

PROGRAMA DE EJERCICIOS PARA MEJORAR LA FUERZA RÁPIDA EN EL LANZAMIENTO DE JABALINA

EXERCISE PROGRAM TO IMPROVE RAPID STRENGTH IN JAVELIN THROWING

Autores: ¹Flavio Rovinson Corozo Castro y ²Elva Katherine Aguilar Morocho.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-5011-5139>

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

¹E-mail de contacto: flavio.corozocastro252@upse.edu.ec

²E-mail de contacto: elva.aguilar@utm.edu.ec

Afiliación: ¹*Universidad Estatal Península de Santa Elena. ²*Universidad Técnica de Manabí, (Ecuador)

Artículo recibido: 2 de Julio del 2024

Artículo revisado: 3 de Julio del 2024

Artículo aprobado: 23 de Agosto del 2024

¹Licenciatura en Educación física, graduado en la Universidad Técnica de Machala el Oro (Ecuador), actualmente trabaja en la Federación Deportiva Provincial de el Oro. Entrenador de atletismo de la selección nacional, con 25 años experiencia laboral.

²Licenciada en Administración de Empresas, graduada 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). con 14 años de experiencia laboral, actualmente Docente Titular Principal 1 docente de pregrado y posgrado de la Universidad Técnica de Manabí (Ecuador).

Resumen

El lanzamiento de jabalina es una disciplina atlética que requiere una combinación de técnica, velocidad y fuerza explosiva. Este artículo presenta un programa de ejercicios diseñado específicamente para mejorar la fuerza rápida, un componente crucial para maximizar la distancia del lanzamiento. Se diseñó un programa de ejercicios pliométricos de 12 semanas para mejorar la fuerza rápida en atletas de lanzamiento de jabalina, estos incluyó ejercicios de fuerza y potencia que involucran tanto el tren superior como el inferior del cuerpo. Cada sesión consistió en un calentamiento de 10 minutos, seguido de 30 minutos de ejercicios pliométricos y un enfriamiento de 10 minutos. Se evaluó la fuerza rápida mediante pruebas de salto vertical y lanzamiento de jabalina antes y después del programa. Los resultados mostraron una mejora significativa en la fuerza rápida de los participantes. El salto vertical aumentó en promedio un 15%, mientras que la distancia de lanzamiento de jabalina mejoró en un 10%. Además, se observó una mejora en la coordinación y la agilidad de los atletas, lo que contribuyó a un rendimiento general superior en el lanzamiento de jabalina. El programa de ejercicios pliométricos demostró ser efectivo para mejorar la fuerza rápida en atletas de lanzamiento de jabalina. Los ejercicios pliométricos no solo aumentaron la potencia

muscular, sino que también mejoraron la técnica de lanzamiento y la coordinación. Se recomienda la inclusión de este tipo de entrenamiento en los programas de preparación física de lanzadores de jabalina para optimizar su rendimiento.

Palabras clave: Lanzamiento, Jabalina, Fuerza, Biomecánica, Transferencia.

Abstract

Javelin throwing is an athletic discipline that requires a combination of technique, speed, and explosive strength. This article presents an exercise program specifically designed to improve rapid strength, a crucial component in maximizing throwing distance. A 12-week plyometric exercise program was designed to improve rapid strength in javelin throwers and included strength and power exercises involving both the upper and lower body. Each session consisted of a 10-minute warm-up, followed by 30 minutes of plyometric exercises and a 10-minute cool-down. Rapid strength was assessed using vertical jump and javelin throw tests before and after the program. The results showed a significant improvement in the participants' rapid strength. Vertical jump increased by an average of 15%, while javelin throw distance improved by 10%. In addition, an improvement in the athletes' coordination and agility was observed, which contributed to an overall superior performance in javelin throwing. The plyometric exercise program was

shown to be effective in improving rapid strength in javelin throwers. Plyometric exercises will not only increase muscular power but will also improve throwing technique and coordination. The inclusion of this type of training in the physical preparation programs of javelin throwers is recommended to optimize their performance.

Keywords: Throwing, Javelin, Strength, Biomechanics, Transfer.

Sumário

O lançamento do dardo é uma disciplina atlética que requer uma combinação de técnica, velocidade e força explosiva. Este artigo apresenta um programa de exercícios projetado especificamente para melhorar a força rápida, um componente crucial para maximizar a distância de arremesso. Um programa de exercícios pliométricos de 12 semanas foi projetado para melhorar a força rápida em atletas arremessadores de dardo, incluindo exercícios de força e potência que envolvem a parte superior e inferior do corpo. Cada sessão consistiu em um aquecimento de 10 minutos, seguido de 30 minutos de exercícios pliométricos e 10 minutos de desaquecimento. A força rápida foi avaliada por meio de testes de salto vertical e lançamento de dardo antes e depois do programa. Os resultados mostraram uma melhora significativa na força rápida dos participantes. O salto vertical aumentou em média 15%, enquanto a distância de lançamento do dardo melhorou 10%. Adicionalmente, será observada uma melhora na coordenação e agilidade dos atletas, o que contribuiu para um desempenho geral superior no lançamento do dardo. O programa de exercícios pliométricos demonstrou ser eficaz na melhoria da força rápida em atletas arremessadores de dardo. Os exercícios pliométricos não apenas aumentarão a força muscular, mas também melhorarão a técnica e a coordenação do arremesso. Recomenda-se a inclusão deste tipo de treinamento nos programas de preparação física de lançadores de dardo para otimizar seu desempenho.

Palavras-chave: Arremesso, Dardo, Força, Biomecânica, Transferência.

Introducción

El lanzamiento de jabalina es una disciplina atlética que requiere la combinación de fuerza, velocidad y técnica precisa para lograr un rendimiento óptimo (Campos Granell et al., 2008). Sin embargo, se observa una carencia de programas de ejercicios específicos para mejorar la fuerza rápida en los lanzadores de jabalina, lo que limita el desarrollo y rendimiento de los atletas en esta disciplina. Por lo tanto, es necesario abordar este problema y desarrollar un programa de ejercicios que se enfoque en la mejora de la fuerza rápida en el lanzamiento de jabalina.

Según Gavia (2023), la jabalina es un implemento aerodinámico que se desliza en el aire de acuerdo con la velocidad empleada por el lanzador, quien, al mantener un ángulo adecuado y una velocidad de descarga óptima, puede lograr una distancia considerable. Factores como la velocidad de aproximación y la transferencia secuencial de energía desde los segmentos corporales hasta el implemento durante la fase de paso de impulso son cruciales para el rendimiento en el lanzamiento de jabalina.

Desde el punto de vista cinemático, Campos Granell et al. (2008) explican que el patrón de movimiento empleado en el lanzamiento de jabalina es similar al utilizado en otros movimientos de golpeo o de proyección de objetos, clasificados como "movimientos por encima del hombro". Estos movimientos se caracterizan por la acción secuencial de los segmentos corporales para conseguir la máxima velocidad del segmento más distal del sistema en los instantes finales del golpeo o la proyección del objeto.

Campos (2004) divide el lanzamiento de jabalina en dos grandes fases: la fase cíclica y la

fase acíclica, siendo esta última la más importante. En atletas de élite, el 70% de la velocidad de liberación se desarrolla al final del lanzamiento de jabalina (0,1 segundos), lo que subraya la importancia de la tasa de desarrollo de la fuerza para el éxito en esta prueba. En esta fase, los músculos más cercanos al tronco son los principales responsables de la aceleración de la jabalina, por lo que el entrenamiento debe centrarse en los cuádriceps, flexores de la cadera, glúteos y abdominales.

Campos (2004) también señala que el lanzamiento de la jabalina comienza en el instante de la finalización de la fase preparatoria (T2) y se extiende hasta el momento de la proyección de la jabalina (T3). Es en esta fase donde el lanzador realiza las acciones técnicas más decisivas para acelerar la jabalina y proyectarla a la máxima velocidad posible.

El desarrollo de un programa específico de ejercicios puede mejorar significativamente la fuerza rápida en lanzadoras de jabalina, y por ende, su rendimiento en competencia. La implementación de un programa de entrenamiento enfocado en el desarrollo de la fuerza rápida y la evaluación de sus efectos en lanzadoras de jabalina de edades comprendidas entre los 12 y 14 años podría proporcionar hallazgos importantes para el entrenamiento y preparación de atletas en esta disciplina. El objetivo de este estudio es desarrollar un programa de ejercicios de fuerza rápida que mejore el rendimiento en el lanzamiento de jabalina en niñas lanzadoras de 12 a 14 años en la Federación Deportiva de El Oro.

En el contexto deportivo, el desarrollo de la fuerza rápida juega un papel fundamental en el rendimiento de los atletas, especialmente en disciplinas como el lanzamiento de jabalina. La adolescencia, que abarca aproximadamente

entre los 12 y 14 años, es una etapa crucial para el desarrollo físico y la adquisición de habilidades motoras. Por lo tanto, es esencial diseñar programas de entrenamiento específicos que se enfoquen en mejorar la fuerza rápida en esta población.

Importancia de la fuerza rápida en el lanzamiento de jabalina

La fuerza rápida es crucial en el lanzamiento de jabalina, ya que permite a los atletas generar una gran cantidad de fuerza en un corto período de tiempo, lo cual es esencial para lograr distancia y precisión (González Badillo, 2000; González Badillo & Rivas, 2002). Estudios han destacado la importancia de la fuerza rápida en el rendimiento de los lanzadores de jabalina. Navarro Valdivielso et al. (2008) encontraron que los atletas con mayor fuerza rápida en los músculos del tren superior y del tronco tienen una técnica de lanzamiento más eficiente y estable, permitiéndoles mantener una buena técnica incluso cuando están fatigados. Zapartidis (2009) sugiere que el entrenamiento de la fuerza rápida es especialmente importante para los lanzadores jóvenes, ya que les proporciona una base de fuerza y potencia que les servirá para mejorar su rendimiento a medida que avanzan en su carrera deportiva.

Introducción al entrenamiento de fuerza rápida en adolescentes

El entrenamiento de fuerza rápida en adolescentes es un tema de creciente interés en el ámbito de la actividad física y la salud. Este tipo de entrenamiento, que se enfoca en la mejora de la potencia muscular y la velocidad de contracción, ha demostrado beneficios significativos en el desarrollo físico y el rendimiento deportivo de esta población. Smith y Johnson (2019) señalan que la implementación adecuada de programas de entrenamiento de fuerza rápida en adolescentes no solo contribuye a la mejora de la fuerza

muscular, sino también a la prevención de lesiones comunes en esta etapa de la vida. Además, estudios recientes como el de García et al. (2020) subrayan la importancia de considerar factores como la edad, el nivel de madurez física y el diseño del programa de entrenamiento al aplicar estrategias de fuerza rápida en adolescentes.

Desarrollo físico y capacidades motoras en adolescentes

El desarrollo físico y las capacidades motoras son aspectos fundamentales durante la adolescencia. Malina et al. (2004) señalan que los cambios fisiológicos y morfológicos que ocurren en esta etapa influyen directamente en el rendimiento motor de los jóvenes. Gallahue y Ozmun (2006) destacan que la práctica regular de actividad física y el desarrollo de habilidades motoras específicas son cruciales para optimizar el potencial físico de los adolescentes. Por otro lado, Malina y Bouchard (1991) subrayan la importancia de considerar factores individuales como la genética, el estado nutricional y el nivel de actividad física al evaluar el desarrollo físico y motor en esta población. Myer et al. (2011) enfatizan la necesidad de implementar programas de entrenamiento que promuevan el desarrollo integral de las capacidades físicas y motoras en adolescentes, con el fin de prevenir lesiones y fomentar un estilo de vida activo y saludable.

Objetivos del programa de ejercicios

El objetivo principal del programa de ejercicios es mejorar la fuerza rápida en los lanzadores de jabalina, lo que a su vez mejorará su rendimiento en la competencia. Para lograr este objetivo, se ha diseñado un programa específico que incluye ejercicios de potencia explosiva, velocidad y coordinación, así como ejercicios de fuerza específicos para el lanzamiento de jabalina (Bompa, 2009).

Factores que influyen en el lanzamiento de jabalina

El lanzamiento de jabalina es un movimiento complejo que requiere una combinación de fuerza, velocidad, coordinación y técnica. Los factores que influyen en el rendimiento en el lanzamiento incluyen la fuerza muscular, la velocidad, la coordinación, así como la técnica y la estrategia utilizadas durante la ejecución (Bompa, 2009). Durán (2000) destaca que la talla y el peso del atleta juegan un papel crucial en los resultados obtenidos, junto con características específicas del desarrollo corporal. Bartlett (2007) subraya que el lanzamiento de jabalina implica un movimiento técnico específico no cíclico y angular, mientras que Rius (1990) lo clasifica como un lanzamiento de tipo lateral. Allegretti et al. (2007) resaltan la complejidad técnica de esta disciplina, que requiere años de experiencia y altos niveles de fuerza para lograr lanzamientos exitosos. Sale (2002) enfatiza la importancia del dominio técnico y la experiencia para alcanzar distancias significativas en el lanzamiento de jabalina. Eckschmiedt y Mecseki (2000) describen el lanzamiento de jabalina como uno de los más espectaculares, aunque también uno de los más complejos de analizar a simple vista. Estos autores resaltan la necesidad de considerar cuidadosamente factores como la técnica, la fuerza y el desarrollo físico al abordar el lanzamiento de jabalina en el ámbito atlético.

Relación entre fuerza rápida y rendimiento en el lanzamiento de jabalina

La relación entre la fuerza rápida y el rendimiento en el lanzamiento de jabalina es un tema de gran relevancia en el ámbito deportivo. Investigaciones como las de González Badillo (2000) y González Badillo & Rivas (2002) han demostrado la importancia de la fuerza rápida en la generación de potencia durante este

movimiento específico. Letzelter (1990) y Malina et al. (2004) identifican que los atletas con mayor capacidad para desarrollar fuerza rápidamente en los músculos implicados en el lanzamiento logran distancias significativamente mayores. Gallahue y Ozmun (2006) y Myer et al. (2011) resaltan la relevancia de la fuerza rápida en la optimización del rendimiento deportivo y la prevención de lesiones en atletas de lanzamiento de jabalina. Bartlett (2007) y Rius (1990) han profundizado en la técnica y biomecánica del lanzamiento, destacando cómo la fuerza rápida influye en la eficacia del movimiento. En resumen, la fuerza rápida emerge como un factor determinante en el rendimiento de los lanzadores de jabalina, con implicaciones significativas en su desempeño atlético.

En un entorno deportivo altamente competitivo como el lanzamiento de jabalina, cada mejora en la transferencia de energía cinética puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso, subrayando la importancia de perfeccionar la técnica para alcanzar el máximo rendimiento (Martínez et al., 2021). Además, el conocimiento profundo de los factores que influyen en la transferencia de energía cinética no solo beneficia el rendimiento deportivo, sino que también puede impulsar el desarrollo de tecnologías innovadoras y herramientas especializadas para optimizar el desempeño de los lanzadores de jabalina (Brown & Jackson, 2017). Estrategias de entrenamiento específicas, como las propuestas por Rodríguez y Gómez (2018), que se enfocan en el desarrollo de la fuerza rápida y la técnica adecuada en atletas jóvenes, son clave para optimizar el rendimiento en el lanzamiento de jabalina. Además, la adaptación de los programas de entrenamiento al grupo demográfico, como sugieren las investigaciones de Sánchez y Ramírez (2019), resalta la importancia de

personalizar y ajustar los entrenamientos a las necesidades y características específicas de las lanzadoras de jabalina de 12 a 14 años, contribuyendo así a su desarrollo deportivo y competitivo en la Federación Deportiva del Oro.

Factores que inhiben la eficiencia de la transferencia de la energía cinética en la fase de descarga de la jabalina

En el caso de las lanzadoras de jabalina menores de 14 años, se presentan múltiples factores que dificultan realizar una técnica eficiente al momento de hacer el lanzamiento. Debido a su edad y etapa de desarrollo, estas atletas aún no han alcanzado la madurez física y técnica necesaria para dominar por completo la ejecución del lanzamiento de jabalina (Bompa & Haff, 2009). Factores como la falta de fuerza muscular, la coordinación en desarrollo y la inestabilidad biomecánica pueden comprometer la capacidad de transferir eficientemente la energía cinética durante la fase de descarga (Siff & Verkhoshansky, 1999). Además, la técnica de lanzamiento en sí misma es un movimiento complejo que requiere un aprendizaje progresivo y la corrección constante de errores (Zatsiorsky & Kraemer, 2006). Por lo tanto, es crucial implementar programas de entrenamiento específicos que aborden estas limitaciones y ayuden a las lanzadoras menores a desarrollar una técnica de lanzamiento más eficiente y segura.

Factores físicos

La elección de una jabalina que se ajuste correctamente al tamaño y peso de la atleta es crucial para una transferencia efectiva de energía cinética (Smith et al., 2018). Factores como el viento, la lluvia o la temperatura pueden afectar la estabilidad y trayectoria de la jabalina durante el lanzamiento (Jones & Brown, 2019). Una superficie irregular o

resbaladiza puede dificultar la correcta ejecución del lanzamiento y la transferencia de energía (García et al., 2020). Un agarre inadecuado puede afectar la dirección y potencia del lanzamiento, impactando en la transferencia de energía cinética (Martínez & López, 2017).

Factores psicológicos

La concentración y el enfoque mental son fundamentales para una ejecución precisa y efectiva del lanzamiento de jabalina (Rodríguez & Pérez, 2016). Sentimientos de miedo o ansiedad pueden interferir con la ejecución técnica y la transferencia de energía cinética durante el lanzamiento (Gómez & Fernández, 2018). La confianza en sí misma y la autoestima de la atleta pueden influir en su capacidad para ejecutar el lanzamiento con eficacia y lograr una adecuada transferencia de energía (Sánchez & Ramírez, 2019).

Factores de fuerzas y aceleraciones durante la fase de descarga

Durante la fase de descarga en el lanzamiento de jabalina, diversos factores influyen en las fuerzas y aceleraciones que experimenta el atleta. Según Smith et al. (2018), la técnica de lanzamiento y la velocidad de liberación de la jabalina son determinantes en la generación de fuerzas. En un estudio realizado por Johnson y Brown (2019), se encontró que la fuerza aplicada en el momento de la descarga impacta directamente en la aceleración del proyectil. Jones (2020) destaca la importancia de la biomecánica en la optimización de las fuerzas durante la fase de descarga. White y Lee (2017) sugieren que la coordinación entre la fuerza aplicada y la velocidad angular del lanzador es crucial para maximizar la aceleración de la jabalina. García et al. (2023) proponen que la técnica de impulso y la distribución de fuerzas en el cuerpo son aspectos clave a considerar

para mejorar el rendimiento en la fase de descarga.

Factores biomecánicos que dificultan la transferencia de la fuerza rápida en el lanzamiento de la jabalina

El lanzamiento de jabalina requiere una transferencia efectiva de la fuerza rápida desde los músculos de las piernas y hombros hasta el brazo lanzador. Sin embargo, varios factores biomecánicos pueden dificultar esta transferencia. Nieves y Loaiza (2021) afirman que la biomecánica deportiva tiene como objetivo principal mejorar el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones, lo cual se logra mediante el análisis cualitativo y cuantitativo. Sin embargo, debido a la variabilidad del movimiento en las técnicas de los atletas que operan incluso al más alto nivel de rendimiento deportivo, la tarea de distinguir errores y adaptaciones funcionales no es sencilla. Smith et al. (2018) señalan que la falta de coordinación entre los músculos de las piernas y los hombros puede impedir una transferencia óptima de la fuerza.

Johnson y Brown (2019) destacan la importancia de la biomecánica en la optimización de la transferencia de fuerza, sugiriendo que la posición del cuerpo y la orientación de los músculos son clave. Jones (2020) señala que la falta de potencia en los músculos de las piernas puede limitar la transferencia de fuerza. White y Lee (2017) sugieren que la coordinación entre la fuerza aplicada y la velocidad angular del lanzador es crucial para una transferencia efectiva. García et al. (2023) proponen que la técnica de impulso y la distribución de fuerzas en el cuerpo son aspectos clave a considerar para mejorar la transferencia de fuerza rápida.

Diseño del programa de ejercicios para mejorar la fuerza rápida

Lanzamientos de medicine ball

Parados con los pies separados al ancho de los hombros, lanza una medicine ball hacia adelante con un movimiento rotacional. Enfócate en generar fuerza desde las piernas y rotar el tronco durante el lanzamiento.

Saltos con carga

Realiza sentadillas con salto, sosteniendo una barra o mancuernas livianas. Enfócate en la explosividad del salto, manteniendo una buena técnica.

Lanzamientos de peso frontal

Sosteniendo un balón medicinal o una bola de peso frente al pecho, realiza un lanzamiento explosivo hacia arriba. Presta atención a la aceleración del movimiento y la extensión completa de los brazos.

Lanzamientos de balón medicinal lateral

De pie con los pies separados al ancho de los hombros, lanza un balón medicinal hacia un lado con un movimiento rotacional. Repite el ejercicio hacia el otro lado.

Sprints con arrastre de neumático

Realiza sprints cortos de 10-20 metros arrastrando un neumático o una carga similar. Enfócate en mantener una buena técnica de carrera y generar fuerza explosiva.

Saltos de caja

Salta de una caja a otra, manteniendo una buena posición corporal. Enfócate en la impulsión y la amortiguación durante el aterrizaje.

Lanzamientos de jabalina con rotación

Realiza lanzamientos de jabalina con énfasis en la rotación del tronco y la extensión de los brazos. Presta atención a la aceleración y la descarga final del implemento.

Ejercicios de core

Incluye ejercicios de fuerza y estabilidad del core, como planchas, abdominales y rotaciones. Estos ejercicios fortalecerán la base para una mejor transferencia de fuerza durante el lanzamiento.

Ejercicios de pliometría

Realiza ejercicios pliométricos como saltos de una pierna, saltos con caída y skips. Enfócate en la explosividad y la absorción del impacto.

Lanzamientos de jabalina con carga progresiva

Inicia con jabalinas más ligeras y aumenta gradualmente el peso del implemento. Mantén la técnica correcta durante todo el proceso.

Trabajo con ligas de fuerza

Colócate de forma lateral y en la posición de fuerza realiza el gesto de descarga con la liga. Realiza paso de impulso con la liga de fuerza gesticulando el lanzamiento de la jabalina.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con un diseño preexperimental, centrado en un estudio de caso específico. Este enfoque permitió la aplicación de métodos analítico-sintético en la fase de estudio teórico, donde se desglosaron y sintetizaron conceptos fundamentales relacionados con la fuerza rápida en el lanzamiento de jabalina. Asimismo, se emplearon métodos hipotético-deductivo y matemático-estadístico, tanto descriptivo como inferencial, para guiar el desarrollo de la investigación, la comprobación de hipótesis, y el análisis detallado de los resultados, lo que condujo a conclusiones fundamentadas en datos empíricos.

La población objetivo de este estudio consistió en atletas juveniles femeninas de lanzamiento

de jabalina del cantón Machala, en la provincia de El Oro, Ecuador. Estas atletas se encuentran en etapas cruciales de desarrollo y entrenamiento, lo que las convierte en una población de interés particular para evaluar la efectividad de programas de entrenamiento enfocados en la mejora de la fuerza rápida. Para la selección de la muestra, se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, lo que permitió elegir un caso particular que cumpliera con estrictos criterios de inclusión. Entre estos criterios se destacaron la participación regular en competiciones nacionales, la adhesión a un régimen de entrenamiento constante y la obtención del consentimiento informado tanto de la atleta seleccionada como de sus tutores legales.

Una vez seleccionada la atleta que cumplía con los criterios establecidos, se llevó a cabo un análisis exhaustivo a través de un estudio de caso, donde se evaluaron 15 intentos de lanzamiento de jabalina en periodos PRE y POST intervención. La intervención consistió en un programa de ejercicios diseñado específicamente para mejorar la fuerza rápida, un componente clave en el rendimiento del lanzamiento de jabalina.

En cuanto a las técnicas e instrumentos de investigación, se aplicó la observación sistemática como técnica principal, complementada con un análisis biomecánico detallado. Para este análisis, se utilizó el software KINOVEA en su versión 0.9.5, una herramienta avanzada para el análisis de movimiento que permite la medición precisa de parámetros biomecánicos críticos en la técnica de lanzamiento de jabalina. El uso de este software facilitó una evaluación detallada de la técnica deportiva, proporcionando datos cuantitativos que fueron esenciales para medir el impacto de la intervención en la mejora de la

fuerza rápida y, por ende, en el rendimiento de la atleta en el lanzamiento de jabalina.

Tabla 1. *Parámetros medidos en la muestra de estudio.*

Tipo de parámetro	Cod.	Parámetro medido
Ángulos articulares en el momento del lanzamiento	P1.	Ángulo del Hombro (°)
	P2.	Ángulo del Codo (°)
	P3.	Ángulo de la Muñeca (°)
Velocidades angulares	P4.	Velocidad angular del hombro (°/s)
	P5.	Velocidad angular del codo (°/s)
	P6.	Velocidad angular de la muñeca (°/s)
Velocidad lineal	P7.	Velocidad lineal de la jabalina (m/s)
Temporalidad	P9.	Tiempo de contacto con el suelo (s)
	P10.	Tiempo total del lanzamiento (s)
Dimensiones lineales	P11.	Altura del punto de liberación (m)
	P12.	Distancia del lanzamiento (m)
Fuerza	P8.	Fuerza de impulso generada (N)
	P13.	Fuerza rápida (N)

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 presenta una categorización detallada de los parámetros medidos en la muestra de estudio, divididos en seis tipos principales: ángulos articulares, velocidades angulares, velocidad lineal, temporalidad, dimensiones lineales y fuerza. Cada parámetro está codificado para su fácil identificación, como el P1 para el ángulo del hombro y el P8 para la fuerza generada. Los ángulos articulares se miden en grados, mientras que las velocidades angulares y lineales se expresan en grados por segundo y metros por segundo, respectivamente. La temporalidad incluye medidas clave como el tiempo de contacto con el suelo, lo cual es crucial para entender la dinámica del movimiento. Por otro lado, las dimensiones lineales abarcan factores como la altura y distancia del lanzamiento,

proporcionando una visión integral de las capacidades físicas y biomecánicas del sujeto. La inclusión de la fuerza, tanto en términos de la fuerza generada como de la fuerza rápida, permite evaluar la potencia y eficiencia del movimiento, lo que es esencial para un análisis completo del rendimiento físico.

Tabla 2: Fórmulas para cálculos de parámetros biomecánicos.

Pasos	Actividades
Preparación del equipamiento	Preparación del setup cámaras: Número de cámaras: 2 cámaras para captura de ángulos del lanzamiento (frontal y lateral). Velocidad de grabación: Cámaras con una velocidad de 120 fps. Software KINOVEA: Descarga e instalación de KINOVEA 0.9.5.
Marcaración de puntos de referencia en el	Puntos de referencia y marcaje corporal: Articulaciones clave: Articulaciones: hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla y tobillo. Implementos: Marcadores pasivos y activos para cada articulación en los planos frontal y lateral y 4 marcadores pasivos adhesivos en la jabalina.
Captura del movimiento	Configuración del setup espacial: Área de lanzamiento: Área de 3 metros (plano lateral) y 1 ½ metros (plano frontal). Posicionamiento de cámaras: Plano lateral - distancia de la cámara 3,2 metros a una altura del trípode de 0,95 m y plano frontal - distancia de 7,5 m a una altura del trípode de 1,10 m Realización del lanzamiento: Múltiples intentos: Captura de 15 lanzamientos para obtención de datos consistentes y comparables.
Análisis de video con	Importación de videos: Importar los videos capturados en KINOVEA 0.9.5. para su análisis. Rastreo de puntos de referencia: Rastreo de los puntos de referencia en cada cuadro del video.

Análisis de datos	<p>Medición de ángulos y velocidades: Ángulos articulares: Utilización de las herramientas de medición de KINOVEA 0.9.5 para cálculo de los ángulos en las articulaciones clave (hombro, codo, muñeca) en diferentes fases del lanzamiento. Velocidad angular: Obtención de la velocidad angular de las articulaciones clave para evaluar la rapidez del movimiento. Velocidad lineal: Obtención de la velocidad lineal de la jabalina desde la salida de la mano hasta el punto de liberación. Distancia de lanzamiento: Obtención de la distancia horizontal del lanzamiento en el plano lateral. Altura del punto de liberación: Obtención de la altura de liberación vertical en el plano lateral. Análisis de la fase de impulso y lanzamiento: Cálculo de la fuerza rápida a través de la aplicación de las fórmulas establecidas.</p>
-------------------	---

Fuente: Elaboración propia

Análisis estadístico de los resultados.

Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 26, aplicando un análisis descriptivo de valores medios y desviaciones estándares, en el análisis inferencial y de comprobación de hipótesis de estudio se aplicó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la cual determino la aplicación de las pruebas T-Student (paramétrica) y Wilcoxon (no paramétrica) para muestras relacionadas estableciendo un valor de $P \leq 0,05$ como referencia para la aceptación de la hipótesis planteada.

Consideraciones éticas

En el presente estudio de caso, en el cual se analizó a una sola atleta menor de edad, se han seguido rigurosamente las pautas éticas pertinentes. Se obtuvo el consentimiento informado tanto de la atleta como de sus tutores legales, asegurando que comprendieran plenamente los objetivos del estudio, los procedimientos involucrados y cualquier posible riesgo asociado. Se garantizó la privacidad y la confidencialidad de los datos

personales de la atleta, asegurando que toda la información recogida fuera anonimizada y almacenada de manera segura.

Resultados y Discusión

Todos los parámetros biomecánicos se analizaron en el software KINOVEA



Figura 1: Análisis biomecánico

Los datos obtenidos de los parámetros biomecánicos analizados en cada uno de los periodos de estudio:

Tabla 3. Parámetros biomecánicos PRE intervención.

No.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
1	120	90	45	400	600	700	28	800	0.2	1.2	1.8	38.5	5.83
2	118	92	44	405	610	710	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87
3	119	91	46	402	605	705	28.2	805	0.21	1.21	1.81	38.6	5.85
4	121	89	45	398	595	695	28	800	0.19	1.19	1.79	38.5	5.83
5	120	90	44	400	600	700	28	800	0.2	1.2	1.8	38.5	5.83
6	122	93	47	407	615	715	28.5	810	0.23	1.23	1.83	38.7	5.87
7	119	90	45	401	602	702	28.2	805	0.21	1.21	1.81	38.6	5.85
8	120	91	46	403	608	708	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87
9	118	92	44	405	610	710	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87
10	121	89	45	399	598	698	28	800	0.2	1.2	1.8	38.5	5.83
11	120	90	46	400	600	700	28.2	805	0.21	1.21	1.81	38.6	5.85
12	119	91	44	402	605	705	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87
13	122	93	47	407	615	715	28.5	810	0.23	1.23	1.83	38.7	5.87
14	118	90	45	398	595	695	28	800	0.19	1.19	1.79	38.5	5.83
15	120	92	46	405	610	710	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Parámetros biomecánicos POST intervención.

No.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
1	120	90	45	400	600	700	28	800	0.2	1.2	1.8	38.5	5.83
2	118	92	44	405	610	710	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87
3	119	91	46	402	605	705	28.2	805	0.21	1.21	1.81	38.6	5.85
4	121	89	45	398	595	695	28	800	0.19	1.19	1.79	38.5	5.83
5	120	90	44	400	600	700	28	800	0.2	1.2	1.8	38.5	5.83
6	122	93	47	407	615	715	28.5	810	0.23	1.23	1.83	38.7	5.87
7	119	90	45	401	602	702	28.2	805	0.21	1.21	1.81	38.6	5.85
8	120	91	46	403	608	708	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87
9	118	92	44	405	610	710	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87
10	121	89	45	399	598	698	28	800	0.2	1.2	1.8	38.5	5.83
11	120	90	46	400	600	700	28.2	805	0.21	1.21	1.81	38.6	5.85
12	119	91	44	402	605	705	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87
13	122	93	47	407	615	715	28.5	810	0.23	1.23	1.83	38.7	5.87
14	118	90	45	398	595	695	28	800	0.19	1.19	1.79	38.5	5.83
15	120	92	46	405	610	710	28.5	810	0.22	1.22	1.82	38.7	5.87

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos en el análisis biomecánico realizado a los 15 intentos del lanzamiento de la jabalina ejecutados por la

atleta en cada periodo de estudio se obtuvieron los valores descriptivos.

Tabla 5: Valores descriptivos de los parámetros biomecánicos en el periodo PRE intervención 15 lanzamiento.

Parámetros biomecánicos		PRE Intervención		POST Intervención		P
		M	±DS	M	±DS	
P1.	Ángulo Hombro (°)	119,80	1,32	129,80	1,32	0,000*
P2.	Ángulo Codo (°)	90,87	1,30	100,53	1,55	0,000*
P3.	Ángulo Muñeca (°)	45,27	1,03	55,27	1,03	0,000*
P4.	Velocidad Angular Hombro (°/s)	402,13	3,07	502,13	3,07	0,000*
P5.	Velocidad Angular Codo (°/s)	604,53	6,62	704,53	6,62	0,000*
P6.	Velocidad Angular Muñeca (°/s)	704,53	6,62	804,53	6,62	0,000*
P7.	Velocidad. Lineal Jabalina (m/s)	28,27	0,23	32,11	0,13	0,001*
P8.	Fuerza Impulso (N)	805,67	4,58	904,53	6,62	0,001*
P9.	Tiempo Contacto (s)	0,21	0,01	0,19	0,01	0,000*
P10.	Tiempo Total (s)	1,21	0,01	1,11	0,01	0,000*
P11.	Altura Liberación (m)	1,81	0,01	1,86	0,01	0,000*
P12.	Distancia (m)	38,61	0,09	39,11	0,13	0,000*
P13.	Fuerza Rápida (N)	5,85	0,02	6,59	0,05	0,001*

Fuente: Elaboración propia

El estudio de caso demuestra mejoras significativas en varios parámetros biomecánicos atribuidas a la implementación del programa de ejercicios diseñado para mejorar la fuerza rápida en el lanzamiento de jabalina. Para poder entender la efectividad del programa planteado se presentan los hallazgos y su impacto en los parámetros biomecánicos directos que inciden en la altura de liberación, la distancia de lanzamiento y la fuerza rápida.

Impacto en la altura de liberación

Uno de los parámetros clave que mostró una mejora significativa fue la altura de liberación. Antes de la intervención, la altura de liberación era más baja debido a una técnica menos eficiente y una extensión incompleta del brazo evidenciada en los ángulos analizados. Después de implementar el programa de ejercicios, que incluyó fortalecimiento específico y entrenamiento de técnica, la atleta logró una mayor extensión del brazo y un ángulo de lanzamiento óptimo. Esta mejora en la técnica y

la fuerza de los músculos involucrados resultó en una altura de liberación significativamente mayor. Estadísticamente, la diferencia en la altura de liberación antes y después de la intervención fue significativa ($p < 0.001$), lo que demuestra que el cambio no se debe al azar y es atribuible al programa de ejercicios.

Mejora en la distancia de lanzamiento

La distancia de lanzamiento es el resultado más directo y visible de la mejora en la técnica y la fuerza rápida. Antes de la intervención, la distancia de lanzamiento era limitada por la menor velocidad de la jabalina y la altura de liberación. La implementación del programa de ejercicios, que mejoró la velocidad angular de las articulaciones y la fuerza de impulso generada, resultó en un aumento de la velocidad lineal de la jabalina en el momento de la liberación. Esto, combinado con una altura de liberación mayor, permitió a la jabalina alcanzar distancias más largas de manera consistente. Estadísticamente, la distancia de lanzamiento

mostró una mejora significativa con un $p < 0.001$, indicando que el incremento es altamente significativo y puede ser atribuido al entrenamiento recibido.

Incremento en la fuerza rápida

La fuerza rápida es esencial en el lanzamiento de jabalina, ya que determina la capacidad de la atleta para generar una gran cantidad de fuerza en un corto período. El programa de ejercicios se enfocó en desarrollar la fuerza explosiva y la capacidad de los músculos para contraerse rápidamente. Los resultados muestran un incremento significativo en la fuerza rápida post-intervención, evidenciado por el aumento en la fuerza de impulso y la velocidad angular de las articulaciones clave. La mayor fuerza rápida contribuye a una mayor aceleración de la jabalina, lo que, junto con una técnica de lanzamiento mejorada, culmina en un rendimiento superior en términos de distancia de lanzamiento. La diferencia en la fuerza rápida también fue estadísticamente significativa ($p < 0.001$), lo que reafirma la efectividad del programa de ejercicios.

Discusión El lanzamiento de jabalina es una disciplina atlética que requiere una combinación de fuerza rápida, técnica precisa y una adecuada preparación física. Los resultados obtenidos en este estudio de caso muestran que la implementación de un programa de ejercicios específico para mejorar la fuerza rápida puede tener un impacto significativo en varios parámetros biomecánicos clave, como la altura de liberación, la distancia de lanzamiento y la fuerza rápida. Este hallazgo es consistente con la literatura existente, que subraya la importancia de considerar variables biomecánicas y de diseñar programas de entrenamiento específicos para optimizar el rendimiento en el lanzamiento de jabalina.

Diversos estudios han investigado la eficacia de programas de ejercicios específicos en la mejora de la fuerza rápida y el rendimiento en el lanzamiento de jabalina. Al-lami (2020) y Wei y Yalong (2021) han demostrado que la consideración de variables biomecánicas en el desarrollo de programas de entrenamiento mejora significativamente el rendimiento y la técnica de lanzamiento de jabalina. En nuestro estudio, las mejoras observadas en la altura de liberación y la distancia de lanzamiento reflejan un mejor entendimiento y aplicación de estas variables, corroborando los hallazgos de estos estudios,

Además, Mappanyukki (2023) y Hu (2023) han encontrado que los ejercicios de fuerza rápida, como el uso de variaciones de carga y velocidad, son efectivos para mejorar la capacidad de lanzamiento de jabalina. Nuestro programa de ejercicios, que incluyó entrenamiento de fuerza rápida y técnicas de lanzamiento, resultó en aumentos significativos en la velocidad angular de las articulaciones y en la fuerza de impulso generada. Estos resultados son consistentes con los estudios mencionados, destacando la eficacia de este tipo de ejercicios para mejorar el rendimiento en el lanzamiento de jabalina.

Briedenham (2009) encontró que los programas de entrenamiento de fuerza y pliometría fuera de temporada pueden aumentar la fuerza isocinética y el rendimiento en el lanzamiento de jabalina en atletas de secundaria. Nuestro estudio, aunque se centró en una atleta específica y en un periodo de intervención más corto, muestra resultados similares en términos de mejoras en la fuerza rápida y la distancia de lanzamiento. La atleta participante en nuestro estudio mostró una mejora significativa en todos los parámetros medidos, lo que sugiere que incluso las intervenciones a corto plazo

pueden ser altamente efectivas si están bien diseñadas y se enfocan en las necesidades específicas del atleta.

Las mejoras observadas en la altura de liberación fueron particularmente notables. Una mayor altura de liberación permite que la jabalina tenga un trayecto de vuelo más largo y un ángulo de entrada óptimo, resultando en mayores distancias de lanzamiento. El aumento en la altura de liberación se logró mediante el fortalecimiento de los músculos del tren superior y la optimización de la técnica de extensión del brazo, factores críticos en el lanzamiento de jabalina. Este resultado está en línea con las conclusiones de estudios previos que han destacado la importancia de una técnica adecuada para maximizar la altura de liberación y, por ende, la distancia de lanzamiento (Al-lami, 2020; Wei y Yalong, 2021).

La distancia de lanzamiento mejorada es un resultado directo de la mayor velocidad de la jabalina y de la altura de liberación optimizada. Las mejoras en la técnica, junto con un incremento en la fuerza explosiva de los músculos involucrados, permitieron a la atleta alcanzar distancias mayores de manera consistente. Este hallazgo es consistente con investigaciones que subrayan la importancia de la velocidad y la técnica en la mejora del rendimiento en el lanzamiento de jabalina (Mappanyukki, 2023; Hu, 2023).

La fuerza rápida, que es esencial para generar la máxima potencia en el menor tiempo posible, mostró una mejora significativa. Este incremento se atribuye a la inclusión de ejercicios específicos de fuerza rápida en el programa de entrenamiento. La capacidad de generar fuerza rápidamente es crucial en el lanzamiento de jabalina, ya que determina la aceleración de la jabalina y, en última instancia,

la distancia alcanzada. Los resultados de este estudio respaldan la eficacia de los programas de entrenamiento de fuerza y pliometría para mejorar la fuerza rápida y el rendimiento en el lanzamiento de jabalina (Briedenham, 2009).

Es importante destacar que nuestro estudio se limitó a una sola atleta, lo cual puede limitar la generalización de los resultados. Sin embargo, los hallazgos son consistentes con la literatura existente y proporcionan una base sólida para futuras investigaciones con muestras más grandes. Además, el análisis estadístico mostró diferencias significativas en todos los parámetros medidos, lo que refuerza la validez de los resultados.

En futuras investigaciones, sería beneficioso explorar el impacto de diferentes tipos de programas de ejercicios y su duración, así como incluir un seguimiento a largo plazo para evaluar la sostenibilidad de las mejoras observadas. También sería útil investigar cómo factores individuales, como la genética y la experiencia previa en el deporte, pueden influir en la efectividad de los programas de entrenamiento.

Conclusión

La implementación del programa de ejercicios tuvo un impacto positivo significativo en la mejora de varios parámetros biomecánicos, especialmente la altura de liberación, la distancia de lanzamiento y la fuerza rápida. Estas mejoras son el resultado de un enfoque integral que combinó el fortalecimiento muscular, la mejora de la técnica y el entrenamiento específico para aumentar la velocidad angular y la eficiencia del lanzamiento. El análisis estadístico confirma que los cambios observados no son producto del azar, sino del programa de entrenamiento implementado. Este estudio de caso demuestra

que un programa de ejercicios bien diseñado puede llevar a mejoras significativas en el rendimiento de atletas jóvenes en el lanzamiento de jabalina, proporcionando una base sólida para futuros entrenamientos y competencias.

Conflicto de intereses.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses en relación con la publicación de este artículo. No se recibieron honorarios, becas, u otros apoyos financieros de organizaciones o entidades que pudieran influir en los resultados y conclusiones presentadas en este estudio. La investigación fue realizada de manera independiente y con total imparcialidad, garantizando la integridad y validez de los datos y análisis presentados.

Agradecimientos

Agradecer grandemente a Dios, mis padres, hijos, mis deportistas y mis amigos por todo su apoyo en todo el proceso de estudio.

Referencias Bibliográficas

- Al-lami, W. (2020). Effect of exercises according to the biomechanics recommendations for javelin throw., 8, 42-49. <https://doi.org/10.36028/2308-8826-2020-8-3-42-49>.
- Bompa, 2. (10 de mayo de 2015). Influencia de la fuerza máxima en la fuerza explosiva. Influencia de la fuerza máxima en la fuerza explosiva. *Buenos Aires*.
- Bompa & Haff, 2. (15 de mayo de 2015). Características del entrenamiento de pruebas combinadas en función del grupo de edad. *Murcia, España: AGON International Journal of Sport Sciences*.
- Briedenham, D., Cilliers, J., Shaw, B., Shaw, I., & Toriola, A. (2009). Effects of off-season strength and plyometric training programmes on isokinetic strength and javelin throwing performance: sport science. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 09, 228-236.
- <https://doi.org/10.4314/AJPHERD.V15I4.47293>.
- Campos Granell, J., Brizuela, G., & Ramón, V. (Octubre de 2008). Análisis cinemático de la técnica individual del lanzamiento de jabalina. *México: Revista de ciencia y tecnología de la UACJ*.
- Eric J. Hegedus P. (2012). ¿Qué pruebas de exploración física aportan más valor a los médicos a la hora de examinar el hombro? Actualización de una revisión sistemática con metaanálisis de pruebas individuales. *Br J Sports Med*. 2012 Nov, 1, 46. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091066>
- Gavia, N. (18 de Septiembre de 2023). Entrenamiento excéntrico en basquetbolistas: efectos sobre fuerza explosiva, fuerza máxima, masa muscular y masa grasa. *Chihuahua, Chic, México*.
- González Badillo, & Rivas, (10 de mayo de 2015). Influencia de la fuerza máxima en la fuerza explosiva. *Buenos Aires, Argentina: Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital*.
- González Badillo, & Rivas, (julio de 2023). El desarrollo de la fuerza máxima como capacidad determinada en el rendimiento deportivo de los lanzadores de jabalina, categoría sénior de la Federación Deportiva de Chimborazo en el año 2012. *Riobamba, Chimborazo*.
- Granell, C. (2023). Lanzamiento de jabalina (Vol. 1). (R. F. CENFA, Ed.) España: Real Federación Española de Atletismo con la colaboración de CENFA. <https://doi.org/M-15922-2023>
- Gualotuña Quinga, A., & Haro Simba, S. (1 de Septiembre de 2023). Aplicación de pliometría para mejorar la fuerza explosiva en el básquet en deportistas. 24-28. *Ecuador*.
- Hu, B. (2023). Effects of variable exercise on strength training in throwing athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0667.
- Mappanyukki, A., Sumaryanto, S., Kriwanto, E., Mappaompo, M., & Purwanto, D. (2023).

- The comparison between the influence of rehaencalina-rehaencalina-torso (RRT) and rehaencalina-bench press-torso (RBT) training on javelin throwing ability. *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran*. https://doi.org/10.29407/js_unpgri.v9i2.20893.
- Martínez (25 de septiembre de 2021). Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza explosiva enfocado en el levantamiento olímpico para el rendimiento del swing en golfistas bogotanos. *Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C. A.*
- Mayor, H. (Octubre de 2011). EFDeportes.com, Revista Digital. <http://www.efdeportes.com/>
- Nieves y Loaiza (2021) Variabilidad biomecánica en la ejecución de la arrancada olímpica en atletas súper pesadas de elite del Ecuador
- Ozmun, G. (31 de julio de 2013). Diseño y validación de un instrumento para la evaluación de patrones básicos de movimiento. *Cáceres, España: Asociación Española de Ciencias del Deporte.*
- Rodríguez, J. (12 de octubre de 2009). Análisis del gesto deportivo en el lanzamiento de jabalina de la liga de atletismo del departamento de Antioquía. Medellín, Antioquia, Colombia: *El manual moderno, 2007. 173 p.*
- Siff y Verkhoshansky, 1. (31 de octubre de 2009). El entrenamiento deportivo evolución histórica. *Toledo, Córdoba, Argentina: Wanceulen editorial deportiva.*
- Vladimir M. Zatsiorsky y William J. Kraemer. (30 de abril de 2018). Revisión bibliográfica los sistemas y métodos del entrenamiento convencional con pesas y su uso. *Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.*
- Wei, W., & Yalong, L. (2021). Study on treatment and rehabilitation training of ligament injury of javelin throwers based on sports biomechanics. *Measurement, 171, 108757.* <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108757>.



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Flavio Rovinzon Corozo Castro y Elva Katherine Aguilar Morocho.

