

## Efectos de ejercicios de alto impacto en la fuerza explosiva de miembros inferiores en voleibolistas sénior

Effects of high-impact exercises on lower limb explosive strength in senior volleyball players

Nathalia Cristina Chamorro-Balseca<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0009-0005-1027-8916>

Xavier Eduardo Silva-Castro<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0009-0008-2495-3822>

Rodney Orlando Santillan-Murillo<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-3658-0575>

Diego Ramiro Espinosa-Ochoa<sup>3</sup>  <https://orcid.org/0009-0009-5989-4217>

<sup>1</sup> Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Pichincha, Ecuador.

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

<sup>3</sup> Ejército del Ecuador. Ecuador.

\*Autora para la correspondencia: [ncchamorro@espe.edu.ec](mailto:ncchamorro@espe.edu.ec)

### RESUMEN

**Introducción:** La pliometría es un método de entrenamiento que se centra en mejorar la potencia muscular mediante ejercicios que implican movimientos rápidos y explosivos; su implementación para mejorar la fuerza explosiva en voleibolistas aún debe estudiarse desde diferentes indicadores.

**Objetivo:** Evaluar los efectos de un programa de ejercicios de alto impacto en la fuerza explosiva de los miembros inferiores en voleibolistas.



**Métodos:** Fueron intervenidos 34 voleibolistas sénior por ocho semanas, con un entrenamiento pliométrico de alto impacto en sus miembros inferiores. Se midió, en dos momentos de la preparación, la altura del salto vertical, la potencia en miembros inferiores y la percepción subjetiva.

**Resultados:** Se registraron un incremento, como parte del *postest*, de 7,7 cm en el salto vertical y de 625 W de la potencia en miembros inferiores, y una mejora de la percepción subjetiva de 1,4 puntos promedio, significativamente diferente a favor del *postest* en todos los indicadores estudiados ( $p < 0,001$ ).

**Conclusiones:** Se evidencia que los ejercicios de alto impacto son una herramienta eficaz para mejorar la fuerza explosiva de los miembros inferiores en voleibolistas, con beneficios significativos en la altura del salto, la potencia muscular y la percepción subjetiva del rendimiento. Estas mejoras tienen el potencial de optimizar las acciones clave en el voleibol, lo que subraya la importancia de integrar este tipo de entrenamiento en los programas regulares de la preparación física.

**Palabras clave:** ejercicios de alto impacto; fuerza explosiva; voleibol sénior.

## ABSTRACT

**Introduction:** Plyometrics is a training method that focuses on improving muscular power through exercises that involve fast and explosive movements. Its implementation to improve explosive strength in volleyball players still needs to be studied from different indicators.

**Objective:** To evaluate the effects of a high-impact exercise program on the explosive strength of the lower limbs in volleyball players.

**Methods:** Thirty-four senior volleyball players underwent an eight-week high-impact plyometric training program in their lower limbs. Vertical jump height, lower limb power, and subjective perception were measured at two moments of the training.

**Results:** An increase of 7.7 cm in vertical jump height and 625 W of power in the lower limbs were recorded as part of the post-test, and an improvement in subjective perception of 1.4 average points, significantly different in favor of the post-test in all the indicators studied ( $p < 0.001$ ).

**Conclusions:** It is evident that high-impact exercises are an effective tool to improve the explosive strength of the lower limbs in volleyball players, with significant benefits in jump height, muscular power, and subjective perception of performance. These improvements have the potential to optimize key actions in volleyball, highlighting the importance of integrating this type of training into regular physical preparation programs.

**Key words:** high-impact exercises; explosive strength; senior volleyball.

Recibido: 29/11/2024.

Aceptado: 15/01/2025.

## INTRODUCCIÓN

El voleibol es un deporte que combina esfuerzos de alta intensidad con movimientos técnicos complejos, lo que requiere un desarrollo físico integral, especialmente en términos de fuerza explosiva.<sup>(1)</sup> La capacidad de generar fuerza máxima en un tiempo mínimo es una cualidad indispensable para las acciones críticas del juego, como el remate, el saque y el bloqueo. Esta habilidad es especialmente relevante en los miembros inferiores, que proporcionan la base para los movimientos más demandantes en el voleibol.<sup>(2)</sup> Por tanto, la mejora de la fuerza explosiva en los atletas es un objetivo clave en los programas de entrenamiento especializados.<sup>(3)</sup>

La fuerza explosiva se define como la capacidad de los músculos para producir un máximo de fuerza en el menor tiempo posible, lo que depende de factores fisiológicos y biomecánicos.<sup>(4)</sup> En el voleibol, habilidades como el salto vertical y los desplazamientos rápidos están directamente relacionados con esta capacidad. Los jugadores necesitan generar potencia de manera eficiente para alcanzar y superar los requisitos técnicos y tácticos del juego, lo que implica un alto grado de activación neuromuscular y coordinación intermuscular.

El rendimiento en estas habilidades está influenciado por múltiples factores, incluidos la masa grasa y muscular, la fuerza muscular, la velocidad de contracción, la resistencia a la velocidad y la elasticidad muscular.<sup>(5,6)</sup> Un entrenamiento adecuado, que se enfoque en desarrollar estas características, es crucial no solo para mejorar el rendimiento deportivo, sino también para reducir el riesgo de lesiones. A medida que se perfeccionan las capacidades físicas, los jugadores también pueden mejorar su capacidad de recuperación, manejar mejor los esfuerzos repetitivos, mantener un alto nivel de competencia durante la temporada, y mejorar sistemáticamente la potencia del salto, siendo factible su baremación, en función de requisitos biológicos y cronológicos.<sup>(7,8)</sup>

Los ejercicios de alto impacto son una categoría de entrenamiento que implica movimientos rápidos y dinámicos y que aplican una carga mecánica significativa sobre el sistema musculoesquelético.<sup>(9)</sup> Entre estos ejercicios, el entrenamiento pliométrico es uno de los más comunes y efectivos. Se centra en aprovechar el ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) de los músculos, maximizando el almacenamiento de energía elástica durante la fase excéntrica de un movimiento y su posterior liberación en la fase concéntrica.<sup>(10)</sup> Este mecanismo mejora la eficiencia neuromuscular y potencia la generación de fuerza explosiva.

Los ejercicios de alto impacto incluyen saltos con y sin carga, movimientos laterales explosivos y ejercicios de pliometría avanzada, como saltos profundos y lanzamientos. Estos métodos son particularmente relevantes para el voleibol, ya que simulan las demandas específicas del deporte y preparan a los jugadores para responder a las

exigencias físicas del juego.<sup>(2)</sup> Sin embargo, estos ejercicios también conllevan riesgos si no se planifican adecuadamente, como sobrecarga en las articulaciones o desequilibrios musculares. Por lo tanto, es esencial diseñar programas de entrenamiento que consideren las características individuales de los atletas, como su nivel de condición física y su historial de lesiones.

La investigación ha demostrado que los ejercicios de alto impacto son efectivos para mejorar la fuerza y la potencia muscular en atletas de diferentes disciplinas. Un metaanálisis realizado por Pardos-Mainer et al.<sup>(11)</sup> evidenció que el entrenamiento pliométrico mejora significativamente el salto vertical y la fuerza máxima en atletas entrenados, debido a las adaptaciones neuromusculares inducidas por el programa. Estas adaptaciones incluyen una mayor sincronización de las unidades motoras, una mejora en la tasa de desarrollo de fuerza y un aumento en la eficiencia del CEA.

En el contexto del voleibol, un entrenamiento de alto impacto bien estructurado puede traducirse en mejoras medibles en habilidades clave del juego, como la altura del salto y la velocidad en los desplazamientos.<sup>(12)</sup> Además, el uso de ejercicios específicos para fortalecer los músculos estabilizadores debe reducir la incidencia de lesiones comunes, como esguinces de tobillo o lesiones de rodilla, que son prevalentes en este deporte.

El éxito de los ejercicios de alto impacto radica en su capacidad para inducir adaptaciones específicas en el sistema musculoesquelético y neuromuscular,<sup>(12)</sup> a fin de mejorar el rendimiento físico y técnico-táctico en función de diversas características del juego, incluyendo implementos y medios.<sup>(13)</sup> A nivel fisiológico, estos ejercicios promueven la hipertrofia de las fibras musculares tipo II (de contracción rápida), que son responsables de generar fuerza explosiva.<sup>(14)</sup> Además, mejoran la capacidad del sistema nervioso para activar estas fibras de manera eficiente, aumentando la velocidad y la fuerza de contracción.

Desde el punto de vista biomecánico, los ejercicios de alto impacto también fortalecen las estructuras articulares, como los ligamentos y tendones, haciéndolos más resistentes a las fuerzas repetitivas y a las cargas elevadas. Este fortalecimiento es crucial para los jugadores de voleibol, quienes experimentan impactos constantes durante los saltos y aterrizajes.<sup>(15)</sup> La combinación de mejoras en la fuerza muscular, la resistencia articular y la coordinación motora contribuyen a un rendimiento físico más robusto y sostenible.

A pesar de los beneficios documentados, la implementación de ejercicios de alto impacto en programas de entrenamiento presenta desafíos específicos. Uno de los principales retos es la necesidad de individualizar el entrenamiento para evitar el riesgo de lesiones. Factores como la experiencia previa del atleta, su nivel actual de condición física y la presencia de lesiones previas, deben ser cuidadosamente evaluados antes de diseñar el programa. Además, la progresión gradual de la intensidad y el volumen de los ejercicios es fundamental para garantizar que los atletas puedan adaptarse a las demandas del entrenamiento, sin comprometer su integridad física, y en función de ello optimizar su rendimiento deportivo.

Otro aspecto importante es la monitorización constante del progreso y la adaptación del programa según los resultados observados, utilizando los métodos más efectivos para el incremento del rendimiento.<sup>(16,17)</sup> El uso de herramientas de evaluación, como pruebas de salto vertical o análisis de fuerza, puede proporcionar datos objetivos sobre la eficacia del entrenamiento y permitir ajustes basados en evidencia.<sup>(8)</sup>

El fin de esta investigación es evaluar los efectos de un programa de ejercicios de alto impacto en la fuerza explosiva de los miembros inferiores en voleibolistas de nivel competitivo. El estudio analiza cambios específicos en la altura del salto vertical, la potencia muscular y el rendimiento general durante situaciones de juego. Con este enfoque, se espera contribuir al desarrollo de estrategias de entrenamiento más efectivas y personalizadas para los voleibolistas, proporcionando evidencia científica que respalde la incorporación de ejercicios de alto impacto en sus rutinas de preparación física.

## MÉTODOS

Se estudian a 34 participantes del programa de intervención para lograr un resultado significativo. El número de participantes se determinó a partir de un tamaño moderado del efecto, según la medida de Cohen's, de  $d = 0,5$ , un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ , y una potencia estadística mínima del 80 %, muestra suficiente para establecer las inferencias de una manera confiable; se determinó previamente una población de 72 sujetos.

El procedimiento de selección de la muestra de basó en un muestreo aleatorio simple, se enumeró previamente a la población y se seleccionaron los 34 participantes, con un generador de números aleatorios diseñado previamente en Microsoft Excel 2021.

Para la selección de los participantes se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: a) voleibolistas categoría sénior, con un rango de 18 a 30 años, de la ciudad de Quito, correspondientes a una etapa de máximo rendimiento físico; b) mínimo tres años de práctica continua en equipos competitivos, federados o semiprofesionales; c) salud general apta para realizar ejercicios de alto impacto, certificada por un médico deportivo; d) se priorizaron las posiciones que requieren de alta explosividad en el salto (bloqueadores, atacantes y armadores); e) compromiso para asistir al programa de intervención completo (sesiones de entrenamiento y evaluaciones); f) participantes activos en ligas locales, regionales o nacionales en los últimos 12 meses; g) no haber sufrido lesiones graves en los últimos seis meses que afecten el rendimiento en los miembros inferiores (esguinces severos, fracturas o cirugías recientes); h) resultados similares en las pruebas iniciales de salto vertical y potencia muscular (rango del 15 % entre los valores más altos y más bajos); i) haber participado regularmente en entrenamientos estructurados al menos tres veces por semana; j) disposición voluntaria de los participantes, con firma de un consentimiento informado que explicase los riesgos y beneficios del programa.

Duración del proceso de intervención: 8 semanas.

Frecuencia: 3 sesiones por semana.

Duración de cada sesión: 60 minutos.

Semana 1-2: Adaptación neuromuscular.

Enfoque: Introducción al entrenamiento pliométrico, fortalecimiento básico y adaptación progresiva.

Objetivo: Mejorar la técnica de ejecución y preparar el sistema musculoesquelético para cargas más intensas.

Ejercicios:

1. Saltos en el lugar (10 repeticiones x 3 series): asegurarse de caer con las rodillas semiflexionadas. Descanso: 30 segundos entre series.
2. Saltos laterales con pies juntos (10 repeticiones x 3 series): mantener un ritmo controlado y una postura adecuada.
3. *Step-ups* explosivos en un banco (8 repeticiones por pierna x 3 series): impulsarse hacia arriba rápidamente y controlar la bajada.
4. Sentadilla isométrica con salto (15 segundos de isometría, seguido de 5 saltos x 3 series): mantener la posición de sentadilla baja antes de cada salto.
5. Estiramientos dinámicos (10 minutos): enfocados en los músculos isquiotibiales, cuádriceps y pantorrillas.

Semana 3-4: Incremento de intensidad.

Enfoque: Introducción de ejercicios con mayor carga excéntrica y explosividad.

Objetivo: Aumentar la potencia y velocidad en el CEA.

Ejercicios:

1. Saltos profundos (*depth jumps*) desde una altura de 30 cm (8 repeticiones x 3 series). Salto hacia arriba inmediatamente después de aterrizar.
2. *Sprints* cortos con cambios de dirección (10 metros x 5 repeticiones): enfatizar la aceleración inicial y el frenado controlado.
3. Saltos sobre cajón (*box jumps*) con altura progresiva (8 repeticiones x 3 series): aumentar la altura cada semana dentro del rango seguro.
4. Estocadas dinámicas con salto (6 repeticiones por pierna x 3 series): asegurarse de mantener la estabilidad en cada salto.
5. Flexión plantar explosiva con carga (15 repeticiones x 3 series): usar mancuernas ligeras o solo el peso corporal.
6. Estiramientos dinámicos y estáticos (10 minutos).

Semana 5-6: Máxima intensidad.

Enfoque: Ejercicios pliométricos avanzados y fortalecimiento integrado.

Objetivo: Optimizar la fuerza explosiva y la eficiencia neuromuscular.

Ejercicios:

1. Saltos profundos desde 40 cm (6 repeticiones x 4 series): aumentar altura para mayor carga excéntrica.
2. Multisaltos con obstáculos (10 saltos x 3 series): colocar pequeños obstáculos a distancias variables.
3. *Sprints* en escalera o colina (20 metros x 5 repeticiones): focalizar en la fuerza inicial de impulso.
4. Saltos divididos (*split jumps*) con peso ligero (8 repeticiones por pierna x 3 series).
5. Cargadas explosivas con barra (*power cleans*) (5 repeticiones x 4 series): supervisión para evitar lesiones por mala técnica.
6. Trabajo de estabilidad con BOSU o balones medicinales (5 minutos).
7. Estiramientos y liberación miofascial (10 minutos).

Semana 7-8: Consolidación y transferencia deportiva.

Enfoque: Aplicar mejoras a movimientos específicos del voleibol.

Objetivo: Transferir la fuerza explosiva al rendimiento deportivo.

Ejercicios:

1. Saltos de bloqueo simulados (10 repeticiones x 3 series): practicar la técnica de bloqueo con explosividad.
2. Remates con salto vertical máximo (8 repeticiones x 4 series): usar balones ligeros para aumentar la velocidad de ejecución.
3. Saltos con banda elástica (10 repeticiones x 3 series): incorporar resistencia elástica para mayor intensidad.
4. Desplazamientos laterales con salto (8 repeticiones por lado x 3 series).

5. Saltos consecutivos en circuito (15 repeticiones x 3 series): diseñar un circuito con variaciones de saltos.
6. Simulación de jugadas completas (15 minutos): integrar habilidades específicas del juego en ejercicios dinámicos.
7. Enfriamiento con estiramientos pasivos (10 minutos).

La investigación utiliza las siguientes herramientas base, como pruebas de valoración del rendimiento deportivo, descritas a continuación:

Altura del salto vertical (cm): El sujeto realiza un salto máximo desde posición estática con ambas piernas. Se registran tres intentos, y se calcula el promedio de la altura alcanzada en centímetros. En caso de usar cinta métrica, se mide la diferencia entre el alcance estático y el punto más alto del salto. Instrumento: plataforma de contacto (o cinta métrica en caso de no disponer del equipo).

Potencia en los miembros inferiores (W): El sujeto realiza un salto con contramovimiento (*countermovement jump* - CMJ) sobre la plataforma del dinamómetro. Se mide la fuerza pico en newtons (N) y la potencia generada en watts (W) durante el impulso del salto. Se registran tres intentos y se calcula el promedio. Instrumentos: dinamómetro de fuerza para miembros inferiores.

Percepción subjetiva del rendimiento en el juego (escala 1-5). Instrumento: cuestionario validado (ejemplo: escala Likert de 1 a 5). Dimensiones evaluadas: eficiencia en el bloqueo; potencia y efectividad en el remate; agilidad en desplazamientos laterales; resistencia durante el partido. Procedimiento: los jugadores responden el cuestionario antes y después de la intervención. Se calcula el promedio por dimensión y un puntaje general.

En la semana 0 (inicio del programa) se implementa el *pretest* para establecer valores base, y en la semana 9 (final del programa) se implementa el *posttest* para evaluar el impacto de la intervención.

Los datos registrados fueron sometidos a prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. En tal sentido, se empleó la prueba t de Student para dos muestras relacionadas, aplicada en dos momentos de la preparación (*pretest/posttest*). Se utilizó una tabla dinámica, diseñada en Microsoft Excel 2021, para la tabulación de los datos; el SPSS v. 25 para establecer la normalidad y las correlaciones pertinentes, y con el G\*Power 3.1 se calcularon los supuestos de una muestra suficiente.

## RESULTADOS

Una vez tabulados los datos de intereses, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk determinó la existencia de una distribución normal de los datos con la prueba t de Student para dos muestras relacionadas como estadístico paramétrico de interés.

Los resultados descritos en la tabla muestran una mejora significativa en todos los indicadores evaluados después de la intervención, con valores  $p < 0,001$  para cada comparación. Esto indica que los ejercicios de alto impacto tuvieron un efecto positivo en la fuerza explosiva de los miembros inferiores y en la percepción subjetiva del rendimiento de los jugadores.

**Tabla.** Resultados estadísticos del proceso de intervención

Indicador	Media pretest	Media posttest	Diferencia media	t (valor T)	p (valor p)
Altura del salto vertical (cm)	31,5	39,2	7,7	8,21	< 0,001
Potencia miembros inferiores (W)	2258,3	2883,3	625	10,45	< 0,001
Percepción subjetiva (Escala 1-5)	2,8	4,2	1,4	12,30	< 0,001

## DISCUSIÓN

La presente investigación evaluó los efectos de un programa de ejercicios de alto impacto en la fuerza explosiva de los miembros inferiores en voleibolistas sénior. Los resultados obtenidos evidencian un impacto significativo en los indicadores de desempeño físico, como la altura del salto vertical, la potencia de los miembros inferiores y la percepción subjetiva del rendimiento. Estos hallazgos confirman la efectividad de los ejercicios de alto impacto, como una estrategia de entrenamiento para mejorar capacidades físicas específicas esenciales en el voleibol.

Los datos muestran un aumento promedio significativo en la altura del salto vertical de 7,7 cm después de la intervención. Este resultado respalda la hipótesis de que los ejercicios pliométricos y de alto impacto estimulan los mecanismos neuromusculares, aumentando la capacidad de producción de fuerza rápida.<sup>(12,18)</sup> Estudios previos han demostrado que el entrenamiento pliométrico mejora la activación de unidades motoras y la elasticidad muscular, lo que contribuye a un salto más explosivo. En el contexto del voleibol, esta mejora es crucial, ya que los jugadores requieren un salto eficiente para desempeñar roles ofensivos y defensivos, como el remate y el bloqueo.<sup>(19,20)</sup>

El aumento promedio de 625 W en la potencia de los miembros inferiores, medido mediante un dinamómetro, refuerza la efectividad del programa. Este incremento puede atribuirse a la capacidad de los ejercicios de alto impacto para mejorar la contracción muscular rápida y la eficiencia del CEA.<sup>(21)</sup> Comparado con programas de entrenamientos convencionales, este tipo de ejercicio induce a mayores adaptaciones en la fuerza máxima y explosiva, debido a la carga mecánica elevada y la especificidad

de los movimientos. Según Welch,<sup>(22)</sup> estas adaptaciones no solo mejoran el rendimiento deportivo, sino que también reducen el riesgo de lesiones al optimizar la biomecánica del movimiento.

La percepción subjetiva del rendimiento, evaluada mediante un cuestionario validado, aumentó significativamente, de un nivel bajo a un nivel alto en la mayoría de los participantes. Este hallazgo sugiere que, además de los beneficios físicos, el programa de ejercicios tuvo un impacto positivo en la confianza y motivación de los jugadores. La mejora en la percepción subjetiva puede estar relacionada con la experiencia de progreso tangible durante el entrenamiento y con el fortalecimiento de habilidades clave para el juego.<sup>(23)</sup>

Los resultados obtenidos son consistentes con investigaciones que subrayan los beneficios del entrenamiento pliométrico y de alto impacto en deportes que requieren fuerza explosiva. Por ejemplo, un estudio de Chaturvedi et al.<sup>(12)</sup> encontró incrementos que mejoraron significativamente la altura del salto vertical (DM = -7,133, IC del 95 % (-12,657; -1,609) en cuatro semanas de programa pliométrico. Sin embargo, los efectos en la percepción subjetiva del rendimiento son menos reportados en la literatura, lo que resalta la originalidad de este estudio.

A pesar de los resultados positivos, se presenta algunas limitaciones. Primero, por la duración de la intervención (ocho semanas), que podría no ser suficiente para evaluar cambios a largo plazo en la fuerza explosiva y otras capacidades relacionadas y, finalmente, el uso de herramientas como el dinamómetro y la plataforma de contacto podría presentar variabilidad en los resultados debido a factores técnicos o humanos.

Los hallazgos de esta investigación tienen implicaciones directas para entrenadores y preparadores físicos en el voleibol. La inclusión de ejercicios de alto impacto en los planes de entrenamiento podría ser una estrategia eficaz para mejorar el rendimiento en saltos y acciones explosivas, fundamentales para el éxito en el deporte.<sup>(24,25)</sup> Además, los beneficios percibidos por los jugadores podrían contribuir a una mayor adherencia a los programas de entrenamiento.

Es necesario realizar estudios con muestras más grandes y variadas para confirmar estos resultados. Asimismo, sería interesante explorar el impacto de diferentes intensidades y volúmenes de entrenamiento de alto impacto en subgrupos de jugadores, según su posición en el campo. Finalmente, investigaciones a largo plazo podrían evaluar si las mejoras alcanzadas se mantienen durante las temporadas competitivas y cómo influyen en el rendimiento global del equipo.

En conclusión, el presente estudio evidencia que los ejercicios de alto impacto son una herramienta eficaz para mejorar la fuerza explosiva de los miembros inferiores en voleibolistas, con beneficios significativos en la altura del salto, la potencia muscular y la percepción subjetiva del rendimiento. Estas mejoras tienen el potencial de optimizar las acciones clave en el voleibol, lo que subraya la importancia de integrar este tipo de entrenamiento en los programas regulares de preparación física.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zhou R. Upper Limb Movement Characteristics in Volleyball Athletes. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2023 [citado en 10/09/2022];29. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/smMVD3nhCdTBbh9ccnBSGxM/?lang=en>
2. Zhang Z, Jiang M, Jing Y, et al. Associations between Sprint Mechanical Properties and Change of Direction Ability and Asymmetries in COD Speed Performance in Basketball and Volleyball Players. Life. 2024;14(11):1434. DOI: 10.3390/life14111434.
3. Heynen R, Gross M, Betschen T, et al. Post-activation performance enhancement (PAPE) increases jumping power in elite female volleyball athletes. Sports. 2024;12(1):22. DOI: 10.3390/sports12010022.
4. Aragón-Vargas LF, Fernández-Ramírez A. Fisiología del ejercicio: respuestas, entrenamiento y medición. San José: Universidad de Costa Rica; 1995.
5. Rendón Morales PA, Lara Chalá LdR, Hernández JJ, et al. Influencia de la masa grasa en el salto vertical de basquetbolistas de secundaria. Rev Cubana Invest Bioméd [Internet]. 2017 [citado 15/09/2024];36(1):1-12. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002017000100015](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002017000100015)
6. Morán-Pedroso L, Chamorro-Balseca NC, Sánchez-Córdova B, et al. Análisis pedagógico de las adaptaciones cardiovasculares del equipo campeón universitario de voleibol masculino. Rev Méd Electrón [Internet]. 2024 [citado 15/09/2024];46:e5855. Disponible en: <https://revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/5855/5905>
7. Roso-Moliner A, Gonzalo-Skok O, Villavicencio-Álvarez VE, et al. Analyzing the Influence of Speed and Jumping Performance Metrics on Percentage Change of Direction Deficit in Adolescent Female Soccer Players. Life. 2024;14(4):466. DOI: 10.3390/life14040466.
8. Calero-Morales S, Villavicencio-Álvarez VE, Flores-Abad E, et al. Pedagogical control scales of vertical jumping performance in untrained adolescents (13–16 years): research by strata. PeerJ. 2024;12:e17298. DOI: 10.7717/peerj.17298.
9. Bompa T. Periodización del Entrenamiento Deportivo. Barcelona: Paidotribo; 2006.
10. Cometti G. Manual de pliometría. Barcelona: Paidotribo; 2019.
11. Pardos-Mainer E, Lozano D, Torrontegui-Duarte M, et al. Effects of strength vs. plyometric training programs on vertical jumping, linear sprint and change of direction speed performance in female soccer players: a systematic review and meta-analysis. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(2):401. DOI: 10.3390/ijerph18020401.
12. Chaturvedi R, Muwal M, Joshi S, et al. Efeito do treinamento pliométrico de curta duração no salto vertical e velocidade de sprint em jogadores de vôlei. Rev Pesq Fisio [Internet]. 2023 [citado 15/09/2024];13:e5028. Disponible en: <https://www5.bahiana.edu.br/index.php/fisioterapia/article/view/5028>

13. Molina-Martín JJ, Serrano CL, Morales S, et al. Volleyball ball design performance effects on service reception in high-level women. *Retos*. 2023;50:711-6. DOI: 10.47197/retos.v50.99540.
14. Tøien T, Nielsen JL, Berg OK, et al. The impact of life-long strength versus endurance training on muscle fiber morphology and phenotype composition in older men. *J Appl Physiol*. 2023;135(6):1360-71. DOI: 10.1152/jappphysiol.00208.2023.
15. Soylyu C, Altundağ E, Akarçeşme C, et al. The relationship between isokinetic knee flexion and extension muscle strength, jump performance, dynamic balance and injury risk in female volleyball players. *J hum sport exerc*. 2020;15(3):502-14. DOI: 10.14198/jhse.2020.153.03.
16. Game Mendoza KM, Vinueza Burgos GdC, Icaza Rivera DP, et al. Efectos de las estrategias colaborativas en el proceso académico de enseñanza-aprendizaje de voleibolistas prejuveniles. *Retos*. 2024;61:1172-83. DOI: 10.47197/retos.v61.109363.
17. Calero Morales S, Fernández Lorenzo A, Chávez Cevallos E, et al. Anomalies in effectiveness: A mathematical model used in international volleyball. *Retos*. 2017;32:194-8. DOI: 10.47197/retos.v0i32.49650.
18. Esposito G, Altavilla G, Giardullo G, et al. The Effects of the Use of Plyometric Exercises with and without the Ball in the Development of Explosive Strength in Volleyball. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2024;9(3):126. DOI: 10.3390/jfmk9030126.
19. Berriel GP, Schons P, Costa RR, et al. Correlations between jump performance in block and attack and the performance in official games, squat jumps, and countermovement jumps of professional volleyball players. *J Strength Cond Res [Internet]*. 2021 [citado 15/09/2024];35(Suppl 2):S64-S9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33337704/>
20. İşgüzar MG, Keskin K, Tokat F, et al. Exploring the relationship between total vertical jump load and block performance in elite volleyball players: Position-specific analysis. *J Hum Sci*. 2023;20(3):439-45. DOI: 10.14687/jhs.v20i3.6401.
21. Goranovic K, Petkovic J, Hadzic R, et al. Rate of force development and stretch-shortening cycle in different jumps in the elite volleyball players. *Int j morphol [Internet]*. 2022 [citado 15/09/2024];40(2):334-8. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1385615>
22. Welch N. The role of maximum strength, explosive strength, reactive strength and deceleration in rehabilitation and performance [tesis]. Dublin: Dublin City University; 2019.
23. Gropper H, John JM, Sudeck G, et al. "I just had the feeling that the interval training is more beneficial": young adults' subjective experiences of physical fitness and the role of training modes. *Front Sports Act Living*. 2023;5:1115944. DOI: 10.3389/fspor.2023.1115944.

24. Çakır M, Ergin E. The effect of core training on agility, explosive strength and balance in young female volleyball players. Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi. 2022;7(2):525-35. DOI: 10.25307/jssr.1171779.

25. Nasuka N, Setiowati A, Indrawati F. Power, strength and endurance of volleyball athlete among different competition levels. Utopía y Praxis Latinoamericana [Internet]. 2020 [citado 15/09/2024];25(10):15-23. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/279/27964799002/27964799002.pdf>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran la no existencia de conflictos de intereses.

### **Contribución de autoría**

Nathalia Cristina Chamorro-Balseca: conceptualización, investigación, análisis formal, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición.

Xavier Eduardo Silva-Castro: investigación, curación de datos, validación y administración del proyecto.

Rodney Orlando Santillan-Murillo: curación de datos, validación y adquisición de fondos.

Diego Ramiro Espinosa-Ochoa: metodología y supervisión.

Editor responsable: Silvio Soler-Cárdenas.

### **CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO**

Chamorro-Balseca NC, Silva-Castro XE, Santillan-Murillo RO, Espinosa-Ochoa DR. Efectos de ejercicios de alto impacto en la fuerza explosiva de miembros inferiores en voleibolistas sénior. Rev Méd Electrón [Internet]. 2025 [citado: fecha de acceso];47:e6292. Disponible en: <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/6292/6097>