



Análisis Biomecánico del Envión Olímpico en deportistas principiantes y seleccionados en la Provincia de Pichincha

Biomechanical analysis of the Olympic clean and jerk in beginners and selected athletes in the province of Pichincha

Análise biomecânica do arremesso olímpico em iniciantes e atletas selecionados na província de Pichincha

Erick Santiago Noboa-Benavides ^I
esnoba1@espe.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9067-7610>

Stalin Damián Rugél-Jordán ^{II}
sdrugel@espe.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6235-0802>

Gabriel Excehomo Coral-Apolo ^{III}
gecoral@espe.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6562-7934>

Correspondencia: esnoba1@espe.edu.ec

Ciencias del Deporte
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de julio de 2022 * **Aceptado:** 18 de agosto de 2022 * **Publicado:** 20 de septiembre de 2022

- I. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Quito, Ecuador.
- II. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Quito, Ecuador.
- III. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Quito, Ecuador.

Resumen

La Halterofilia es un deporte de alto impacto físico, considerado un deporte olímpico desde 1896, requiere de una serie de técnicas y conocimientos previos, así como un continuo entrenamiento y perfeccionamiento en pro de los alcances establecidos por cada deportista y sobre todo como método de autocuidado, ya que la técnica juega un papel importante a la hora de evitar lesiones y consecuencias irreversibles. En este deporte, aparte de requerirse de una técnica minuciosa, se demanda cuantiosa fortaleza. El objetivo de esta investigación es; Observar el gesto técnico del Envión Olímpico en deportistas principiantes y deportistas seleccionados cantonales mediante el programa Kinovea, para determinar la correcta ejecución del ejercicio.

Método: Es una investigación de tipo descriptiva-inferencial, así como experimental, pues a través del análisis biomecánico y de los datos recolectados se busca observar si existe diferencia entre las técnica del grupo de deportistas amateur con el grupo de deportistas que entrenan a un nivel de alto rendimiento, estos resultados se logran mediante la técnica ANOVA, la cual permite observar diferencia de varianza de medias y determinar si existe alguna diferencias significativas entre los grupos. Las variables utilizadas son ángulo de sentadilla, ángulo Split en tierra, ángulo de eje vertical de la barra y el centro de gravedad, velocidad de la trayectoria de la barra en el jerk drive, tiempo de la primera fase del jerk y centro de gravedad.

Resultados: Se determinó que existen tres aspectos principales que son los diferenciadores, el primero es la sentadilla bajo tierra, significando eso que la técnica de los deportistas de alto rendimiento se fundamenta en una sentadilla profunda la cual claramente otorga el impulso y la fuerza necesarios provenientes del centro de gravedad, sumado a ello la estabilidad que le da el mismo. El segundo factor es la velocidad, donde si bien este grupo no tiene una media superior a los de los deportistas amateur, para ellos entonces la técnica radica en el impulso inicial y la capacidad de recuperación de la fuerza. El tercer y último factor diferenciador es el tiempo que se demora el deportista desde el jerk hasta el split final donde tienen una capacidad de reacción bastante corta.

Palabras clave: Biomecánica; Halterofilia; Kinovea/diferencias significativas.

Abstract

Weightlifting is a sport with high physical impact, considered an Olympic sport since 1896, it requires a series of techniques and previous knowledge, as well as continuous training and improvement in favor of the scope established by each athlete and above all as a method of self-care. , since the technique plays an important role in avoiding injuries and irreversible consequences. In this sport, apart from requiring a meticulous technique, considerable strength is required. The objective of this research is; Observe the technical gesture of the Olympic Clean and Jerk in beginner athletes and selected cantonal athletes through the Kinovea program, to determine the correct execution of the exercise. Method: It is a descriptive-inferential research, as well as experimental, because through the biomechanical analysis and the data collected, it is sought to observe if there is a difference between the techniques of the group of amateur athletes with the group of athletes who train at a higher level. of high performance, these results are achieved through the ANOVA technique, which allows us to observe the difference in variance of means and determine if there are any significant differences between the groups. The variables used are squat angle, split angle on the ground, angle of the vertical axis of the bar and the center of gravity, speed of the trajectory of the bar in the jerk drive, time of the first phase of the jerk and center of gravity. Results: It was determined that there are three main aspects that are the differentiators, the first is the underground squat, meaning that the technique of high-performance athletes is based on a deep squat which clearly provides the necessary momentum and strength from of the center of gravity, added to it the stability that it gives it. The second factor is speed, where although this group does not have an average higher than that of amateur athletes, for them then the technique lies in the initial impulse and the ability to recover force. The third and last differentiating factor is the time that the athlete takes from the jerk to the final split where they have a fairly short reaction time.

Keywords: Biomechanics; Weightlifting; Kinovea/significant differences.

Resumo

O levantamento de peso é um esporte de alto impacto físico, considerado esporte olímpico desde 1896, requer uma série de técnicas e conhecimentos prévios, além de treinamento e aperfeiçoamento contínuos em prol do escopo estabelecido por cada atleta e sobretudo como

método de autoconhecimento. -cuidados. , visto que a técnica desempenha um papel importante para evitar lesões e consequências irreversíveis. Neste esporte, além de exigir uma técnica meticulosa, é necessária uma força considerável. O objetivo desta pesquisa é; Observar o gesto técnico do Clean and Jerk Olímpico em atletas iniciantes e atletas cantonais selecionados através do programa Kinovea, para determinar a execução correta do exercício. Método: Trata-se de uma pesquisa descritivo-inferencial, além de experimental, pois por meio da análise biomecânica e dos dados coletados, busca-se observar se há diferença entre as técnicas do grupo de atletas amadores com o grupo de atletas que treinar em um nível superior de alta performance, esses resultados são alcançados por meio da técnica ANOVA, que permite observar a diferença na variância das médias e determinar se existem diferenças significativas entre os grupos. As variáveis utilizadas são ângulo de agachamento, ângulo de divisão no solo, ângulo do eixo vertical da barra e do centro de gravidade, velocidade da trajetória da barra no acionamento do jerk, tempo da primeira fase do jerk e centro de gravidade. Resultados: Foi determinado que existem três aspectos principais que são os diferenciais, o primeiro é o agachamento subterrâneo, significando que a técnica dos atletas de alto rendimento é baseada em um agachamento profundo que claramente fornece o impulso e a força necessários a partir do centro de gravidade, somado a ela a estabilidade que lhe confere. O segundo fator é a velocidade, onde embora este grupo não tenha uma média superior à dos atletas amadores, para eles então a técnica está no impulso inicial e na capacidade de recuperação de força. O terceiro e último fator de diferenciação é o tempo que o atleta leva do jerk até o split final, onde tem um tempo de reação bastante curto.

Palavras-chave: Biomecânica; Levantamento de peso; Kinovea/diferenças significativas.

Introducción

La Halterofilia es un deporte cada vez más conocido y practicado dentro de la población ecuatoriana. Estuvo en auge en 2021, gracias a los juegos Olímpicos donde dos de las profesionales de este deporte, Neisi Dajomes y Tamara Salazar, obtuvieron medallas olímpicas y pusieron al país en el foco de atención como estado con gran potencial halterófilo y potenciador de este deporte. La halterofilia, según lo menciona Verdú (s.a) es una serie de movimientos con un método de entrenamiento de potencia y acciones denominadas explosivas que permiten un tipo de sobrecarga. Un concepto más claro es presentado por Donoso (2019) al mencionar: “Es

un deporte que consiste en el levantamiento de mayor cantidad de peso posible en cuyos extremos se fijan varios discos, los cuales determinan el peso a levantar” (pág. 1)

Este deporte data aproximadamente desde los siglos XVIII y XIX, no siendo aún considerado una disciplina deportiva, sino más bien una actividad de exhibición la cual se observaba en circos y plazas. Es ya, para el año 1891 donde se organiza en Londres la primera competencia y para 1986 donde se considera como deporte Olímpico (ejemploSde.com, 2021). En el Ecuador, el levantamiento de pesas ha sido practicado durante más de 40 años y ha sido precursor de grandes logros internacionales en manos de deportistas como Alexandra Escobar, situada en la cuarta posición de los juegos Olímpicos de Rio y de las más recientes como Dajomes y Salazar (Chicaiza, 2017). Desde la creación de la Federación Nacional del Deporte en 1925, el levantamiento de pesas ha ido emergiendo y tomando fuerza a partir del año 1935 y teniendo múltiples participaciones de los representantes en juegos Bolivarianos, panamericanos, desarrollo de eventos locales y nacionales, así como participación en los Juegos Olímpicos (Cosme, 2019)

Por otro lado, y como se menciona con anterioridad, esta práctica deportiva requiere de una gran fortaleza y sobre todo de una gran ejecución y conocimiento de la técnica, al menos así lo sostiene Herrera (2015):

La preparación técnica en el levantamiento de pesas posee interés especial dado que es una actividad donde priman los esfuerzos máximos y se deben realizar con muy poco desplazamiento horizontal y en solo fracciones de segundos, razón por la cual la mala técnica incrementa sustancialmente las probabilidades de no realizar exitosamente el ejercicio, consideramos que esta es una de las razones por las cuales la preparación técnica es de suma importancia para lograr que la curva de rendimientos deportivos supere a la media general de los deportistas e incluso la de los más sobresalientes, condimentemos la importancia de esta preparación con el hecho de la estrecha relación que ella tiene con la preparación física, psicológica, teórica y con las aptitudes morfológicas funcionales del deportista, pero ¿Que es la preparación técnica? "Es el proceso dirigido hacia el óptimo aprovechamiento de las capacidades motoras". (pág. 1)

En la Halterofilia existen dos tipos de técnicas, las de arranque y la de envión. El arranque consiste principalmente en levantar la barra desde el suelo hasta arriba de la cabeza, en una sentadilla y en un solo movimiento, considerándose, en comparación, el más técnico de los dos movimientos. El movimiento inicia en sentadilla con la barra delante del cuerpo del atleta siendo sujetado con dos manos y llevado hacia arriba de la cabeza, con los brazos totalmente extendidos

y con extensión total de las piernas, flexionadas al inicio del movimiento. Este movimiento es dinámico para lo cual se necesita de una gran potencia, junto con una combinación de fuerza y velocidad, así como motricidad.

Mientras tanto, la envi6n consiste en un movimiento de dos fases; la primera en la cual se eleva la barra, con los discos adheridos, hasta los hombros, empezando con una sentadilla, para posteriormente, en la fase denominada como *jerk*, el deportista a trav6s de un movimiento de tijera, eleva la barra por encima de la cabeza, extendiendo sus piernas y brazos en su totalidad (Gomez, 2022).

Respecto a los movimientos biomec6nicos, Beltr6n y Colina (2015) aducen que los estos son una serie de movimientos en el cual interact6an diversos factores que caracterizan la ejecuci6n de estos tipos de levantamientos y en los cuales el sistema muscular y esquel6tico se ven forzados debido al car6cter de esfuerzo que conlleva esta disciplina. Características similares las postula Cañete [Citado en Guallizaca y Moscoso (2021)] al mencionar que; “la biomec6nica es el estudio que se ocupa de los movimientos del cuerpo humano , mec6nicamente hablando , es decir, la estructura y funci6n del movimiento de los aspectos mec6nicos de los sistemas biol6gicos” (p6g. 300).El an6lisis de la biomec6nica en el levantamiento de pesas es importante, esto lo señaala pues una mala ejecuci6n t6cnica trae como consecuencia lesiones y d6ficit de rendimiento deportivo.

La t6cnica para realizar los movimientos de envi6n generalmente se divide en partes; posici6n inicial, primer hal6n, segundo hal6n, desliz, recuperaci6n. y envi6n.

La posici6n inicial.-tiene una similitud con la t6cnica que existe en el arranque, la diferencia radica en el ancho del agarre el cual debe ser similar al de la altura de los hombros implicando que la flexi6n de las piernas y el tronco sean menores. Las medidas aproximadas que forma el troco con la vertical son de 70 grados y el de flexi6n con las piernas es de 80°. (proyectos, s.a)

Primer hal6n.–Se levanta la barra hasta el nivel de las rodillas, donde es recomendable que el atleta ejerza este movimiento alta velocidad, luego comienza la posterior extensi6n de las piernas, una vez la barra haya alcanzado la altura de las rodillas. Las piernas se sit6an sutilmente por debajo de la barra.

Fuente: Autores



Figura 1: Primer hálon-envión

Segundo halón.- en el segundo halón mientras tanto, se extienden las piernas de manera enérgica, manteniendo los brazos extendidos, ayudando así a la transmisión de fuerza; al final de la segunda fase del halón, se empieza a flexionar los brazos. Su tiempo de ejecución fluctúa entre 8 y 12 segundos.

Fuente: Autores

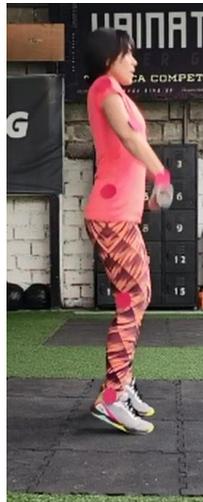


Figura 2: Segundo hálon –envión

Desliz.-En esta etapa se transmite, por el deportista hacia la barra, una fuerza de inercia a través de los brazos, para comenzar, se desplaza los pies hacia los lados, preferiblemente con una rotación externa de las puntas de los pies tomando una posición de cuclillas sin que esta extensión sea demasiado amplia, procurando girar los codos con el fin de culminar con esta fase.

Fuente: Autores



Figura 3: Deliz

Recuperación.-En esta fase, el tronco se inclina ligeramente hacia el frente, los codos se giran más, logrando que la barra se ubique contra el pecho y el tronco tenga una posición perpendicular con la tierra.

Fuente: Autores



Figura 4: Recuperación

Envión.-Esta fase a su vez se divide en 2 subfases, las cuales se detallan a continuación.

La semiflexión y saque.- Esta subfase y la fase del enviión empieza en la fase de recuperación, mencionada con anterioridad y tiene como propósito impulsar la barra con una velocidad considerable a la altura que le permita completar con éxito el movimiento. Esta flexión por lo general alcanza un ángulo de alrededor de 120° , durando aproximadamente 1m/s.

Fuente: Autores



Figura 5: Subfase de semiflexión y saque

El saque mientras tanto, se caracteriza por una extensión potente de las piernas hasta elevarse sobre la punta de los pies cuidando que el movimiento de la barra este dirigido hacia arriba siendo su velocidad de 2 m/s.

El desliz final. - en este movimiento, se realiza la técnica de tijeras o Split, precautelando la extensión de los brazos y que los codos se eleven rápidamente por un costado del cuerpo. Al momento de terminar con esta última fase, el tronco estará debajo de la barra, procurando colocar la pierna más fuerte hacia delante. (Castro, 2005)

Fuente: Autores



Figura 6: Desliz final

Respecto a la cinemática del movimiento, que también es parte de la biomecánica o de los movimientos corporales, y según varios autores, se conocen tres tipos de trayectorias, siendo uno de los primeros investigadores Vorobvey en 1978 las cuales se diferencian respecto al movimiento al horizontal de la palanqueta (Mihai, Aguado, & Gonzales, 2007).

Figura 7: Tipos de Trayectoria de envío

| Trayectoria | Características |
|---------------|--|
| Trayectoria A | La palanqueta se mueve inicialmente hacia el atleta durante el primer halón y se aleja del atleta en el segundo halón. Durante esta porción, la palanqueta intercepta la línea imaginaria vertical que se puede trazar desde el punto de inicio del halón. La recepción de la palanqueta en la entrada se hace con un movimiento hacia el levantador y detrás pero cercano a la línea imaginaria. (Mihai, Aguado, & Gonzales, 2007, pág. 40) |
| Trayectoria B | En el inicio y durante el primer halón, la palanqueta se mueve hacia el levantador. Durante el segundo halón la palanqueta 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. Al final del segundo halón y la entrada (desliz), la palanqueta se mueve nuevamente hacia el levantador y la |

recepción se hace a una distancia horizontal mayor que en el caso de la trayectoria A. En la trayectoria B, la palanqueta nunca intercepta la línea imaginaria vertical desde el punto de inicio del halón. (Mihai, Aguado, & Gonzales, 2007, pág. 41)

Trayectoria C La trayectoria “C” – En el inicio del primer halón, la palanqueta se aleja ligeramente del atleta, luego hacia el atleta interceptando la línea vertical imaginaria de referencia. Durante la segunda parte del halón la palanqueta se aleja nuevamente del atleta, al igual que en las trayectorias “A” y “B”. La recepción se realiza en frente a la línea vertical imaginaria de referencia debido al movimiento hacia delante en el principio del primer halón. (Mihai, Aguado, & Gonzales, 2007, pág. 41)

Fuente: (Mihai, Aguado, & Gonzales, 2007, pág. 41)

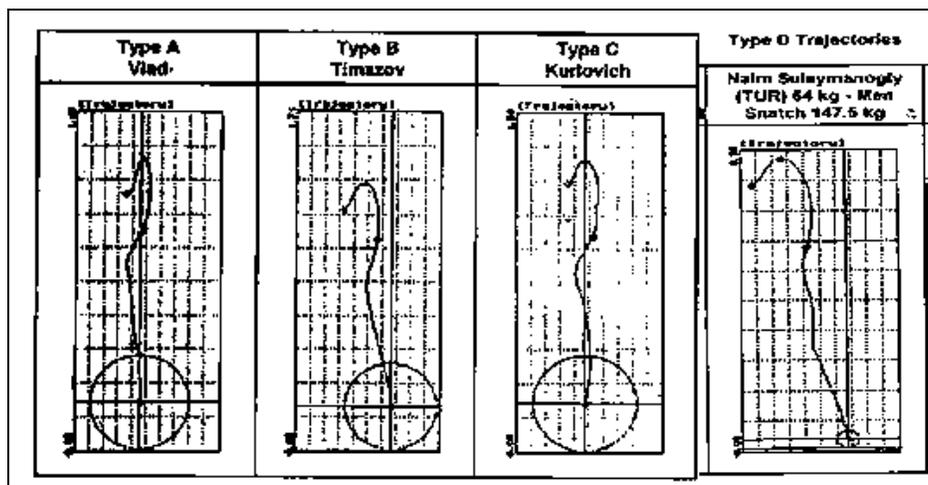


Figura 8: Tipos de trayectoria en la cinemática del movimiento de la envión olímpico

Métodos

Es una investigación de tipo descriptiva-inferencial, así como experimental, pues a través del análisis biomecánico y de los datos recolectados se busca observar si existe diferencia entre la técnica del grupo de deportistas amateur con el grupo de deportistas que entrenan a un nivel de alto rendimiento, estos resultados se logran mediante la técnica ANOVA (análisis de varianza).

Esta técnica consiste, según Dagnino (2014) en:

Un conjunto de técnicas estadísticas de gran utilidad y ductilidad. Es útil cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados, cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones, cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto o cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos o más tratamientos diferentes. (pág. 306)

Como complemento del Análisis de varianza, se utilizó el test de Bonferroni, el cual permite, una vez rechazada la hipótesis nula, comparar si existe verdaderamente una diferencia entre los grupos respecto a la variable de estudio.

En lo que concierne a la unidad de análisis, esta corresponde a dos conglomerados de tamaño igual ($n=10$), uno perteneciente a los seleccionados del cantón Rumiñahui y Pichincha y el otro correspondiente a personas practicantes de crossfit que inmiscuyen dentro de su entrenamiento la envión. Además de ellos se utilizó recursos tecnológicos con el fin de agilizar y facilitar el proceso de recolección y análisis de datos, estos fueron, Hojas de cálculo de Excel, Kinovea y los programas estadísticos SPSS y Stata.

Cabe recalcar que este tipo de muestra es no probabilística, pues no se utilizó aleatoriedad o distribución de probabilidades muestrales. Es una selección por conveniencia.

Para el análisis biomecánico se midieron y estimaron las siguientes variables:

- Ángulo de sentadilla
- Angulo de split en tierra
- Angulo en el eje vertical de barra y centro de gravedad
- Velocidad de la trayectoria de la barra en jerk (hasta la barra en la frente)
- Tiempo de la primera fase del jerk hasta split en tierra
- Centro de gravedad

Las hipótesis a considerar para las distintas variables correspondientes a la biomecánica del ejercicio, de manera general es:

$$H_0: \mu_{AR}$$

$$= \mu_{PR} \text{ (no existe una diferencia significativa de la variable } x \text{ en los dos grupos)}$$

$$H_1: \mu_{AR} \neq \mu_{PR} \text{ (existe una diferencia significativa de la variable } x \text{ en los dos grupos)}$$

El nivel de significancia que se utilizó para la investigación es la 5%, con un nivel de confianza del 95%.

Resultados y discusión

A continuación, se va a realizar un análisis de varianza individual para cada una de las variables mencionadas para observar si existe una diferencia significativa entre los grupos de alto rendimiento con el de practicantes de crossfit.

Fuente: Autores

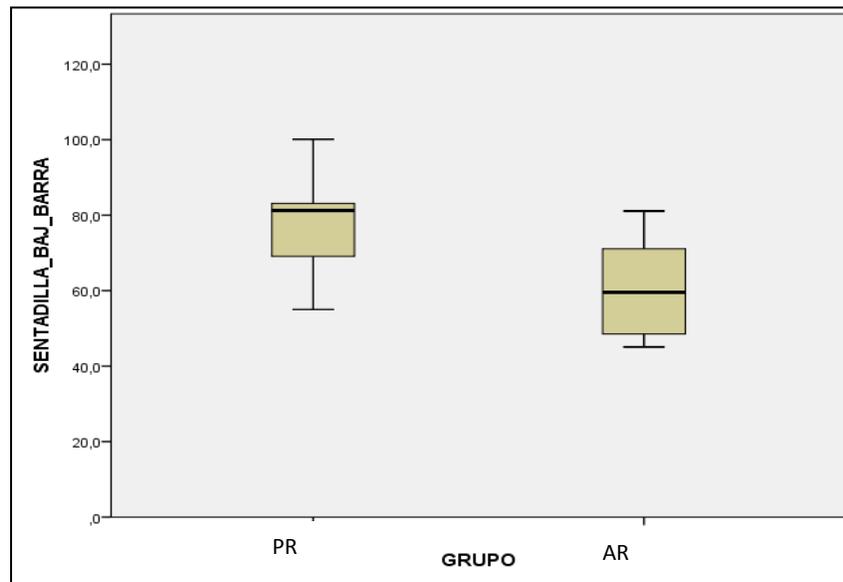


Figura 9: Diagrama de caja y bigotes de las medias de los grupos respecto a Ángulo de sentadilla bajo la barra

Como primera aproximación al análisis de varianza se puede observar que a simple vista las medias de los ángulos de la sentadilla realizada bajo la barra son diferente uno de otro por lo cual empíricamente se demostraría además que la sentadilla realizada por los deportistas de alto rendimiento tiene un ángulo menos al de los practicantes de CrossFit, sin embargo, se corrobora a través del ANOVA de un factor.

Figura 10: Análisis de Varianza del ángulo de sentadilla bajo la barra

| | SS | DF | MS | F | P>F |
|--------------------|----------|----|----------|------|--------|
| Var, entre grupos | 1520,768 | 1 | 1520,768 | 9,05 | 0,0076 |
| Var, dentro grupos | 3026,25 | 18 | 168,125 | | |

Fuente: Autores

Para contrastar la hipótesis, se utiliza la probabilidad asociada F para contrastarla con el nivel de significancia, y dado que 0.0076 es menor a 0.05 se puede ratificar la primera evaluación, por tanto, existe diferencia entre los grupos respecto al primer movimiento en análisis, posiblemente los deportistas de alto rendimiento realizan una sentadilla más profunda que aquellos que practican crossfit. El test de Bonferroni muestra una probabilidad de 0.008, por lo cual se ratifica el hecho de rechazar la hipótesis de la no diferencia de medias.

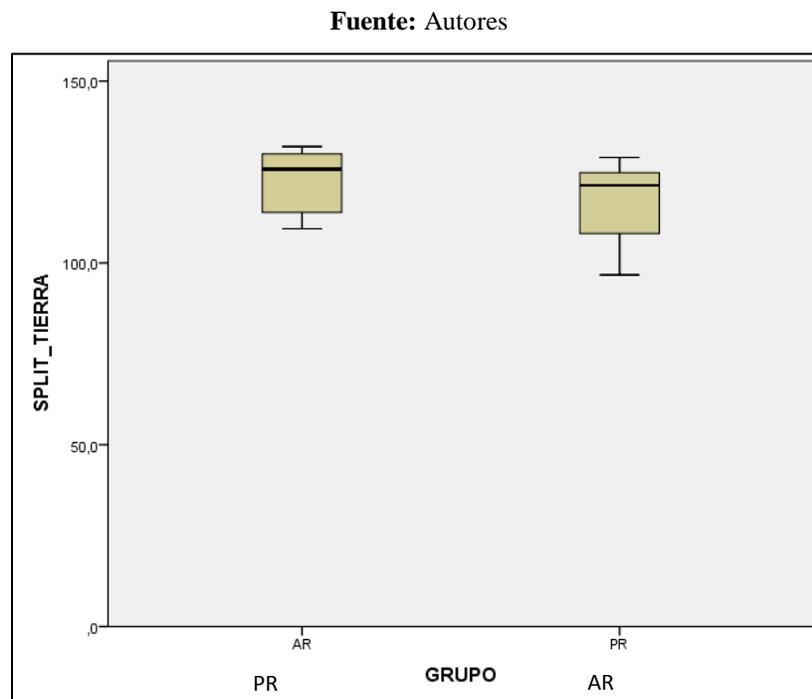


Figura 11: Diagrama de caja y bigotes de las medias de los grupos respecto al ángulo de Split en la tierra

En el caso del ángulo de split en la tierra, a diferencia de la primera apreciación de las medias de los grupos respecto a esta variable, se considera que la media del ángulo del split en tierra de los deportistas de alto rendimiento es menor al grupo amateur, sin embargo, no existe un intervalo demasiado grande entre ambos como para precisar a breves rasgos que existe una diferencia significativa de medias.

Figura 12: Análisis de Varianza del ángulo de sentadilla del split en tierra

| | SS | DF | MS | F | P>F |
|-------------------|----------|----|----------|------|--------|
| Var, entre grupos | 158,4845 | 1 | 158,4845 | 1,72 | 0,2057 |

Var, dentro grupos 1655,145 18 91,9525

Fuente: Autores

Para la sentadilla del split en tierra se verifica la apreciación inicial, pues al contrastar la probabilidad asociada a F, resulta que esta es mayor a 0,05, por lo cual se precisa que no existe una diferencia significativa entre uno y otro grupo respecto al split realizado en tierra. Se corrobora además por el Test de Bonferroni que esto es así, dada su probabilidad de 0,2056, mayor a la probabilidad de contraste, asumiendo entonces que el ángulo que se produce al realizar el split en tierra es similar entre los dos grupos en cuestionamiento.

Fuente: Autores

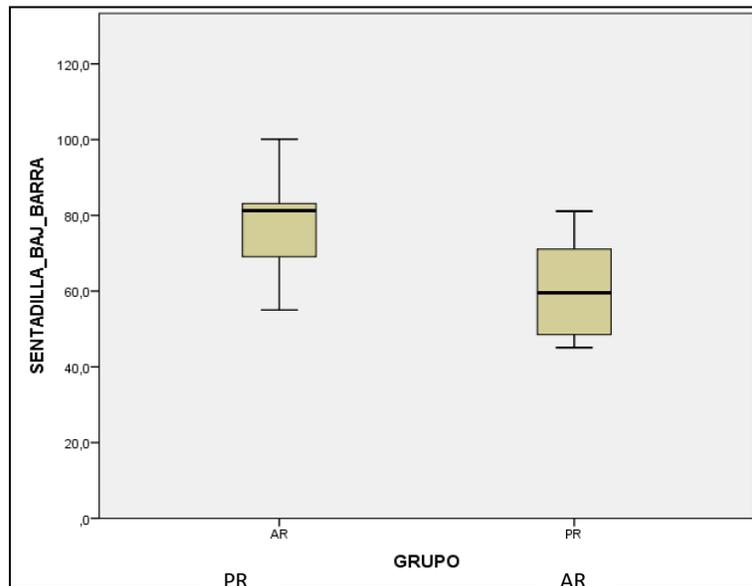


Figura 13: Diagrama de caja y bigotes de las medias de los grupos respecto al ángulo en el eje vertical y centro de gravedad

Para el ángulo con el eje vertical de la barra y el centro de gravedad, se observa nuevamente, a comparación de los ángulos medidos con anterioridad, que el grupo de deportistas de alto rendimiento cuenta con una media menor al de las personas que practican crossfit, sin embargo, a primera instancia se podría decir, empíricamente que existe diferencia y que se acepta la hipótesis nula.

Figura 14: Análisis de Varianza el ángulo de eje vertical y centro de gravedad

| | SS | DF | MS | F | P>F |
|--------------------|---------|----|----------|------|--------|
| Var, entre grupos | 14,6205 | 1 | 158,4845 | 1,89 | 0,1863 |
| Var, dentro grupos | 138,425 | 18 | 91,9525 | | |

Fuente: Autores

El resultado del análisis de varianza muestra lo contrario que suponía el diagrama de caja y bigotes, pues no existe una diferencia significativa entre ángulo de eje vertical y centro de gravedad para los dos grupos, por lo cual se puede decir que el posicionamiento en este movimiento, para los dos grupos, es igual y su ángulo no difiere, por lo cual en esa parte técnica se muestran iguales, haciendo que este no sea un eje diferenciador.

Fuente: Autores

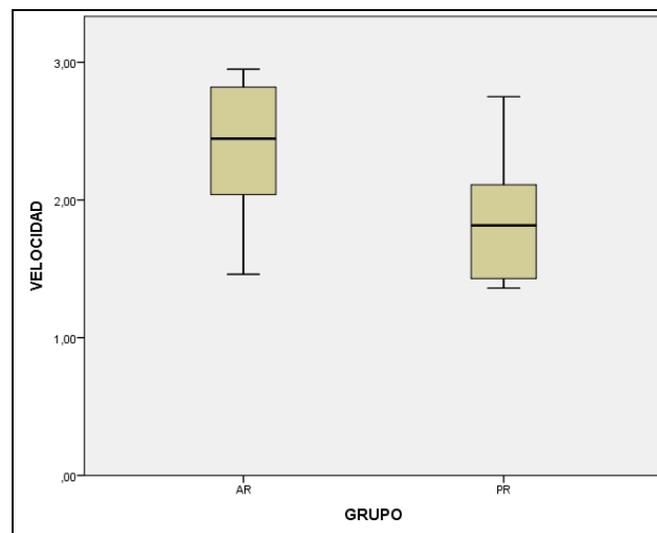


Figura 15: Diagrama de caja y bigotes de las medias de los grupos respecto a la velocidad de la trayectoria de la barra en jerk (hasta la barra en la frente)

El diagrama de caja y bigotes muestra que, si existe una diferencia entre los grupos, y que la velocidad de la trayectoria de la barra en el Jerk, es menor para los deportistas de alto rendimiento, midiéndose esta en m/s, es decir en un segundo, los deportistas de alto rendimiento alcanzan menor recorrido hasta la extensión total de la barra, al menos eso se puede apreciar en la gráfica, por tanto, y aparentemente existe una diferencia significativa.

Figura 16: Análisis de Varianza de la velocidad de la trayectoria de la barra en Jerk drive

| | SS | DF | MS | F | P>F |
|--------------------|----------|----|----------|------|--------|
| Var, entre grupos | 1,275125 | 1 | 1,275125 | 5,38 | 0,0323 |
| Var, dentro grupos | 4,26737 | 18 | 0,237076 | | |

Fuente: Autores

El análisis de varianza refleja la postulación inicial e indica que efectivamente, los deportistas de alto rendimientos son menos veloces que aquellos que practican crossfit, la probabilidad de F es menor a 0,05, entonces, una característica diferenciadora de los deportistas de alto rendimiento es su velocidad reducida al momento de realizar este movimiento con la barra, factor que es disociante para diferenciar estos dos grupos. Además, Bonferroni corrobora la decisión de no aceptar la hipótesis nula y no rechazar la mencionada diferencia entre grupos.

Fuente: Autores

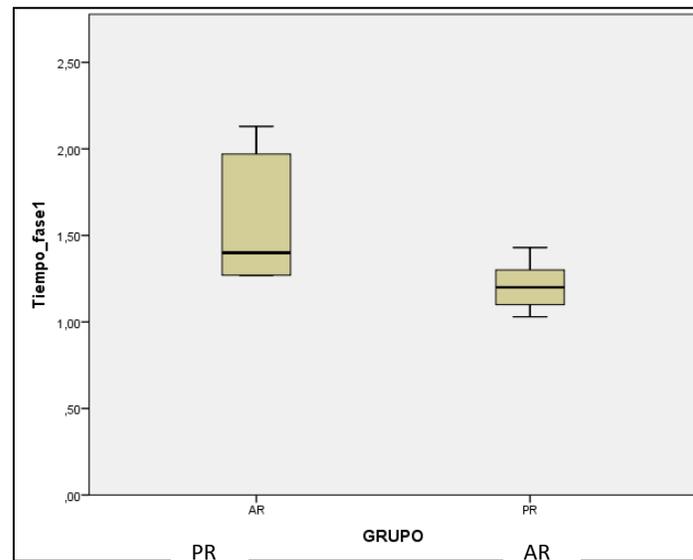


Figura 17: Diagrama de caja y bigotes de las medias de los grupos respecto al Tiempo de la primera fase del jerk hasta el split en tierra

En lo que atañe al tiempo desde el jerk hasta el split final se observa que además ser las medias diferentes entre los grupos, existe una mayor concentración de datos respecto a la media, en el grupo alto rendimiento, observándose situación contraria en quienes pertenecen al nivel amateur,

donde los datos del tiempo empleado en este movimiento están más concentrados en la parte derecha de la media, es decir existen mayor frecuencia de tiempos superiores a la media.

Figura 18: Análisis de Varianza del tiempo empleado en la primera fase, desde el Jerk hasta el split

| | SS | DF | MS | F | P>F |
|--------------------|---------|----|---------|------|--------|
| Var, entre grupos | 0,59168 | 1 | 0,59168 | 8,63 | 0,0088 |
| Var, dentro grupos | 1,23444 | 18 | 0,6858 | | |

Fuente: Autores

El análisis de varianza para el tiempo empleado en la primera fase, desde el Jerk, hasta el split arroja que si existe diferencia entre el tiempo entre uno y otro grupo, por lo cual se puede decir que los deportistas de alto rendimiento se demoran menos en la transición entre el Jerk y el split , esto dado que se analiza, como en todos los análisis de varianza anterior, la probabilidad asociada a f, que se observa menos al 5% al igual que el test de Bonferroni donde la probabilidad asociada es de 0.09.

Conclusiones

La investigación lleva a concluir que, en base al análisis biomecánico realizado, junto con los métodos de investigación, existe diferencias entre algunas variables investigadas en los movimientos de la envión que sin duda alguna llevan a diferenciar el por qué uno y otra se sitúa en un grupo. Tres aspectos principales son los diferenciadores, el primero es la sentadilla bajo tierra, significando eso que la técnica de los deportistas de alto rendimiento se fundamenta en una sentadilla profunda la cual claramente otorga el impulso y la fuerza necesarios provenientes del centro de gravedad, sumado a ello la estabilidad que le da el mismo. El segundo factor es la velocidad, donde si bien este grupo no tiene una media superior a los de los deportistas amateur, para ellos entonces la técnica radica en el impulso inicial y la capacidad de recuperación de la fuerza. El tercer y último factor diferenciador es el tiempo que se demora el deportista desde el jerk hasta el split final donde tienen una capacidad de reacción bastante corta.

Agradecimientos

A la Concentración Deportiva de Pichincha, Liga Cantonal de Rumiñahui y al Club de CrossFit, así también a los entrenadores encargados, por la apertura y disponibilidad brindada al momento de realizar el estudio en sus instalaciones. También a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por la asesoría en el proceso de realización del artículo.

Referencias

1. Beltran, S., & Colina, J. (8 de Agosto de 2015). *efdeportes*. Obtenido de <https://efdeportes.com/efd207/analisis-biomecanico-de-levantamiento-de-pesas.htm>
2. Castro, P. (Diciembre de 2005). *trenamientoesportivo*. Obtenido de <https://www.treinamientoesportivo.com/wp-content/uploads/2010/12/Levantamiento-de-Pesas.pdf>
3. Chicaiza, O. (2017). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25482/1/Hector%20Omar%20Chicaiza%20Rumipamba-1804453684.pdf>
4. Cosme, F. (2019). Recuperado el 2022, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15786/1/T-ESPE-040717.pdf>
5. Dagnino, J. (2014). Análisis de varianza. *Chile de Anestesia*(43), 306-310. Obtenido de <https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>
6. Donoso, R. (2019). *SCRIB*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/435432972/Historia-de-La-Halterofilia>
7. ejemploSde.com. (2021). *ejemploSde.com*. Recuperado el 26 de Julio de 2022, de https://www.ejemplosde.com/34-historia/1208-breve_historia_de_la_halterofilia.html
8. Gomez, J. (2022). *espol.uce.edu.ec*. Obtenido de <http://blog.espol.edu.ec/jtgomez/tecnicas-arranque-y-envion/>
9. Guallizaca, M., & Moscoso, R. (2021). Características biomecánicas de las técnicas del peso muerto en deportistas del alto rendimiento. *Revista Arbitraria Interdisciplinaria KOINONIA*, 296-324.
10. Herrera, A. (3 de Marzo de 2015). La preparación técnica en el levantamiento de pesas. Los nueve errores fundamentales en el ejercicio de arranque, causas y corrección.

- efdeportes.com*. Recuperado el 18 de Julio de 2022, de <https://efdeportes.com/efd202/preparacion-tecnica-en-el-levantamiento-de-pesas.htm>
11. Mihai, Z., Aguado, X., & Gonzales, J. (2007). Biomecánica del arranque en el levantamiento de pesas (Novedades en Ide Pesas - Modalidad arranque, en *sujetosa Mecánica del Levantamiento*. 39-82.
12. proyectos, I. y. (s.a). *nvestigaciones y proyectos*. Obtenido de <https://alegi.es.tl/tecnica-del-levantamiento.htm>
13. Verdú, A. (s.a). Obtenido de http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2812/1/TFG_Alejandro%20Verd%C3%BA%20Cuevas.pdf

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).