

**RELACIÓN ENTRE LA FUERZA DEL TREN INFERIOR Y LA EFICACIA DEL SALTO
DE ATAQUE EN JUGADORES UNIVERSITARIOS DE VOLEIBOL**
RELATIONSHIP BETWEEN LOWER BODY STRENGTH AND ATTACK JUMP
EFFECTIVENESS IN UNIVERSITY VOLLEYBALL PLAYERS

Autores: ¹Steven Arturo Torres Burgos, ²Walter Vinicio Cabrera Curco, ³Edison David Castro Ortega, ⁴Jonathan Adrian Cruz Barzola y ⁵Ana Del Rocío Vargas Chamorro.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9299-3254>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1510-1472>

³ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8396-466X>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7155-4092>

⁵ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-0224-6042>

¹E-mail de contacto: storresb5@unemi.edu.ec

²E-mail de contacto: walterv.cabrera@educacion.gob.ec

³E-mail de contacto: edisond.castro@docentes.educacion.edu.ec

⁴E-mail de contacto: jcruz@uteg.edu.ec

⁵E-mail de contacto: anar.vargas@educacion.gob.ec

Afiliación:¹*Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador). ²*Unidad Educativa Fiscal Quito, (Ecuador). ⁴*Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, (Ecuador). ⁵*Unidad Educativa “Julio C. Larrea”, (Ecuador).

Artículo recibido: 4 de Febrero del 2026

Artículo revisado: 5 de Febrero del 2026

Artículo aprobado: 17 de Febrero del 2026

¹Docente universitario de pregrado y posgrado, Licenciado por la Universidad de Guayaquil, (Ecuador). Posee una Maestría en Pedagogía de la Actividad Física con mención en Educación Física Inclusiva por la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador). Doctorando por el Centro de Estudios para la Calidad Educativa y la Investigación Científica, (CECEIC). Investigador científico Senescyt, redactor de múltiples artículos y libros científicos.

²Docente de nivel secundario, Licenciado por la Universidad Técnica de Ambato, (Ecuador). Magíster en Pedagogía de la Cultura Física mención en Educación Física Inclusiva, por la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador). Entrenador de la selección de Ecuavoley de la Institución Educativa Fiscal Quito, (Ecuador).

³Graduado en la prestigiosa Universidad Central del Ecuador, (Ecuador). Licenciado en Ciencias de la Educación mención Educación Física. Magíster en Pedagogía de la Cultura Física mención en Educación Física Inclusiva, graduado en la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador). Actualmente imparte la cátedra de docencia en el área de Educación Física y entrenador de selecciones de fútbol en la Institución Educativa Fiscal Quito, (Ecuador).

⁴Licenciado en Cultura Física graduado en la Universidad de Guayaquil, (Ecuador). Magíster en Pedagogía de la Cultura Física mención en Educación Física Inclusiva, graduado en la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador). Actualmente funge como Gestor Deportivo en la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, (Ecuador).

⁵Docente de Educación Física. Magíster en Gerencia Educacional por la Universidad de Yacambú, (Venezuela), Ingeniera en Sistemas e Informática por la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, (Ecuador). Posee una Licenciatura en Sistemas Computacionales por la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, (Ecuador). Tecnóloga en Sistemas Computacionales por la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, (Ecuador).

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la relación entre la fuerza del tren inferior y la eficacia del salto de ataque en jugadores universitarios de voleibol, considerando indicadores de fuerza máxima, potencia y tasa de desarrollo de fuerza como variables predictoras del rendimiento ofensivo.

Se desarrolló un estudio cuantitativo, no experimental, descriptivo-correlacional y de corte transversal con una muestra de 32 jugadores universitarios seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. La fuerza del tren inferior fue evaluada mediante 1RM estimado en sentadilla y prueba de countermovement jump en plataforma de fuerza, registrando potencia pico

y RFD. La eficacia del salto de ataque se midió a través de la altura máxima de contacto en el spike jump y el porcentaje de ataques efectivos en situación controlada de juego. Los resultados evidenciaron correlaciones positivas y significativas entre el 1RM y la altura del spike ($r = 0.71$; $p < 0.001$), así como entre la potencia pico y la altura del salto ($r = 0.78$; $p < 0.001$), siendo esta última el predictor más robusto del rendimiento ofensivo (R^2 ajustado = 0.68). La RFD también mostró asociaciones relevantes con la eficacia del ataque ($r = 0.74$; $p < 0.001$). Se concluye que la potencia explosiva del tren inferior constituye el principal determinante físico de la eficacia del salto de ataque en voleibol universitario, destacando la necesidad de integrar programas específicos de fuerza y potencia en la planificación del entrenamiento competitivo.

Palabras clave: Fuerza explosiva, Spike jump, Rendimiento ofensivo, Voleibol universitario.

Abstract

This research aimed to analyze the relationship between lower body strength and the effectiveness of the spike jump in university volleyball players, considering peak strength, power, and rate of force development as predictors of offensive performance. A quantitative, non-experimental, descriptive-correlational, cross-sectional study was conducted with a sample of 32 university players selected using non-probability convenience sampling. Lower body strength was assessed using estimated one-repetition maximum (1RM) in the squat and a countermovement jump test on a force platform, recording peak power and rate of force development. The effectiveness of the spike jump was measured by the maximum contact height in the spike jump and the percentage of successful attacks in controlled

game situations. The results showed significant positive correlations between 1RM and spike height ($r = 0.71$; $p < 0.001$), as well as between peak power and jump height ($r = 0.78$; $p < 0.001$), with the latter being the most robust predictor of offensive performance (adjusted $R^2 = 0.68$). Rebound velocity (RFD) also showed relevant associations with attack effectiveness ($r = 0.74$; $p < 0.001$). It is concluded that lower body explosive power is the main physical determinant of attack jump effectiveness in university volleyball, highlighting the need to integrate specific strength and power programs into competitive training plans.

Keywords: Explosive strength, Spike jump, Offensive performance, University volleyball.

Sumário

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a relação entre a força da parte inferior do corpo e a eficácia do salto de ataque em jogadores de voleibol universitários, considerando a força máxima, a potência e a taxa de desenvolvimento de força como preditores do desempenho ofensivo. Um estudo quantitativo, não experimental, descritivo-correlacional e transversal foi conduzido com uma amostra de 32 jogadores universitários selecionados por amostragem de conveniência não probabilística. A força da parte inferior do corpo foi avaliada por meio da estimativa de uma repetição máxima (1RM) no agachamento e um teste de salto com contramovimento em plataforma de força, registrando-se a potência máxima e a taxa de desenvolvimento de força. A eficácia do salto de ataque foi mensurada pela altura máxima de contato no salto e pela porcentagem de ataques bem-sucedidos em situações de jogo controladas. Os resultados mostraram correlações positivas significativas entre 1RM e altura do ataque ($r = 0,71$; $p <$

0,001), bem como entre potência máxima e altura do salto ($r = 0,78$; $p < 0,001$), sendo esta última o preditor mais robusto do desempenho ofensivo (R^2 ajustado = 0,68). A velocidade de rebote (RFD) também apresentou associações relevantes com a eficácia do ataque ($r = 0,74$; $p < 0,001$). Conclui-se que a potência explosiva da parte inferior do corpo é o principal determinante físico da eficácia do salto de ataque no voleibol universitário, destacando a necessidade de integrar programas específicos de força e potência aos planos de treinamento competitivo.

Palavras-chave: Força explosiva, Salto de ataque, Desempenho ofensivo, Voleibol universitário.

Introducción

El voleibol contemporáneo se caracteriza por una dinámica de juego intermitente de alta intensidad en la que predominan acciones explosivas repetidas que demandan elevados niveles de rendimiento neuromuscular y coordinación intersegmentaria. En este contexto, los saltos constituyen una de las manifestaciones más determinantes del rendimiento, debido a su influencia directa en acciones técnico-tácticas como el bloqueo y, especialmente, el ataque. El salto de ataque representa un gesto biomecánico complejo que integra aceleración horizontal, transición vertical, producción rápida de fuerza y sincronización segmentaria para ejecutar un golpeo eficaz en el punto óptimo de contacto con el balón. En poblaciones universitarias, donde confluyen procesos formativos y competitivos, comprender los factores físicos que explican la eficacia de esta acción resulta fundamental para optimizar la planificación del entrenamiento. Estudios recientes han evidenciado que el rendimiento en el spike jump se asocia significativamente con variables mecánicas de producción de fuerza y potencia

en el tren inferior (González et al., 2023). Por ello, analizar la relación entre la fuerza del tren inferior y la eficacia del salto de ataque adquiere relevancia científica y aplicada.

Desde la fisiología del ejercicio, la fuerza del tren inferior se sustenta en la activación coordinada de los músculos extensores de cadera, rodilla y tobillo, cuya acción sinérgica permite maximizar el impulso vertical durante la fase propulsiva. Esta producción de fuerza se optimiza mediante el ciclo estiramiento-acortamiento, mecanismo neuromuscular que favorece la reutilización de energía elástica y potencia la respuesta explosiva. Investigaciones recientes han demostrado que variables como la tasa de desarrollo de fuerza y la potencia pico derivadas del countermovement jump presentan asociaciones significativas con el rendimiento específico en voleibolistas competitivos (Ramírez et al., 2024). Asimismo, se ha reportado que mejoras en la fuerza explosiva mediante entrenamiento pliométrico generan incrementos en la altura del salto vertical y en el desempeño del gesto ofensivo (Sánchez et al., 2025). Estas evidencias respaldan la hipótesis de que mayores niveles de fuerza y potencia en el tren inferior podrían traducirse en mayor eficacia del salto de ataque en jugadores universitarios.

Desde una perspectiva biomecánica, el salto de ataque implica una secuencia cinética ascendente que inicia en el apoyo plantar y culmina con el golpeo del balón en suspensión, integrando fases excéntricas y concéntricas coordinadas. La transferencia eficiente de fuerzas desde el suelo hacia el segmento superior depende del nivel de fuerza máxima y de la capacidad de generar impulso en tiempos reducidos. Estudios cinéticos recientes han identificado que la contribución de la pierna de orientación durante la batida puede influir

significativamente en la altura alcanzada en el spike jump (Li et al., 2024). Además, se ha observado que la magnitud del torque articular en cadera y rodilla presenta correlaciones positivas con el rendimiento del salto en jugadoras universitarias (Huang et al., 2025). Estos hallazgos sugieren que la fuerza del tren inferior no solo determina la altura de salto, sino también la estabilidad aérea y la calidad técnica del gesto ofensivo.

En el ámbito universitario, la preparación física suele caracterizarse por una periodización menos estructurada que en el alto rendimiento profesional, lo que puede generar variabilidad en los niveles de fuerza y potencia entre jugadores del mismo equipo. Esta heterogeneidad repercute en la consistencia del rendimiento del salto de ataque durante sesiones prolongadas o situaciones competitivas exigentes. Investigaciones recientes han evidenciado que la fatiga aguda posterior a sesiones específicas puede disminuir significativamente la altura del salto y alterar la mecánica de despegue (Martínez et al., 2023). En consecuencia, la capacidad de mantener niveles elevados de producción de fuerza a lo largo del tiempo se convierte en un indicador clave del rendimiento ofensivo. Comprender la relación entre fuerza del tren inferior y eficacia del salto de ataque permitirá fundamentar decisiones metodológicas orientadas a mejorar tanto el rendimiento inmediato como la resistencia a la fatiga en jugadores universitarios.

Desde el punto de vista metodológico, la evaluación de la fuerza del tren inferior puede realizarse mediante pruebas como el squat jump, el countermovement jump y mediciones de fuerza máxima en sentadilla, las cuales presentan adecuada fiabilidad y sensibilidad al cambio. No obstante, la especificidad del

voleibol exige relacionar estas mediciones con el salto de ataque, dado que el spike jump incorpora aproximación previa y coordinación de brazos que modifican la cinética del movimiento. Estudios comparativos recientes han señalado que la potencia media y el impulso vertical obtenidos en plataformas de fuerza se correlacionan con la altura alcanzada en el salto de ataque (García et al., 2024). Por tanto, la integración de indicadores mecánicos y técnicos permite una comprensión más precisa del rendimiento ofensivo. Asimismo, investigaciones experimentales han demostrado que programas combinados de entrenamiento de fuerza máxima y pliometría producen mejoras significativas en el rendimiento del salto en voleibolistas universitarios (Pérez et al., 2024). Estas mejoras no solo se reflejan en la altura del salto, sino también en la eficiencia mecánica y la velocidad de ejecución del gesto técnico. La evidencia reciente respalda que el desarrollo sistemático de la fuerza del tren inferior constituye un componente esencial para optimizar acciones explosivas específicas del voleibol (Sánchez et al., 2025). Sin embargo, aún persisten vacíos investigativos en contextos universitarios latinoamericanos que analicen específicamente la relación cuantitativa entre fuerza y eficacia real del ataque.

La literatura reciente converge en señalar que la fuerza y la potencia del tren inferior desempeñan un papel determinante en el rendimiento de salto en voleibol. No obstante, la eficacia del salto de ataque no depende únicamente de la altura alcanzada, sino también del punto de contacto, el ángulo de golpeo y la estabilidad en suspensión. Por ello, resulta necesario analizar esta relación en jugadores universitarios considerando tanto indicadores físicos como criterios técnicos de efectividad. El presente estudio se propone analizar la relación entre la fuerza del tren inferior y la

eficacia del salto de ataque en jugadores universitarios de voleibol, aportando evidencia empírica que contribuya a optimizar la planificación del entrenamiento y el rendimiento ofensivo.

El estudio de la fuerza en el ámbito de las ciencias del deporte ha evolucionado desde una concepción centrada exclusivamente en la capacidad máxima de producir tensión muscular hacia una visión más integradora que contempla su manifestación específica en gestos técnicos concretos. En deportes de carácter explosivo como el voleibol, la fuerza no puede analizarse de manera aislada, sino en relación con su expresión en acciones dinámicas que requieren velocidad, coordinación y control postural. La literatura reciente sostiene que la fuerza del tren inferior constituye un determinante clave del rendimiento en tareas de salto vertical y acciones ofensivas, debido a su influencia directa en la producción de impulso mecánico (Pérez et al., 2024). En este sentido, la capacidad de generar altos niveles de fuerza en tiempos reducidos se asocia con mejoras en la altura del salto y en la eficiencia del gesto técnico. Además, la fuerza debe entenderse como una capacidad entrenable que responde a estímulos específicos y cuya transferencia depende del principio de especificidad del entrenamiento. Por ello, el análisis teórico de la relación entre fuerza del tren inferior y eficacia del salto de ataque exige integrar fundamentos fisiológicos, biomecánicos y metodológicos actualizados.

Desde la perspectiva fisiológica, la producción de fuerza explosiva en el tren inferior depende de la interacción entre factores neurales y estructurales que regulan la activación muscular y la coordinación intermuscular. La tasa de desarrollo de fuerza (RFD) se ha identificado

como un indicador fundamental en acciones de corta duración como el salto, ya que refleja la capacidad de alcanzar niveles elevados de fuerza en intervalos temporales muy breves. Investigaciones recientes han señalado que valores superiores de RFD se relacionan significativamente con mayor rendimiento en pruebas de salto vertical en voleibolistas competitivos (Ramírez et al., 2024). Asimismo, la sincronización de unidades motoras y la eficiencia del ciclo estiramiento–acortamiento potencian la reutilización de energía elástica almacenada en estructuras musculotendinosas. Este mecanismo fisiológico permite maximizar la potencia generada durante la fase concéntrica del despegue. En consecuencia, el estudio de la fuerza del tren inferior en voleibol debe contemplar tanto la magnitud de la fuerza máxima como la velocidad con la que esta puede ser aplicada.

El ciclo estiramiento–acortamiento constituye un componente central en la explicación del rendimiento del salto de ataque, ya que integra una fase excéntrica previa al impulso vertical que optimiza la producción de fuerza posterior. Durante esta fase, la musculatura extensora de cadera, rodilla y tobillo acumula energía elástica que posteriormente se libera en la fase concéntrica, incrementando la eficiencia mecánica del movimiento. Estudios recientes han demostrado que voleibolistas con mejor aprovechamiento del ciclo estiramiento–acortamiento presentan mayores alturas en el spike jump y mejor estabilidad en el tiempo de vuelo (García et al., 2024). Además, la profundidad y velocidad del contramovimiento influyen en la cantidad de impulso generado, modificando el resultado final del salto. Estos hallazgos respaldan la idea de que la eficacia del salto de ataque no depende únicamente de la fuerza absoluta, sino también de la capacidad para utilizarla de manera coordinada y eficiente.

Por tanto, el entrenamiento debe orientarse a mejorar tanto la fuerza máxima como la capacidad reactiva del sistema neuromuscular.

Desde la biomecánica, el salto de ataque puede analizarse como una cadena cinética ascendente en la que la producción de fuerza comienza en el contacto plantar y se transfiere progresivamente hacia los segmentos superiores. La correcta alineación articular y la secuencia temporal de activación muscular determinan la eficiencia de esta transferencia de energía. Investigaciones recientes han evidenciado que la contribución específica de la pierna de orientación durante la batida influye significativamente en la altura alcanzada y en la estabilidad aérea del gesto ofensivo (Li et al., 2024). Asimismo, se ha reportado que mayores valores de torque en cadera y rodilla se asocian con incrementos en el rendimiento del salto en jugadoras universitarias (Huang et al., 2025). Estos resultados confirman que la fuerza del tren inferior actúa como base estructural del rendimiento ofensivo en voleibol. En consecuencia, el análisis teórico debe integrar la dimensión cinética y cinemática para comprender de manera integral la eficacia del salto de ataque.

La potencia mecánica representa otra variable central en el marco conceptual del rendimiento en voleibol, ya que combina fuerza y velocidad en una misma expresión funcional. La literatura reciente ha demostrado que la potencia pico y la potencia media obtenidas en pruebas de salto vertical correlacionan significativamente con el desempeño en acciones específicas del juego (Pérez et al., 2024). Esta relación se explica porque la potencia determina la capacidad de generar impulso suficiente para alcanzar mayores alturas en menor tiempo. Además, la potencia influye en la capacidad de repetir saltos con menor deterioro mecánico a lo largo

del partido. Por ello, el entrenamiento orientado al desarrollo de la potencia mediante métodos pliométricos y sobrecargas dinámicas ha mostrado efectos positivos en voleibolistas universitarios (Sánchez et al., 2025). En este sentido, la potencia del tren inferior constituye un puente teórico entre la fuerza máxima y la eficacia del salto de ataque.

La especificidad del gesto técnico del spike jump exige diferenciarlo de otros tipos de salto vertical comúnmente evaluados en laboratorio, como el squat jump o el countermovement jump. A diferencia de estos, el salto de ataque incorpora aproximación horizontal, coordinación de brazos y una fase de batida asimétrica que modifica la distribución de fuerzas entre extremidades. Investigaciones recientes han señalado que las variables mecánicas medidas en el countermovement jump pueden predecir parcialmente el rendimiento del spike jump, aunque no explican la totalidad de la varianza (González et al., 2023). Esto indica que la transferencia de la fuerza evaluada en condiciones generales depende de la similitud biomecánica con el gesto específico. En consecuencia, el marco teórico debe reconocer la necesidad de integrar evaluaciones generales de fuerza con mediciones específicas del salto de ataque. Esta diferenciación fortalece la validez conceptual del estudio al evitar extrapolaciones simplistas entre pruebas de laboratorio y rendimiento competitivo.

Otro elemento relevante en la comprensión teórica del salto de ataque es la influencia de la fatiga sobre la producción de fuerza y potencia del tren inferior. La fatiga neuromuscular puede reducir la tasa de desarrollo de fuerza y alterar la coordinación intermuscular, afectando la altura y la estabilidad del salto. Investigaciones recientes han documentado disminuciones

significativas en el rendimiento del salto vertical tras sesiones intensivas de entrenamiento en voleibolistas universitarios (Martínez et al., 2023). Estos hallazgos sugieren que la eficacia del salto de ataque no solo depende de la fuerza máxima disponible, sino también de la capacidad para mantener su expresión bajo condiciones de carga repetida. Por tanto, el análisis teórico debe incorporar la dimensión de resistencia a la fatiga como factor modulador del rendimiento ofensivo.

El enfoque contemporáneo del entrenamiento deportivo propone una integración entre evaluación funcional y planificación estratégica de cargas, basada en evidencia empírica actualizada. La literatura reciente enfatiza que la monitorización de variables de fuerza y potencia permite optimizar la toma de decisiones metodológicas y reducir el riesgo de lesiones asociadas a déficits en el control del aterrizaje (Ramírez-Campillo et al., 2024). En el contexto universitario, donde la variabilidad interindividual es elevada, esta monitorización adquiere especial relevancia para personalizar estímulos de entrenamiento. En consecuencia, el estudio de la relación entre la fuerza del tren inferior y la eficacia del salto de ataque no solo posee valor explicativo, sino también aplicabilidad práctica en la preparación física del voleibol universitario. Este marco conceptual sustenta la necesidad de investigaciones que cuantifiquen dicha relación en contextos formativos específicos.

La fuerza máxima constituye una de las bases estructurales sobre las cuales se desarrolla la potencia en acciones explosivas como el salto de ataque. Desde el punto de vista neuromuscular, el incremento de la fuerza máxima mejora la capacidad de reclutamiento de unidades motoras de alto umbral, lo que permite generar mayores niveles de tensión

muscular durante la fase propulsiva del salto. Estudios recientes han evidenciado que voleibolistas con mayores niveles de fuerza relativa en sentadilla presentan mejores desempeños en pruebas de salto vertical y spike jump (Pérez et al., 2024). Esta relación se explica porque una mayor fuerza máxima amplía el techo potencial sobre el cual puede expresarse la potencia. Además, la fuerza máxima contribuye a mejorar la eficiencia del ciclo estiramiento-acortamiento al aumentar la rigidez musculotendinosa funcional. En consecuencia, el desarrollo sistemático de la fuerza máxima del tren inferior se posiciona como un componente fundamental en la optimización del rendimiento ofensivo.

La asimetría funcional entre extremidades inferiores representa otro elemento teórico relevante en la comprensión del salto de ataque. Durante la batida, muchos jugadores muestran predominancia de una pierna de orientación que genera mayor contribución cinética al impulso vertical. Investigaciones recientes han demostrado que diferencias significativas en torque y producción de fuerza entre extremidades pueden influir en la altura alcanzada en el spike jump (Li et al., 2024). Estas asimetrías, cuando superan determinados umbrales, pueden afectar la eficiencia mecánica y aumentar el riesgo de lesión. Sin embargo, en ciertos casos, una ligera asimetría funcional puede reflejar especialización técnica más que déficit estructural. Por tanto, el análisis de la fuerza del tren inferior debe considerar evaluaciones bilaterales y unilaterales para comprender de manera más precisa su relación con la eficacia del salto de ataque.

La coordinación intermuscular y la secuenciación temporal de activación constituyen factores determinantes en la expresión eficiente de la fuerza durante el salto.

La correcta sincronización entre extensores de cadera, rodilla y tobillo permite una transferencia fluida de energía mecánica a lo largo de la cadena cinética. Estudios biomecánicos recientes han señalado que la coordinación segmentaria explica una proporción significativa de la varianza en la altura del spike jump, más allá de la fuerza absoluta (Huang et al., 2025). Esto sugiere que la fuerza aislada no garantiza un salto eficaz si no se acompaña de patrones motores optimizados. Además, la integración del movimiento de brazos durante la aproximación potencia el impulso vertical mediante la contribución angular adicional. En consecuencia, la eficacia del salto de ataque debe entenderse como una manifestación integrada de fuerza, coordinación y técnica.

La velocidad de aplicación de la fuerza, expresada en la tasa de desarrollo de fuerza (RFD), ha sido identificada como un predictor relevante del rendimiento explosivo en voleibol. En acciones de corta duración como el spike jump, el tiempo disponible para aplicar fuerza es limitado, lo que convierte a la RFD en una variable crítica. Investigaciones recientes han evidenciado que voleibolistas con mayores valores de RFD alcanzan mayores alturas en el salto y presentan mejores indicadores de rendimiento ofensivo (Ramírez-Campillo et al., 2024). Este hallazgo refuerza la idea de que no solo importa cuánta fuerza se produce, sino cuán rápido puede generarse. Asimismo, la RFD se asocia con adaptaciones neuromusculares derivadas del entrenamiento de fuerza explosiva y pliometría. Por tanto, el análisis teórico de la relación entre fuerza del tren inferior y eficacia del salto de ataque debe integrar esta dimensión temporal de la producción de fuerza.

La resistencia a la fatiga neuromuscular constituye otro factor modulador del rendimiento del salto en el voleibol universitario. Durante partidos prolongados o sesiones intensivas, la capacidad de mantener niveles elevados de fuerza y potencia puede disminuir progresivamente. Investigaciones recientes han reportado reducciones significativas en la altura del salto tras secuencias repetidas de acciones ofensivas, lo que sugiere deterioro en la producción de fuerza (Martínez-López et al., 2023). Este fenómeno tiene implicaciones directas en la eficacia del ataque en fases decisivas del juego. En consecuencia, la preparación física debe orientarse no solo al desarrollo de la fuerza máxima y explosiva, sino también a su sostenibilidad en condiciones de carga acumulada. Desde el marco teórico, esta perspectiva amplía la comprensión del rendimiento del salto de ataque como fenómeno dinámico y dependiente del contexto competitivo.

La relación entre fuerza del tren inferior y rendimiento técnico también puede analizarse desde el enfoque del principio de especificidad del entrenamiento. Este principio establece que las adaptaciones fisiológicas y neuromusculares son mayores cuando el estímulo se asemeja mecánica y temporalmente al gesto competitivo. Estudios recientes han indicado que intervenciones combinadas de fuerza máxima y pliometría generan mejoras significativas en el spike jump cuando las tareas de entrenamiento replican la secuencia de aproximación y batida del voleibol (Sánchez et al., 2025). Esto respalda la necesidad de integrar ejercicios específicos que favorezcan la transferencia al salto de ataque real. Además, la especificidad contribuye a optimizar la eficiencia neuromuscular y la coordinación intersegmentaria. Por tanto, el marco teórico

sostiene que la fuerza desarrollada debe evaluarse en función de su aplicabilidad al gesto técnico concreto.

Desde una perspectiva preventiva, la adecuada fuerza del tren inferior también se relaciona con el control del aterrizaje posterior al salto de ataque. Un déficit en la capacidad de absorción de fuerzas puede incrementar el riesgo de lesiones en rodilla y tobillo, especialmente en contextos universitarios donde la carga competitiva puede no estar plenamente monitorizada. Investigaciones recientes han destacado que el fortalecimiento del tren inferior mejora no solo la altura del salto, sino también la estabilidad en la fase de recepción (García et al., 2024). Este aspecto amplía el marco conceptual al vincular rendimiento y prevención en una misma dimensión funcional. En consecuencia, estudiar la relación entre fuerza y eficacia del salto de ataque también posee implicaciones en la salud deportiva. Esta integración fortalece la relevancia aplicada del análisis en poblaciones universitarias. El enfoque contemporáneo de análisis del rendimiento deportivo propone integrar métricas objetivas de fuerza y potencia con indicadores técnicos de eficacia ofensiva. La literatura reciente enfatiza que el uso de plataformas de fuerza y tecnologías de análisis cinemático permite establecer correlaciones precisas entre variables físicas y resultados competitivos (Pérez-Castilla et al., 2024). En el caso del voleibol universitario, esta integración metodológica puede contribuir a personalizar la planificación del entrenamiento y optimizar la toma de decisiones estratégicas. Además, el análisis correlacional entre fuerza del tren inferior y eficacia del salto de ataque puede proporcionar evidencia empírica para fundamentar procesos de selección y desarrollo deportivo. En consecuencia, el marco teórico consolidado respalda la necesidad de

investigaciones que cuantifiquen esta relación bajo criterios científicos rigurosos y contextualizados en el ámbito universitario.

Materiales y Métodos

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, descriptivo-correlacional y de corte transversal, orientado a analizar la relación existente entre la fuerza del tren inferior y la eficacia del salto de ataque en jugadores universitarios de voleibol. Este tipo de diseño permite examinar asociaciones entre variables sin manipulación directa de las mismas, garantizando la observación del fenómeno en su contexto natural de entrenamiento y competencia. La elección de un diseño correlacional se fundamenta en la necesidad de establecer el grado de asociación estadística entre indicadores mecánicos de fuerza y variables técnicas de rendimiento ofensivo. Además, el corte transversal posibilita la recolección de datos en un único momento temporal, asegurando homogeneidad en las condiciones de evaluación física y técnica. Este enfoque resulta pertinente cuando se pretende identificar relaciones predictivas iniciales que puedan orientar futuras intervenciones experimentales.

La investigación se llevó a cabo en el contexto del voleibol universitario competitivo, específicamente en equipos que participan en torneos interuniversitarios oficiales durante el periodo académico 2025–2026. El entorno de evaluación fue el gimnasio institucional de la universidad participante, donde se garantizó la estandarización de condiciones ambientales, superficie de juego y equipamiento técnico. Las mediciones se realizaron durante el periodo preparatorio intermedio de la temporada, con el objetivo de evitar interferencias derivadas de fases competitivas intensivas. Se establecieron

horarios homogéneos de evaluación para minimizar la influencia de variaciones circadianas sobre el rendimiento neuromuscular. Asimismo, los participantes suspendieron entrenamientos intensivos 48 horas antes de la medición para controlar efectos de fatiga acumulada.

La población estuvo conformada por 48 jugadores universitarios de voleibol masculino y femenino pertenecientes a equipos representativos institucionales. La muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, quedando conformada por 32 jugadores ($n = 32$) que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos. Los criterios de inclusión consideraron: pertenecer oficialmente al equipo universitario, tener al menos dos años de experiencia competitiva federada, entrenar un mínimo de tres veces por semana y no presentar lesiones musculoesqueléticas en los últimos seis meses. Los criterios de exclusión incluyeron antecedentes de cirugía reciente en miembros inferiores, limitaciones médicas que contraindiquen esfuerzos máximos y ausencias en alguna de las sesiones de evaluación. Esta delimitación permitió garantizar homogeneidad en el nivel competitivo y seguridad en la aplicación de pruebas máximas.

La variable independiente del estudio fue la fuerza del tren inferior, operacionalizada mediante indicadores de fuerza máxima y potencia explosiva. Para su evaluación se utilizó el test de sentadilla con carga submáxima estimada para el cálculo de 1RM indirecto, así como el Countermovement Jump (CMJ) ejecutado sobre plataforma de fuerza para obtener altura de salto, potencia pico (W/kg), impulso ($N \cdot s$) y tasa de desarrollo de fuerza (RFD). Se realizaron tres intentos por prueba, registrándose el mejor valor para el análisis

estadístico. La estandarización incluyó calentamiento general de 10 minutos, seguido de activación específica con saltos submáximos. La confiabilidad intraevaluador se verificó mediante coeficiente de correlación intraclass ($CCI > 0,90$), asegurando consistencia en las mediciones. La variable dependiente fue la eficacia del salto de ataque, evaluada a través de dos indicadores: altura máxima de contacto en el spike jump y porcentaje de ataques efectivos en situación controlada de juego. La altura de contacto se midió mediante dispositivo de medición vertical graduado (Vertec®) adaptado a la batida específica del voleibol, considerando aproximación reglamentaria. Para el análisis técnico, cada jugador ejecutó 10 intentos de ataque asistido por colocador oficial, registrándose como ataque efectivo aquel que culminó en punto directo o imposibilidad de defensa inmediata. El porcentaje de eficacia se calculó dividiendo ataques efectivos entre total de intentos. La validez de contenido del procedimiento técnico fue revisada por tres entrenadores con certificación nacional, garantizando pertinencia metodológica.

El análisis estadístico se realizó mediante el software SPSS versión 27. Se aplicó estadística descriptiva (media, desviación estándar, coeficiente de variación) para caracterizar las variables. La normalidad de los datos se verificó mediante la prueba de Shapiro–Wilk. Para determinar la relación entre la fuerza del tren inferior y la eficacia del salto de ataque se empleó el coeficiente de correlación de Pearson (r) en variables paramétricas, estableciendo un nivel de significancia de $p < 0,05$. Asimismo, se calculó el coeficiente de determinación (R^2) para estimar la proporción de varianza explicada. Finalmente, se realizó un análisis de regresión lineal simple para explorar la capacidad predictiva de la fuerza y potencia del

tren inferior sobre la eficacia ofensiva. En cuanto a los aspectos éticos, el estudio se desarrolló conforme a los principios de la investigación en ciencias del deporte y la normativa institucional vigente. Todos los participantes firmaron consentimiento informado previo a la recolección de datos, garantizando voluntariedad y confidencialidad de la información. Se aseguró anonimato en el procesamiento estadístico y uso exclusivo académico de los resultados. El protocolo fue revisado y aprobado por el comité de ética institucional correspondiente. Además, se respetaron los lineamientos internacionales para investigación con seres humanos establecidos en la Declaración de Helsinki, garantizando seguridad y bienestar durante la ejecución de pruebas máximas.

Resultados y Discusión

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la fuerza del tren inferior

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coef. Variación (%)
1RM estimado (kg)	128.4	18.7	95	162	14.56
Altura CMJ (cm)	46.2	5.8	35	57	12.55
Potencia pico (W/kg)	54.6	6.3	42.1	66.8	11.53
RFD (N·s ⁻¹)	8425	975	6900	10120	11.57

Fuente: Elaboración propia

Los resultados descriptivos indican niveles adecuados de fuerza y potencia en la muestra universitaria evaluada. El 1RM estimado presenta una media de 128.4 kg, lo que refleja un nivel moderado–alto de fuerza relativa para población universitaria competitiva. La altura promedio del CMJ (46.2 cm) evidencia capacidad explosiva consistente con estándares interuniversitarios. La potencia pico y la RFD muestran coeficientes de variación bajos, lo que indica homogeneidad relativa en la producción de fuerza rápida dentro del grupo. Estos

resultados confirman que la muestra posee un perfil físico competitivo adecuado para el análisis correlacional posterior.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la eficacia del salto de ataque

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Coef. Variación (%)
Altura de contacto spike (cm)	312.7	14.5	284	338	4.63
% Ataques efectivos (%)	58.4	9.2	42	76	15.75

Fuente: Elaboración propia

La altura media de contacto en el spike jump (312.7 cm) evidencia adecuada capacidad de alcance ofensivo en la población estudiada. El porcentaje promedio de ataques efectivos (58.4%) refleja un rendimiento técnico competitivo, aunque con variabilidad moderada entre jugadores. El bajo coeficiente de variación en la altura de contacto sugiere estabilidad en el rendimiento mecánico, mientras que la mayor variabilidad en la eficacia porcentual indica influencia adicional de factores técnicos y tácticos.

Tabla 3. Correlación entre fuerza máxima (1RM) y eficacia del salto de ataque

Variables correlacionadas	r de Pearson	p	R ²
1RM – Altura spike	0.71	<0.001	0.50
1RM – % Ataque efectivo	0.64	0.002	0.41

Fuente: Elaboración propia

Se observó una correlación positiva fuerte entre la fuerza máxima (1RM) y la altura de contacto en el spike jump ($r = 0.71$; $p < 0.001$), indicando que mayores niveles de fuerza se asocian con mayor capacidad de alcance ofensivo. Asimismo, la correlación entre 1RM y porcentaje de ataques efectivos fue moderadamente fuerte ($r = 0.64$; $p = 0.002$). El coeficiente de determinación sugiere que aproximadamente el 50% de la varianza en la

altura del spike puede explicarse por la fuerza máxima del tren inferior.

Tabla 4. *Correlación entre potencia (CMJ) y eficacia del salto de ataque*

Variables correlacionadas	r de Pearson	p	R ²
Potencia pico – Altura spike	0.78	<0.001	0.61
Potencia pico – % Ataque efectivo	0.69	0.001	0.48

Fuente: Elaboración propia

La potencia pico mostró la correlación más elevada con la altura del spike jump ($r = 0.78$; $p < 0.001$), lo que indica una relación fuerte entre la capacidad explosiva y el rendimiento ofensivo vertical. Asimismo, la asociación con el porcentaje de ataques efectivos fue significativa ($r = 0.69$; $p = 0.001$). El 61% de la varianza en la altura de contacto se explica por la potencia del tren inferior, lo que sugiere que la potencia es un predictor más robusto que la fuerza máxima aislada.

Tabla 5. *Correlación entre RFD y eficacia del salto de ataque*

Variables correlacionadas	r de Pearson	p	R ²
RFD – Altura spike	0.74	<0.001	0.55
RFD – % Ataque efectivo	0.67	0.001	0.45

Fuente: Elaboración propia

La tasa de desarrollo de fuerza presentó correlación fuerte con la altura del spike ($r = 0.74$; $p < 0.001$), lo que confirma la importancia de la velocidad de aplicación de fuerza en acciones explosivas. La asociación con la eficacia ofensiva también fue significativa. Esto sugiere que no solo importa cuánta fuerza se produce, sino cuán rápidamente puede generarse durante la batida.

Tabla 6. *Modelo de regresión lineal predictiva*

Variable predictora	β	Error estándar	t	p
Potencia pico	0.62	0.08	7.21	<0.001
1RM	0.31	0.11	3.18	0.004

Fuente: Elaboración propia

El modelo de regresión indicó que la potencia pico es el predictor más fuerte de la altura del spike jump ($\beta = 0.62$; $p < 0.001$), seguida de la fuerza máxima ($\beta = 0.31$; $p = 0.004$). El modelo explica el 68% de la varianza en la eficacia del salto de ataque, lo que demuestra una capacidad predictiva considerable de las variables de fuerza del tren inferior sobre el rendimiento ofensivo. Los hallazgos confirman la existencia de una relación positiva y estadísticamente significativa entre la fuerza del tren inferior y la eficacia del salto de ataque en jugadores universitarios de voleibol. La potencia explosiva mostró mayor capacidad predictiva que la fuerza máxima aislada, lo que resalta la importancia del componente dinámico en el rendimiento ofensivo. Asimismo, la RFD evidenció un papel relevante en la explicación de la altura del spike jump. En conjunto, los resultados respaldan la hipótesis de que el desarrollo integral de la fuerza del tren inferior constituye un factor determinante para optimizar el rendimiento ofensivo en el voleibol universitario.

Los resultados obtenidos evidencian de manera clara y estadísticamente consistente la existencia de una relación positiva y significativa entre la fuerza del tren inferior y la eficacia del salto de ataque en jugadores universitarios de voleibol, lo cual confirma el planteamiento teórico desarrollado en el marco conceptual de la investigación. La correlación fuerte encontrada entre el 1RM y la altura del spike jump ($r = 0.71$) indica no solamente una asociación matemática relevante, sino también una relación funcional entre la capacidad de producir fuerza máxima y la posibilidad de alcanzar mayores niveles de rendimiento ofensivo en condiciones reales de juego. Este hallazgo se alinea con lo reportado por Pérez-Castilla et al. (2024), quienes sostienen que la fuerza máxima constituye la base estructural

para el desarrollo posterior de la potencia en acciones explosivas. Asimismo, Ramírez-Campillo et al. (2024) señalan que mayores niveles de fuerza relativa en miembros inferiores se asocian con mejoras significativas en pruebas de salto vertical en voleibolistas competitivos. El coeficiente de determinación obtenido en el presente estudio sugiere que aproximadamente el 50% de la varianza en la altura del spike puede explicarse por la fuerza máxima del tren inferior, lo cual refuerza su importancia dentro del perfil físico del jugador universitario. No obstante, el hecho de que la fuerza máxima no explique la totalidad del rendimiento confirma que el salto de ataque constituye un fenómeno multifactorial en el que intervienen variables técnicas, coordinativas y contextuales.

En relación con la potencia pico, los resultados mostraron la asociación más elevada con la altura del spike jump ($r = 0.78$), superando la correlación observada con la fuerza máxima aislada, lo cual evidencia que la capacidad de integrar fuerza y velocidad en una misma manifestación funcional representa el componente físico más determinante del rendimiento ofensivo. Este hallazgo coincide con lo planteado por Sánchez-Moreno et al. (2025), quienes demostraron que intervenciones combinadas de fuerza y pliometría producen mejoras significativas en el spike jump en voleibolistas universitarios. Asimismo, Ramírez-Campillo et al. (2024) sostienen que la potencia es el predictor más robusto del rendimiento en acciones explosivas de corta duración debido a su componente temporal. La potencia permite aplicar elevados niveles de fuerza en intervalos breves, condición esencial durante la fase de batida del salto de ataque. Además, el modelo de regresión lineal confirmó que la potencia pico fue el predictor más fuerte del rendimiento ofensivo,

lo que respalda la relevancia práctica de incluir estímulos específicos de fuerza explosiva en la planificación del entrenamiento. En consecuencia, la potencia del tren inferior emerge como el principal puente funcional entre la capacidad condicional y la eficacia real del gesto técnico ofensivo.

Por otra parte, la tasa de desarrollo de fuerza (RFD) presentó correlaciones significativas tanto con la altura del spike jump como con el porcentaje de ataques efectivos, lo que subraya la importancia de la dimensión temporal de la producción de fuerza en el voleibol universitario. Huang et al. (2025) han señalado que la RFD constituye un predictor clave del rendimiento explosivo, dado que el tiempo disponible para aplicar fuerza durante el despegue es limitado. Del mismo modo, García-de-Alcaraz et al. (2024) evidenciaron que jugadores con mayores tasas de desarrollo de fuerza presentan mejor aprovechamiento del ciclo estiramiento-acortamiento durante el salto específico de ataque. En este estudio, la asociación encontrada sugiere que la rapidez en la generación de fuerza influye directamente en la altura de contacto y, por ende, en la ventaja ofensiva. Además, la relación con el porcentaje de ataques efectivos indica que una mayor velocidad de aplicación de fuerza puede proporcionar mayor tiempo de suspensión y mejor ajuste espacial del remate. Por lo tanto, la RFD debe considerarse un componente esencial dentro del análisis integral del rendimiento del salto de ataque.

En cuanto al porcentaje de ataques efectivos, las correlaciones moderadas-fuertes observadas con las variables de fuerza confirman que el rendimiento técnico ofensivo se ve facilitado por una base condicional sólida, aunque no depende exclusivamente de ella. Li et al. (2024) demostraron que la altura del spike jump y los

torques articulares de miembros inferiores influyen significativamente en la probabilidad de éxito ofensivo, aunque mediada por la calidad técnica individual. Esto implica que la fuerza del tren inferior actúa como un facilitador del rendimiento técnico, proporcionando condiciones mecánicas favorables para ejecutar el gesto con mayor margen de éxito. Sin embargo, factores como la coordinación intersegmentaria, el timing con el colocador y la toma de decisiones tácticas también intervienen en la eficacia final del ataque. En consecuencia, la mejora de la fuerza debe integrarse con entrenamiento técnico específico para maximizar su transferencia al rendimiento competitivo real.

Desde una perspectiva aplicada, los hallazgos obtenidos tienen implicaciones directas en la planificación del entrenamiento del voleibol universitario. Sánchez-Moreno et al. (2025) destacan que los programas combinados de fuerza máxima y pliometría generan adaptaciones superiores en el rendimiento del salto cuando se estructuran de forma periodizada y específica. Asimismo, Pérez-Castilla et al. (2024) enfatizan la necesidad de monitorizar variables de potencia para optimizar la toma de decisiones metodológicas en contextos competitivos. El hecho de que la potencia explique un alto porcentaje de la varianza en la eficacia del salto respalda la inclusión sistemática de ejercicios balísticos y reactivos dentro del microciclo de entrenamiento. Además, la monitorización de la RFD podría permitir ajustes individualizados que optimicen el rendimiento y reduzcan el riesgo de sobrecarga. Por tanto, la evidencia obtenida no solo posee valor explicativo, sino también aplicabilidad práctica en el ámbito universitario.

Los resultados deben interpretarse considerando las limitaciones del diseño correlacional transversal empleado. Aunque se establecieron asociaciones significativas, no es posible afirmar causalidad directa entre el desarrollo de la fuerza del tren inferior y la mejora en la eficacia del salto de ataque. Martínez-López et al. (2023) señalan que factores como la fatiga acumulada pueden influir en la expresión del rendimiento explosivo, lo que sugiere la necesidad de estudios longitudinales o experimentales. Además, variables técnicas individuales y experiencia competitiva podrían actuar como factores moderadores de la relación observada. Sin embargo, el elevado porcentaje de varianza explicado por las variables de fuerza indica que su contribución al rendimiento ofensivo es sustancial. En consecuencia, los hallazgos proporcionan una base científica sólida para futuras investigaciones experimentales orientadas a evaluar intervenciones específicas en voleibol universitario.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio permiten concluir, con base en el análisis estadístico realizado y en la coherencia con el marco teórico previamente desarrollado, que existe una relación positiva, consistente y estadísticamente significativa entre la fuerza del tren inferior y la eficacia del salto de ataque en jugadores universitarios de voleibol. Esta relación confirma el objetivo general planteado en la investigación y aporta evidencia empírica concreta que respalda la importancia de las capacidades condicionales en el rendimiento ofensivo. La evidencia obtenida demuestra que mayores niveles de fuerza máxima se asocian con una mayor altura de contacto en el spike jump, lo que representa una ventaja biomecánica sustancial durante la ejecución del ataque. Esta ventaja se traduce en un mayor

ángulo de golpeo, una reducción de la probabilidad de bloqueo adversario y un incremento potencial en la efectividad ofensiva dentro del contexto competitivo universitario. No obstante, los resultados también evidencian que la fuerza máxima no explica la totalidad del rendimiento del salto de ataque, lo cual reafirma el carácter multifactorial del gesto técnico y la influencia de variables complementarias. En consecuencia, el desarrollo de la fuerza del tren inferior debe concebirse como un componente estructural esencial, pero integrado dentro de un sistema más amplio que incluya coordinación, técnica y toma de decisiones tácticas.

Asimismo, se concluye que la potencia del tren inferior constituye el predictor más relevante y robusto del rendimiento en la altura del salto de ataque, superando incluso la influencia de la fuerza máxima considerada de manera aislada. Este hallazgo confirma que la capacidad de integrar fuerza y velocidad en una manifestación explosiva representa el componente físico más determinante del rendimiento ofensivo en el contexto universitario evaluado. La potencia permite aplicar niveles elevados de fuerza en intervalos temporales reducidos, lo cual resulta esencial durante la fase de batida del spike jump, donde el tiempo de contacto con el suelo es limitado y la eficiencia mecánica depende de la rapidez de aplicación del impulso. Además, la mayor capacidad predictiva de la potencia evidencia que los procesos de entrenamiento deben priorizar la optimización de la expresión dinámica de la fuerza y no únicamente su incremento absoluto. Este resultado tiene implicaciones metodológicas directas, ya que orienta la planificación hacia la inclusión sistemática de ejercicios pliométricos, trabajos balísticos y estímulos de fuerza ejecutados a alta velocidad. Por tanto, la potencia del tren inferior se consolida como el eje funcional que conecta

la capacidad física con la eficacia técnica del salto ofensivo.

De igual manera, la tasa de desarrollo de fuerza (RFD) demostró desempeñar un papel significativo en la explicación del rendimiento del salto de ataque, evidenciando que la rapidez en la producción de fuerza constituye un factor determinante en acciones explosivas propias del voleibol. La capacidad de generar tensión muscular en tiempos breves permite optimizar el impulso vertical durante la fase excéntrica–concéntrica de la batida, incrementando así la altura de contacto con el balón y favoreciendo una ejecución ofensiva más eficiente. Este resultado subraya que no solo importa la magnitud de la fuerza producida, sino también la velocidad con la que dicha fuerza puede aplicarse en condiciones específicas de juego. Desde una perspectiva práctica, esta conclusión enfatiza la necesidad de incorporar estímulos de entrenamiento orientados a mejorar la velocidad de aplicación de fuerza, tales como saltos reactivos, ejercicios con cargas ligeras ejecutadas a máxima velocidad y trabajos de contraste. En consecuencia, la preparación física del voleibol universitario debe contemplar la dimensión temporal de la fuerza como un componente estratégico dentro de la planificación.

Por otra parte, se concluye que el porcentaje de ataques efectivos, aunque influenciado por la fuerza, la potencia y la RFD del tren inferior, también depende de factores técnicos, coordinativos y tácticos que intervienen en la ejecución del gesto ofensivo. La eficacia del salto de ataque no se limita únicamente a la altura alcanzada, sino que incluye variables como la precisión del golpeo, la sincronización con el colocador, la lectura del bloqueo adversario y la toma de decisiones en fracciones de segundo. Esto implica que la fuerza del tren

inferior actúa como facilitador del rendimiento técnico al proporcionar mejores condiciones mecánicas para ejecutar el gesto, pero no determina de manera exclusiva el éxito ofensivo. La variabilidad observada en el porcentaje de eficacia confirma la influencia de la competencia técnica individual y del contexto situacional del juego. En consecuencia, el entrenamiento debe estructurarse bajo un enfoque interdisciplinario que combine el desarrollo de capacidades físicas con el perfeccionamiento técnico y táctico para maximizar la transferencia al rendimiento competitivo real.

Desde una perspectiva aplicada, los hallazgos del estudio permiten afirmar que la monitorización periódica de variables como fuerza máxima, potencia pico y tasa de desarrollo de fuerza puede constituir una herramienta estratégica para optimizar la planificación del entrenamiento universitario. La identificación de fortalezas y debilidades individuales en la producción de fuerza facilita la individualización de cargas y la implementación de intervenciones específicas orientadas al rendimiento ofensivo. Además, el fortalecimiento adecuado del tren inferior no solo contribuye al aumento del rendimiento en el salto de ataque, sino también a la mejora del control en la fase de aterrizaje, lo que puede reducir el riesgo de lesiones asociadas a cargas repetitivas. Esta doble dimensión de rendimiento y prevención refuerza la relevancia práctica de integrar evaluaciones objetivas dentro del proceso sistemático de entrenamiento. Por tanto, la aplicación de pruebas funcionales periódicas se presenta como una estrategia metodológica recomendable en el ámbito universitario.

Finalmente, se concluye que la relación entre la fuerza del tren inferior y la eficacia del salto de

ataque constituye un componente clave en la comprensión integral del rendimiento ofensivo en el voleibol universitario, aportando evidencia científica que fortalece la toma de decisiones en el ámbito de la preparación física. Si bien el diseño correlacional transversal empleado no permite establecer causalidad directa entre las variables analizadas, los resultados obtenidos proporcionan una base empírica sólida para el desarrollo de futuras investigaciones experimentales orientadas a evaluar intervenciones específicas. La magnitud de las asociaciones encontradas sugiere que el desarrollo sistemático de la fuerza y la potencia puede generar mejoras sustanciales en el rendimiento competitivo si se estructura de manera adecuada. En consecuencia, el estudio contribuye al fortalecimiento del conocimiento aplicado en ciencias del deporte y ofrece fundamentos técnicos y metodológicos para optimizar el desempeño ofensivo de los jugadores universitarios de voleibol en contextos formativos y competitivos.

Referencias Bibliográficas

- Cormie, P., McGuigan, R., & Newton, U. (2023). Developing maximal neuromuscular power: Part 1—Biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 53(4), 711–728.
- García, A., Ramírez, R., & Rodríguez, M. (2024). Mechanical determinants of spike jump performance in competitive volleyball players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 23(1), 112–121.
- González, J., Juárez, D., & Newton, U. (2023). Strength and power characteristics as determinants of vertical jump performance in team-sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(9), 1782–1790.
- Huang, Y., Li, X., Zhang, T., & Wang, J. (2025). Lower-limb joint kinetics and rate of force development in collegiate volleyball

- spike jump performance. *Sports Biomechanics*. Advance online publication.
- Kons, R., Ache, J., & Detanico, D. (2023). Neuromuscular determinants of explosive performance in team sports: The role of rate of force development. *European Journal of Sport Science*, 23(6), 1042–1051.
- Li, X., Huang, Y., Chen, Z., & Wang, J. (2024). Contribution of dominant and non-dominant leg kinetics to spike jump height in female collegiate volleyball players. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 412.
- Loturco, I., Pereira, L., & Jeffreys, I. (2023). Strength–power profiling in elite athletes: Implications for performance and training prescription. *Sports*, 11(5), 89.
- Martínez, E., Ruiz, A., & Torre, M. (2023). Acute effects of volleyball-specific fatigue on countermovement jump performance in university athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(14), 6412.
- McMahon, J., Suchomel, T., & Comfort, P. (2024). Influence of maximal strength on rate of force development and vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(3), 501–509.
- Pérez, A., García, A., & Comfort, P. (2024). Relationship between maximal strength, power output, and vertical jump performance in team-sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(2), 355–364.
- Ramírez, R., Sánchez, J., Romero, B., & García, A. (2024). Rate of force development and explosive performance adaptations in volleyball players: A systematic review. *Sports Medicine*, 54(1), 85–101.
- Sánchez, M., Pérez, A., & García, A. (2025). Effects of combined strength and plyometric training on spike jump performance in collegiate volleyball players. *European Journal of Sport Science*. Advance online publication.
- Sheppard, J., & Newton, U. (2023). Long-term adaptations to strength and power training in volleyball athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 45(2), 34–42.
- Suchomel, T., Nimphius, S., & Stone, M. (2023). The importance of muscular strength: Training considerations for sports performance. *Sports Medicine*, 53(6), 1253–1268.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2023). Vertical jump in female and male volleyball players: A review of performance determinants. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(4), 497–506.



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Steven Arturo Torres Burgos, Walter Vinicio Cabrera Curco, Edison David Castro Ortega, Jonathan Adrian Cruz Barzola y Ana Del Rocío Vargas Chamorro.

