codos al frente, para colocarse la

palanqueta sobre la parte anterior de la línea de los hombros

### ***Ascenso CM-Control (F5)***

Se inicia cuando el levantador está el descenso máximo del centro de masa y de la barra en squat hasta el ascenso de la barra manteniéndose sobre la parte anterior de los hombros y cambiando el sistema de agarre pasando de una extensión de las manos a una neutralidad. El ascenso se logra por la extensión simultanea de los miembros inferiores. Los pies permanecen completamente apoyados en el piso. Extremidades superiores en flexión con los codos orientados lateralmente.

### ***Descenso CM-Impulsión (F6)***

Se inicia cuando el levantador está completamente de pie hasta un pequeño descenso del centro de masas corporal y de la barra con el objetivo de preparar la impulsión final de la barra en la siguiente fase El descenso es simultaneo se logra por la flexión de cadera y rodillas en los miembros inferiores Los pies permanecen completamente apoyados en el piso Extremidades superiores en flexión con los codos orientados lateralmente.

### ***Tijera-Impulsión (F7)***

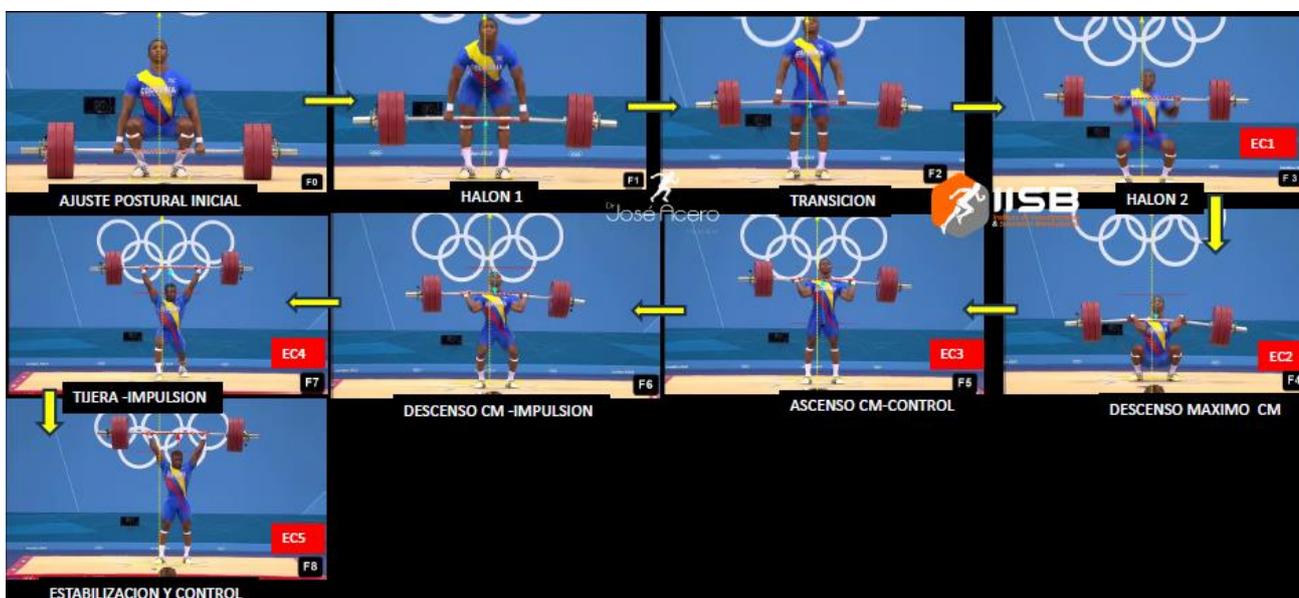
Se inicia cuando el levantador esta un descenso del centro de masas corporal y de la barra hasta la extensión vertical máxima de los miembros superiores (IMPULSION). La extensión de los miembros superiores es simultanea acompañada de un movimiento de desliz en tijera (Un paso atrás) de las extremidades inferiores donde uno de los miembros permanece en flexión con apoyo completo del pie y el otro semi extendido con apoyo del antepié. La colocación de las articulaciones de los brazos, la cintura escapular y la cintura pélvica en línea con la prolongación vertical de

la barra, contribuye al sostenimiento de esta al final del desliz.

**Estabilización y Control (F8)**

Se inicia cuando el levantador se encuentra en la extensión vertical máxima de los miembros superiores ( habiendo realizado el desliz en tijera hasta la estabilización y control final de la barra permaneciendo totalmente erecto y con total extensión de los miembros superiores El

miembro inferior atrasado se mueve hacia adelante en un paso corto y el que esta adelante se mueve ligeramente hacia atrás para ubicarse ambos al mismo nivel en total extensión y balance de sostenimiento de la barra La colocación de las articulaciones de los brazos, la cintura escapular y la cintura pélvica en línea con la prolongación vertical de la barra, contribuye a la estabilización y control de la barra..



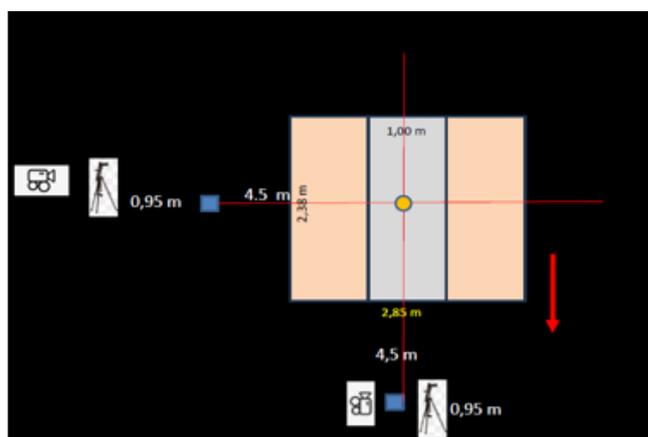
**Figura 2.** Matriz cualitativa del arranque en levantamiento olímpico, Acero J. (2024)

Fuente: Elaboración propia

**Matriz Cuantitativa de las técnicas de Arranque y Envión:**

Es un proceso sistematizado donde se miden y analizan la ocurrencia de las variables cinemáticas dentro de las fases de movimiento de los ciclos de envión y arranque y sus eventos críticos. Las mediciones que establece el Modelo MOCAP 2D 2P, son:

- Setup espacial sagital 90° derecha
- Setup espacial frontal anterior 90°
- Modelo Biomecánico: con 21 puntos anatómicos, 14 segmentos corporales SC-14, 5 segmentos/puntos estructurales
- Setup cámaras (cámaras de alta velocidad mínimo 60 fps)



**Figura 3.** Distancia de ubicación de las cámaras, Acero J. (2024).

### ***Cinemática del Arranque y Envión, Plano sagital***

En este plano, se puede analizar y obtener datos en:

- Temporalidad por fases
- Ubicación de la fase en la curva
- Distancia por fases
- Velocidad lineal por fases
- Aceleración lineal por fases
- Distancias horizontales por fases

### ***Cinemática del Arranque y Envión, Plano frontal***

En este plano, se puede analizar y obtener datos en:

- Anchuras corporales
- Velocidades de los topes internos
- Ángulo de inclinación de la barra

Para la obtención de datos, se realizaron grabaciones en dos dimensiones 2D y dos planos 2P (frontal y sagital) de tres deportistas femeninas de la categoría de edad menores, prejuvenil y juvenil de 59 kg, de la Asociación de Levantamiento de Pesas de la Concentración Deportiva de Pichincha. Las grabaciones, realizadas con cámaras de alta velocidad a 60 fps (fotogramas por segundos), capturaron la técnica en un solo intento tanto en arranque como en envión al 80% del RM, y fueron procesadas con el software de análisis biomecánico Kinovea 0.9.5.

Para el análisis cuantitativo, se obtuvieron datos estadísticos sobre el recorrido de la barra en relación con la aceleración, y se analizó la distancia horizontal de la barra respecto a la línea teórica marcada desde el origen del disco.

En el análisis cualitativo, se examinaron las fases de movimiento establecidas en el Modelo de medición y análisis MOCAP-E&A creado

por el Dr. José Acero (2024), proporcionando retroalimentación al entrenador de la Asociación de Levantamiento de Pesas de la Concentración Deportiva de Pichincha.

En lo que corresponde al análisis cuantitativo, se analizó el rendimiento en las distintas fases del arranque y el envión en el levantamiento de pesas establecidos en el Modelo MOCAP-E&A) de tres deportistas femeninas de la categoría de edad menores, prejuvenil y juvenil de 59 kg y su comparación con indicadores de una deportista levantadora de pesas de categoría absoluta (campeona olímpica Tokio 2020+1).

Las variables experimentales correspondieron a un grupo de deportistas de distintas categorías de edad. El procesamiento de los datos fue realizado empleando el paquete estadístico SPSS versión 27. Se realizaron análisis de frecuencia absolutas y relativas, y estadísticos descriptivos en variables demográficas. Asimismo, pruebas de hipótesis para una muestra aplicando el test t-Student o Prueba T.

### **Resultados**

La muestra del estudio fue de 3 deportistas levantadores de pesas correspondientes a la categoría de edad: menores, prejuvenil y juvenil y una deportista levantadora de pesas de categoría absoluta (campeona olímpica Tokio 2020+1). Estos en su totalidad del sexo femenino y donde el 75,0% (3) tienen edades menores de 20 años. La edad media fue de  $18,0 \pm 5,72$  años, con valores máximo y mínimo de 13 y 26 años respectivamente. Además, una alta proporción el 75,0% (3) tenían pesos por debajo de 60 kg y el peso promedio fue de  $63,95 \pm 11,40$  kg, con registros máximo y mínimo de 57 y 81 kg sucesivamente (tabla 1).

Se contrastaron las hipótesis inferenciales para comparar la media de una muestra con un valor de referencia conocido o hipotético. El

estadístico que se empleó fue paramétrico ya que los registros se comportaron aproximadamente como una distribución normal, y el nombre es t de Student de una muestra (Prueba T) y los valores hipotéticos serán de un levantador profesional medallista olímpico. Las hipótesis contrastadas fueron: Hipótesis nula (H0): La media poblacional es igual al valor de referencia (p-valor>0,05) y, la Hipótesis alternativa (H1 o Ha): La media poblacional es diferente (o mayor, o menor) al valor de referencia (p-valor< 0,05). Nivel de confianza de 95%.

**Tabla 1.** Distribución porcentual de los atletas.

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
		N=4	(%)
Sexo	Femenino	4	100,0
	Masculino	0	0,0
Edad	Menor a 20 años	3	75,0
	20 años y Más*	1	25,0
	<b>Media (±Sd)</b>	<b>18,00 (±5,72)</b>	
Peso	Menos de 60 kg	3	75,0
	60 kg y Más*	1	25,0
	<b>Media (±Sd)</b>	<b>63,95 (±11,40)</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 del análisis de la cinemática del arranque se observó que la aceleración en la fase 3 y el promedio resultaron significativos estadísticamente con el valor de prueba, ya que los p-valores<0,05, por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula (Ho). En conclusión, se evidenció una diferencia media con el valor del atleta profesional en el programa. Al mismo tiempo, la aceleración en las fases 1, 2, 4 y 5, y todas las variables en la distancia horizontal resultaron con un nivel de significancia superior a 0,05 (p-valor >0,05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de igualdad de media y el valor de prueba.

En la aceleración lineal de la fase 3 en el arranque se observó un valor medio de  $0,32 \pm 0,85$  m/s<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 1,31 y -0,17 m/s<sup>2</sup>. El valor de prueba es negativo; -3,25 m/s<sup>2</sup> el cual revela que en esta

fase existe una desaceleración en el punto más alto de la barra, mientras que en los atletas juveniles hacia el punto más alto existe una tendencia a la aceleración positiva. Asimismo, en el total promedio de aceleración lineal se registró un valor de  $0,81 \pm 0,14$  m/s<sup>2</sup> con registros máximo y mínimo de 0,93 y 0,66 m/s<sup>2</sup> sucesivamente. Este indicador es mayor en magnitud al valor de prueba que fue 0,462 m/s<sup>2</sup> (tabla 2).

Por otra parte, en la aceleración lineal fase 4 se obtuvo un promedio negativo de  $-2,46 \pm 0,66$  m/s<sup>2</sup>, con registros máximo y mínimo de -2,08 y -3,22 m/s<sup>2</sup> respectivamente. Esto reveló que los atletas juveniles tienen una mayor desaceleración en esta fase en comparación con el valor de prueba -1,53 m/s<sup>2</sup>, pero esta diferencia resultó no significativa. Al mismo tiempo, en el total promedio de la distancia horizontal se registró una media de  $0,42 \pm 0,62$  m y, datos máximo y mínimo de 1,13 y 0,06 m sucesivamente. Este resultado es mayor al compararlo con el valor de prueba 0,043 m, no obstante, resultado no significativo (tabla 2)

En la tabla 3 del análisis de la cinemática del envío se observó que la aceleración lineal en la fase 2, distancia horizontal en la fase 2 y el total promedio de la distancia lineal resultaron significativos estadísticamente con el valor de prueba, ya que los p-valores<0,05, por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula (Ho) de igualdad media. En consecuencia, se mostró una diferencia media con el valor de prueba del atleta profesional. Mientras que, la aceleración en las fases 1, 3, 4 y 5, total promedio de la aceleración, la distancia lineal en las fases 1, 3, 4 y 5 resultaron con un nivel de significancia superior a 0,05 (p-valor >0,05), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de igualdad de media y el valor de prueba.

**Tabla 2.** Descriptivas y prueba t-Student de una muestra del rendimiento de atletas de pesas en la modalidad arranque según aceleración lineal y distancia horizontal

Variable	Fase	Atletas Semi-Profesional			Atleta Profesional			
		Estadístico - (N=3)			Prueba T de una muestra			
		Media ( $\pm$ Sd)	Máx.	Mín.	Valor de prueba	t	p-valor $\alpha$	Dif. Media
Aceleración lineal m/s <sup>2</sup>	Fase 1	1,52 ( $\pm$ 0,54)	2,00	0,94	1.78	-0,84	0,490	-0,2600
	Fase 2	4,83 ( $\pm$ 0,99)	5,66	3,73	5.52	-1,20	0,354	-0,6867
	Fase 3	0,32 ( $\pm$ 0,85)	1,31	-0,17	-3.27	7,28	0,018	3,5933
	Fase 4	-2,46 ( $\pm$ 0,66)	-2,08	-3,22	-1.53	-2,45	0,134	-2,5650
	Fase 5	-0,16 ( $\pm$ 0,04)	-0,13	-0,21	-0.19	1,11	0,383	0,0267
	<b>Promedio</b>	<b>0,81 (<math>\pm</math>0,14)</b>	<b>0,93</b>	<b>0,66</b>	<b>0.462</b>	<b>4,43</b>	<b>0,047</b>	<b>0,3487</b>
Distancia horizontal - m	Fase 1	0,50 ( $\pm$ 0,83)	1,46	0,02	0.017	1,02	0,414	0,488
	Fase 2	1,51 ( $\pm$ 2,57)	4,48	0,03	0.071	0,97	0,434	1,441
	Fase 3	-0,46 ( $\pm$ 0,91)	0,09	-1,51	0.057	-0,99	0,427	-0,518
	Fase 4	0,49 ( $\pm$ 0,71)	1,30	0,05	0.027	1,12	0,378	0,458
	Fase 5	0,05 ( $\pm$ 0,12)	0,13	-0,09	0.043	0,08	0,944	0,006
	<b>Promedio</b>	<b>0,42 (<math>\pm</math>0,62)</b>	<b>1,13</b>	<b>0,06</b>	<b>0.043</b>	<b>1,06</b>	<b>0,402</b>	<b>0,375</b>

Nota. Sd es desviación estándar.  
a. Prueba paramétrica t de Student o Prueba T de una muestra, significancia estadística cuando  $p < 0,05$ .

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.** Descriptivas y prueba t-Student de una muestra del rendimiento de atletas de pesas en la modalidad envión según aceleración lineal y distancia horizontal

Variable	Fase	Atletas Semi-Profesional			Atleta Profesional			
		Estadístico - (N=3)			Prueba T de una muestra			
		Media ( $\pm$ Sd)	Máx.	Mín.	Valor de prueba	t	p-valor $\alpha$	Dif. Media
Aceleración lineal m/s <sup>2</sup>	Fase 1	1,42 ( $\pm$ 0,25)	1,64	1,15	1,74	-2,26	0,152	-0,323
	Fase 2	4,34 ( $\pm$ 0,73)	4,99	3,55	1,70	6,26	0,025	2,640
	Fase 3	-1,29 ( $\pm$ 0,27)	-0,99	-1,51	-1,20	-0,56	0,631	-0,087
	Fase 4	0,84 ( $\pm$ 0,42)	1,30	0,48	0,22	2,56	0,124	0,620
	Fase 5	-0,14 ( $\pm$ 0,06)	-0,09	-0,20	-0,16	0,52	0,652	0,017
	<b>Promedio</b>	<b>1,03 (<math>\pm</math>0,26)</b>	<b>1,24</b>	<b>0,74</b>	<b>0,460</b>	<b>3,77</b>	<b>0,064</b>	<b>0,573</b>
Distancia horizontal - m	Fase 1	0,02 ( $\pm$ 0,02)	0,05	0,01	0,036	-1,029	0,412	-0,014
	Fase 2	0,02 ( $\pm$ 0,01)	0,03	0,01	0,218	-38,77	0,001	-0,201
	Fase 3	0,04 ( $\pm$ 0,04)	0,09	0,01	0,061	-0,706	0,554	-0,016
	Fase 4	0,05 ( $\pm$ 0,02)	0,07	0,03	0,011	2,533	0,127	0,034
	Fase 5	0,05 ( $\pm$ 0,05)	0,11	0,02	0,017	1,298	0,324	0,036
	<b>Promedio</b>	<b>0,04 (<math>\pm</math>0,02)</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,088</b>	<b>-5,432</b>	<b>0,032</b>	<b>-0,052</b>

Nota. Sd es desviación estándar.  
a. Prueba paramétrica t de Student o Prueba T de una muestra, significancia estadística cuando  $p < 0,05$ .

Fuente: Elaboración propia

En el envión, aceleración lineal de la fase 2 se observó un valor medio de  $4,34 \pm 0,73$  m/s<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 4,99 y 3,55 m/s<sup>2</sup>. El valor de prueba es positivo 1,70 m/s<sup>2</sup> el cual

reveló que en esta fase la aceleración en el punto más alto de la barra es menor que el promedio en los atletas juveniles. Al mismo tiempo, en la distancia horizontal de la fase 2 se registró un

valor medio de  $0,02 \pm 0,01$  m, con registros máximo y mínimo de 0,03 y 0,01 sucesivamente. El valor de prueba para este indicador es positivo y mayor que el promedio de la muestra, 0,218 m. También, en el promedio total de la distancia horizontal se observó un registro medio de  $0,04 \pm 0,02$  m, el cual es mayor al valor de prueba 0,088 m (tabla 3).

En cuanto a la aceleración lineal durante el envión, en el promedio total de los atletas juveniles se registró un valor de  $1,03 \pm 0,26$  m/s<sup>2</sup>, con valores máximo y mínimo de 1,24 y 0,74 m/s<sup>2</sup> respectivamente. Este resultado es superior al valor de prueba 0,460 m/s<sup>2</sup>, no obstante, esta diferencia resultó no significativa (tabla 3).

### **Discusión**

El análisis cinemático realizado en el arranque y envión de levantamiento de pesas en las tres deportistas femeninas de la categoría de edad menores, prejuvenil y juvenil de 59 kg proporciona información valiosa sobre la técnica y el rendimiento en comparación con la atleta de la categoría absoluta (campeona olímpica Tokio 2020+1). Los resultados obtenidos revelan diferencias significativas en diversas fases del movimiento, lo que sugiere áreas específicas de mejora para optimizar la técnica de estos deportistas.

En el arranque, se observó que la aceleración lineal en la fase 3 fue significativamente diferente al valor de referencia del atleta profesional, con un promedio de  $0,32 \pm 0,85$  m/s<sup>2</sup> en comparación con  $-3,52$  m/s<sup>2</sup>. Esta diferencia indica que, mientras los atletas juveniles tienden a acelerar la barra hacia arriba, los atletas de alta competencia experimentan una desaceleración en ese punto crítico. Esta tendencia en los juveniles podría señalar una

falta de control y técnica en la transición hacia la fase de impulso, lo que podría ser un foco de entrenamiento para mejorar la eficiencia del movimiento. Investigaciones previas han demostrado que una técnica deficiente en el arranque puede limitar el rendimiento, incluso cuando se aplican fuerzas adecuadas (Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

Por otro lado, la aceleración lineal total promedio en el arranque fue de  $0,81 \pm 0,14$  m/s<sup>2</sup>, lo que también superó el valor de prueba de 0,462 m/s<sup>2</sup>, indicando que, aunque los juveniles están aplicando una fuerza considerable, la técnica aún requiere refinamiento para alcanzar niveles óptimos. Este hallazgo es consistente con la literatura que sugiere que una técnica deficiente puede limitar el rendimiento, incluso cuando se aplican fuerzas adecuadas (Haff & Nimphius, 2012).

En el envión, los resultados mostraron que la aceleración lineal en la fase 2 fue significativamente mayor en los atletas juveniles ( $4,34 \pm 0,73$  m/s<sup>2</sup>) en comparación con el valor de referencia (1,70 m/s<sup>2</sup>). Este hallazgo sugiere que los jóvenes levantadores están generando una fuerza considerable para acelerar la barra desde la posición de tirón hasta la extensión completa de los brazos. Sin embargo, esta fuerza no se traduce necesariamente en un rendimiento óptimo, ya que la distancia horizontal en la fase 2 fue significativamente menor ( $0,02 \pm 0,01$  m) que el valor de referencia (0,218 m). Esto indica que, a pesar de la alta aceleración, la técnica de desplazamiento horizontal es ineficiente, lo que podría estar limitando el rendimiento general. La investigación de García et al. (2019) también resalta la importancia de la técnica en la ejecución del envión, sugiriendo que una menor distancia horizontal puede ser atribuida a problemas de coordinación.

Además, el total promedio de la distancia horizontal en el envión fue de  $0,04 \pm 0,02$  m, inferior al valor de referencia de 0,088 m. Este resultado resalta la necesidad de mejorar la coordinación y la técnica en la ejecución del envión. La menor distancia horizontal puede ser atribuida a una combinación de factores, como una técnica menos eficiente, una falta de fuerza explosiva, o problemas de coordinación, lo que sugiere que un enfoque integral en el entrenamiento podría ser beneficioso (Haff et al., 2015).

Los resultados de este estudio subrayan la importancia de un análisis cinemático detallado en el entrenamiento de levantadores de pesas juveniles. Las diferencias observadas en las aceleraciones y desplazamientos horizontales indican que hay margen de mejora en la técnica y la fuerza explosiva. Se recomienda implementar programas de entrenamiento que se centren en la técnica de arranque y envión, enfatizando la fase de transición y el control del movimiento.

Además, la incorporación de ejercicios específicos que mejoren la coordinación y la fuerza explosiva podría ser crucial para optimizar el rendimiento. La educación y el entrenamiento técnico deben ser una prioridad para los entrenadores y atletas, con el fin de cerrar la brecha de rendimiento observada entre los atletas juveniles y los de alta competencia.

Este análisis proporciona una base sólida para futuras investigaciones y prácticas en el entrenamiento de levantadores de pesas. La identificación de áreas específicas de mejora no solo beneficiará a los atletas juveniles en su desarrollo, sino que también contribuirá al avance del levantamiento de pesas como disciplina deportiva en nuestro país.

### **Conclusiones**

En el arranque, la aceleración en la fase 1 es positiva y en promedio es menor al valor del atleta de alta competencia de referencia 1,78 m/s<sup>2</sup>, en más del 100,0 %. Sin embargo, la Prueba T resultó no significativa, por lo tanto, son iguales en rendimiento.

En el arranque, la aceleración en la fase 3 es positiva y en promedio es mayor al valor del atleta de alta competencia de referencia -3,52 m/s<sup>2</sup>, en más de 100,0%. Esta diferencia resultó significativa, por lo tanto, hay diferencia en igualdad media. El valor de prueba negativo sugiere que, en lugar de acelerar la barra hacia arriba, esta está perdiendo velocidad en ese punto.

En el arranque, la aceleración total promedio es positiva y mayor al valor del atleta de alta competencia de referencia 0,462 m/s<sup>2</sup>, en un 75,32%. Esta diferencia resultó significativa, por lo tanto, hay diferencia en igualdad media.

En todas las fases de la distancia horizontal en el arranque, en las comparaciones con el valor de prueba del atleta de alta competencia todas resultaron no significativas. Esto sugiere, que los atletas juveniles es sus valores medios resultaron iguales al valor del atleta de alta competencia.

En el envión, la aceleración en la fase 2 resultó positiva y en promedio fue mayor al valor del atleta de alta competencia de referencia 1,70 m/s<sup>2</sup>, en más de 100,0%. Esta diferencia resultó significativa, por lo tanto, hay diferencia en igualdad media. Además, significa que los atletas juveniles estás aplicando una fuerza considerable para acelerar la barra desde la posición de tirón hasta la extensión completa de los brazos por encima de la cabeza. Esta fuerza es muchísimo mayor al atleta de alta competencia.

En el envión, la aceleración total promedio resultó positiva y en promedio fue mayor al valor del atleta de alta competencia de referencia 0,460 m/s<sup>2</sup>, en más de 100,0%. Esta diferencia resultó significativa, por lo tanto, hay diferencia en igualdad media. Además, significa que los atletas juveniles están aplicando una fuerza considerable en general en todas las fases, en mayor magnitud que el atleta de alta competencia.

En el envión, la distancia horizontal en la fase 2 resultó positiva y en promedio fue menor al valor del atleta de alta competencia de referencia 0,218 m, en un 90,83%. Esta diferencia resultó significativa, por lo tanto, hay diferencia en igualdad media. Además, significa que un valor positivo de 0.02 m en la distancia horizontal de la fase 2 del envión indica que la barra se ha desplazado una corta distancia hacia adelante. Comparado con un valor de 0,218 m, es evidente que hay margen de mejora en tu técnica y fuerza explosiva, para que pueda aumentar significativamente el desplazamiento horizontal y mejorar el rendimiento.

En el envión, el total promedio de la distancia horizontal fue positiva y en promedio con menor valor que del atleta de alta competencia de referencia 0,088 m, en un 54,55%. Esta diferencia resultó significativa, por lo tanto, hay diferencia en igualdad media. Además, significa que un valor positivo de 0.04 m en la distancia horizontal promedio indica que la barra se ha desplazado una corta distancia hacia adelante, un menor desplazamiento horizontal promedio puede deberse a varios factores, como una técnica menos eficiente en alguna de las fases del movimiento, una menor fuerza explosiva, una falta de coordinación o una combinación de estos factores.

### **Referencias Bibliográficas**

- Acero, J. (2017). MOCAP 2D/3D Protocolos válidos para captura de movimiento y medición cinemática y cinética. Cali, Colombia: II&SB.
- Acero, J. (2024). Texto-Guía 2 Cinemática lineal y angular: Conceptos, e interpretaciones., 53. (I. d. Biomecánicas, Ed.) Cali, Colombia: Curso Online Evaluación cinemática en levantamiento olímpico: Arranque & Envión.
- Acero J. (2024) Matriz cualitativa del arranque en levantamiento olímpico. Instituto de investigaciones & Soluciones Biomecánicas.
- Bartolomei, S., Bianco, A., & Pantano, P. (2020). Kinematic analysis in elite weightlifters: A gender comparison. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Chiara Milanesea, Valentina Cavedona, Stefano Corteb and Tiziano Agostinic (2016). The effects of two different correction strategies on the snatch technique in weightlifting. *Journal of Sports Sciences*, 2016 <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2016.1172727>
- Díaz, F., & Sánchez, H. (2021). Three-dimensional kinematic analysis of weightlifting techniques. *International Journal of Sports Science*.
- Flores, P., Gómez, R., & Ruiz, A. (2021). Application of artificial intelligence in kinematic analysis of weightlifting. *Sports Technology Journal*.
- García, J., Martínez, A., & López, R. (2019). Kinematic Analysis of the Snatch Technique in High Performance Weightlifters. *Apunts Educación Física y Deportes*, 36(140), 70-76.
- Garhammer, J., & Gregor, R. (2019). Key kinematic patterns for optimal performance in weightlifting. *Journal of Applied Biomechanics*.
- González, C., et al. (2020). Fundamentals of kinematic analysis in weightlifting. *Journal of Sports Biomechanics*.
- Gongju Liu, Gusztáv Fekete Hongchun Yang, Jing Ma, Dong Sun Qichang Mei Yaodong Gu (2018). Comparative 3 dimensional kinematic analysis of snatch technique

- between top elite and sub elite male weightlifters in 69 kg category, *Heliyon, Volume 4 Issue 7. ISSN 2405 8440*
- Gongju Liu, Houwei Zhu, Jing Ma, Huiju Pan, Xu Pan, Yingyue Zhang, Ting Hu, Gusztáv Fekete, Haiying Guo, and Minjun Liang. A (2022). Biomechanical Study on Failed Snatch Based on the Human and Bar Combination Barycenter. *Applied Bionics and Biomechanics Volume, Article ID 9279638*.
- Haff, G., Ruben, P., Lider, J., Twine, C., & Cormie, P. (2015). Force and Power Characteristics of a Weightlifter. *Journal of Strength and Conditioning Research, 29 (Suppl 1), S165-S172*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001099>
- Haff, G., & Nimphius, S. (2012). Training Principles for Power. In *Essentials of Strength Training and Conditioning (pp. 49-60)*. *Human Kinetics*.
- Hernández, P. (2019). Basics of weightlifting: Snatch and Clean & Jerk. *Sports Science Review*.
- Himawan, N.; Rilastia, D.; Syafei, M.; Nugroho, R.; Budihardjo, B (2018). Biomechanical Analysis of Snatch Technique in Con junction to Kinematic Motion of Olympic Weightlifters. In *International Seminar on Public Health and Education 2018 (ISPHE 2018); Atlantis Press: Semarang, Indonesia, 2018; pp. 132-137*. <https://doi.org/10.2991/isphe.18.2018.30>
- Jukic, I., & Sporis, G. (2020). Plyometric training for improving hip and knee extension speed. *Journal of Strength and Conditioning*.
- Kipp, K., Harris, C., & Carlock, J. (2021). Intermuscular coordination during the snatch in weightlifting. *European Journal of Sport Science*.
- Morante, C. (1998). Fundamentals of sports technique. *Editorial ABC*.
- Nieto Ojeda Yusel, León Pérez Sofía, Cuervo Pérez Carlos (2016). Características biomecánicas del levantamiento de pesas femenino. Presentación de un caso. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*
- Ortiz, A., (2019). Kinematic patterns in youth weightlifters. *Youth Sports Journal*.
- Peña Juan; Aguilar Elva; Ochoa Vanessa; Curipoma Miguel. (2020). Levantamiento de Pesas (Primera ed.). *Centro de Investigación y Desarrollo Profesional - CIDEPRO*. <https://doi.org/https://doi.org/10.29018/978-9942-823-57-1>
- Pérez, R., & García, F. (2017). Interventions to improve weightlifting techniques. *Journal of Coaching Science*.
- Roger, E. (2018). Neuromechanics of human movement.
- Sánchez-Moreno, J., López, P., & Martínez, M. (2019). Fatigue effects on snatch kinematics. *Sports Medicine Journal*.
- Suchomel, T., et al. (2019). Foot positioning and its effects on snatch kinematics. *Strength and Conditioning Journal*.
- Zatsiorsky, M., & Kraemer, J. (2006). *Science and Practice of Strength Training (2nd ed.)*. *Human Kinetics*.



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Jorge Enrique Paredes Granda, Elva Katherine Aguilar Morocho.

