

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

ANÁLISIS TEÓRICO-COMPARATIVO DEL SALTO ALIEN: LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS Y CONTRASTE BIOMECÁNICO CON SALTOS PLIOMÉTRICOS ESTANDARIZADOS

**THEORETICAL COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ALIEN
JUMP: MUSCULOSKELETAL INJURIES AND
BIOMECHANICAL CONTRAST WITH STANDARDIZED
PLYOMETRIC JUMPS**

Saúl Iram Armendáriz Ramírez
Compecer University

Hugo Nava Corrales
Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Mariana Velazco Velazco
Compecer University

Análisis Teórico-Comparativo del Salto Alien: Lesiones Musculoesqueléticas y Contraste Biomecánico con Saltos Pliométricos Estandarizados

Saúl Iram Armendáriz Ramírez¹sarmendariz2024@cdes.edu.mx<https://orcid.org/0009-0001-9274-4415>

Compecer University

Chihuahua, Chih.

México

Hugo Nava Corraleshnava@uach.mx<https://orcid.org/0000-0003-1128-4419>

Universidad Autónoma de Chihuahua

Facultad de Ingeniería

Chihuahua, Chih.

México

Mariana Velazco Velazcomariana2023@cdes.edu.mx<https://orcid.org/0009-0007-1333-2193>

Compecer University

Cd. Delicias, Chihuahua

México

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la validez biomecánica del Salto Alien y su pertinencia en el entrenamiento de fisicoculturismo y fitness, mediante un estudio cualitativo de alcance exploratorio con diseño no experimental teórico-comparativo. Se contrastó el Salto Alien con protocolos de saltos pliométricos estandarizados descritos en guías técnicas y literatura científica entre 2010 y 2025. Se efectuó un análisis cualitativo bidimensional de fotogramas extraídos con inteligencia artificial (IA) a partir de videos de YouTube, describiendo variables de alineación articular, control neuromuscular y transferencia secuencial de fuerzas. Se identificaron desalineaciones multiplanares en despegue, vuelo y aterrizaje, entre ellas valgo dinámico de rodilla, aducción y rotación interna de cadera, rotación tibial interna y pronación del pie, con incremento de carga sobre el ligamento cruzado anterior, el ligamento colateral medial, el tendón rotuliano, el labrum acetabular y el tendón de Aquiles. Estas alteraciones se asocian con lesiones musculoesqueléticas agudas y por sobreuso. El Salto Alien carece de respaldo de la biomecánica deportiva y no cumple criterios técnicos de seguridad en su ejecución, por lo que se recomienda excluirlo de programas de entrenamiento. Se sugiere sustituirlo por saltos pliométricos estandarizados, con supervisión especializada para preservar la integridad musculoesquelética de los practicantes en gimnasios.

Palabras clave: biomecánica deportiva, lesiones musculoesqueléticas, pseudoejercicio, Salto Alien, saltos pliométricos

¹Autor principal

Correspondencia: sarmendariz2024@cdes.edu.mx

Theoretical Comparative Analysis of the Alien Jump: Musculoskeletal Injuries and Biomechanical Contrast with Standardized Plyometric Jumps

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the biomechanical validity of the Alien Jump and its suitability for bodybuilding and fitness training through a qualitative exploratory study with a nonexperimental theoretical-comparative design. The Alien Jump was contrasted with standardized plyometric jump protocols described in technical guidelines and peer-reviewed literature published between 2010 to 2025. A two-dimensional qualitative analysis was conducted on frames extracted using artificial intelligence from publicly available YouTube videos to describe variables of joint alignment, neuromuscular control, and sequential force transfer. Multiplanar misalignments were identified during take-off, flight, and landing, including dynamic knee valgus, hip adduction with internal rotation, internal tibial rotation, and foot pronation, with increased loading of the anterior cruciate ligament, medial collateral ligament, patellar tendon, acetabular labrum, and Achilles tendon. These alterations are associated with acute and overuse musculoskeletal injuries. The Alien Jump is unsupported by sports biomechanics and fails to meet technical safety criteria for execution; therefore, it should be excluded from training programs. Replacement with standardized plyometric jumps under specialist supervision is advised to preserve practitioners' musculoskeletal integrity in gym settings.

Keywords: musculoskeletal injuries, plyometric jumps, pseudo-exercise, Salto Alien, sports biomechanics

*Artículo recibido 20 marzo 2025
Aceptado para publicación: 15 abril 2025*



INTRODUCCIÓN

El entrenamiento pliométrico con énfasis en los saltos mejora potencia, velocidad y coordinación neuromuscular, y puede contribuir a la hipertrofia en deportistas de élite y en programas de acondicionamiento general (Marković et al., 2013). Los ejercicios con protocolos estandarizados, como el salto con contramovimiento y el salto desde plataforma, imponen altas demandas mecánicas sobre la cadena cinética del miembro inferior, que requieren una ejecución técnicamente precisa (Bobbert & van Soest, 2001). Estos saltos exigen control neuromuscular eficiente y alineación articular adecuada dentro de un control multiplanar para atenuar el impacto, proteger las estructuras musculoesqueléticas y prevenir lesiones agudas y degenerativas, en coherencia con el uso correcto del ciclo de estiramiento-acortamiento, entendido como una transición rápida del trabajo excéntrico al concéntrico (Lee & Lim, 2012; Marković et al., 2013).

La influencia de las redes sociales ha transformado la adopción de rutinas de entrenamiento. Circulan tendencias visualmente llamativas sin respaldo técnico ni biomecánico, se normalizan sin evaluación independiente y la credibilidad del creador, la calidad percibida del contenido y la interacción social incrementan la intención de adopción. Este entorno facilita la viralización de pseudoejercicios y su difusión por creadores e influenciadores en plataformas como YouTube (Štajer et al., 2022; Wang et al., 2024; Yin et al., 2024).

El Salto Alien es un ejemplo ilustrativo de pseudoejercicio viralizado, observable en videos de dominio público (Fitness Training, 2020). En redes se promociona como recurso para inducir hipertrofia muscular en la cadena cinética del miembro inferior, con énfasis en la musculatura glútea, como alternativa para mejorar potencia y fuerza explosiva, a veces presentada como superior a los saltos estandarizados.

Hasta donde alcanza la revisión, no existen comparaciones empíricas de su cinemática y cinética frente a modelos de referencia ni reportes sistemáticos de variables clave como ángulos articulares, momentos articulares, fuerzas de reacción del suelo y patrones de activación neuromuscular, variables que permiten valorar la transferencia secuencial de fuerzas a lo largo de la cadena cinética del miembro inferior. En consecuencia, el Salto Alien carece de validación biomecánica y de contrastes electromiográficos frente a saltos estandarizados. Este vacío justifica el análisis teórico-comparativo del presente trabajo.



En saltos estandarizados, el despegue requiere secuencia de proximal a distal y control excéntrico que preparen una triple extensión eficiente. Durante el vuelo, la alineación multiplanar y la estabilidad del centro de masa sostienen trayectorias controladas. En el aterrizaje, la alineación rodilla-pie y el control femoropélvico atenúan el impacto y preservan la mecánica articular (Bobbert & van Soest, 2001; Lee & Lim, 2012).

Cuando la secuencia se interrumpe o aparecen desalineaciones, las cargas se concentran de forma asimétrica en la articulación femorotibial; aumentan los momentos en valgo, así como las demandas torsionales; se compromete la estabilidad patelofemoral y se eleva el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior. En lesiones sin contacto se han descrito incrementos rápidos de valgo dinámico, rotación interna tibial, picos verticales de fuerza de reacción del suelo cercanos a 3,2 veces el peso corporal y variaciones angulares pequeñas con relevancia clínica, detectables mediante cinemática tridimensional y escalas de calidad del movimiento (Koga et al., 2010; Myer et al., 2011). La literatura vincula aducción junto con rotación interna de cadera, valgo dinámico y absorción excéntrica reducida con incremento del momento aductor de la rodilla, menor estabilidad femorotibial y mayor riesgo para el ligamento cruzado anterior (Dai et al., 2014; Giarmatzis et al., 2020; Hewett et al., 2005; Koga et al., 2010; NSCA, 2019a; Powers, 2010; Powers et al., 2017; Zelik & Honert, 2018).

Las guías del American College of Sports Medicine y de la National Strength and Conditioning Association recomiendan progresión gradual de la carga, técnica depurada y uso del ciclo de estiramiento-acortamiento. Para saltos, enfatizan alineación en despegue, vuelo y aterrizaje, control neuromuscular y progresiones que eviten desalineación en la recepción (ACSM, 2014; ACSM, 2017; NSCA, 2019a; NSCA, 2019b). De manera concordante, organismos líderes en entrenamiento deportivo destacan la alineación articular, la coordinación neuromuscular y la transferencia secuencial de fuerzas como ejes de prevención (ACE, s. f.; ASCA, s. f.; ISSA, s. f.; NASM, 2025; NCSF, 2025; UKSCA, s. f.).

A partir de este vacío, la amplia difusión digital del Salto Alien y la falta de caracterización comparativa rigurosa priorizan su evaluación frente a protocolos pliométricos estandarizados. En este marco conviene delinear criterios técnicos que orienten su exclusión o sustitución cuando proceda, además de fortalecer la supervisión profesional en contextos de entrenamiento. Dada la relación documentada entre

aterrizajes desalineados y sobrecarga de la cadena cinética del miembro inferior, resulta pertinente promover líneas de investigación multidisciplinarias que consoliden prácticas basadas en evidencia y desincentiven su práctica, prescripción y difusión sin sustento científico.

Una perspectiva que integre biomecánica, fisiología del ejercicio, psicología del deporte y sociología ofrece un marco más completo para comprender patrones de movimiento no validados como el Salto Alien. La evidencia reciente en pruebas de aterrizaje, en especial bajo doble tarea o con demandas pliométricas, muestra variaciones mecánicas que elevan el riesgo; además, refuerza la necesidad de documentar y comparar estas prácticas e incorporar factores sociales como la influencia de tendencias virales y la percepción del riesgo asociada a su adopción (Baus et al., 2020; González-Millán et al., 2024; Jarvis, 2018; Sharma et al., 2023; Wang et al., 2024).

Una revisión sistemática identificó el control postural y las variables angulares del aterrizaje como determinantes de la seguridad articular en saltos pliométricos. En coherencia, guías y síntesis metodológicas priorizan medir con precisión: el tiempo de contacto con el suelo; los ángulos articulares en saltos desde altura, con contramovimiento y unilaterales con obstáculos (Jarvis, 2018; ACSM, 2025; Aragón-Vargas & González-Lutz, 2023; NSCA, 2019).

En este contexto, el estudio presenta un análisis teórico-comparativo sustentado en una revisión crítica de literatura científica y guías técnicas. Contrasta el Salto Alien con protocolos estandarizados de saltos pliométricos mediante variables cinemáticas y cinéticas, además de la transferencia secuencial de fuerzas a lo largo de la cadena cinética del miembro inferior; delinea criterios científicos y técnicos para desincentivar su práctica y su prescripción; emplea un marco de plausibilidad causal de fundamento mecanicista sustentado en biomecánica deportiva; y triangula evidencia con resultados del análisis cualitativo de videos y fotogramas para valorar cada fase del salto.

Con base en el análisis de la literatura revisada, se plantea la siguiente hipótesis:

Hipótesis

El Salto Alien constituye un patrón de movimiento sin fundamentos de la biomecánica deportiva y se desvía de los rangos descritos para variables cinemáticas y cinéticas de saltos pliométricos estandarizados. Con práctica repetida, estas desviaciones provocan sobrecargas articulares y

desalineaciones multiplanares que inducen lesiones musculoesqueléticas agudas y degenerativas en cadera, rodilla y tobillo.

Objetivo del estudio

Analizar, con base en la biomecánica deportiva, las variables cinemáticas y cinéticas del Salto Alien a partir de fotogramas extraídos con IA; contrastarlas con las descritas para saltos pliométricos estandarizados en guías técnicas y literatura científica; inferir el riesgo potencial de lesiones musculoesqueléticas agudas y por sobreuso en cadera, rodilla y tobillo, así como evaluar la pertinencia de su práctica y prescripción en programas de fisicoculturismo y fitness orientados a la hipertrofia muscular.

METODOLOGÍA

Tipo de Investigación y Diseño

El estudio se enmarca en un enfoque cualitativo, con alcance exploratorio, y adopta un diseño no experimental, observacional, de carácter teórico-comparativo. La base metodológica es una revisión narrativa crítica de la literatura.

Población de Estudio, Muestra y Sistema de Muestreo

Población del Estudio Documental. Se consultaron artículos y guías técnicas recuperados de la base de datos bibliográfica PubMed y de los portales editoriales ScienceDirect y MDPI. Google Scholar se empleó para localización; ResearchGate y Academia.edu, plataformas académicas de intercambio, se usaron únicamente para acceder al texto completo, verificando la existencia de la versión publicada y revisada por pares. De forma excepcional se incorporaron guías institucionales no arbitradas bajo criterios predefinidos cuando su pertinencia y seguridad lo justificaron.

Corpus audiovisual y extracción de fotogramas asistida por IA

Se utilizaron videos de acceso público en YouTube que documentan la ejecución del Salto Alien: <https://www.youtube.com/watch?v=9YDXEVQvLio>, <https://www.youtube.com/shorts/DjQ1sFpZrSo>, <https://www.youtube.com/shorts/stObY0BZhFE>, <https://www.youtube.com/shorts/rBf95okoAfY>. Estos mismos videos se registraron y almacenaron en formato mp4 con un dispositivo móvil Oppo A58 que cuenta con funciones de inteligencia artificial IA en su cámara de 50 megapíxeles. Luego se transfirieron a la IA ChatGPT-5 Thinking para su procesamiento cualitativo y la extracción sistemática de fotogramas



clave. El análisis fue bidimensional y descriptivo, con vistas frontal, lateral y posterior. La selección de fotogramas se realizó de forma sistemática durante despegue, vuelo y aterrizaje, en instantes representativos de cada repetición.

En cada fotograma se valoraron la alineación rodilla-pie y la presencia de valgo dinámico, la dorsiflexión del tobillo, la flexión de cadera y la pronación o supinación del pie. Estas observaciones se contrastaron cualitativamente con rangos y criterios técnicos reportados para saltos pliométricos estandarizados, en el marco del análisis teórico-comparativo. El análisis se realizó en seis lecturas independientes por fase y repetición; se verificó la fiabilidad interevaluador.

Se priorizó la nitidez para la lectura de ejes y alineaciones; el desenfoque se aceptó únicamente cuando fue imprescindible para ilustrar fases del patrón de movimiento u otros instantes de difícil captura nítida.

En tales casos, la interpretación se limitó a descriptores cualitativos por tratarse de material no calibrado.

Se observó predominio de mujeres en los materiales disponibles; este dato se consigna únicamente como característica del corpus y puede reflejar sesgos de disponibilidad y visibilidad propios de la plataforma.

Apoyo de IA en la organización analítica y comparación de la evidencia

El asistente de IA ChatGPT-5 Thinking apoyó la sistematización del corpus bibliográfico. Contribuyó al análisis e interpretación biomecánica mediante lectura cualitativa del metraje completo en formato mp4 para registrar observaciones y extraer variables cinemáticas y cinéticas. Además, facilitó la comparación del Salto Alien con saltos pliométricos estandarizados.

La IA no sustituyó el criterio del equipo investigador. El equipo asumió el planteamiento del problema, la definición de objetivos y conclusiones, la validación con guías y literatura, las decisiones analíticas y la redacción del estudio.

Muestra. Guías técnicas institucionales de ACSM, NSCA y NCSF, y artículos científicos revisados por pares que reportan descriptores y rangos de alineación articular, control neuromuscular y transferencia secuencial de fuerzas, así como momentos articulares, fuerzas de reacción del suelo y tasas de carga en saltos pliométricos estandarizados y en variantes con definición operacional, con énfasis en cadera, rodilla y tobillo.

Sistema de muestreo. Se empleó muestreo intencional por criterios, priorizando la pertinencia temática y la comparabilidad de variables; se evitó la duplicidad de fuentes y se aplicó evaluación crítica de la calidad metodológica para garantizar la coherencia interna del estudio cualitativo.

Técnica de Selección y Análisis de la Literatura Científica. Se realizó una revisión documental dirigida. La búsqueda se efectuó con palabras clave en español e inglés; contó con el apoyo de la IA ChatGPT-5 en modo Thinking para localizar referencias y depurar términos; se complementó con rastreo de citas. La selección fue manual, atendiendo a pertinencia temática, calidad editorial y coherencia con criterios de seguridad, progresión y técnica descritos en guías especializadas. Cuando correspondía, se verificó la existencia de la versión publicada y revisada por pares. De cada documento se registraron descriptores y rangos de alineación articular, fuerzas de reacción del suelo y momentos articulares y tasa de carga, así como indicadores de control neuromuscular y transferencia secuencial de fuerzas en saltos pliométricos estandarizados y en variantes con definición operacional.

Enfoque de la evidencia. El análisis se centró en estudios que reportan variables cinemáticas, cinéticas y electromiográficas de saltos pliométricos estandarizados.

Definición operacional de saltos pliométricos estandarizados. En este trabajo, el término se refiere a protocolos de ejecución reproducible con parámetros operativos explícitos, descritos en guías y literatura científica, que se utilizan como referentes.

Definición operacional de pseudoejercicio. El término no está formalizado en español ni en glosarios técnicos; se adopta por utilidad práctica en este estudio para referir a todo patrón de movimiento no estandarizado que infringe fundamentos de la biomecánica deportiva y que no cuenta con descripción en guías técnicas o en la literatura científica. Asimismo, se caracteriza por la ausencia de evidencia concluyente de seguridad y eficacia, o de activación electromiográfica que iguale o supere la de referentes estandarizados comparables.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de Inclusión. Guías técnicas de ACSM, NSCA y NCSF; artículos originales, revisiones y libros académicos publicados entre 2010 y 2025, con incorporación de obras fundacionales cuando su relevancia estuvo justificada. Documentos que describan protocolos de saltos pliométricos



estandarizados o variantes con definición operacional, y que reporten variables cinemáticas, cinéticas y electromiográficas suficientes para el contraste teórico-comparativo.

Criterios de Exclusión. Se excluyeron materiales no revisados por pares, como opiniones, editoriales, resúmenes sin texto completo, blogs, revistas comerciales y contenido promocional; se exceptuaron documentos y páginas web institucionales de organizaciones líderes en entrenamiento de fuerza y acondicionamiento (ACSM, NSCA, NCSF, entre otras) publicados en sus sitios oficiales, incorporados de forma excepcional bajo criterios de pertinencia y seguridad, con verificación de autoría, fecha y versión. También se descartaron registros sin información utilizable sobre las variables previamente definidas para el contraste teórico-comparativo; publicaciones en idiomas distintos del español o del inglés; y trabajos anteriores a 2010, salvo obras fundacionales explícitamente justificadas.

Consideraciones éticas. Este estudio es una revisión documental sin intervención en seres humanos ni animales; no implicó recolección de datos primarios ni tratamiento de datos personales. Conforme a las políticas institucionales para investigaciones sin participación de sujetos, no requirió aprobación de comité de ética. El análisis se limitó a material audiovisual de acceso público y se evitó toda experimentación que indujera patrones potencialmente lesivos, como el Salto Alien, por constituir un riesgo inaceptable.

Se observaron buenas prácticas de integridad académica: aplicación de las normas APA, séptima edición; atribución rigurosa de fuentes; respeto de la propiedad intelectual y de las licencias abiertas; transparencia metodológica mediante la descripción del proceso de búsqueda y selección de literatura, para favorecer la reproducibilidad del estudio y reducir sesgos de confirmación.

No se identificaron conflictos de interés que influyeran en el diseño, el análisis o la interpretación. La evidencia se obtuvo de la base de datos PubMed; de los portales editoriales ScienceDirect y MDPI; con Google Scholar para localización; y de ResearchGate y Academia.edu únicamente para acceder al texto completo, verificando la versión publicada y revisada por pares. Se consultaron además guías y páginas institucionales de ACSM, NSCA y NCSF. Esta procedencia respalda la pertinencia y la trazabilidad de la evidencia sintetizada.

Se utilizaron videos de acceso público en YouTube. Los fotogramas se emplearon exclusivamente con fines académicos y científicos, respetando la autoría y las licencias correspondientes.



El uso del asistente de inteligencia artificial se limitó a tareas de apoyo en la síntesis de literatura y en la descripción cualitativa de fotogramas de videos de acceso público, bajo supervisión del equipo investigador. No se trataron datos personales ni se emplearon técnicas de reconocimiento de identidad o biométricas.

Alcances y Limitaciones del Estudio. Esta investigación delimita la incompatibilidad del Salto Alien con criterios de ejecución y prescripción seguros. Asimismo, establece un marco inicial con pautas para priorizar futuras líneas de investigación sobre patrones de movimiento no estandarizados o pseudoejercicios.

Entre las principales limitaciones se cuentan su naturaleza documental y su diseño no experimental, observacional, así como la ausencia de datos primarios por razones éticas. El análisis se basó en fotogramas bidimensionales (2D) no calibrados, por lo que las inferencias son cualitativas y susceptibles a paralaje.

La heterogeneidad metodológica de los estudios sobre saltos pliométricos estandarizados y la variabilidad interindividual restringen la comparabilidad y la extrapolación de los hallazgos. Aun cuando este estudio adopta una definición operacional del Salto Alien para asegurar coherencia interna, la ausencia de una definición consensuada en la literatura limita la comparabilidad entre fuentes y restringe la validez externa de los hallazgos.

No se incluyeron bases de datos por suscripción, como Scopus o Web of Science, lo que puede introducir sesgos de selección y de publicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Fundamentos Biomecánicos del Salto Alien como Pseudoejercicio

En contextos de fisicoculturismo y fitness el Salto Alien suele difundirse como un salto pliométrico estandarizado. Este apartado presenta los hallazgos por fases del movimiento, despegue, vuelo y aterrizaje, y los desglosa por articulación, cadera, rodilla y tobillo, con contraste directo frente a guías técnicas y literatura especializada.

Bases Neuromusculares del Salto Alien desde una Perspectiva Comparativa

El Salto Alien se promociona para incrementar fuerza explosiva, hipertrofia y potencia; sin embargo, la literatura no aporta validación biomecánica ni caracterización electromiográfica comparativa de su ejecución, lo que lo aleja de criterios de seguridad propios de saltos pliométricos estandarizados. Su difusión parece responder al atractivo visual de una ejecución no convencional más que a evidencia de eficacia funcional (Yin et al., 2024).

La evidencia sobre saltos estandarizados describe tres componentes biomecánicos clave: coordinación agonista, antagonista e intermuscular; alineación articular en la cadena del miembro inferior, en particular la secuencia cadera-rodilla-tobillo durante el apoyo; transferencia secuencial de fuerzas mediante el ciclo de estiramiento-acortamiento. El cumplimiento de estos componentes, con control de la tensión mecánica y del tiempo de acoplamiento excéntrico a concéntrico, favorece la eficiencia mecánica y adaptaciones orientadas a la potencia; induce hipertrofia cuando el volumen y la progresión de carga son adecuados (Markovic y Mikulic, 2010; Bobbert y van Ingen Schenau, 1988; Zajac, 1993; Cormie et al., 2011; Arntz et al., 2022).

El análisis cualitativo del corpus audiovisual y de fotogramas del Salto Alien evidenció desplazamiento lateral excesivo, déficit de control postural y ángulos de aterrizaje fuera de rangos seguros. La literatura sobre aterrizajes en valgo y desalineaciones reporta incrementos del momento aductor de la rodilla, mayores tasas de carga y déficits de control neuromuscular asociados con mayor riesgo de lesión (Hewett et al., 2005; Herrington y Munro, 2010; Powers, 2010; Powers et al., 2017; Dai et al., 2014).

Los registros electromiográficos en aterrizajes desalineados muestran predominio del cuádriceps, activación insuficiente de glúteos e isquiotibiales y coactivaciones desincronizadas; patrones compatibles con menor eficiencia mecánica y congruentes con las desviaciones observadas en el Salto Alien (Struminger et al., 2013; Hu et al., 2022; Farina et al., 2014).

Análisis Cinemático y Cinético del Salto Alien

El análisis cinemático describe variables del movimiento, como la trayectoria del centro de masa, las velocidades y las aceleraciones angulares. En este estudio, el análisis cualitativo bidimensional de fotogramas extraídos con apoyo de IA y su contraste con saltos pliométricos estandarizados evidencian una cinemática atípica caracterizada por desplazamiento mediolateral del centro de masa y desviaciones



angulares de cadera, rodilla y tobillo en los planos frontal y transversal, con progresión proximal–distal durante despegue, vuelo y aterrizaje.

En contextos experimentales controlados, los sistemas de captura de movimiento tridimensional permiten cuantificar la altura del salto, el tiempo de contacto y la variabilidad angular entre ciclos (Gómez Echeverry et al., 2018).

La cinética se caracteriza con plataformas de fuerza integradas a un análisis de dinámica inversa. En estas mediciones se considera la fuerza de reacción del suelo en sus componentes vertical, anteroposterior y mediolateral, junto con el impulso vertical, la tasa de carga y los momentos articulares (Winter, 2009; Robertson et al., 2014; Zelik y Honert, 2018). En el Salto Alien, la evidencia sobre aterrizajes desalineados permite prever una distribución atípica de cargas con componentes mediolaterales elevadas, tasas de carga incrementadas y mayores momentos articulares en cadera, rodilla y tobillo.

Este patrón de movimiento presenta rasgos que la literatura vincula con mayor riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior, aumento de carga tensional en las estructuras mediales de la rodilla incluido el ligamento colateral medial, sobrecarga del tendón rotuliano y compromiso de la cadera en escenarios de colapso en valgo con rotación tibial interna (NSCA, 2019a; Hewett et al., 2005; Koga et al., 2010; Cook y Purdam, 2009).

El fotograma de la Figura 1, presentado como apoyo visual secundario y evidencia cualitativa no calibrada, muestra el Salto Alien en fase de vuelo con apertura lateral marcada y desalineación en el plano frontal, en concordancia con los hallazgos de esta sección.

Figura 1. Vista frontal, fase de vuelo. Caderas en flexión; rodillas con valgo dinámico y ejes rodilla-pie desalineados; pies en rotación externa.



Mecanismos Lesionales Musculoesqueléticos Teóricos Inducidos por el Salto Alien

Con base en el análisis cualitativo de video y fotogramas se identifican tres mecanismos plausibles que afectan cadera, rodilla y tobillo. Lo observado incluye desplazamiento mediolateral del centro de masa, aducción y rotación interna de cadera, control femoropélvico deficiente con inclinación pélvica asimétrica, ejes rodilla-pie desalineados y preparación del aterrizaje con valgo dinámico, además de pronación y eversión del complejo tobillo-pie. Estos rasgos se corresponden con configuraciones descritas en la literatura para escenarios de mayor demanda torsional y mayor carga tisular. En conjunto, el patrón configura una desalineación multiplanar con incremento de vectores torsionales y de configuraciones angulares forzadas.

Con estos elementos se delimitan tres mecanismos lesionales principales, descritos a continuación:

Compresión labral por torsión y aducción de cadera. La combinación de flexión, aducción y rotación interna, junto con el desplazamiento lateral del centro de masa, incrementa los momentos torsionales y las cargas de cizallamiento en la articulación coxofemoral. Bajo repetición, estas condiciones favorecen la compresión del labrum acetabular y microtraumatismos por pinzamiento, sobre todo cuando coexisten rasgos de conflicto femoroacetabular preexistentes (Zini & Panasci, 2014; Hauger et al., 2011).

Estrés ligamentario en rodilla por desalineación dinámica. El patrón observado es compatible con incremento del momento aductor de la rodilla y rotación tibial interna en la preparación del aterrizaje, lo que orienta los vectores de fuerza hacia medial y eleva la carga sobre el ligamento cruzado anterior.

Este mecanismo se agrava cuando aparece colapso en valgo durante el contacto (Hewett et al., 2005; Koga et al., 2010; Powers, 2010). Las guías recomiendan alineación rodilla-pie, control femoropélvico y absorción excéntrica adecuada para mitigar este riesgo (NSCA, 2019a). La evidencia electromiográfica en aterrizajes desalineados reporta predominio del cuádriceps con menor participación de glúteo medio e isquiotibiales, patrón que reduce la eficiencia mecánica y es congruente con lo observado (Struminger et al., 2013; Hu et al., 2022).

Estrés ligamentario en rodilla por desalineación dinámica. El patrón observado es compatible con incremento del momento aductor de la rodilla y rotación tibial interna en la preparación del aterrizaje, lo que orienta los vectores de fuerza hacia medial y eleva la carga sobre el ligamento cruzado anterior. Este mecanismo se agrava con colapso en valgo durante el contacto (Hewett et al., 2005; Koga et al., 2010; Powers, 2010). Las guías técnicas recomiendan alineación rodilla-pie, control femoropélvico y absorción excéntrica suficiente para mitigar este riesgo (NSCA, 2019a). La evidencia electromiográfica en aterrizajes desalineados reporta predominio del cuádriceps con menor participación de glúteo medio e isquiotibiales, patrón que reduce la eficiencia mecánica y es congruente con lo observado (Struminger et al., 2013; Hu et al., 2022).

Alteración tendinosa en tobillo por configuraciones angulares forzadas. La combinación de dorsiflexión elevada, pronación y eversión durante la fase excéntrica incrementa la demanda excéntrica del tríceps sural y la tracción sobre el tendón de Aquiles. La repetición bajo tasas de carga elevadas favorece la reparación fallida dentro del continuo de la tendinopatía, en coherencia con la contribución de potencia y trabajo del complejo tobillo-pie en la absorción y transferencia de energía en saltos (Cook & Purdam, 2009; Zelik & Honert, 2018).

Mecanismos Lesionales Musculoesqueléticos: Comparación entre Salto Alien y los Saltos Pliométricos Estandarizados

La revisión comparativa identifica los mecanismos lesionales predominantes asociados al Salto Alien y los contrasta con referentes estandarizados. Se analizan el valgo dinámico de rodilla, los efectos de las fuerzas torsionales y la distribución de cargas en cadera, rodilla y tobillo; además, se expone cómo la desalineación multiplanar incrementa el estrés tisular y articular, con implicaciones directas para la seguridad y la prescripción en contextos de entrenamiento.



Patrón de valgo dinámico de rodilla durante el aterrizaje. El valgo dinámico corresponde al desplazamiento medial de la rodilla con aducción femoral y rotación tibial interna en fases críticas, especialmente el aterrizaje (Hewett et al., 2005; Powers, 2010). Se asocia con distribución inadecuada de cargas y control femoropélvico deficiente, incluida menor contribución del glúteo medio y predominio del cuádriceps (Myer et al., 2011; Powers, 2010). El análisis bidimensional de fotogramas del Salto Alien evidenció estas desalineaciones, incompatibles con los criterios técnicos de seguridad de los saltos pliométricos estandarizados (NSCA, 2019a).

A continuación se desarrollan los dos ejes.

Efectos de las fuerzas torsionales y la distribución de cargas

Generación de fuerzas torsionales y control proximal. El desplazamiento mediolateral del centro de masa observado en el Salto Alien incrementa los momentos de aducción y rotación interna en la cadera. Un control neuromuscular proximal eficaz es necesario para sostener la alineación femoropélvica y limitar estos momentos; cuando es insuficiente, se compromete la transmisión de fuerzas a lo largo de la cadena cinética del miembro inferior, con mayor demanda torsional en los segmentos distales (Powers, 2010; Bobbert y van Ingen Schenau, 1988; Donati et al., 2024).

Distribución de cargas y variables cinéticas. En saltos con trayectorias no lineales, el despegue y el aterrizaje condicionan la gestión de la fuerza de reacción del suelo en sus componentes vertical, anteroposterior y mediolateral, así como la tasa de carga, el impulso y los momentos articulares estimados mediante dinámica inversa (Robertson et al., 2014; Winter, 2009). En el Salto Alien, la desviación del centro de masa y los cambios angulares bruscos desplazan el centro de presión, alteran la dirección del vector de reacción del suelo y redistribuyen los momentos, lo que reduce la eficiencia de absorción y transferencia de energía e incrementa las demandas mecánicas sobre cadera, rodilla y tobillo (Giarmatzis et al., 2020; Powers et al., 2017; Zelik y Honert, 2018).

La evidencia indica que los aterrizajes con valgo dinámico y control neuromuscular deficiente se asocian con mayores momentos aductores de la rodilla, incrementos de la tasa de carga y cizallamiento tibial anterior más elevado (Dai et al., 2014). Por analogía teórico-comparativa, estos hallazgos sustentan la mayor exigencia mecánica del Salto Alien.

Impacto articular en cadera, rodilla y tobillo. La combinación de fuerzas torsionales elevadas y distribución irregular de cargas compromete la integridad estructural de la cadera y la coordinación de la transmisión de fuerzas a lo largo de la cadena cinética (Donati et al., 2024; Giarmatzis et al., 2020). La rodilla, por su posición intermedia y su morfología, muestra especial vulnerabilidad ante el incremento de los momentos aductores y del cizallamiento tibial anterior (Hewett et al., 2005; Powers, 2010). En el complejo tobillo-pie, la menor capacidad de atenuación del impacto en patrones con componentes laterales o rotacionales eleva la susceptibilidad al daño, incluido el riesgo dentro del continuo de la tendinopatía del tendón de Aquiles (Cook & Purdam, 2009; Zelik & Honert, 2018).

Implicaciones biomecánicas del Salto Alien y fundamentos de saltos pliométricos estandarizados

El análisis teórico-comparativo del Salto Alien caracteriza su cinemática y su cinética; asimismo, las contrasta con patrones de ejecución reconocidos por la literatura y por guías técnicas en biomecánica del entrenamiento. La valoración de variables como el ángulo de valgo, los momentos torsionales y las asimetrías de fuerza identifica desviaciones que comprometen la estabilidad articular, favorecen el daño tisular acumulativo y elevan la demanda mecánica del sistema.

Cinemática del Salto Alien: valgo dinámico y desalineaciones en despegue vuelo y aterrizaje. La caracterización cinemática del Salto Alien se realizó mediante análisis cualitativo bidimensional de fotogramas de videos públicos de YouTube, contrastado con referentes de saltos pliométricos estandarizados. Se describieron la trayectoria del centro de masa, los ángulos articulares de cadera, rodilla y tobillo, y la secuencia proximal–distal durante despegue, vuelo y aterrizaje como indicadores de seguridad articular.

Se identifica valgo dinámico de rodilla, movimientos torsionales de cadera y desalineación del complejo tobillo-pie con pronación y rotación externa de pies en los planos frontal y transversal. Las observaciones de observan de proximal a distal y reflejan deficiencias técnicas. Asimismo, refleja deficiencias técnicas del movimiento. La evidencia asocia el valgo dinámico y la rotación tibial interna con mecanismos lesionales del ligamento cruzado anterior, mientras que las guías prescriben mantener la alineación rodilla-pie y el control femoropélvico para una ejecución segura (Hewett et al., 2005; Koga et al., 2010; NSCA, 2019a).

De forma concomitante, bajo condiciones de doble tarea se incrementan el valgo y la pronación y se deterioran indicadores de control postural durante el aterrizaje, lo que aumenta los errores de alineación (González-Millán et al., 2024; Sharma et al., 2023).

Cinética del Salto Alien: Asimetrías de Fuerza y Sobrecarga Articular en Cadera, Rodilla y Tobillo.

El Salto Alien muestra un patrón de movimiento compatible con una distribución anómala de fuerzas que, acentuada por asimetrías entre extremidades, se vincula con desplazamientos de los momentos articulares y con compromiso de la integridad musculoesquelética.

La combinación de valgo dinámico, rotación tibial interna y pronación indica incrementos del momento aductor de la rodilla y de los momentos torsionales en la cadera, además de desviaciones en la dirección del vector de la fuerza de reacción del suelo respecto de ejecuciones técnicas descritas para saltos estandarizados (Lee y Lim, 2012; Giarmatzis et al., 2020). Estas configuraciones se asocian con mayor carga sobre el ligamento cruzado anterior y con mecanismos lesionales durante el aterrizaje (Hewett et al., 2005; Koga et al., 2010).

La literatura documenta que incluso desequilibrios leves entre extremidades se relacionan con microtraumatismos acumulativos y lesiones por sobreuso (Helme et al., 2021; Sozzi et al., 2022). En hombres, asimetrías superiores al 4,0 % en el pico de fuerza se vincularon con un aumento del 19,8 % en la incidencia de lesión; en mujeres, asimetrías superiores al 3,5 % en masa muscular se asociaron con un incremento del 82,5 % del riesgo (Sozzi et al., 2022).

La fatiga agrava estas asimetrías en tareas de alto impacto y eleva el daño acumulativo, incluido sobre el ligamento cruzado anterior (Heil et al., 2020). Por lo expuesto anteriormente, el Salto Alien exacerba las asimetrías, desplaza los momentos articulares, altera la dirección y la magnitud de la fuerza de reacción del suelo fuera de rangos descritos para ejecuciones técnicas estandarizadas y, con su repetición, favorece lesiones agudas y por sobreuso.

Análisis Comparativo del Salto Alien y de los Saltos Pliométricos Estandarizados en la Seguridad Articular. El contraste cualitativo de fotogramas del Salto Alien con criterios técnicos de saltos pliométricos estandarizados permite identificar diferencias en la absorción y la distribución de fuerzas

a lo largo de la cadena cinética del miembro inferior durante despegue, vuelo y aterrizaje, con implicaciones directas para la seguridad articular.

En los saltos estandarizados, como el salto con contramovimiento, se priorizan la coordinación neuromuscular con secuenciación proximal–distal, el control excéntrico suficiente y la distribución simétrica de cargas. Este patrón optimiza el ciclo de estiramiento–acortamiento al mejorar el acoplamiento excéntrico–concéntrico y favorecer el almacenamiento y la liberación de energía elástica con menor disipación a nivel articular (Bobbert & van Ingen Schenau, 1988; Cormie et al., 2011; Haff & Triplett, 2016; Markovic & Mikulic, 2010). Programas neuromusculares basados en estos principios se asocian con menor incidencia lesional (Hübscher et al., 2010).

Estas prácticas promueven mayor participación de fibras de contracción rápida tipo II. En la fase concéntrica de impulsión o despegue, cuando la potencia y la tasa de desarrollo de fuerza son máximas, aumenta la contribución de las fibras IIa y, en esfuerzos de máxima exigencia, también de las IIx. En la fase excéntrica de descenso y durante el aterrizaje, la preactivación y el control de la rigidez reclutan preferentemente fibras rápidas, con protagonismo de las IIa para estabilizar y favorecer un acoplamiento excéntrico–concéntrico breve (Cormie et al., 2011; Komi, 2003; Powers & Howley, 2018).

Con una progresión de carga adecuada, esta organización se asocia con incrementos de la rigidez musculotendinosa, mejoras de potencia, hipertrofia muscular de ligera a moderada y mayor eficiencia mecánica (Cormie et al., 2011; Komi, 2003; Powers & Howley, 2018; Arntz et al., 2022). En poblaciones entrenadas, la incorporación sistemática de saltos se ha vinculado además con menor demanda de energía para sostener la misma velocidad de carrera, coherente con mayor rigidez musculotendinosa y mejor control excéntrico (Ramírez-Campillo et al., 2014).

En contraste, el Salto Alien muestra control neuromuscular insuficiente, asimetrías de carga y acortamiento de la fase excéntrica, además de desajustes en la cocontracción. Esta configuración concentra las fuerzas de impacto en el miembro dominante, desvía la dirección del vector de la fuerza de reacción del suelo y eleva los momentos articulares en cadera, rodilla y tobillo por encima de los rangos descritos para ejecuciones técnicas. Perfiles con estas características se asocian con mayor incidencia de lesiones agudas y procesos degenerativos (Giarmatzis et al., 2020; Helme et al., 2021; Lee & Lim, 2012).

Desde el análisis comparativo, el Salto Alien carece de fundamentos biomecánicos y neuromusculares para considerarse una opción segura dentro de los saltos estandarizados; se recomienda su exclusión en favor de ejercicios con respaldo técnico para preservar la integridad musculoesquelética.

Los fotogramas de las Figuras 2 y 3, presentados como apoyo visual secundario y evidencia cualitativa no calibrada, documentan un patrón con control neuromuscular insuficiente junto con desalineación multiplanar. Se constatan valgo dinámico; pies en rotación externa; caderas y rodillas en flexión; desalineación del complejo tobillo-pie con pronación y eversión durante la preparación del aterrizaje. El impulso está dominado por la rodilla, con extensión de cadera previa al despegue limitada.

Figura 2. Vista frontal en fase de vuelo

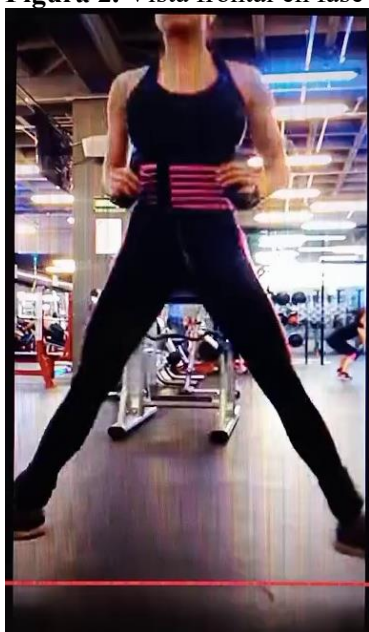


Figura 1. Vista lateral en fase de vuelo



Esta configuración evidencia una transferencia secuencial de fuerzas deficiente, con acoplamiento excéntrico a concéntrico abreviado y desplazamiento de cargas hacia segmentos distales, en congruencia con los mecanismos lesionales descritos en esta investigación.

Criterios Neuromusculares y Electromiográficos para la Validación de los Saltos Pliométricos. La electromiografía en saltos pliométricos describe la temporización de la activación y la coordinación intermuscular durante el ciclo de estiramiento-acortamiento. Se pone atención a glúteo medio y mayor, al cuádriceps con participación del vasto medial y del vasto lateral e isquiotibiales. La estabilidad central aporta soporte proximal y control postural (Farina et al., 2014; Hu et al., 2022; Komi, 2003; Pourmahmoudian et al., 2022; Struminger et al., 2013).

La amplitud de la señal no cuantifica la fuerza ni garantiza sincronización, por lo que la interpretación se centra en la temporización relativa; en la coactivación funcional en el aterrizaje y en el despegue (Farina et al., 2014).

En saltos estandarizados se observa preactivación y coactivación oportunas en cadera y rodilla, con mayor actividad del glúteo medio en tareas laterales u horizontales. La temporización se mantiene de forma consistente entre aterrizaje y despegue. Estos patrones se asocian con estabilidad articular y con menor incidencia de lesión del ligamento cruzado anterior en programas neuromusculares estructurados (Emery et al., 2015; Hu et al., 2022; Struminger et al., 2013).

En el Salto Alien predominan la descoordinación y los desequilibrios de activación, con dominio del cuádriceps y menor participación de glúteo medio e isquiotibiales. Esto incrementa la carga del compartimento femoropatelar y del tendón rotuliano y se vincula con mecanismos de riesgo para el ligamento cruzado anterior en tareas de alta demanda, especialmente en presencia de valgo dinámico y rotación tibial interna. Además, se asocia con mayores momentos aductores de la rodilla y con aumento del cizallamiento tibial anterior durante el aterrizaje (Dai et al., 2014; Hewett et al., 2005; Myer et al., 2013; Powers et al., 2017; Villaquirán et al., 2020).

Para una prescripción segura de saltos, la literatura converge en tres criterios verificables: activación equilibrada de agonistas y antagonistas, control postural multiplanar con soporte proximal, gestión de cargas que mantenga la fuerza de reacción del suelo y los momentos articulares dentro de rangos técnicos

descritos por ACSM y NSCA (ACSM, 2021; Haff & Triplett, 2016; Lee & Lim, 2012; NSCA, 2019a; Winter, 2009).

Popularidad del Salto Alien y sus Efectos Lesivos

El Salto Alien se ha popularizado en gimnasios por supuestos beneficios de hipertrofia muscular, potencia, fuerza explosiva, coordinación y estabilidad articular. Sin embargo, el análisis biomecánico muestra que vulnera la alineación multiplanar, el control neuromuscular y la transferencia secuencial de fuerzas, lo que favorece lesiones por repetición.

Esta brecha entre su difusión y la evidencia técnica configura una paradoja sociotécnica: la adopción amplia de un pseudoejercicio sin sustento biomecánico (Aladro Gonzalvo, 2015; Baig et al., 2023).

Impacto de la Popularidad del Salto Alien frente a la Evidencia Biomecánica

La adopción del Salto Alien en gimnasios se apoya en la percepción de beneficios estéticos y de rendimiento, como la hipertrofia muscular, la fuerza explosiva y la potencia, amplificada por su difusión en redes sociales (Aladro Gonzalvo, 2015; Baig et al., 2023). Esta popularidad contrasta con los criterios de referencia para los saltos pliométricos estandarizados, que exigen alineación multiplanar, control neuromuscular y progresión de cargas para una ejecución segura (Cormie et al., 2011; Haff y Triplett, 2016; NSCA, 2019a).

El análisis teórico-comparativo identifica desalineación multiplanar, control femoropélvico deficiente y rutas de carga no fisiológicas, configuraciones asociadas con mayor riesgo lesional (Giarmatzis et al., 2020; Powers et al., 2017; Winter, 2009). Los protocolos no estandarizados y de alta demanda mecánica incrementan ese riesgo, mientras que programas neuromusculares estructurados, progresivos y supervisados lo reducen. Por ello, la aceptación social del Salto Alien no se alinea con los estándares de validación biomecánica ni con prácticas de prescripción basadas en evidencia y favorece una falsa sensación de seguridad (Emery et al., 2015; Haff y Triplett, 2016; NSCA, 2019a).

La viralización de pseudoejercicios visualmente llamativos sin fundamento biomecánico promueve un círculo de retroalimentación que desincentiva validaciones rigurosas, perpetúa vacíos críticos en la evaluación del riesgo y normaliza su uso pese a la ausencia de sustento técnico. Esta dinámica evidencia la desconexión entre su adopción y la necesidad de estudios empíricos que garanticen la seguridad de

los usuarios frente a riesgos agudos y por sobreuso, mediante la práctica y la prescripción de saltos pliométricos estandarizados (ACSM, 2021; NSCA, 2019a; Aladro Gonzalvo, 2015; Baig et al., 2023).

Barreras Éticas y Metodológicas en la Validación Biomecánica. La validación biomecánica del Salto Alien enfrenta barreras metodológicas y éticas por los riesgos inherentes a su ejecución. En saltos pliométricos estandarizados, la evaluación de referencia emplea cinemática tridimensional, dinámica inversa, plataformas de fuerza y electromiografía para cuantificar la distribución de cargas en la cadena cinética del miembro inferior y valorar el control neuromuscular (Gómez Echeverry et al., 2018).

Trasladar estos protocolos al Salto Alien resulta éticamente inviable. El patrón configura escenarios mecánicos lesivos y cargas asimétricas de carácter patológico, por lo que no es justificable exponer a participantes a un movimiento sin respaldo biomecánico; ello limita la obtención segura de datos cinemáticos, cinéticos y electromiográficos (Helme et al., 2021).

Además, métricas tradicionales como la altura del salto predicen de forma inconsistente la potencia mecánica. Conviene integrar criterios avanzados, incluida la cinemática inversa para la estimación angular y la dinámica inversa para el cálculo de momentos articulares, a fin de evaluar con mayor validez movimientos complejos (Aragón-Vargas y González-Lutz, 2023).

Degeneración Articular Progresiva por Sobrecarga Acumulativa. La repetición sistemática del Salto Alien favorece el daño articular crónico por microtraumatismos acumulativos. Sin alineación multiplanar ni control neuromuscular adecuados, disminuye la capacidad adaptativa y la remodelación tisular, instaurando un ciclo de sobrecarga y degeneración por sobreuso. En esta investigación se identificó asimetría de cargas mediante análisis cualitativo de fotogramas, hallazgo que respalda la inferencia de sobrecarga repetitiva (Gómez Salazar, 2009; NSCA, 2019b).

La distribución asimétrica de cargas acelera la fatiga estructural y reduce la atenuación del impacto en tejidos articulares, musculares y ligamentarios. Este patrón se asocia con tendinopatía crónica por estrés repetitivo, degeneración del cartílago hialino con predisposición a artrosis y microfracturas por estrés en hueso subcondral (ACSM, 2025; Gazzano y Gabbett, 2017; Liebert, 2021).

De forma concordante, en disciplinas de alto impacto una alta proporción de lesiones obedece al sobreuso. El perfil mecánico del Salto Alien es congruente con tendinopatía del tendón de Aquiles, condromalacia rotuliana y fracturas por estrés tibial por sobrecargas repetitivas y mala distribución de

la demanda excéntrica a lo largo de la cadena cinética del miembro inferior. Suele coexistir predominio del cuádriceps con control proximal insuficiente, lo que incrementa la carga femoropatelar y del tendón rotuliano y refuerza la plausibilidad de estos desenlaces clínicos (Cook y Purdam, 2009; Liebert, 2021; Powers et al., 2017).

La prevención requiere estrategias basadas en evidencia: periodización estructurada, monitoreo sistemático de la fatiga y de la carga interna y externa, control de la exposición a impactos y ajuste progresivo de los estímulos mecánicos (Gazzano y Gabbett, 2017; Haff y Triplett, 2016). En coherencia, ACSM y NSCA respaldan tres acciones clave: periodizar volumen e intensidad, monitorizar indicadores tempranos de fatiga junto con las cargas interna y externa, y sustituir patrones sin respaldo científico por alternativas biomecánicamente validadas (ACSM, 2025; NSCA, 2019a).

Principios de Seguridad en la Ejecución y Alternativas de Saltos Pliométricos

Los saltos pliométricos estandarizados implican alto impacto; la gestión rigurosa del riesgo optimiza beneficios y previene lesiones. En este marco, es esencial la incorporación de principios de seguridad, junto con la prescripción de alternativas estandarizadas. Este apartado presenta estrategias para una ejecución segura con énfasis en progresión gradual de carga y complejidad del gesto; supervisión técnica competente; elección pertinente de superficies y equipamiento.

Además, se subraya el papel del profesional certificado en la educación continua y en la elección de ejercicios basados en evidencia científica para la prevención de lesiones.

Principios de Seguridad en la Ejecución de Saltos Pliométricos. La mitigación del riesgo en ejercicios explosivos exige tres pilares interdependientes: progresión gradual ajustada a capacidades individuales, supervisión técnica competente y control de la calidad del movimiento. Antes de realizar saltos, el practicante debe acreditar fuerza del tren inferior, estabilidad articular, estabilidad central, control femoropélvico y capacidad cardiorrespiratoria, además de dominio básico de la mecánica de despegue y aterrizaje, con preparación para demandas excéntricas y alta tasa de desarrollo de fuerza (ACSM, 2025; NCSF, 2025; NSCA, 2019a).

Durante la ejecución se prioriza la alineación multiplanar de cadera, rodilla y tobillo, el control del valgo dinámico, una flexión suficiente en la amortiguación y el control excéntrico en el aterrizaje, junto con



rigidez musculotendinosa adecuada y tiempos de contacto breves y estables para evitar rutas de carga no fisiológicas (ACSM, 2025; Gazzano & Gabbett, 2017; NCSF, 2025; NSCA, 2019a).

La progresión inicia con volúmenes e intensidades reducidas y avanza solo ante técnica estable, ausencia de fatiga residual y recuperación completa. La dosificación por repeticiones orienta el volumen: 80 a 100 por sesión en principiantes, 100 a 120 en intermedios, 120 a 140 en avanzados, con 48 a 72 horas entre sesiones de alta intensidad; como guía operativa para bloques iniciales pueden usarse 3 a 5 series de 3 a 5 repeticiones con esfuerzo percibido moderado, entendidas como referencia práctica no normativa (NSCA, 2019a; Radcliffe & Farentinos, 2015).

La supervisión por un profesional certificado, presencial o mediante seguimiento digital, permite corregir errores en tiempo real, detectar patrones lesivos de forma temprana y modular volumen, intensidad, densidad y complejidad técnica, así como la exposición semanal según la respuesta individual, con menor incidencia de lesión cuando existe control técnico y progresión adecuada (Gazzano & Gabbett, 2017; NSCA, 2019a; NSCA, 2019b).

El entorno debe favorecer superficies con mayor capacidad de atenuación, como pistas sintéticas o césped; en interiores, plataformas de madera con suspensión o superficies de goma técnica, además de calzado con adecuada atenuación del impacto (ACSM, 2025; NSCA, 2019b; Drahota et al., 2022; Tatemoto et al., 2022). La recuperación se sustenta en al menos siete horas de sueño nocturno y en el monitoreo de la carga interna y externa mediante esfuerzo percibido y sensores portátiles, para modular de manera progresiva el volumen, la intensidad, la complejidad y la densidad del programa (ACSM, 2025; NSCA, 2019a).

Alternativas Seguras y Efectivas para Realizar Saltos Pliométricos Estandarizados. Para plantear alternativas que mantengan beneficios neuromusculares comparables al Salto Alien con menor riesgo, se eligen ejercicios descritos en protocolos estandarizados con respaldo biomecánico; su prescripción sigue guías internacionales que precisan progresión, control técnico y dosificación de la carga (ACSM, 2025; NSCA, 2019).

Estas alternativas presentan análisis electromiográficos coherentes con los principios del ciclo de estiramiento-acortamiento y muestran eficacia con mayor seguridad relativa (Komi, 2003; Struminger et al., 2013).



Entre las opciones metodológicamente estandarizadas, se destacan:

* **Salto en caja.** Variante que ejecuta un salto vertical hacia una plataforma de altura controlada, lo que facilita un aterrizaje estable y reduce cargas articulares asimétricas. Su secuencia excéntrica y concéntrica, coherente con el ciclo de estiramiento-acortamiento, favorece la tasa de desarrollo de fuerza y la potencia (Barrio et al., 2023; Komi, 2003).

En programas con progresión adecuada, estos saltos pueden contribuir a hipertrofia de ligera a moderada magnitud al estimular fibras de contracción rápida dentro de un volumen y una intensidad controlados en sala de musculación (Arntz et al., 2022; Kraemer & Ratamess, 2018). De acuerdo con análisis cinemáticos, los saltos en caja constituyen una alternativa segura para desarrollar coordinación y fuerza reactiva si se programan con progresiones adecuadas bajo supervisión especializada (Barrio et al., 2023). En el plano neuromuscular, favorecen el reclutamiento de fibras de contracción rápida con predominio funcional de IIa y participación de IIx en esfuerzos de máxima potencia, junto con adaptaciones neurales que mejoran la velocidad y la tasa de desarrollo de fuerza; las ganancias de masa muscular suelen ser de ligera a moderada magnitud (Kraemer & Ratamess, 2018).

* **Salto de sentadilla profunda.** Variante que parte de flexión profunda de cadera, rodilla y tobillo, con impulso vertical sobre una base estable. El control excéntrico durante la amortiguación mejora la absorción del impacto, limita las asimetrías de carga y distribuye las fuerzas de forma más uniforme, en coherencia con el ciclo de estiramiento-acortamiento (Komi, 2003). Su aplicación es adecuada cuando existe técnica y movilidad suficientes, con progresiones estandarizadas bajo supervisión; este criterio se asocia con mejoras de potencia, fuerza reactiva e hipertrofia muscular dentro de un perfil de riesgo controlado (Arntz et al., 2022; Barrio et al., 2023; ACSM, 2025).

Una revisión exploratoria con mapeo de evidencia identificó eficacia para desarrollar potencia y fuerza reactiva (Barrio et al., 2023). Se considera una alternativa segura cuando se ejecuta con técnica correcta, movilidad suficiente y progresiones estandarizadas bajo supervisión (ACSM, 2025). Además, con dosificación apropiada puede contribuir a una hipertrofia de ligera a moderada magnitud en sala de musculación (Arntz et al., 2022; Kraemer & Ratamess, 2018).

* **Salto unilaterales con obstáculos.** Variante con repeticiones sobre vallas de 20 a 40 centímetros con apoyo unilateral. Exige coordinación intermuscular y control excéntrico en el aterrizaje. La dinámica



unilateral favorece la estabilidad pélvica y el control femoropélvico mediante coactivación de glúteo medio, glúteo mayor y tensor de la fascia lata, en concordancia con directrices de práctica segura (ACSM, 2025).

La evidencia electromiográfica muestra que los saltos unilaterales en el plano sagital con vallas presentan preactivación previa al contacto y alta activación de glúteos e isquiotibiales durante la fase de carga, lo que respalda su utilidad para reforzar el control proximal (Struminger et al., 2013). Este control mejora la estabilidad pélvica en el plano frontal y limita la rotación interna femoral, reduciendo la carga femoropatelar y el valgo dinámico de la rodilla (Powers et al., 2017).

Su prescripción requiere progresiones estandarizadas de carga y complejidad y supervisión técnica para ajustar volumen e intensidad a la respuesta individual y minimizar el riesgo de sobreuso (ACSM, 2025; NSCA, 2019a). Esta sinergia, al mejorar la coordinación de los estabilizadores del miembro inferior, sitúa este ejercicio como herramienta útil en programas de prevención de lesiones, en especial frente al dolor femoropatelar, siempre que se apliquen progresiones de carga y técnica controlada (NSCA, 2019a).

*** Saltos de desplante dividido.** La pierna adelantada desciende hasta 90 grados de flexión de cadera y rodilla mientras la posterior se aproxima al suelo; se ejecuta un impulso vertical y, en fase aérea, se alterna el apoyo. Este patrón bilateral asimétrico favorece el equilibrio intermuscular entre cuádriceps e isquiotibiales, desarrolla potencia unilateral con transferencia de cargas controlada y exige mantener la rodilla alineada sobre el mediopié, con trayectoria del segundo al tercer metatarso para limitar el valgo dinámico (NSCA, 2019b; Hewett et al., 2005; Powers et al., 2017). La coactivación de glúteo medio y glúteo mayor contribuye a la estabilidad pélvica, refuerza el control excéntrico del aterrizaje y reduce la aducción y la rotación interna femoral (Struminger et al., 2013; Powers et al., 2017).

Para su prescripción segura se recomienda progresar gradualmente la velocidad de ejecución, priorizar aterrizajes suaves con tiempos de contacto breves y posponer el incremento de volumen o intensidad. La calidad técnica observable y el control postural verifican la coactivación suficiente de cuádriceps e isquiotibiales para estabilizar la rodilla durante aterrizaje e impulso. Con rango completo de movimiento y progresión gradual, el ejercicio cumple criterios de seguridad descritos para saltos pliométricos estandarizados (NSCA, 2019a; NSCA, 2019b).



Rol de la Formación Profesional en la Prescripción de Saltos Pliométricos

La prescripción a cargo de profesionales certificados en fisicoculturismo y fitness asegura fundamentación científica, individualización y selección de alternativas seguras frente a pseudoejercicios como el Salto Alien, carentes de soporte biomecánico. La desalineación multiplanar y las rutas de carga no fisiológicas de estos patrones tienden a inducir lesiones musculoesqueléticas por sobrecarga repetitiva.

Esta labor debe alinearse con estándares de organizaciones de referencia internacional (American College of Sports Medicine [ACSM], 2025; American Council on Exercise [ACE], s. f.; Australian Strength and Conditioning Association [ASCA], s. f.; International Sports Sciences Association [ISSA], s. f.; National Academy of Sports Medicine [NASM], 2025; National Council on Strength and Fitness [NCSF], 2025; National Strength and Conditioning Association [NSCA], 2019; UK Strength and Conditioning Association [UKSCA], s. f.).

La educación continua y la certificación vigente, otorgadas por estas entidades, son esenciales para prevenir lesiones (ACSM, 2025), evaluar de manera integral las capacidades físicas antes de prescribir saltos pliométricos (NSCA, 2019) y corregir la técnica conforme a parámetros biomecánicos establecidos (NASM, 2025).

Este marco profesional resulta clave para contrarrestar la difusión del Salto Alien y de patrones de movimiento análogos en plataformas digitales; asegurar la adhesión a protocolos estandarizados de saltos pliométricos, sustentados en técnicas biomecánicamente validadas y en literatura científica especializada; además, proteger la integridad articular y muscular (ACE, s. f.; ACSM, 2025; ASCA, s. f.; ISSA, s. f.; NASM, 2025; NCSF, 2025; NSCA, 2019; UKSCA, s. f.).

DISCUSIÓN

La evidencia biomecánica derivada del análisis cualitativo de videos y fotogramas indica que la ejecución del Salto Alien, en especial cuando se repite con alta frecuencia, tiende a inducir mecanismos lesivos agudos y degenerativos en la cadena cinética del miembro inferior. Los aterrizajes con valgo dinámico y rotación tibial interna elevan la carga sobre el ligamento cruzado anterior y comprometen la estabilidad medial de la rodilla (Hewett et al., 2005). Asimismo, la dominancia del cuádriceps, concomitante con activación insuficiente del glúteo medio, favorece una distribución medial de fuerzas



que incrementa la demanda ligamentaria de la rodilla; la carga repetitiva sobre el tendón rotuliano eleva el riesgo de tendinopatía patelar por sobreuso excéntrico (Myer et al., 2013; Cook & Purdam, 2009). La interacción de estos mecanismos acelera procesos degenerativos, reduce la eficiencia mecánica y se asocia con manifestaciones clínicas como inestabilidad, dolor con carga, alteraciones patelofemorales y restricción del rango de movimiento en la cadena cinética del miembro inferior (Markovic & Mikulic, 2010; Powers et al., 2017; Myklebust et al., 2003; NSCA, 2019a).

De igual forma, el análisis detecta desplazamiento lateral del centro de masa y ángulos articulares fuera de rangos técnicos estandarizados durante despegue y aterrizaje. Esta configuración compromete la transferencia secuencial de fuerzas, reduce la eficiencia mecánica y acumula sobrecarga en estructuras vulnerables. Los hallazgos concuerdan con literatura que vincula desalineaciones con mayor demanda torsional en la cadera y afectación del labrum acetabular (Hauger et al., 2011; Zini y Panasci, 2014), así como con modelos de tendinopatías por sobreuso ante configuraciones angulares forzadas y elevada demanda excéntrica (Cook & Purdam, 2009).

Por otra parte, la persistencia de desalineaciones y asimetrías de carga acumula estrés sobre el hueso subcondral y se asocia con cambios degenerativos articulares y mayor riesgo de lesión en condiciones de sobrecarga repetitiva (Gazzano & Gabbett, 2017; Robertson et al., 2014). Esta vía causal es consistente con descripciones previas sobre procesos degenerativos acelerados cuando se combinan patrones de aterrizaje deficientes con alta frecuencia de repetición.

En consecuencia, el Salto Alien no cumple criterios de seguridad para su práctica o prescripción en fisicoculturismo y fitness. Con base en fundamentos de biomecánica del entrenamiento y en las variables cinemáticas y cinéticas analizadas, el patrón resulta mecánicamente incompatible con la integridad articular y, con práctica repetida, previsiblemente inducirá lesiones. Frente a los saltos pliométricos estandarizados, caracterizados por activación equilibrada, control postural multiplanar y gestión de cargas dentro de rangos técnicos, el Salto Alien presenta desalineaciones multiplanares, asimetrías de fuerza, acortamiento de la fase excéntrica y descoordinación neuromuscular. De este modo, incumple de forma sistemática los tres criterios mínimos de prescripción segura descritos en la literatura: alineación multiplanar, control neuromuscular y progresión de cargas (NSCA, 2019a; NSCA, 2019b; Powers, 2010; Robertson et al., 2014; Winter, 2009; Zelik & Honert, 2018).



Con base en las variables cinemáticas y cinéticas analizadas, el incumplimiento sistemático de los criterios mínimos de prescripción segura y su asociación con un riesgo elevado de lesión coherente con los mecanismos lesionales descritos justifican recomendar la sustitución del Salto Alien tanto en la práctica como en la prescripción profesional por protocolos de saltos pliométricos estandarizados.

Entre las opciones con mejor perfil de seguridad y eficacia se encuentran los saltos en caja, los saltos de sentadilla profunda, los saltos de desplante dividido y los saltos unilaterales con obstáculos, asociados con mejoras de potencia, fuerza explosiva, coordinación y control neuromuscular, así como con adaptaciones hipertróficas de ligera a moderada magnitud cuando la progresión es adecuada (Arntz et al., 2022; Barrio et al., 2023; Struminger et al., 2013). La integración de estas variantes permite alcanzar activación neuromuscular, potencia y fuerza explosiva dentro de un perfil de riesgo controlado, siempre que se apliquen progresiones técnicas, supervisión competente y dosificación apropiada de volumen e intensidad (ACSM, 2025; NSCA, 2019a).

La elección de estas variantes es coherente con la literatura que vincula una técnica adecuada en despegue, vuelo y aterrizaje, junto con progresiones bien estructuradas, con menor incidencia de lesiones y adaptaciones favorables del ciclo de estiramiento-acortamiento (Hewett et al., 2005; Myer et al., 2013). En tareas unilaterales, la evidencia electromiográfica muestra alta activación de estabilizadores proximales durante la fase de aterrizaje, especialmente cuando el despegue, el vuelo y la recepción se ejecutan de forma controlada. Esta configuración favorece la estabilidad articular y el rendimiento cuando la ejecución del salto es técnicamente estandarizada (Struminger et al., 2013).

La visibilidad del patrón de movimiento en plataformas digitales favorece su adopción en entornos de gimnasio orientados al fisicoculturismo y al fitness, sin evaluación técnica sistemática ni validación biomecánica. Este escenario refuerza la necesidad de directrices de comunicación y educación que prioricen los saltos pliométricos estandarizados, con criterios claros de alineación multiplanar, control neuromuscular y progresión de cargas que orienten el reemplazo de patrones sin sustento técnico por ejercicios respaldados por evidencia.

La supervisión especializada y la formación profesional continua resultan determinantes para una prescripción basada en evidencia. Las certificaciones expedidas por organismos internacionales de referencia en entrenamiento deportivo establecen criterios para la evaluación previa de la capacidad



física, la enseñanza sistemática de la técnica, la progresión de cargas y la regulación del volumen e intensidad (ACSM, 2025; NCSF, 2025; NSCA, 2019a, 2019b). La observancia de estos lineamientos, en conjunto con una periodización estructurada y el monitoreo sistemático de la fatiga, se ha asociado con mejor corrección de desalineaciones, mayor calidad técnica en despegue, vuelo y aterrizaje, control postural más estable y menor incidencia de lesiones agudas y por sobreuso. Además, asegura programas acordes con estándares biomecánicos establecidos (Hewett et al., 2005; Myer et al., 2013; ACSM, 2025; NSCA, 2019a).

En el contexto de esta revisión se presenta una de las primeras aproximaciones centradas en pseudoejercicios viralizados en ámbitos de fisicoculturismo y fitness, que aporta criterios de exclusión y de sustitución sustentados en fundamentos biomecánicos. Como línea prospectiva, conviene examinar otros patrones de movimiento difundidos en plataformas digitales con desalineaciones análogas, entre ellos la sentadilla inversa en máquina Hack, zancadas cruzadas o desplantes princesa, y promover estudios observacionales no intervencionistas que permitan ampliar la comparación con ejercicios estandarizados y delimitar con mayor precisión los criterios de validación y descarte.

En este estudio se incorporó la asistencia de ChatGPT-5 Thinking de OpenAI, modelo de lenguaje de inteligencia artificial empleado como innovación metodológica incremental y como herramienta de apoyo. Este recurso facilitó la sistematización e interpretación de variables cinemáticas y cinéticas, la organización, el contraste de la literatura y de la evidencia, así como la depuración terminológica entre referencias bibliográficas. Todo el proceso se llevó a cabo bajo la supervisión de los autores, con verificación cruzada frente a las fuentes originales, sin sustituir en ningún momento el criterio del equipo investigador. Además, contribuyó a la triangulación conceptual y a la coherencia interna de la argumentación, lo que favoreció una integración más consistente de los hallazgos del análisis teórico-comparativo dentro de la revisión narrativa crítica.

Como limitación, no se realizaron experimentos controlados sobre la ejecución del Salto Alien por consideraciones éticas, pues este patrón de movimiento contraviene principios de seguridad biomecánica. Esta restricción metodológica se compensó mediante un análisis teórico comparativo sustentado en literatura especializada y en evaluación cualitativa de videos y fotogramas. Esta situación plantea la necesidad de estudios observacionales no intervencionistas en el futuro.



Finalmente, se plantea la necesidad de consensuar una definición operacional de pseudoejercicio y de establecer criterios biomecánicos mínimos de validación para su identificación, denominación y comparación con ejercicios estandarizados en programas de fisicoculturismo y fitness.

CONCLUSIONES

Este estudio, con diseño no experimental, enfoque cualitativo y alcance exploratorio, sustentado en una revisión narrativa crítica y un análisis teórico comparativo, concluye que el Salto Alien es un pseudoejercicio. Su práctica repetida induce mecanismos lesivos agudos y degenerativos en la cadena cinética del miembro inferior. Se recomienda su exclusión tanto de la práctica como de la prescripción en programas de fisicoculturismo y fitness.

El patrón de movimiento analizado muestra una contribución reducida de cadera en el despegue y extensión incompleta. No se sustenta atribuir al Salto Alien activaciones superiores del glúteo mayor, del cuádriceps o de los isquiotibiales frente a saltos pliométricos estandarizados. Predomina una estrategia de impulso centrada en la rodilla y, en la recepción, se observan valgo dinámico, rotación tibial interna y desalineación del complejo tobillo-pie con pronación.

El trabajo aporta un marco de exclusión y sustitución respaldado por literatura científica y guías técnicas. Este marco orienta decisiones seguras de práctica y prescripción de saltos pliométricos y contribuye a la cultura de prevención de lesiones en gimnasios.

En la aplicación práctica se recomienda integrar protocolos estandarizados de saltos pliométricos sustentados en biomecánica deportiva. Dichos protocolos deben asegurar alineación multiplanar, control neuromuscular, transferencia secuencial de fuerzas y progresiones de carga acordes con las capacidades del practicante, con objetivos de potencia, hipertrofia y fuerza explosiva. Se prioriza el uso correcto del ciclo de estiramiento-acortamiento.

Como limitación metodológica, el diseño no experimental y las consideraciones éticas impiden reproducir de manera controlada un patrón potencialmente lesivo como el Salto Alien. El análisis se sustenta en literatura científica, asimismo, en la evaluación cualitativa de videos y fotogramas.

Como innovación metodológica incremental se incorporó la asistencia de inteligencia artificial, específicamente ChatChatGPT-5 Thinking de OpenAI. Este apoyo facilitó la sistematización e interpretación de variables cinemáticas y cinéticas, la organización y el contraste de la evidencia, así

como la coherencia terminológica entre fuentes, sin sustituir el juicio del equipo investigador. Además, favoreció la triangulación conceptual y la coherencia interna de la argumentación, con una integración transparente de los hallazgos en la revisión narrativa crítica articulada mediante una síntesis analítica.

En cuanto a líneas futuras de investigación, se propone profundizar mediante estudios comparativos de carácter teórico, modelización y simulaciones biomecánicas, análisis retrospectivos de datos clínicos y consensos de expertos. Las prioridades se centran en prevenir la adopción de patrones de movimiento sin respaldo de la biomecánica deportiva, caracterizar con precisión los mecanismos lesivos implicados y consolidar criterios metodológicos para su exclusión y sustitución por ejercicios validados. Asimismo, resulta imprescindible orientar decisiones responsables de prescripción en salas de musculación y en programas de fisicoculturismo y fitness, de modo que la selección de ejercicios se sustente en evidencia científica sólida y en estándares de seguridad claramente definidos.

Por último, resulta necesario avanzar hacia una definición operacional consensuada de pseudoejercicio, con criterios mínimos observables y medibles de validación biomecánica. Un marco compartido en este sentido permitirá identificar y comparar patrones de movimiento no estandarizados, además de mejorar la calidad de futuras investigaciones en biomecánica del entrenamiento en fisicoculturismo y fitness.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aladro Gonzalvo, A. R. (2015). Las redes sociales en internet como herramienta para la promoción de la actividad física y la salud: Un recurso poco explorado científicamente. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 13(1), 1–8.

<https://doi.org/10.15517/pensarmov.v13i1.17194>

American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (9.^a ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

American College of Sports Medicine. (2017). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (10.^a ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

American College of Sports Medicine. (2025). Sport specialization. American College of Sports Medicine. <https://acsm.org/wp-content/uploads/2025/02/NYSHSI-Sports-Specialization-PDF.pdf>



- American Council on Exercise. (s. f.). Exercise technique guidelines. . <https://www.acefitness.org/>
- Aragón-Vargas, L. F., & González-Lutz, M. I. (2023). A novel validation approach shows new, solid reasons why vertical jump height should not be used to predict leg power. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 21(2), e53154. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v21i2.53154>
- Arntz, F., Mersmann, F., Böhm, S., & Arampatzis, A. (2022). Effect of plyometric jump training on skeletal muscle hypertrophy in healthy individuals: A systematic review with multilevel meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 13, 888464. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.888464>
- Australian Strength and Conditioning Association. (2022). Coach accreditation framework [PDF]. . <https://www.strengthandconditioning.org/documents/asca-coach-accreditation-framework-from-2022.pdf>
- Baig, W. S., Elahib, H., & Hashmi, N. U. (2023). Impact of social media fitness contents on health and fitness motivation of the users. *Global Digital & Print Media Review*, 6(4), 66–80. [https://doi.org/10.31703/gdpmr.2023\(VI-IV\).05](https://doi.org/10.31703/gdpmr.2023(VI-IV).05)
- Barrio, E. D., Thapa, R. K., Villanueva Flores, F., García Atutxa, I., Santibañez Gutiérrez, A., Fernández Landa, J., & Ramírez Campillo, R. (2023). Plyometric jump training exercise optimization for maximizing human performance: A systematic scoping review and identification of gaps in the existing literature. *Sports*, 11(8), 150. <https://doi.org/10.3390/sports11080150>
- Baus, M. R., López, M. A., & Ortega, M. E. (2020). Biomechanical variables in complex plyometric movements: A review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(9), 2452–2460. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003688>
- Biscarini, A., Contemori, S., Dieni, C. V., & Panichi, R. (2020). Joint torques and tibiofemoral joint reaction force in the bodyweight “wall squat” therapeutic exercise. *Applied Sciences*, 10(9), 3019. <https://doi.org/10.3390/app10093019>
- Bobbert, M. F., & van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21(3), 249–262. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(88\)90175-3](https://doi.org/10.1016/0021-9290(88)90175-3)
- Bobbert, M. F., & van Soest, A. J. (2001). Why do people jump the way they do? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29(3), 95–102. <https://doi.org/10.1097/00003677-200107000-00002>



- Cook, J. L., & Purdam, C. R. (2009). Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 43(6), 409–416. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.051193>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1—Biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), 17–38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>
- Dai, B., Mao, D., Garrett, W. E., & Yu, B. (2014). Anterior cruciate ligament injuries in soccer: Loading mechanisms, risk factors, and prevention programs. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.06.002>
- Donati, D., Giorgi, F., Fari, G., Tarallo, L., Catani, F., & Tedeschi, R. (2024). The influence of pelvic tilt and femoral torsion on hip biomechanics: Implications for clinical assessment and treatment. *Applied Sciences*, 14(20), 9564. <https://doi.org/10.3390/app14209564>
- Drahota, A., Ward, D., Udell, J. E., Soilemezi, D., Kyriazopoulou, C., Ogollah, R., McDaid, D., & Kendrick, D. (2022). Shock-absorbing flooring for fall-related injury prevention in healthcare settings: A systematic review and meta-analysis. *Injury Prevention*, 28(5), 410–417. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2021-044450>
- Emery, C. A., Roy, T. O., Whittaker, J. L., Nettel-Aguirre, A., & van Mechelen, W. (2015). Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 865–870. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094639>
- Farina, D., Merletti, R., & Enoka, R. M. (2014). The extraction of neural strategies from the surface EMG: An update. *Journal of Applied Physiology*, 117(11), 1215–1230. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00162.2014>
- Fitness Training. (2020, 10 de agosto). *Alien jump exercise demonstration* [Video]. YouTube. . <https://www.youtube.com/watch?v=DjQ1sFpZrSo>
- Gazzano, F., & Gabbett, T. J. (2017). A practical guide to workload management and injury prevention in college and high school sports. *NSCA Coach*, 4(4). .



<https://www.nasca.com/contentassets/fe35000d68b845d2810d96740daffc69/coach-4.4.5-a-practical-guide-to-workload-management-and-injury-prevention.pdf>

- Giarmatzis, G., Zacharaki, E. I., & Moustakas, K. (2020). Real time prediction of joint forces by motion capture and machine learning. *Sensors*, 20(23), 6933. <https://doi.org/10.3390/s20236933>
- Gómez Echeverry, L. L., Jaramillo Henao, A. M., Ruiz Molina, M. A., Velásquez Restrepo, S. M., Páramo Velásquez, C. A., & Silva Bolívar, G. J. (2018). Sistemas de captura y análisis de movimiento cinemático humano: Una revisión sistemática. *Prospectiva*, 16(2), 24–34. <https://doi.org/10.15665/rp.v16i2.1587>
- Gómez, L. S. (2018). Aspectos biomecánicos asociados a lesiones por sobreuso en el atletismo de carreras. *Revista de Expomotricidad*. . <https://revistas.udea.edu.co/index.php/expomotricidad/article/view/332007>
- Gómez Salazar, L. (2009). La biomecánica en la prevención de lesiones deportivas [Ponencia]. 7.º Seminario Internacional de Entrenamiento Deportivo. . <https://revistas.udea.edu.co/index.php/expomotricidad/article/download/331964/20787952>
- González-Millán, C., Rodríguez-Fernández, A., & Jiménez, A. (2024). Biomechanical adaptations during dual-task landing protocols: Implications for injury risk. *Sports Biomechanics*, 23(2), 154–170. <https://doi.org/10.1080/14763141.2023.1999965>
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (Eds.). (2016). *Essentials of strength training and conditioning* (4.ª ed.). Human Kinetics.
- Hauger, O., Moinard, M., Klouche, S., Guérini, H., Griffon, V., & Duvauferrier, R. (2011). Pathologie labrale et conflits de hanche. *Journal de Radiologie*, 92(6), 524–534. <https://doi.org/10.1016/j.jradio.2011.04.010>
- Heil, J., Loffing, F., & Büsch, D. (2020). The influence of exercise-induced fatigue on inter-limb asymmetries: A systematic review. *Sports Medicine—Open*, 6, 39. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00270-x>
- Helme, M., Tee, J., Emmonds, S., & Low, C. (2021). Does lower-limb asymmetry increase injury risk in sport? A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 49, 204–213. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.03.001>



- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(2), 299–311.
<https://doi.org/10.1177/0363546505284183>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Jr., Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert, A. J., Paterno, M. V., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501.
<https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
- Hu, Z., Kim, Y., Zhang, Y., Zhang, Y., Li, J., Tang, X., Sohn, J., & Kim, S. (2022). Correlation of lower limb muscle activity with knee joint kinematics and kinetics during badminton landing tasks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16587.
<https://doi.org/10.3390/ijerph192416587>
- Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hänsel, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2010). Neuromuscular training for sports injury prevention: A systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 413–421. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b88d37>
- International Sports Sciences Association. (s. f.). Certification standards and code of ethics. .
<https://www.issaonline.com/>
- Jarvis, L. M. (2018). Postural control and angular variables in plyometric landing: A systematic review. *International Journal of Sports Science*, 8(3), 111–121.
<https://doi.org/10.5923/j.sports.20180803.04>
- Koga, H., Nakamae, A., Shima, Y., Bahr, R., Engebretsen, L., & Krosshaug, T. (2010). Mechanism for noncontact anterior cruciate ligament injuries: Knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(11), 2218–2225. <https://doi.org/10.1177/0363546510373570>
- Komi, P. V. (Ed.). (2003). *Strength and power in sport* (2nd ed.). Blackwell Science.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2018). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. En G. G. Haff & N. T. Triplett (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (4th ed., pp. 99–134). Human Kinetics.



- Lee, S. Y., & Lim, C. B. (2012). Biomechanical analysis of drop jump landing techniques: Implications for performance and injury prevention. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(4), 538–543. <https://www.jssm.org/hf.php?id=jssm-11-538>
- Liebert, P. L. (2023, noviembre). *Fracturas por estrés*. Manual MSD versión para profesionales. <https://www.msdmanuals.com/es/professional/lesiones-y-envenenamientos/lesiones-deportivas/fracturas-por-estr%C3%A9s>
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>
- Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2011). New method to identify athletes at high risk of ACL injury using clinic-based measurements and freeware computer analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 238–244. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.072843>
- Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2013). The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 5(3), 233–239. <https://doi.org/10.1177/1941738113482440>
- Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O.-E., & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: A prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(2), 71–78. <https://doi.org/10.1097/00042752-200303000-00002>
- National Academy of Sports Medicine. (2025). Corrective Exercise Specialization. . <https://www.nasm.org/continuing-education/fitness-specializations/corrective-exercise-specialist>
- National Council on Strength and Fitness. (2025). Mission and standards. . <https://www.ncsf.org/about/mission>
- National Strength and Conditioning Association. (2019a). Knee movement and exercise guidelines. NSCA Kinetic Select. . <https://www.nscs.com/education/articles/kinetic-select/knee-movement-and-exercise-guidelines/>
- National Strength and Conditioning Association. (2019b, agosto). Plyometric exercises [Extracto del libro *Developing Power*, p. 121]. NSCA Kinetic Select. .



<https://www.nasca.com/education/articles/kinetic-select/plyometric-exercises/>

Niled Fit. (2024, enero 24). *Reinvéntate y descubre los saltos de Alien para quemar más calorías en menor tiempo* [Video]. YouTube. . <https://www.youtube.com/watch?v=9YDXEVQvLio>

Nutrigirls 661. (s. f.). *Salto de alien* [Video]. YouTube. .

<https://www.youtube.com/shorts/stObY0BZhFE>

@oscaralejandrodominguez8373. (s. f.). *Salto de alien* [Video]. YouTube. .

<https://www.youtube.com/shorts/rBf95okoAfY>

Paola Mares Fitlab. (s. f.). *Salto tipo alien* [Video]. YouTube. .

<https://www.youtube.com/shorts/DjQ1sFpZrSo>

Pourmahmoudian, H., Shadmehr, A., Ghotbi, N., & Moghadam, B. A. (2022). The effect of core stability training on postural control and performance in athletes: A biomechanical perspective. *Journal of Human Sport and Exercise*, 17(2), 345–357. <https://doi.org/10.14198/jhse.2022.172.12>

Powers, C. M. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: A biomechanical perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(2), 42–51.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>

Powers, C. M., Bolgia, L. A., Callaghan, M. J., Collins, N., & Sheehan, F. T. (2017). Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain. *British Journal of Sports Medicine*, 51(24), 1713–1723. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097776>

Powers, S. K., & Howley, E. T. (2018). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (10th ed.). McGraw-Hill.

Radcliffe, J. C., & Farentinos, R. C. (2015). *High-Powered Plyometrics* (2.^a ed.). Human Kinetics.

Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Baez, E. B., Martínez, C., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2014). Effects of plyometric training on endurance and explosive strength performance in competitive middle- and long-distance runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 97–104. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1f44c>

Robertson, D. G. E., Caldwell, G. E., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, S. N. (2014). *Research methods in biomechanics* (2nd ed.). Human Kinetics. . <https://doi.org/10.5040/9781492596859>



- Sharma, D., Patel, R., & Singh, A. (2023). Landing biomechanics under sport-specific dual-task conditions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 41(5), 632–647. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2149811>
- Sozzi, F., Genna, M., Todaro, V., Rocca, F., & Botter, A. (2022). Force, power, and morphology asymmetries as injury risk factors in physically active men and women. *Symmetry*, 14(4), 787. <https://doi.org/10.3390/sym14040787>
- Štajer, V., Milovanović, I. M., Todorović, N., Ranisavljev, M., Pišot, S., & Drid, P. (2022). Let's (Tik) Talk about fitness trends. *Frontiers in Public Health*, 10, 899949. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.899949>
- Struminger, A. H., Lewek, M. D., Goto, S., Hibberd, E., & Blackburn, J. T. (2013). Comparison of gluteal and hamstring activation during five commonly used plyometric exercises. *Clinical Biomechanics*, 28(7), 783–789. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2013.06.010>
- Tatemoto, T., Nakano, T., Fujimoto, K., & Nakamura, T. (2022). Shock-absorbing effect of flooring-adopted mechanical metamaterials in preventing fall-related injuries. *Injury Prevention*, 28(5), 410–417. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2021-044450>
- United Kingdom Strength & Conditioning Association. (2025). Accreditation and standards. . <https://www.uksca.org.uk/home>
- Villaquirán, A. F., Rivera, D. M., Portilla, E. F., & Jácome, S. J. (2020). Activación muscular del vasto lateral y del medial durante saltos con una sola pierna en mujeres deportistas. *Biomédica*, 40(1), 1–10. <https://doi.org/10.7705/biomedica.4938>
- Wang, L., Li, X., Zhang, Y., Chen, H., & Zhu, J. (2024). Influence of social media fitness influencers' credibility on users' physical activity intentions. *Digital Health*, 10, 20552076241302016. <https://doi.org/10.1177/20552076241302016>
- Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement* (4th ed.). Wiley. . <https://doi.org/10.1002/9780470549148>
- Yin, H., Huang, X., & Zhou, G. (2024). An empirical investigation into the impact of social media fitness videos on users' exercise intentions. *Behavioral Sciences*, 14(3), 157. <https://doi.org/10.3390/bs14030157>



- Zajac, F. E. (1993). Muscle coordination of movement: A perspective. *Journal of Biomechanics*, 26(Suppl 1), 109–124. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(93\)90083-Q](https://doi.org/10.1016/0021-9290(93)90083-Q)
- Zelik, K. E., & Honert, E. C. (2018). Ankle and foot power in gait analysis: Implications for science, technology and clinical assessment. *Journal of Biomechanics*, 75, 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.04.017>
- Zini, R., & Panasci, M. (2014). Femoroacetabular impingement (FAI) in football traumatology. En D. Della Sala & R. Zini (Eds.), *Football Traumatology* (pp. 317–324). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-18245-2_30

