

Recuperación funcional - pliométrica en distensión grado II del ligamento colateral medial: Revisión bibliográfica

Functional recovery through plyometric training in grade ii medial collateral ligament sprain: A literature review

Cristina Estefanía Calderón González*
Profesional Independiente
Quito - Ecuador
calderoncristina1996@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-6587-5316>

Carlos Eduardo Vargas Allauca
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
cvargas@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7892-6864>

*Correspondencia:
calderoncristina1996@gmail.com

Cómo citar este artículo:
Calderón, C., & Vargas, C. (2026). Recuperación funcional - pliométrica en distensión grado II del ligamento colateral medial: Revisión bibliográfica. *Esprint Investigación*, 5(2), 269-280.
<https://doi.org/10.61347/ei.v5i2.366>

Recibido: 1 de julio de 2026
Aceptado: 3 de agosto de 2026
Publicado: 3 de septiembre de 2026

Copyright: Derechos de autor 2026 Cristina Estefanía Calderón González, Carlos Eduardo Vargas Allauca.



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Resumen: La distensión grado II del ligamento colateral medial (LCM) de la rodilla representa una lesión asociada a actividades deportivas y de alta demanda física, cuya recuperación requiere procesos de rehabilitación progresivos y estructurados. El objetivo del estudio fue analizar la evidencia científica disponible sobre el entrenamiento pliométrico como estrategia complementaria en la recuperación funcional de la distensión grado II del LCM. Se realizó una revisión bibliográfica documental con enfoque cualitativo y carácter retrospectivo, mediante la búsqueda de literatura científica en las bases de datos Scielo, Scopus, PubMed, Medline, Embase, PEDro y Lilacs. Los estudios seleccionados fueron analizados considerando investigaciones relacionadas con rehabilitación del LCM, entrenamiento pliométrico y recuperación funcional, además de la evaluación de la calidad metodológica mediante la escala PEDro. Los resultados evidenciaron que la incorporación progresiva de ejercicios pliométricos se relacionó con mejoras en fuerza muscular, estabilidad dinámica, control neuromuscular, capacidad de salto y rendimiento funcional del miembro inferior. Asimismo, se identificó que la pliometría debe integrarse dentro de programas estructurados de rehabilitación como complemento de estrategias convencionales, incluyendo fortalecimiento muscular, movilidad articular y entrenamiento propioceptivo. Se concluye que el entrenamiento pliométrico presenta potencial como estrategia complementaria para la recuperación funcional del LCM; sin embargo, su aplicación requiere planificación progresiva, individualización y supervisión clínica, siendo necesario ampliar la evidencia específica en pacientes con distensión grado II del LCM.

Palabras clave: Distensión ligamentaria, ligamento colateral medial, pliometría, recuperación funcional, rehabilitación.

Abstract: Grade II medial collateral ligament (MCL) sprain of the knee represents an injury associated with sports activities and high physical demands, whose recovery requires progressive and structured rehabilitation processes. The aim of this study was to analyze the available scientific evidence regarding plyometric training as a complementary strategy for the functional recovery of grade II MCL sprains. A qualitative, retrospective documentary literature review was conducted through the search for scientific literature in databases such as Scielo, Scopus, PubMed, Medline, Embase, PEDro, and Lilacs. The selected studies were analyzed considering research related to MCL rehabilitation, plyometric training, and functional recovery, in addition to methodological quality assessment using the PEDro scale. The results showed that the progressive incorporation of plyometric exercises was associated with improvements in muscle strength, dynamic stability, neuromuscular control, jumping ability, and lower-limb functional performance. Likewise, it was identified that plyometric training should be integrated into structured rehabilitation programs as a complement to conventional strategies, including muscle strengthening, joint mobility exercises, and proprioceptive training. It was concluded that plyometric training has potential as a complementary strategy for MCL functional recovery; however, its application requires progressive planning, individualization, and clinical supervision. Further research is needed to strengthen the specific evidence regarding its use in patients with grade II MCL sprains.

Keywords: Functional recovery, ligament sprain, medial collateral ligament, plyometrics, rehabilitation.

1. Introducción

La rodilla constituye una articulación compleja cuya función permite soportar cargas corporales y facilitar movimientos como caminar, correr, saltar y realizar cambios de dirección. Su estabilidad depende de la interacción entre estructuras pasivas, como ligamentos, cápsula articular y meniscos, y mecanismos activos proporcionados por la musculatura periarticular. Dentro de los estabilizadores principales destaca el ligamento colateral medial (LCM), conformado por estructuras superficiales y profundas que contribuyen al control de la estabilidad medial y a la resistencia frente a fuerzas en valgo. Debido a su función biomecánica y a la exposición constante a mecanismos de torsión, contacto y desaceleración, el LCM constituye una de las estructuras ligamentarias de la rodilla con mayor susceptibilidad a lesiones, especialmente en actividades deportivas de alta demanda física (LaPrade & Wijdicks, 2012; Wijdicks et al., 2010).

Las lesiones del LCM pueden presentarse de manera aislada o asociadas con alteraciones de otras estructuras mediales de la rodilla, generando diferentes grados de inestabilidad articular. La evaluación clínica incluye la valoración de la estabilidad mediante la aplicación de cargas en valgo y el análisis funcional de la articulación, mientras que el tratamiento depende del grado de lesión y de la presencia de lesiones asociadas. En este contexto, las lesiones aisladas del LCM suelen presentar resultados favorables mediante tratamiento conservador, orientado inicialmente al control de síntomas, recuperación de movilidad, fortalecimiento muscular y progresión hacia la readaptación funcional (American Medical Association, Council on Scientific Affairs, Advisory Panel on Standard Nomenclature of Athletic Injuries, 1976; LaPrade & Wijdicks, 2012; Miyamoto et al., 2009).

La distensión del LCM grado II corresponde a una lesión parcial de las fibras ligamentarias que compromete la capacidad estabilizadora del ligamento sin representar una ruptura completa. En estos casos, los programas de rehabilitación buscan recuperar progresivamente la función mediante estrategias dirigidas al fortalecimiento muscular, estabilidad dinámica, propiocepción y control neuromuscular. La evidencia disponible sobre readaptación de lesiones del LCM muestra que los programas basados en ejercicio progresivo pueden favorecer la recuperación funcional y el retorno a la actividad física, especialmente cuando incorporan estímulos orientados a las demandas específicas del deporte (Almaraz, 2013; Raya-González et al., 2018; Weber et al., 2015).

Las lesiones del LCM representan un problema relevante dentro del ámbito deportivo debido a su relación con actividades que implican cambios de dirección, saltos, desaceleraciones y contacto físico. Además, estas lesiones pueden coexistir con alteraciones de otras estructuras ligamentarias, incrementando la complejidad del proceso de recuperación y la necesidad de estrategias terapéuticas orientadas a restaurar la estabilidad y el rendimiento funcional (Grawe et al., 2018; Svantesson et al., 2019). Sin embargo, la información específica sobre protocolos de rehabilitación aplicados a distensiones grado II del LCM continúa siendo limitada en determinados contextos, lo que plantea la necesidad de analizar alternativas complementarias dentro del proceso fisioterapéutico.

A pesar de los avances en los protocolos de rehabilitación conservadora, persisten desafíos relacionados con la recuperación de capacidades funcionales como la fuerza explosiva, la estabilidad articular y la respuesta neuromuscular necesarias para retornar a actividades deportivas de alta intensidad. En este sentido, el entrenamiento pliométrico ha sido estudiado como una estrategia orientada al desarrollo de la potencia muscular mediante el aprovechamiento del ciclo de estiramiento-acortamiento, favoreciendo adaptaciones relacionadas con la fuerza, la coordinación neuromuscular y el rendimiento físico (Chu, 1995; Markovic & Mikulic, 2010; Quetglas et al., 2012).

Diversos estudios han evidenciado que el entrenamiento pliométrico puede producir adaptaciones neuromusculares y mecánicas relacionadas con la activación muscular, la fuerza y las propiedades del sistema músculo-tendón. Estas adaptaciones han sido descritas tanto en población deportiva como en procesos de entrenamiento y rehabilitación, donde los ejercicios pliométricos han mostrado efectos sobre la capacidad de producir fuerza rápidamente, la estabilidad dinámica y el desempeño funcional (Behrens et al., 2014; Behrens et al., 2016; Kubo et al., 2017; Stojanović et al., 2017; Suchomel et al., 2018).

En el contexto de la rehabilitación ligamentaria, la aplicación de ejercicios pliométricos requiere una adecuada progresión y adaptación a las condiciones del paciente, debido a que representan estímulos de mayor demanda mecánica y neuromuscular. Estudios realizados en procesos de recuperación de lesiones de rodilla han analizado su incorporación como parte de programas progresivos de rehabilitación, evidenciando beneficios relacionados con fuerza, estabilidad y desempeño funcional cuando son aplicados de manera controlada (Chmielewski et al., 2016; Calderón, 2021).

No obstante, la evidencia específica sobre el efecto del entrenamiento pliométrico en pacientes con distensión grado II del LCM continúa siendo limitada y se encuentra distribuida entre estudios sobre rehabilitación ligamentaria, entrenamiento neuromuscular y rendimiento deportivo. Esta dispersión dificulta establecer con claridad el aporte de la pliometría como estrategia complementaria dentro de los protocolos fisioterapéuticos dirigidos a esta lesión.

En función de esta problemática, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la evidencia científica disponible sobre el efecto del entrenamiento pliométrico como estrategia complementaria en la recuperación funcional de pacientes con distensión grado II del ligamento colateral medial de rodilla?

El objetivo general es analizar la evidencia científica disponible sobre el entrenamiento pliométrico como estrategia complementaria de rehabilitación en la recuperación funcional de la distensión grado II del ligamento colateral medial de la rodilla. Como objetivos específicos se plantean: (1) describir las bases anatómicas y biomecánicas de la rodilla y del LCM; (2) identificar los protocolos de rehabilitación utilizados en la lesión del LCM; y (3) analizar los efectos reportados del entrenamiento pliométrico sobre la recuperación funcional, estabilidad articular y rendimiento físico.

El presente artículo corresponde a una adaptación del trabajo de titulación denominado “*Pliometría en el tratamiento fisioterapéutico post distensión grado II, ligamento colateral medial de la rodilla*”, desarrollado por Calderón (2021). Esta versión reorganiza y sintetiza los principales hallazgos obtenidos mediante una revisión bibliográfica documental, manteniendo el análisis de la evidencia científica relacionada con la aplicación de ejercicios pliométricos en la rehabilitación funcional del ligamento colateral medial.

2. Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo mediante una revisión bibliográfica documental retrospectivo. El objetivo fue analizar la evidencia científica disponible sobre el entrenamiento pliométrico como estrategia complementaria en la recuperación funcional posterior a una distensión grado II del ligamento colateral medial de la rodilla. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos científicas Scielo, Scopus, PubMed, Medline, Embase, PEDro y Lilacs, considerando estudios relacionados con lesiones ligamentarias de rodilla, rehabilitación funcional y entrenamiento pliométrico.

Los criterios de inclusión consideraron artículos científicos relacionados con la rehabilitación del ligamento colateral medial, entrenamiento pliométrico y recuperación funcional, publicados en

español, inglés, francés y portugués. Se excluyeron estudios duplicados, investigaciones sin relación directa con el objetivo planteado y documentos que no permitieron valorar su calidad metodológica. La calidad de los estudios seleccionados se evaluó mediante la escala PEDro, considerando aquellos con puntuaciones iguales o superiores a seis puntos. La información recopilada fue organizada mediante análisis documental y síntesis comparativa de los principales hallazgos reportados.

3. Resultados

La búsqueda bibliográfica permitió identificar evidencia científica relacionada con la aplicación del entrenamiento pliométrico en procesos de rehabilitación funcional de lesiones ligamentarias de rodilla, con énfasis en la distensión grado II del ligamento colateral medial (LCM). Los estudios revisados analizaron variables asociadas con recuperación funcional, fuerza muscular, estabilidad articular, control neuromuscular y rendimiento físico. La evidencia mostró que los programas basados en ejercicios progresivos favorecen la recuperación funcional mediante estímulos dirigidos al fortalecimiento y adaptación neuromuscular (LaPrade & Wijdicks, 2012; Raya-González et al., 2018).

En las lesiones del LCM grado I y II, los estudios revisados identificaron al tratamiento conservador como la principal estrategia terapéutica debido a la capacidad de recuperación del tejido ligamentario. Los protocolos descritos incluyeron fases progresivas de protección, recuperación del rango articular, fortalecimiento muscular, entrenamiento propioceptivo y readaptación funcional. La incorporación de ejercicios pliométricos se reportó principalmente durante etapas avanzadas del proceso rehabilitador (Miyamoto et al., 2009; Weber et al., 2015).

Los estudios sobre entrenamiento pliométrico evidenciaron adaptaciones relacionadas con el ciclo de estiramiento-acortamiento muscular, incremento de la capacidad para generar fuerza rápidamente y mejora de la coordinación neuromuscular. Estas adaptaciones fueron asociadas con modificaciones en la activación muscular, propiedades mecánicas del sistema músculo-tendón y capacidad de respuesta ante estímulos dinámicos (Markovic & Mikulic, 2010; Behrens et al., 2014; Behrens et al., 2016).

A partir del análisis documental, los principales hallazgos fueron organizados en categorías relacionadas con recuperación funcional, control neuromuscular, estabilidad articular, rendimiento físico y seguridad del entrenamiento. Esta clasificación permitió identificar los principales efectos reportados por la literatura respecto al uso de ejercicios pliométricos dentro de programas de rehabilitación y readaptación física del miembro inferior, como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

Principales hallazgos cualitativos reportados sobre el entrenamiento pliométrico en rehabilitación funcional

Categoría	Resultados cualitativos identificados
Recuperación funcional	La evidencia revisada señala que la incorporación progresiva de ejercicios pliométricos favorece la recuperación de capacidades funcionales relacionadas con la fuerza muscular, movilidad y control del movimiento durante procesos de rehabilitación de lesiones ligamentarias de rodilla (LaPrade & Wijdicks, 2012; Raya-González et al., 2018).
Control neuromuscular	Los estudios analizados reportan mejoras en la activación muscular, coordinación intermuscular y capacidad de respuesta neuromuscular ante movimientos dinámicos después de programas de entrenamiento pliométrico (Behrens et al., 2014; Behrens et al., 2016).

Estabilidad articular	La literatura revisada indica que los programas de entrenamiento neuromuscular contribuyen al fortalecimiento del control postural, equilibrio dinámico y estabilidad funcional de la articulación de la rodilla (Weber et al., 2015; Chmielewski et al., 2016).
Rendimiento físico	Los estudios evidencian mejoras en variables relacionadas con fuerza explosiva, potencia muscular y capacidad de salto posterior a la aplicación de programas pliométricos en población deportiva (Markovic & Mikulic, 2010; Stojanović et al., 2017).
Seguridad del entrenamiento	La evidencia destaca que la aplicación del entrenamiento pliométrico requiere una progresión adecuada de las cargas y una correcta selección de ejercicios según la fase de recuperación para reducir riesgos asociados a sobrecarga y favorecer una rehabilitación segura (Chmielewski et al., 2016; Svantesson et al., 2019).

Los resultados cualitativos sintetizados en la tabla 1 evidenciaron que el entrenamiento pliométrico se relacionó con mejoras en capacidades funcionales, adaptación neuromuscular y control dinámico de la articulación. Los estudios revisados identificaron efectos favorables sobre variables asociadas con fuerza muscular, coordinación intermuscular, estabilidad articular y rendimiento físico. Estos hallazgos permitieron agrupar la evidencia en categorías relacionadas con la recuperación funcional y las respuestas neuromusculares durante la rehabilitación.

Respecto a los resultados cuantitativos, los estudios revisados emplearon diferentes indicadores para valorar la evolución funcional posterior a programas de rehabilitación. Entre las variables evaluadas se identificaron fuerza muscular, estabilidad articular, capacidad de salto, equilibrio y rendimiento físico. Debido a la heterogeneidad de los diseños metodológicos, los resultados fueron analizados mediante una comparación descriptiva de los principales parámetros reportados, los cuales se resumen en la tabla 2.

Tabla 2

Variables cuantitativas evaluadas y resultados reportados sobre el entrenamiento pliométrico en rehabilitación funcional

Categoría	Resultados cuantitativos reportados
Recuperación funcional	Los estudios evaluaron la evolución funcional mediante escalas clínicas y pruebas de desempeño físico orientadas a valorar la recuperación de la función de la rodilla durante procesos de rehabilitación del ligamento colateral medial (Raya-González et al., 2018).
Estabilidad articular	Se emplearon pruebas relacionadas con equilibrio, control postural y estabilidad dinámica para valorar la capacidad funcional de la articulación posterior a programas de rehabilitación y entrenamiento neuromuscular (Weber et al., 2015; Chmielewski et al., 2016).
Fuerza muscular	Los estudios reportaron incrementos en la fuerza muscular y potencia asociadas con programas de entrenamiento pliométrico, evidenciando adaptaciones relacionadas con la activación muscular y capacidad de producción de fuerza (Behrens et al., 2014; Behrens et al., 2016).
Rendimiento físico	Las investigaciones identificaron mejoras en variables relacionadas con salto vertical, fuerza explosiva y capacidad de realizar movimientos de aceleración y cambios de dirección después de programas pliométricos (Markovic & Mikulic, 2010; Stojanović et al., 2017; Silva et al., 2019).
Dolor y respuesta clínica	Los estudios sobre rehabilitación conservadora del LCM evaluaron la evolución clínica mediante seguimiento funcional, considerando variables asociadas con síntomas, recuperación progresiva y retorno a la actividad física (Miyamoto et al., 2009; Weber et al., 2015).

La información presentada en la tabla 2 evidencia que los estudios revisados emplearon diferentes indicadores para valorar los efectos del entrenamiento pliométrico y los programas de rehabilitación funcional. Entre las principales variables evaluadas se identificaron la fuerza muscular, estabilidad articular, capacidad de salto, equilibrio y rendimiento físico. Los resultados reportados mostraron tendencias favorables en la recuperación funcional del miembro inferior, aunque los estudios presentaron diferencias en los protocolos aplicados y métodos de evaluación utilizados.

Posteriormente, se realizó una comparación entre los protocolos convencionales de rehabilitación y aquellos que incorporaron ejercicios pliométricos. Los estudios revisados señalaron que los enfoques tradicionales se orientaron principalmente hacia la recuperación progresiva de movilidad, fuerza muscular y estabilidad articular, mientras que la pliometría incorporó estímulos dirigidos al desarrollo de potencia, coordinación neuromuscular y capacidades funcionales avanzadas (Markovic & Mikulic, 2010; Chmielewski et al., 2016).

La comparación entre ambos enfoques permitió identificar diferencias relacionadas con los objetivos terapéuticos, características del estímulo aplicado y adaptaciones funcionales esperadas. Los principales aspectos comparativos entre los protocolos convencionales y los programas con incorporación pliométrica se presentan en la tabla 3.

Tabla 3

Comparación entre protocolos convencionales de rehabilitación y programas con incorporación pliométrica

Aspecto evaluado	Protocolos convencionales	Protocolos con incorporación pliométrica
Objetivo principal	Orientados a la recuperación progresiva de movilidad, fuerza muscular y estabilidad articular durante las fases iniciales del proceso rehabilitador (Miyamoto et al., 2009).	Dirigidos al desarrollo de potencia muscular, coordinación neuromuscular y capacidades funcionales avanzadas mediante estímulos de mayor demanda mecánica (Markovic & Mikulic, 2010).
Tipo de estímulo	Basados en ejercicios de fortalecimiento muscular, recuperación del rango articular, control postural y entrenamiento de estabilidad funcional.	Basados en ejercicios explosivos que utilizan el ciclo de estiramiento-acortamiento para favorecer la producción rápida de fuerza y respuesta neuromuscular (Chu, 1995).
Adaptaciones esperadas	Favorecen la recuperación progresiva de la función articular, fuerza muscular y control del movimiento durante la rehabilitación.	Promueven mejoras en fuerza explosiva, estabilidad dinámica, activación muscular y control motor (Behrens et al., 2016).
Aplicación clínica	Se emplean principalmente durante las fases iniciales e intermedias de recuperación, según evolución funcional del paciente.	Se incorporan generalmente en fases avanzadas de rehabilitación cuando existe adecuada recuperación de fuerza, estabilidad y control neuromuscular (Chmielewski et al., 2016).

La comparación presentada evidencia que ambos enfoques cumplen funciones complementarias dentro del proceso de rehabilitación. Mientras los protocolos convencionales se orientan hacia la recuperación progresiva de movilidad, fuerza y estabilidad articular, la incorporación del entrenamiento pliométrico añade estímulos dirigidos al desarrollo de potencia muscular, control neuromuscular y preparación funcional para movimientos de mayor demanda física (Miyamoto et al., 2009; Markovic & Mikulic, 2010).

El análisis de los estudios revisados permitió identificar coincidencias respecto a los beneficios del entrenamiento pliométrico sobre variables como fuerza explosiva, potencia muscular, estabilidad

dinámica y rendimiento físico. Asimismo, los autores señalaron la importancia de una progresión adecuada del ejercicio y de considerar las características individuales del paciente durante el proceso de recuperación (Behrens et al., 2016; Chmielewski et al., 2016). La síntesis comparativa de los principales hallazgos identificados en la literatura revisada se presenta en la tabla 4.

Tabla 4

Síntesis de los principales hallazgos según autores revisados

Tipo de resultados		Autores / Año	Hallazgos principales
Beneficios del entrenamiento pliométrico		Markovic y Mikulic (2010); Bedoya et al. (2015); Stojanović et al. (2017); Behrens et al. (2014, 2016)	Los estudios reportaron mejoras relacionadas con fuerza explosiva, potencia muscular, capacidad de salto, activación neuromuscular y rendimiento físico posterior a programas de entrenamiento pliométrico.
Rehabilitación ligamentaria recuperación funcional	y	LaPrade y Wijdicks (2012); Miyamoto et al. (2009); Weber et al. (2015); Raya-González et al. (2018)	La evidencia destacó la utilidad del tratamiento conservador y la importancia de programas progresivos basados en fortalecimiento muscular, estabilidad articular y control neuromuscular.
Limitaciones precauciones	y	Svantesson et al. (2019); Ren et al. (2017); Chmielewski et al. (2016)	Los estudios señalaron la necesidad de controlar la progresión del entrenamiento y considerar la presencia de lesiones asociadas para reducir posibles complicaciones durante la rehabilitación.
Fundamentos biomecánicos		Suchomel et al. (2018); Kubo et al. (2017); Chu (1995); Quetglas et al. (2012)	Los autores describieron la relación entre el ciclo de estiramiento-acortamiento, las propiedades musculotendinosas y la producción de fuerza durante los ejercicios pliométricos.

Los resultados obtenidos mediante la revisión bibliográfica evidenciaron que el entrenamiento pliométrico constituye una estrategia complementaria dentro de los programas de rehabilitación del ligamento colateral medial, debido a sus efectos reportados sobre la función neuromuscular, estabilidad articular y rendimiento físico. Sin embargo, los estudios analizados muestran que la evidencia específica en pacientes con distensión grado II del LCM aún es limitada, por lo que resulta necesario ampliar la investigación orientada al desarrollo de protocolos clínicos estandarizados.

4. Discusión

Los resultados obtenidos en esta revisión evidenciaron que el entrenamiento pliométrico constituye una estrategia complementaria dentro de los procesos de rehabilitación funcional de la distensión grado II del ligamento colateral medial (LCM), debido a sus efectos reportados sobre fuerza muscular, estabilidad articular, control neuromuscular y rendimiento funcional. Estos hallazgos coinciden con los fundamentos biomecánicos de la estabilidad de la rodilla, donde la función ligamentaria interactúa con la respuesta muscular para mantener el control articular durante actividades dinámicas (LaPrade & Wijdicks, 2012). En este sentido, la recuperación del LCM requiere no solamente favorecer la reparación del tejido lesionado, sino también restaurar las capacidades funcionales necesarias para responder ante demandas mecánicas progresivas.

Los resultados de esta revisión coinciden con lo señalado por LaPrade y Wijdicks (2012), así como por Miyamoto et al. (2009), quienes establecen que el tratamiento conservador representa la principal

alternativa terapéutica en lesiones grado I y II del LCM. Estos protocolos incluyen protección inicial, recuperación progresiva del movimiento, fortalecimiento muscular y entrenamiento neuromuscular. La evidencia analizada respalda que la incorporación de ejercicios pliométricos ocurre principalmente en fases avanzadas de rehabilitación, cuando el paciente ha recuperado condiciones básicas de movilidad, fuerza y estabilidad articular. Por tanto, la pliometría debe considerarse un complemento dentro de un programa progresivo y no un sustituto de las estrategias convencionales.

En relación con los efectos del entrenamiento pliométrico sobre la función neuromuscular, los resultados encontrados presentan similitud con los aportes de Markovic y Mikulic (2010), quienes describieron adaptaciones asociadas con la fuerza explosiva, coordinación neuromuscular y rendimiento del miembro inferior. De manera complementaria, Behrens et al. (2014) y Behrens et al. (2016) reportaron mejoras relacionadas con la activación muscular y propiedades mecánicas del sistema músculo-tendón después de programas pliométricos. Estos hallazgos permiten interpretar que la utilidad de la pliometría en rehabilitación puede relacionarse con la optimización de mecanismos neuromusculares involucrados en movimientos rápidos y funcionales.

Desde una perspectiva biomecánica, los resultados también se relacionan con los planteamientos de Chu (1995) y Quetglas et al. (2012), quienes explican que la pliometría utiliza el ciclo de estiramiento-acortamiento para aprovechar la energía elástica generada durante la fase excéntrica y favorecer la producción de fuerza durante la contracción concéntrica. Este mecanismo adquiere relevancia en la recuperación funcional del LCM, debido a que las actividades deportivas requieren respuestas rápidas ante cambios de dirección, aceleraciones y desaceleraciones. En consecuencia, la incorporación progresiva de estos ejercicios puede favorecer la transición entre la rehabilitación básica y la readaptación funcional.

Los resultados relacionados con estabilidad articular y control motor coinciden con los aportes de Behrens et al. (2014) y Behrens et al. (2016), quienes destacan la importancia de las adaptaciones neuromusculares asociadas con la activación muscular y control del movimiento. Esta relación resulta relevante en las lesiones del LCM, debido a que la estabilidad funcional de la rodilla depende de la interacción entre estructuras pasivas y mecanismos activos de control muscular. Por ello, los programas de rehabilitación deben integrar ejercicios dirigidos al fortalecimiento, propiocepción y respuesta neuromuscular para favorecer una recuperación funcional completa.

En cuanto al rendimiento físico, los hallazgos de esta revisión coinciden con los reportados por Stojanović et al. (2017), Bedoya et al. (2015) y Silva et al. (2019), quienes identificaron mejoras relacionadas con salto vertical, potencia muscular y desempeño físico posterior a programas de entrenamiento pliométrico. De manera complementaria, Raya-González et al. (2018) señalaron que los programas basados en cargas progresivas favorecen la readaptación funcional posterior a lesiones del LCM. Estos resultados indican que la recuperación no debe centrarse únicamente en la disminución del dolor o estabilidad estructural, sino también en la capacidad del paciente para responder ante exigencias funcionales específicas.

Sin embargo, la evidencia revisada también presenta consideraciones relacionadas con la aplicación del entrenamiento pliométrico durante la rehabilitación. Chmielewski et al. (2016) señalaron la importancia de controlar la intensidad y progresión de estos ejercicios, mientras que Svantesson et al. (2019) y Ren et al. (2017) destacaron la influencia de lesiones asociadas y alteraciones estructurales sobre la evolución funcional. Estos resultados sugieren que la efectividad de la pliometría depende de factores como la selección adecuada de ejercicios, progresión de cargas y fase biológica de recuperación del tejido lesionado.

Aunque la mayoría de los estudios revisados reportaron resultados favorables sobre el entrenamiento pliométrico, se identificó una limitación relacionada con la disponibilidad de investigaciones específicas en pacientes con distensión grado II del LCM. Gran parte de la evidencia disponible procede de estudios sobre rendimiento deportivo, entrenamiento neuromuscular o rehabilitación de otras lesiones ligamentarias, por lo que la aplicación directa de estos resultados debe realizarse considerando las características clínicas individuales. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar investigaciones enfocadas específicamente en esta lesión.

Los resultados obtenidos permiten establecer que existe concordancia entre los fundamentos teóricos y la evidencia revisada respecto al papel del entrenamiento pliométrico como estrategia complementaria en la recuperación funcional del LCM. Los estudios analizados respaldan su contribución sobre fuerza explosiva, estabilidad dinámica, coordinación neuromuscular y rendimiento físico; sin embargo, no permiten establecer protocolos universales debido a la heterogeneidad de las intervenciones evaluadas. Por tanto, la pliometría debe integrarse dentro de programas estructurados, progresivos e individualizados que consideren la recuperación biológica del tejido y las demandas funcionales del paciente.

5. Conclusiones

El ligamento colateral medial (LCM) representa una estructura esencial para la estabilidad medial de la rodilla, debido a su función frente a fuerzas de valgo y movimientos rotacionales. La revisión realizada permitió establecer que la recuperación funcional posterior a una distensión grado II requiere considerar tanto la reparación del tejido ligamentario como la restauración del control neuromuscular y la estabilidad dinámica articular. Estos elementos resaltan la importancia del análisis anatómico y biomecánico del LCM como fundamento para orientar procesos adecuados de rehabilitación.

Los protocolos de rehabilitación identificados evidenciaron que el tratamiento conservador constituye la principal estrategia para las lesiones grado I y II del LCM. Los programas revisados se estructuran mediante fases progresivas que incluyen protección inicial, control del dolor, recuperación del rango articular, fortalecimiento muscular, propiocepción y readaptación funcional. Dentro de este proceso, el entrenamiento pliométrico se incorpora principalmente durante etapas avanzadas, como complemento de las estrategias convencionales orientadas al retorno progresivo a las demandas funcionales.

La evidencia analizada permitió identificar que el entrenamiento pliométrico se relaciona con mejoras en variables como fuerza explosiva, potencia muscular, estabilidad dinámica, coordinación neuromuscular y rendimiento funcional del miembro inferior. Estos efectos se asocian con adaptaciones derivadas del ciclo de estiramiento-acortamiento, la activación muscular y la capacidad de respuesta ante estímulos dinámicos. Sin embargo, su aplicación requiere una adecuada planificación, progresión e individualización para evitar sobrecargas y favorecer una recuperación segura.

En conclusión, el entrenamiento pliométrico constituye una estrategia complementaria con potencial aplicación dentro de los programas de rehabilitación de la distensión grado II del LCM, debido a su contribución sobre capacidades neuromusculares y funcionales. No obstante, la evidencia disponible presenta limitaciones relacionadas con la escasez de estudios específicos en esta población, por lo que resulta necesario desarrollar investigaciones futuras que permitan establecer protocolos clínicos estandarizados. La incorporación de la pliometría debe realizarse dentro de programas integrales de rehabilitación que consideren la fase de recuperación del tejido, características individuales del paciente y demandas funcionales esperadas.

Referencias

- Almaraz, I. (2013). *Recuperación funcional y reentrenamiento de un futbolista profesional con esguince grado II de ligamento lateral interno de la rodilla* [Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. <http://oa.upm.es/19879/>
- American Medical Association, Council on Scientific Affairs, Advisory Panel on Standard Nomenclature of Athletic Injuries. (1976). *Standard nomenclature of athletic injuries*. American Medical Association. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/101606910>
- Bedoya, A., Miltenberger, M., & Lopez, R. (2015). Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000877>
- Behrens, M., Mau-Moeller, A., & Bruhn, S. (2014). Effect of plyometric training on neural and mechanical properties of the knee extensor muscles. *International Journal of Sports Medicine*, 35(2), 101–109. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1343401>
- Behrens, M., Mau-Moeller, A., Mueller, K., Heise, S., Gube, M., Beuster, N., Herlyn, P., Fischer, D., & Bruhn, S. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 170–176. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.01.011>
- Calderón, C. (2021). *Pliometría en el tratamiento fisioterapéutico post distensión grado II, ligamento colateral medial de la rodilla* [Trabajo de titulación de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Digital UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7282>
- Chmielewski, T., George, S., Tillman, S., Moser, M., Lentz, T., Indelicato, P., Trumble, T., Shuster, J., Cicuttini, F., & Leeuwenburgh, C. (2016). Low- versus high-intensity plyometric exercise during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 44(3), 609–617. <https://doi.org/10.1177/0363546515620583>
- Chu, D. (1995). *Ejercicios pliométricos*. Editorial Paidotribo. <https://n9.cl/ty89x>
- Grawe, B., Schroeder, A., Kakazu, R., & Messer, M. (2018). Lateral collateral ligament injury about the knee: Anatomy, evaluation, and management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 26(6), e120–e127. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-16-00028>
- Kubo, K., Ishigaki, T., & Ikebukuro, T. (2017). Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo. *Physiological Reports*, 5(15), e13374. <https://doi.org/10.14814/phy2.13374>
- LaPrade, R., & Wijdicks, C. (2012). The management of injuries to the medial side of the knee. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(3), 221–233. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3624>
- 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>
- Miyamoto, R., Bosco, J., & Sherman, O. (2009). Treatment of medial collateral ligament injuries. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 17(3), 152–161. <https://doi.org/10.5435/00124635-200903000-00004>
- Quetglas, Z., Iglesia, O., & Martínez, R. (2012). Fundamentos biomecánicos del ejercicio pliométrico. *Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 17(167), 1–7. <https://n9.cl/8gcr7>

- Raya-González, J., Gómez Piqueras, P., & Sánchez-Sánchez, J. (2018). Aplicación de un programa de fuerza con carga excéntrica en la readaptación de una lesión de ligamento lateral interno de la rodilla. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 33, 157–161. <https://n9.cl/wwwg4kt>
- Ren, D., Liu, Y., Zhang, X., Song, Z., Lu, J., & Wang, P. (2017). The evaluation of the role of medial collateral ligament maintaining knee stability by a finite element analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 12, Article 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13018-017-0566-3>
- Silva, A., Clemente, F., Lima, R., Nikolaidis, P., Rosemann, T., & Knechtel, B. (2019). The effect of plyometric training in volleyball players: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), Article 2960. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162960>
- Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D., & Milanović, Z. (2017). Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(5), 975–986. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>
- Suchomel, T., Nimphius, S., Bellon, C., & Stone, M. (2018). The importance of muscular strength: Training considerations. *Sports Medicine*, 48, 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Svantesson, E., Hamrin Senorski, E., Alentorn-Geli, E., Westin, O., Sundemo, D., Grassi, A., Čustović, S., & Samuelsson, K. (2019). Increased risk of ACL revision with non-surgical treatment of a concomitant medial collateral ligament injury: A study on 19,457 patients from the Swedish National Knee Ligament Registry. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 27(8), 2450–2459. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5237-3>
- Weber, A., Kopydlowski, N., & Sekiya, J. (2015). Nonsurgical management and postoperative rehabilitation of medial instability of the knee. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 23(2), 104–109. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000057>

Transparencia

Conflicto de interés

La investigación no identifica conflictos de interés relacionados con los roles o posibles vínculos administrativos de los investigadores que puedan afectar su imparcialidad. Éticamente, el manejo de datos sobre vulnerabilidades estructurales es sensible, debido a que resultados muy críticos podrían generar alarmas innecesarias o pérdida de confianza en pacientes con movilidad limitada.

Fuente de financiamiento

La investigación se desarrolló bajo la modalidad de autofinanciamiento, los autores cubrieron los costos de diseño, recolección de datos, análisis y publicación.

Contribución de autoría

Cristina Estefanía Calderón González: Conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, administración del proyecto, recursos, supervisión.

Carlos Eduardo Vargas Allauca: Conceptualización, metodología, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, recursos, supervisión.

Los autores contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.