

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE FACTORES DE RIESGO CLAVE EN LESIONES DE LCA EN MUJERES FUTBOLISTAS DE ALTO RENDIMIENTO

**Ciencias de la Actividad Física del
Deporte**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Mario Oliva Galán y Luis Alfonso Izquierdo Muñoz

Grupo matriculado TFG: SM41

Año Académico: 2023-2024

Tutor/a: Susana Moral

Área: Revisión bibliográfica

Resumen

Introducción: La rotura del LCA es una lesión compleja y con alto tiempo de recuperación. Investigaciones destacan una compleja red de factores de riesgo, desde biomecánicos hasta psicosociales. Estudios recientes exploran métodos de evaluación, como pruebas de salto y análisis de movimiento, para identificar predictores de riesgo modificables y no modificables. La relación entre fuerza muscular, control neuromuscular y factores hormonales también se subraya como clave en la reducción del riesgo de lesiones de LCA en mujeres deportistas de élite.

Objetivos: La revisión sistemática se enfoca en identificar las características y factores de riesgo clave que pueden ocasionar una rotura de LCA en mujeres futbolistas de élite. Diferenciando factores de riesgo modificables y no modificables.

Metodología: Se ha realizado una revisión sistemática en la Biblioteca Crai de la Universidad Europea de Madrid en las bases de datos: Rehabilitation & Sports Medicine Source, Medline complete y SportDiscus-Full text, sobre los factores de riesgo y prevención de lesión de LCA en mujeres futbolistas de alto rendimiento.

Resultados y conclusiones: Tras el estudio, se examinan diversos aspectos biomecánicos, psicológicos y socioculturales con el fin de desarrollar estrategias preventivas efectivas. Sin embargo, se observa una discrepancia en la efectividad de ciertas pruebas para predecir estas lesiones. En conclusión, se identifican factores de riesgo modificables como el valgo de rodilla, fatiga neuromuscular, la rotación interna de cadera y la incorrecta flexión de rodilla, y no modificables como el ángulo Q, valgo dinámico y factores hormonales pero se destaca la necesidad de investigaciones adicionales para validar su importancia y desarrollar estrategias preventivas específicas para evitar sufrir esta lesión.

Palabras clave: Mujeres futbolistas, ligamento cruzado anterior (LCA), lesión, recidiva, re-rotura, prevención, factores de riesgo, salto vertical unilateral (SVDJ), salto desde altura (VDJ), sentadilla unilateral (SLS)

Abstract

Introduction: Anterior cruciate ligament (ACL) rupture is a complex injury with a long recovery time. Research highlights a complex network of risk factors, ranging from biomechanical to psychosocial. Recent studies explore assessment methods, such as jump tests and motion analysis, to identify modifiable and non-modifiable risk predictors. The relationship between muscle strength, neuromuscular control, and hormonal factors is also emphasized as key in reducing the risk of ACL injuries in elite female athletes.

Objectives: The systematic review focuses on identifying the key characteristics and risk factors that can lead to an ACL rupture in elite female soccer players, differentiating between modifiable and non-modifiable risk factors.

Methodology: A systematic review was conducted in the Crai Library of the European University of Madrid using databases: Rehabilitation & Sports Medicine Source, Medline Complete, and SportDiscus-Full Text, on the risk factors and prevention of ACL injuries in high-performance female soccer players.

Results and Conclusions: The study examines various biomechanical, psychological, and sociocultural aspects to develop effective preventive strategies. However, a discrepancy is observed in the effectiveness of certain tests to predict these injuries. In conclusion, modifiable risk factors identified include knee valgus, neuromuscular fatigue, hip internal rotation, and improper knee flexion. Non-modifiable factors include the Q-angle, dynamic valgus, and hormonal factors. Nonetheless, the need for additional research is highlighted to validate their importance and develop specific preventive strategies to avoid this injury.

Keywords: Female soccer players, anterior cruciate ligament (ACL), injury, recurrence, re-rupture, prevention, risk factors, single-leg vertical jump (SVDJ), drop jump (VDJ), single-leg squat (SLS)

ÍNDICE

| | |
|--|--------|
| 1. Introducción | Pág 4 |
| 2. Objetivos..... | Pág 9 |
| 3. Metodología..... | Pág 9 |
| 3.1. Diseño..... | Pág 9 |
| 3.2. Estrategia de búsqueda..... | Pág 9 |
| 3.3 Criterios de selección..... | Pág 9 |
| 3.4. Diagrama de flujo..... | Pág 10 |
| 4. Discusión..... | Pág 11 |
| 5. Futuras líneas de investigación..... | Pág 19 |
| 6. Conclusiones | Pág 20 |
| 7. Referencias bibliográficas..... | Pág 21 |
| 8. Anexos..... | Pág 27 |
| 8.1. Cuadro resumen artículos empleados..... | Pág 27 |

1. Introducción:

Según Allerton-Geli et al. (2009), el fútbol es un deporte con un mayor riesgo de lesiones en el ligamento cruzado anterior (LCA) en comparación con otros deportes. “Las lesiones del LCA son las que causan mayor tiempo de inactividad en la competencia futbolística, lo que ha motivado un fuerte enfoque de investigación para determinar los factores de riesgo de estas lesiones”. (Allerton-Geli et al., 2009).

Según explica Geertsema et al. (2021), las futbolistas femeninas tienen tres veces más probabilidades que los hombres de sufrir una lesión del LCA, con un costo significativo para la jugadora, así como para el club y el sistema de salud. Además, “las mujeres tienen un promedio de 5 años menos que sus contrapartes masculinas en el momento de la lesión del LCA”. (Geertsema et al., 2021).

Considerando esta información, se han revisado varios estudios para examinar diversos resultados y metodologías destinadas a identificar posibles factores de riesgo de lesiones en el ligamento cruzado anterior.

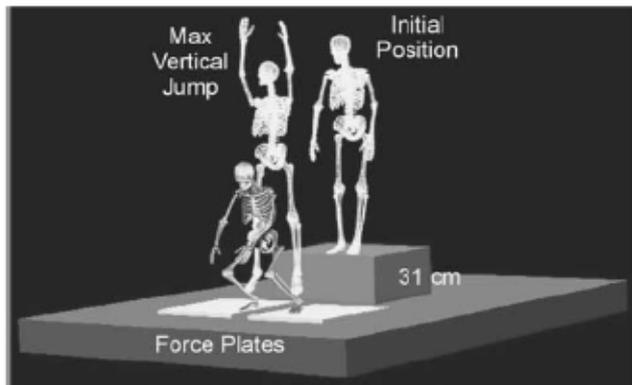
Según Krosshaug et al. (2016), las lesiones del LCA tienen una naturaleza multifactorial y se cree que los patrones de movimiento son cruciales. Esta idea se basa en los efectos positivos de los programas de prevención de lesiones que se enfocan en la alineación de las extremidades inferiores y en aterrizajes suaves, resaltando las consecuencias a largo plazo y proponiendo ejercicios específicos como medida preventiva. Este enfoque se alinea con Hewett et al. (2005), quienes introdujeron pruebas de salto vertical (VDJ) como predictores de riesgo de lesiones del LCA. Se puede observar en la figura 1, la realización de prueba VDJ.

“Las lesiones del LCA en atletas femeninas son de 3 a 5 veces mayores que en hombres” (Hewett et al., 2005). Este mismo autor, empleó un análisis de salto con caída para investigar la dinámica del suelo al inicio y al final del salto. Se registraron los ángulos de flexión-extensión y abducción-aducción de la rodilla en el momento del contacto inicial con el suelo y el despegue del pie del salto, así como los ángulos máximos de abducción y flexión durante la fase de apoyo en cada prueba. Hewett et al. (2005) explica que entre el 50% y el 65% de

estas lesiones, que ocurren sin contacto y se pueden prevenir mediante ejercicios centrados en el control neuromuscular, el equilibrio, la fuerza y la técnica.

Figura 1

Prueba de salto (VDJ)



Nota: En esta figura se puede observar la realización de un VDJ desde un cajón de 31 cm, siendo esta imagen extraída del estudio 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*, realizado por Hewett et al. (2005)

Por otro lado, en el estudio de Collings et al. (2022), se sostiene que en el fútbol australiano, las lesiones del LCA en futbolistas femeninas son de 3 a 6 veces más frecuentes en comparación con los hombres. Se investigan diversos factores, como los mecanismos de lesiones sin contacto durante el cambio de dirección, desaceleraciones o aterrizajes unilaterales. En este estudio se analizó el ángulo de valgo de la rodilla, la fuerza de los músculos de la cadera a través de la cinemática del salto y se identificaron posibles factores de riesgo en las jugadoras de fútbol. Estos hallazgos se conectan con el estudio de Ste Croix et al. (2014), donde se examina la fatiga muscular y la eficiencia de los músculos isquiosurales. Se investigó cómo influye la fatiga en las lesiones del LCA en el fútbol de élite juvenil, utilizando electromiografía para evaluar la eficiencia del semitendinoso, bíceps femoral y gastrocnemio. “Se ha observado que las roturas de LCA tienden a ocurrir en actividades que implican cambios de ritmo, saltos y aterrizajes, donde se requieren respuestas musculares de los

músculos isquiosurales para estabilizar la rodilla” (McLean et al., 2010; Smith et al., 2012).

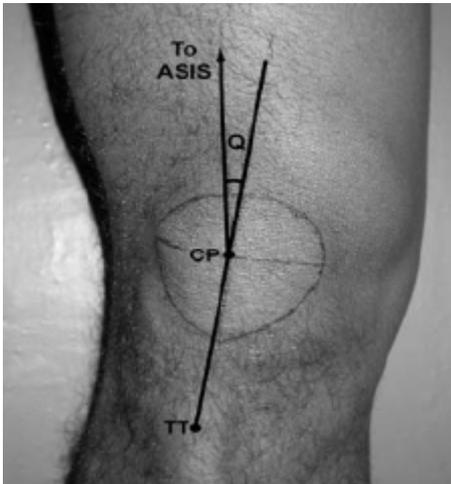
En cuanto a los factores de control neuromuscular, según Petushek et al. (2021), los test como sentadilla a una pierna o un salto vertical, tal como se relaciona el estudio de Krosshaug et al. (2016), pueden ser un método para valorar factores de riesgo en las jugadoras, así mediante un video análisis en 3D, se pueden analizar ángulos de rodilla, de cadera, de tobillo y descompensaciones musculares.

Los estudios de Petushek et al. (2021) y Krosshaug et al. (2016) establecen un puente hacia el trabajo de Nilstad et al. (2014), donde se estudió que las lesiones de LCA que se producen sin contacto se pueden observar de forma visual en los ángulos de valgo de rodilla. Siguiendo esta línea, los autores Weiss y Whatman (2015) y Staynor et al. (2020), dentro del estudio de Zago et al. (2021), afirman que la fatiga provocada por cambios repetidos de dirección en un corto período de tiempo puede generar alteraciones peligrosas en la forma en que las extremidades inferiores se mueven y soportan la carga. Este efecto fue observado en un grupo específico de jugadoras, donde los cambios en la forma en que el pie entra en contacto con el suelo aumentaron el riesgo de lesiones en el ligamento cruzado anterior (LCA) poniendo al atleta en una posición más cercana a lo que se conoce como la "posición de no retorno", donde el riesgo de lesión es mayor como menciona Hilibrand et al. (2015).

Además, según lo señalado en el estudio de Alentorn-Geli et al. (2019), se identifica el ángulo Q como un posible factor de riesgo. Este ángulo, formado entre una línea desde la espina ilíaca anterosuperior hasta el centro de la rótula y otra línea desde el centro de la rótula hasta la tuberosidad tibial, como se puede visualizar en la figura 2, se ha sugerido como un factor anatómico asociado con un mayor riesgo de lesiones. Por ende Alentorn-Geli et al. (2019), explica que un ángulo Q alto podría alterar la biomecánica de la extremidad inferior y poner la rodilla en mayor riesgo de estrés valgo tanto estático como dinámico.

Figura 2

Medición del ángulo Q.



Nota: En esta figura se puede observar la medición del ángulo Q. EIAS – espina ilíaca anteriosuperior; CP – centro de la rótula; TT – tuberosidad tibial; Q – ángulo del cuádriceps. *Imagen extraída del estudio "Bilateral Variability of the Quadriceps Angle (Q angle) in an Adult Indian Population". PubMed. Realizado por Raveendranath et al. (2011)*

Relacionando el análisis del valgo de rodilla con otro estudio de Nilstad et al. (2014), se relacionan las diferencias entre el valgo de rodilla y ángulos más bajos de cadera, observando este aspecto y siendo más comunes en mujeres. Además, en mujeres que exhiben momentos de abducción externa de rodilla más altos en comparación con los hombres.

Según explica Nilstad et al. (2014), los métodos de evaluación simple como el 2D han sido utilizados para evaluar factores de riesgo, además del 3D, pero en este estudio utilizan métodos de observación a tiempo real teniendo evaluaciones visuales del movimiento de la rodilla en el plano frontal mediante grabaciones de vídeo en 2D. Buscando predecir con anterioridad factores de riesgo para evitar estas lesiones. La propuesta de Nilstad et al. (2014), conecta con la idea de considerar fuerzas y ángulos en articulaciones interrelacionadas. Analizando el valgo de rodilla desde una perspectiva observacional por medio de tres fisioterapeutas, mediante una escala de puntuación.

Por otra parte, según Ivarsson et al. (2019), se centra en otra variante diferente a la biomecánica de las articulaciones, se centra más en el examen sobre la influencia de factores socioculturales e intrapersonales en las experiencias de jugadoras de fútbol femenino de élite previamente a sufrir la lesión. En este estudio se reconoce la importancia de variables psicosociales donde se propone un modelo que incluye factores como lesiones previas, regreso al entrenamiento, comportamientos de sobreentrenamiento y ansiedad por reinjertos. Se intenta buscar la relación que existe entre los factores mencionados anteriormente y lesiones en el LCA basándose en el exposoma y otros factores psicológicos.

Otro estudio de Nilstad et al. (2014), explica que las lesiones en las extremidades inferiores son comunes en las jugadoras de fútbol representando entre el 60% y 85%. Las características métricas y de fuerza muscular se han sugerido como posibles predictores para padecer lesiones en el miembro inferior, tal y como dice Collings et al. (2022) donde se identificaron antecedentes de lesiones previas del LCA, desequilibrios en la fuerza de los músculos de la cadera y un mayor valgo de rodilla durante los saltos en una pierna como factores de riesgo significativos.

Siguiendo en el mismo estudio de Nilstad et al. (2014), se incluyeron una serie de pruebas de detección neuromuscular anatómica así como demográficos para evaluar posibles predictores de factores de riesgo en miembro inferior, incluyendo el LCA. Teniendo en cuenta que se evalúan varias articulaciones ya que se interconectan a la hora de padecer lesiones en el miembro inferior. En este estudio se evaluaron la fuerza del cuádriceps, isquiotibiales, abductores de cadera y extensores de rodilla teniendo en cuenta ángulos y diferentes contracciones como factores clave a tener en cuenta para la prevención de la lesión.

Cerrando este panorama, el programa de prevención de Steffen et al. (2016), redacta que la mayoría de lesiones de LCA en mujeres, se producen sin contacto habiendo un porcentaje muy destacable entre hombres y mujeres, datos los cuales se afirman en el estudio de Geertsema et al. (2020).

2. Objetivo:

El objetivo de esta revisión es identificar las características y factores de riesgo clave que pueden ocasionar una rotura de LCA en mujeres futbolistas de élite, diferenciando factores de riesgo modificables y no modificables.

3. Metodología

3.1. Diseño

Se ha realizado una revisión sistemática en la Biblioteca Crai de la Universidad Europea de Madrid en las bases de datos: Rehabilitation & Sports Medicine Source, Medline complete y SportDiscus-Full text.

3.2. Estrategia de búsqueda

Se ha realizado una revisión sistemática en la Biblioteca Crai de la Universidad Europea de Madrid en las bases de datos: Rehabilitation & Sports Medicine Source, Medline complete y SportDiscus-Full text. Se han usado como ecuaciones de búsqueda, que fueran revisiones a texto completo y teniendo las siguientes palabras clave: Risk factors *AND* Acl injury *AND* elite female football *NOT* Male or men or man or males.

3.3. Criterios de selección

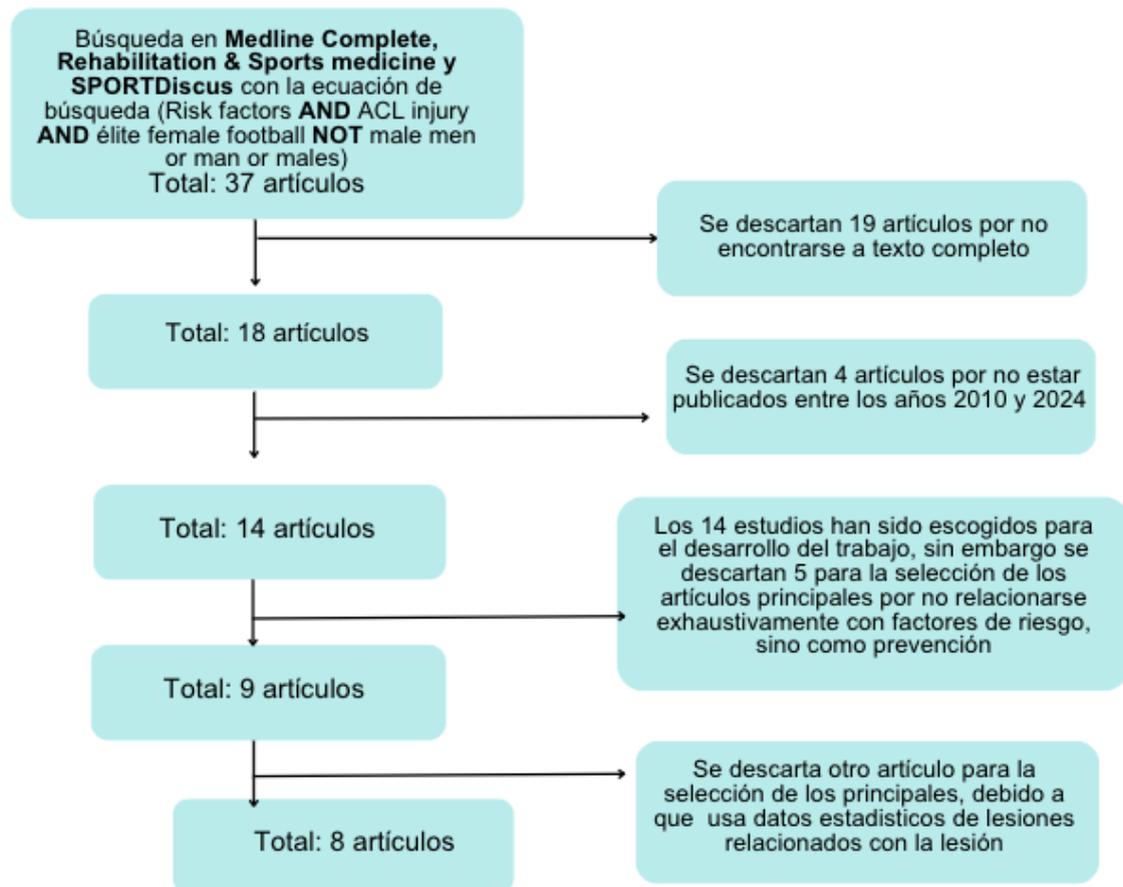
Se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos para los criterios de selección:

- Artículos científicos originales a texto completo.
- Artículos tanto en inglés como en español
- Artículos cuya muestra fueron mujeres futbolistas de alto rendimiento
- Artículos publicados en en el periodo comprendido entre 2010-2024
- Se descartan 6 por no utilizar estrategias de identificación de posibles factores de riesgo para la detección de posible lesión de LCA en mujeres futbolistas de alto rendimiento

3.4. Diagrama de flujo

Figura 3.

Diagrama de flujo



Nota: Elaboración propia

4. Discusión

Según Alentorn-Geli et al. (2009), la mayoría de los desgarros del LCA en jugadoras de fútbol no son causados por contacto directo. Las situaciones típicas incluyen cambios de dirección bruscos, aterrizajes después de saltos y movimientos de pivote con la rodilla extendida. El mecanismo principal implica una desaceleración rápida con torsión interna de la rodilla y rotación hacia adentro, con el peso del cuerpo en la pierna afectada y el pie firmemente plantado en el suelo. Factores externos como el clima seco y las superficies artificiales pueden aumentar el riesgo. Internamente, la laxitud articular, la anatomía de la rodilla, el ciclo menstrual y la relación entre los músculos isquiotibiales y cuádriceps, así como la fatiga muscular, también pueden contribuir a producir la lesión del LCA en mujeres futbolistas de élite, tal como menciona este autor.

El estudio de Petushek et al. (2021), se centró en el análisis del riesgo de lesión de LCA, utilizando la prueba de SVDJ, en futbolistas femeninas de élite. A diferencia de estudios anteriores que han utilizado la VDJ para detectar asociaciones entre el control frontal de la rodilla y lesiones de las extremidades inferiores.

Observando que no se encontró ninguna relación significativa entre las variables del plano frontal y la lesión de rodilla. Además, no mostraron ninguna relación entre las características del rendimiento del VDJ y la lesión del LCA, ni entre ninguna asimetría y el riesgo de lesión del LCA. Esto podría deberse a la falta de precisión en la evaluación, ya que la fiabilidad de la repetición de la prueba fue considerada sólo moderada. Además, la falta de evaluación en la profundidad de la sentadilla podría aumentar la variabilidad en los resultados.

A pesar de incluir numerosos futuros casos de lesiones en comparación con estudios anteriores, las pruebas de VDJ y SLS no pudieron predecir quién sufriría una lesión futura del LCA.

Por lo tanto en el estudio de Petushek et al. (2019), se sugiere que futuros estudios pueden desarrollar modelos de riesgo más complejos, tareas de evaluación de movimiento alternativas o bien prescindir completamente de la evaluación y centrarse en maximizar la participación y adherencia a los

programas de prevención de lesiones. Además, se sugiere que futuros estudios pueden considerar el aumento de la precisión de la escala de calificación o el diseño de tareas más representativas para evaluar el riesgo.

Comparativamente, el estudio de Krosshaug et al. (2014) y el de Collings et al. (2022) investigaron diversos factores de riesgo de lesiones del LCA en atletas femeninas de élite, mientras que el estudio mencionado anteriormente, es decir, el de Petushek et al. (2021) se enfocó específicamente en la utilidad de la prueba de SVDJ para predecir lesiones del LCA. Mientras que Krosshaug et al. (2014) encontraron que la cinemática en el plano frontal era un componente importante en la causa de lesiones del LCA, debido a la estabilidad de la rodilla en rangos de flexión de la misma.

Por otro lado, Collings et al. (2022) identificaron antecedentes de lesiones previas del LCA, desequilibrios en la fuerza de los músculos de la cadera y un mayor valgo de rodilla durante los saltos a una pierna como factores de riesgo significativos.

Aunque el estudio de Krosshaug et al. (2014) investigó cinco factores de riesgo durante el VDJ para predecir lesiones de LCA en jugadoras de fútbol y balonmano de élite, incluyendo ángulo de valgo de rodilla, momento de abducción de rodilla, ángulo de flexión máximo de rodilla, vGRF máximo y desplazamiento medial de la rodilla, el VDJ no se ha demostrado como una prueba confiable para la detección de estas lesiones. Coincidiendo con la investigación de Jauhiainen et al. (2022) quién indicó que el test VDJ no es adecuado para predecir lesiones del LCA en jugadoras de fútbol de élite, a pesar de análisis exhaustivos de diversos datos. Se sugiere que otros tests o variables podrían ser más efectivos para esta predicción. A pesar de usar métodos de aprendizaje automático, la capacidad predictiva fue insuficiente en la práctica clínica. Por lo que estos autores coinciden en que se requieren más investigaciones para determinar qué datos y qué enfoques son más precisos para predecir lesiones. A pesar de basarse en estudios anteriores, como el de Hewett et al. (2006) y su capacidad para evaluar el control y rigidez de la

rodilla durante el aterrizaje, ninguna de las variables del VDJ mostró asociación con un mayor riesgo de lesiones en jugadoras sin historial previo de lesiones.

En contraste, en el estudio de Collings et al. (2022), si se estableció un modelo de predicción multivariable que incluyó la fuerza de despegue en el CMJ, el valgo dinámico de rodilla y el historial de lesiones de LCA, el cual predijo las lesiones de LCA con una precisión aceptable (AUC, 0.78). Este modelo clasificó correctamente el 74% de las lesiones y el 71% de las jugadoras no lesionadas, superando modelos anteriores. Este hallazgo destaca la utilidad del modelo para identificar jugadoras que podrían beneficiarse de programas adicionales de prevención de lesiones, siendo particularmente relevante para jugadoras de fútbol femeninas de élite.

Dentro de este mismo estudio, se mencionó a Hewett et al. (2005), quienes explicaron en su investigación que los aumentos observados en las medidas de valgo en el grupo lesionado probablemente fueron una parte importante del mecanismo que llevó a la rotura del LCA. Los ángulos y momentos de valgo de la rodilla resultaron ser los principales predictores del riesgo de lesión del LCA. La carga en valgo puede aumentar la fuerza en el LCA., debido a que Hewett et al. (2005) detalla que las fuerzas en valgo sobre la rodilla pueden incrementar varias veces la traslación tibial anterior y las cargas en el LCA. Además de que estos mismos autores plantean que ciertas características anatómicas femeninas, como la laxitud ligamentosa en el plano sagital y frontal, podrían aumentar el riesgo de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA).

Siguiendo con la identificación de factores de riesgo sobre LCA , el estudio de Nilstad et al. (2014) obtuvo que mediante la evaluación de tres fisioterapeutas, tras observar a diferentes atletas realizar un VDJ, coincidieron en la puntuación de la identificación de valgo de rodilla, Sin embargo, los puntajes del examen no se correlacionaron bien con los momentos de abducción de la misma. Por lo tanto, esta prueba puede ser útil para predecir valgos de rodilla, pero solo con la implicación de un equipo especializado, tal como se puede ver en la figura 4, donde mediante el análisis 3D a tiempo real los fisioterapeutas puntuaron los momentos de abducción y de valgo.

Figura 4

Análisis cinemático de valgo de rodilla mediante VDJ



Nota: En esta figura se puede observar la evaluación observacional en tiempo real (A) y el análisis de movimiento en 3D durante un VDJ desde una plataforma (B) Imagen extraída del estudio “Physiotherapists can identify female football players with high knee valgus angles during vertical drop jumps using Real-Time observational screening”. *The Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy/Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*, realizado por Nilstad et al. (2014).

Cambiando los factores de riesgo de lesión , el estudio de St Croix et al. (2014) se centró en el efecto de la fatiga específica del fútbol en el control neuromuscular en jugadoras jóvenes de fútbol de élite. Aunque no recoge directamente la predicción de lesiones del LCA, se da una perspectiva importante sobre cómo la fatiga puede influir en el control neuromuscular y aumentar el riesgo de lesiones del LCA al comprometer la estabilidad y funcionalidad de la rodilla. Por ello, estos estudios dan una información más detallada y más relacionada con el objetivo del trabajo, ya que en cuanto a los factores de riesgo de lesiones del LCA en futbolistas femeninas de élite se resalta la necesidad de investigaciones adicionales para mejorar las estrategias de prevención y manejo de lesiones en esta población.

Al hilo de este, y el efecto de la fatiga neuromuscular, la investigación de Nilstad et al. (2014), es la primera en medir el valgo de rodilla de manera objetiva en jugadoras de fútbol durante una tarea específica del deporte.

Encontraron que no hubo diferencia en el valgo de rodilla entre jugadoras lesionadas y no lesionadas, pero las jugadoras con menor valgo de rodilla tenían un 36% más de riesgo de lesiones en el tobillo. Esto contrasta con estudios previos que relacionan altos ángulos de valgo con lesiones de LCA en atletas femeninas. Sugieren que el entrenamiento neuromuscular podría reducir estos riesgos y mejorar el control de la rodilla en el fútbol. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para comprender mejor estas asociaciones. Además, Nilstad et al. (2014), mostraron que un mayor índice de masa corporal (IMC) fue el único factor significativamente asociado con nuevas lesiones en las extremidades inferiores. Además, este estudio concluye con que futuros proyectos que investiguen los factores de riesgo intrínsecos para las lesiones y cómo interactúan los factores psicológicos con los fisiológicos, así como con los factores externos, serían de gran valor para mejorar las medidas preventivas y reducir la tasa de lesiones en el fútbol femenino.

Por ello mismo siguiendo la línea de estrategias o factores para la prevención de lesión de LCA, más allá de los aspectos físicos, el estudio de Ivarsson et al. (2019), se enfoca en los aspectos psicosociales donde las lesiones deportivas se investigan principalmente a través del modelo de estrés y lesiones atléticas, que considera como variables los rasgos de personalidad, situaciones estresantes y la manera de afrontarlas. Estos factores influyen en cómo los atletas perciben situaciones estresantes, lo que a su vez afecta las respuestas cognitivas y fisiológicas al estrés, y, en última instancia, el riesgo de lesión.

Según este modelo, Ivarsson et al. (2019), explicó que la fatiga, los síntomas de sobreentrenamiento y agotamiento, el estrés (incluyendo la depresión, la ansiedad y la baja autoestima), el sueño inadecuado y el clima de rendimiento son potenciales factores de riesgo para las lesiones del LCA en mujeres atletas.

El abordaje holístico de este problema que integra tanto los aspectos físicos como los psicológicos, surge de un enfoque prometedor para mejorar la salud, el rendimiento y prevención de las futbolistas de élite. Este enfoque multidisciplinario no solo considera los factores biomecánicos asociados con la lesión del LCA, sino que también Ivarsson et al. (2019), reconoce la

importancia de abordar los aspectos psicosociales, como el estrés y la fatiga, que pueden influir en el riesgo de lesiones, como bien se ha mencionado anteriormente en esta revisión.

Por lo tanto, para centrar la discusión con los artículos seleccionados, dada la prevalencia y las graves implicaciones de las lesiones de LCA en mujeres futbolistas de élite, es crucial identificar y comprender los factores de riesgo subyacentes. Esta comprensión de los diferentes artículos seleccionados puede proporcionar información para desarrollar estrategias efectivas de prevención y reducir la incidencia de estas lesiones. A través de la investigación y el análisis de una variedad de variables, desde la biomecánica hasta los factores psicológicos y socioculturales, se busca encontrar marcadores que puedan ayudar a predecir y mitigar el riesgo de lesiones de LCA en futbolistas femeninas de élite.

Por último, según Alentorn-Geli et al. (2009), un ángulo Q alto puede alterar la biomecánica del miembro inferior y puede situar a la rodilla en un riesgo de valgo dinámico y estático. Siendo este un factor de riesgo no modificable en mujeres.

Por ende, en el estudio de Mohamed et al. (2012), se investigó la asociación entre el ángulo Q y las lesiones de rodilla en jugadoras de fútbol adolescentes. Los resultados no mostraron una asociación significativa entre el ángulo Q y las lesiones de rodilla ($p = 0.74$). Este hallazgo está en consonancia con los resultados de Loudon et al. (2002), quienes tampoco encontraron una relación clara entre el ángulo Q y las lesiones de rodilla. Los ángulos Q observados en el estudio de Mohamed et al. (2012), oscilaron entre 14° y 18° tanto para las jugadoras lesionadas como para las no lesionadas, sugiriendo que un ángulo Q en este rango no necesariamente aumenta el riesgo de lesión del LCA. Este resultado contradice estudios previos como los de Emami et al. (2007) y Tallay et al. (2005), que encontraron una asociación significativa entre un ángulo Q elevado y una mayor incidencia de lesiones de rodilla.

El estudio de Alentorn-Geli et al. (2009), también explora los factores de riesgo para las lesiones no traumáticas del LCA en jugadoras de fútbol, donde el estudio destaca la importancia de varios factores biomecánicos en la predisposición a las lesiones del LCA. Entre estos factores se incluye la rotación dinámica en valgo con el peso del cuerpo desplazado sobre la pierna lesionada y la superficie plantar del pie fijada firmemente en el suelo, una situación que podría verse influenciada por la alineación del ángulo Q. Además, se mencionan otros factores intrínsecos como la debilidad relativa de los isquiotibiales en comparación con los cuádriceps y la disminución de la fuerza del núcleo y la propiocepción, que podrían estar relacionados con un mayor ángulo Q y una biomecánica alterada de la rodilla, como explica Alentorn-Geli et al. (2009).

En conjunto, los estudios de Alentorn-Geli et al. (2009) y Mohamed et al. (2012), sugieren que aunque el ángulo Q no muestra una relación directa y significativa con las lesiones del LCA en algunos estudios, su influencia no puede descartarse por completo. Las diferencias en los hallazgos podrían deberse a variaciones en las metodologías de los estudios, las poblaciones investigadas y otros factores biomecánicos coexistentes que también juegan un papel crucial en la predisposición a las lesiones del LCA. Por lo tanto, aunque un ángulo Q elevado por sí solo puede no ser un predictor definitivo de las lesiones del LCA, su interacción con otros factores biomecánicos y anatómicos podría contribuir al riesgo global de lesión.

Siguiendo esta línea, Pantano et al. (2005), ilustraron cómo el punto máximo de valgo de rodilla durante la ejecución de una sentadilla unipodal, no mostró una correlación significativa con el ángulo Q en reposo. Sin embargo, encontraron una relación con la amplitud pélvica, que consideran un predictor más relevante durante el movimiento dinámico. Explican que este ancho pélvico está asociado con una mayor longitud del músculo femoral, en contraste con individuos con una menor amplitud de cadera. Mostrando diferencias anatómicas importantes entre hombres y mujeres a la hora de padecer lesiones en el LCA.

Por otro lado, en el contexto biológico de la mujer. “El ciclo menstrual afecta significativamente el riesgo de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA)

debido a las fluctuaciones hormonales que influyen en la laxitud ligamentaria y posiblemente, en el ángulo Q. Un ángulo Q elevado puede aumentar el riesgo de lesión del LCA debido a una mayor presión lateral sobre la rodilla y el LCA. Las fluctuaciones hormonales durante el ciclo menstrual, especialmente los niveles elevados de estrógeno y relaxina durante la fase ovulatoria, están asociadas con un aumento en la laxitud del LCA, lo que puede modificar temporalmente el ángulo Q y hacer que la rodilla sea más susceptible a lesiones del LCA” (Herzberg et al., 2017). Este aumento en la laxitud ligamentaria y la consecuente inestabilidad de la rodilla durante ciertas fases del ciclo menstrual pueden incrementar la incidencia de lesiones, como se observó en futbolistas femeninas de élite, donde las lesiones musculares fueron más frecuentes en la fase premenstrual y menos frecuentes durante la menstruación según explica Herzberg et al. (2017).

Para relacionarlo con los objetivos de esta revisión, se ha diferenciado entre factores modificables y no modificables, encontrando dentro del primer grupo (modificables):

- **Fatiga Neuromuscular:** En el estudio de St Croix et al. (2014), se destaca cómo la fatiga específica del fútbol afecta el control neuromuscular en jugadoras jóvenes, aumentando el riesgo de lesiones del LCA.
- **Desequilibrios musculares:** Alentorn-Geli et al. (2009) afirma que un desequilibrio en la fuerza de los isquiosurales y cuádriceps es un factor de riesgo importante para la lesión de LCA.
- **Falta de programas de entrenamiento neuromuscular:** En el estudio de Nilstad et al. (2014) se sugiere que el entrenamiento neuromuscular puede mejorar el control de la rodilla y reducir riesgos.
- **Factores psicosociales:** Factores como el estrés, la fatiga y el sobreentrenamiento pueden incrementar el riesgo de lesiones, según Ivarsson et al. (2019).
- **Índice de masa muscular:** Según Nilstad et al. (2014), un mayor IMC se asocia con más lesiones en las extremidades inferiores.

- **Superficies y clima:** Las superficies artificiales y los climas secos pueden aumentar el riesgo, según explica Alentorn-Geli et al. (2009).

Entre los factores no modificables se encuentra que:

- **Laxitud articular:** La laxitud articular puede predisponer a las lesiones del LCA, según se menciona en el estudio de Alentorn-Geli et al. (2009).
- **Ángulo Q:** "Un alto ángulo Q puede alterar la biomecánica de la rodilla, aumentando el riesgo de valgo dinámico y estático" (Herzberg et al., 2017). Coincidiendo con Alentorn-Geli et al. (2009) y Mohamed et al. (2012) quienes explicaron que el ángulo Q, mezclado con otros factores anatómicos aumentan el factor de riesgo para sufrir lesiones en LCA.
- **Factores hormonales:** Herzberg et al. (2017), explica que las fluctuaciones hormonales durante el ciclo menstrual, especialmente niveles elevados de estrógeno y relaxina, están asociadas con un aumento en la laxitud del LCA, incrementando el riesgo de lesión.

5. Futuras líneas de investigación

Para estudios futuros, se podría realizar una distinción entre las diferentes categorías y según en que etapa del ciclo menstrual se produce la lesión, así como la preparación y prevención previa que han tenido.

Hay que destacar, que en el caso de las mujeres, influye directamente el uso de pastillas anticonceptivas, así como irregularidades en el ciclo menstrual, ya que hormonas como la relaxina se ven directamente alteradas y contribuyen a sufrir una lesión de LCA. Debido a que no se han mencionado estos datos en los estudios de manera significativa.

También, para próximos estudios, se debe abordar y/o diferenciar entre lesiones en equipos profesionales, no profesionales y lesiones durante el ocio, ya que influye directamente en este tipo de lesiones, tener unas buenas habilidades motrices y motoras.

Por último, se debe darle mucha importancia al aspecto psicológico tras una rotura de ligamento cruzado anterior o con un gran historial de lesiones previas,

ya que la preparación tanto física como mental, es fundamental para evitar posibles re-roturas de la plastia, así como la individualización de los ejercicios de prevención de lesiones y optimización del rendimiento.

6. Conclusiones

Para dar respuesta al objetivo planteado, esta revisión responde a los objetivos desarrollados inicialmente, explicando que los factores modificables como el valgo de rodilla, la pronación del pie, una incorrecta flexión de rodilla durante la caída, una baja activación de la musculatura isquiosural y la rotación interna de cadera, pueden aumentar el riesgo de lesión de LCA en mujeres futbolistas de élite. Por otro lado, como factores no modificables, el ángulo Q, el valgo de rodilla dinámico y factores del ciclo menstrual son determinantes para una posible lesión en el mismo. Sin embargo, es importante destacar que las pruebas de salto con caída (VDJ) y de equilibrio en una pierna (SLS) no son pruebas tan eficientes para predecir lesiones de LCA, aunque sí permiten ver posibles factores de riesgo, pero se necesita más evidencia para abordar de manera directa esta identificación de factores de riesgo.

La combinación de la evaluación de estos factores, tanto modificables como no modificables, es esencial para desarrollar estrategias efectivas de prevención y reducir la incidencia de lesiones del LCA en este grupo específico de atletas.

7. Referencias bibliográficas

- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(7), 705-729. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0813-1>
- Collings, T. J., Diamond, L. E., Barrett, R., Timmins, R. G., Hickey, J., Du Moulin, W., Williams, M., Beerworth, K., & Bourne, M. N. (2022). Strength and Biomechanical Risk Factors for Noncontact ACL Injury in Elite Female Footballers: A Prospective Study. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 54(8), 1242-1251. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002908>
- De Ste Croix, M. B. A., Priestley, A. M., Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2014). ACL injury risk in elite female youth soccer: Changes in neuromuscular control of the knee following soccer-specific fatigue. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 25(5). <https://doi.org/10.1111/sms.12355>
- Emami, M., Ghahramani, M., Abdinejad, F., & Namazi, H. (2007). Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *PubMed*, 10(1), 24-26. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17198449>
- Geertsema, C., Geertsema, L., Farooq, A., Harøy, J., Oester, C., Weber, A., & Bahr, R. (2021). Injury prevention knowledge, beliefs and strategies in elite female footballers at the FIFA Women's World Cup France 2019. *British Journal Of Sports Medicine*, 55(14), 801-806. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103131>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., 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>

Hilibrand, M. J., Hammoud, S., Bishop, M., Woods, D., Fredrick, R. W., & Dodson, C. C. (2015). Common injuries and ailments of the female athlete; pathophysiology, treatment and prevention. *Physician And Sportsmedicine*, 43(4), 403-411. <https://doi.org/10.1080/00913847.2015.1092856>

Herzberg, S. D., Motu'apuaka, M. L., Lambert, W., Fu, R., Brady, J., & Guise, J. (2017). The Effect of Menstrual Cycle and Contraceptives on ACL Injuries and Laxity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthopaedic Journal Of Sports Medicine*, 5(7), 232596711771878. <https://doi.org/10.1177/2325967117718781>

Husted, R. S., Bencke, J., Hölmich, P., Andersen, L. L., Thorborg, K., Bandholm, T., Gliese, B., Lauridsen, H. B., Myklebust, G., Aagaard, P., & Zebis, M. K. (2018). Maximal hip and knee muscle strength are not related to neuromuscular pre-activity during sidecutting maneuver: a cross-sectional study. *International Journal Of Sports Physical Therapy*, 13(1), 66-76. <https://doi.org/10.26603/ijsppt20180066>

Iván-Baragaño, I., & Maneiro, R. (2023). Investigación en fútbol femenino: antecedentes, progreso y futuros horizontes. *Lecturas Educación Física y Deportes*, 28(300), 127-146. <https://doi.org/10.46642/efd.v28i300.3590>

Ivarsson, A., Johnson, U., Karlsson, J., Börjesson, M., Hägglund, M., Andersen, M. B., & Waldén, M. (2018). Elite female footballers' stories of sociocultural factors, emotions, and behaviours prior to anterior cruciate ligament injury. *International Journal Of Sport And Exercise Psychology*, 17(6), 630-646. <https://doi.org/10.1080/1612197x.2018.1462227>

- Jauhiainen, S., Kauppi, J., Krosshaug, T., Bahr, R., Bartsch, J., & Äyrämö, S. (2022). Predicting ACL Injury Using Machine Learning on Data From an Extensive Screening Test Battery of 880 Female Elite Athletes. *The American Journal Of Sports Medicine*, 50(11), 2917-2924. <https://doi.org/10.1177/03635465221112095>
- Krosshaug, T., Steffen, K., Kristianslund, E. K., Nilstad, A., Mok, K., Myklebust, G., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2016). The Vertical Drop Jump Is a Poor Screening Test for ACL Injuries in Female Elite Soccer and Handball Players. *The American Journal Of Sports Medicine*, 44(4), 874-883. <https://doi.org/10.1177/0363546515625048>
- Loudon, J. K., Jenkins, W., & Loudon, K. L. (1996). The Relationship Between Static Posture and ACL Injury in Female Athletes. *The Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy/Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*, 24(2), 91-97. <https://doi.org/10.2519/jospt.1996.24.2.91>
- Lynch, A. M., & Hoch, M. C. (2017). The Menstrual Cycle's Effect on ACL Injuries: A Meta-Analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(1), 183-190. <https://doi.org/10.1177/0363546516662456>
- McLean, S. G., Borotikar, B., & Lucey, S. M. (2010). Lower limb muscle pre-motor time measures during a choice reaction task associate with knee abduction loads during dynamic single leg landings. *Clinical Biomechanics*, 25(6), 563-569. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.02.013>
- Mohamed, E., Useh, U., & Mtshali, B. (2012). Q-angle, Pelvic width, and Intercondylar notch width as predictors of knee injuries in women soccer players in South Africa. *African Health Sciences*, 12(2). <https://doi.org/10.4314/ahs.v12i2.15>

- Mok, K., Bahr, R., & Krosshaug, T. (2015). The effect of overhead target on the lower limb biomechanics during a vertical drop jump test in elite female athletes. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 27(2), 161-166. <https://doi.org/10.1111/sms.12640>
- Nilstad, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Holme, I., & Steffen, K. (2014). Risk Factors for Lower Extremity Injuries in Elite Female Soccer Players. *The American Journal Of Sports Medicine*, 42(4), 940-948. <https://doi.org/10.1177/0363546513518741>
- Nilstad, A., Andersen, T. E., Kristianslund, E. K., Bahr, R., Myklebust, G., Steffen, K., & Krosshaug, T. (2014). Physiotherapists can identify female football players with high knee valgus angles during vertical drop jumps using Real-Time observational screening. *The Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy/Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*, 44(5), 358-365. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4969>
- Pantano, K. J., White, S. C., Gilchrist, L. A., & Leddy, J. (2005). Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. *Clinical Biomechanics*, 20(9), 966-972. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.05.008>
- Petushek, E. J., Nilstad, A., Bahr, R., & Krosshaug, T. (2021). Drop Jump? Single-Leg Squat? Not if You Aim to Predict Anterior Cruciate Ligament Injury From Real-Time Clinical Assessment: A Prospective Cohort Study Involving 880 Elite Female Athletes. *The Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy/Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*, 51(7), 372-378. <https://doi.org/10.2519/jospt.2021.10170>

- Raveendranath, R., Nachiket, S., Sujatha, N., Priya, R., & Rema, D. (2011b). Bilateral Variability of the Quadriceps Angle (Q angle) in an Adult Indian Population. *PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23493777>
- Romero-Moraleda, B., Cuéllar, Á., González, J., Bastida, N., Echarri, E., Gallardo, J. J., & Paredes, V. (2017). Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. [Review risk factors and prevention programs of the anterior cruciate ligament injury in female football: prevention proposal]. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 13(48), 117-138. <https://doi.org/10.5232/ricyde2017.04803>
- Staynor, J. M. D., Alderson, J. A., Byrne, S., Rossi, M., & Donnelly, C. J. (2019). By failing to prepare, you are preparing your anterior cruciate ligament to fail. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 30(2), 303-311. <https://doi.org/10.1111/sms.13571>
- Steffen, K., Nilstad, A., Kristianslund, E. K., Myklebust, G., Bahr, R., & Krosshaug, T. (2016). Association between Lower Extremity Muscle Strength and Noncontact ACL Injuries. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 48(11), 2082-2089. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001014>
- Steffen, K., Nilstad, A., Krosshaug, T., Pasanen, K., Killingmo, A., & Bahr, R. (2017). No association between static and dynamic postural control and ACL injury risk among female elite handball and football players: a prospective study of 838 players. *British Journal Of Sports Medicine*, 51(4), 253-259. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097068>

- Tállay, A., Kynsburg, A., Tóth, S., Szendi, P., Pavlik, A., Balogh, E., Halasi, T., & Berkes, I. (2004). Prevalence of patellofemoral pain syndrome. Evaluation of the role of biomechanical malalignments and the role of sport activity *PubMed*, 145(41), 2093-2101.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15586584>
- Weiss, K., & Whatman, C. (2015). Biomechanics Associated with Patellofemoral Pain and ACL Injuries in Sports. *Sports Medicine*, 45(9), 1325-1337.
<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0353-4>
- Zago, M., David, S., Bertozzi, F., Brunetti, C., Gatti, A., Salaorni, F., Tarabini, M., Galvani, C., Sforza, C., & Galli, M. (2021). Fatigue Induced by Repeated Changes of Direction in Élite Female Football (Soccer) Players: Impact on Lower Limb Biomechanics and Implications for ACL Injury Prevention. *Frontiers In Bioengineering And Biotechnology*, 9.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.666841>

8. Anexos

8.1. Cuadro resumen artículos emplea

Tabla 1.

Cuadro resumen y autores

| Autores y año | Tipo | Objetivo | Muestra | Métodos | Resultados |
|-------------------------|---------|--|--|--|---|
| Krosshaug et al. (2016) | Estudio | Comprobar si 5 variables cinemáticas y cinéticas seleccionadas estaban asociadas con futuras lesiones de LCA en una gran cohorte de jugadoras de élite de fútbol y balonmano femenino noruego. | 710 mujeres jugadoras de élite de fútbol y balonmano femenino participaron en pruebas de detección previas a la temporada desde 2007 hasta 2014. | Las pruebas incluyeron análisis de movimiento tridimensional basado en marcadores de un aterrizaje de salto de caída. Seguimos un protocolo estadístico predefinido en el cual incluimos los siguientes factores de riesgo candidatos en 5 análisis de regresión logística separados, con una nueva lesión de LCA como resultado: (1) ángulo de valgo de la rodilla en el contacto inicial, (2) momento de abducción máximo de la rodilla, (3) ángulo máximo de flexión de la rodilla, (4) fuerza máxima de reacción vertical del suelo y (5) desplazamiento medial de | Se evaluaron 786 jugadoras de las cuales se seleccionó a 710. La lesión previa de LCA y el desplazamiento medial de la rodilla estuvieron asociados con un mayor riesgo de lesión. Sin embargo, entre las 643 jugadoras sin lesiones previas, no encontramos asociación con el desplazamiento medial de la rodilla. |

| | | | | | |
|-----------------------|---------|--|--|---|---|
| | | | | la rodilla. | |
| Collins et al. (2022) | Estudio | Determinar si una serie de pruebas realizadas en pretemporada podrían predecir la ocurrencia de lesiones en el LCA sin contacto. | 322 jugadoras de fútbol de la liga australiana | <p>Evaluación de la fuerza isométrica de los músculos abductores y aductores de la cadera.</p> <p>Evaluación de la fuerza excéntrica de los flexores de rodilla</p> <p>Evaluación de la cinemática del salto por medio de un CMJ</p> <p>Evaluación de la cinemática del salto por medio de un salto unipodal.</p> | <p>-Una menor relación de fuerza isométrica en los aductores y abductores de cadera se asocian con un mayor riesgo. (OR: 1.98; IC del 95%: 1.09–3.61).</p> <p>-Una mayor fuerza de despegue pico en CMJ se relaciono con un mayor riesgo (OR: 1.74; IC del 95%: 1.09–3.61)</p> <p>-El valgo dinámico de rodilla en el salto vertical a una sola pierna y la flexión de tronco ipsilateral aumentaron el riesgo. (OR: 1.97; IC del 95%: 1.06–3.63 y OR: 1.60; IC del 95%: 1.01–2.55, respectivamente).</p> |
| Croix et al. (2014) | Estudio | El objetivo de este estudio fue investigar la influencia de la fatiga específica del fútbol en el EMD en jugadoras de fútbol femenino de 13, 15 y 17 años de edad. | 36 jugadoras jóvenes de fútbol | Las jugadoras realizaron acciones excéntricas de los isquiotibiales en posición prona a 60, 120 y 180°/s antes y después de una prueba de fatiga específica del fútbol | Se observó que el EMD fue significativamente más largo después de la fatiga en comparación con antes (aumento del 58.4%). Un efecto de interacción significativo de tiempo × grupo (P = 0.046) indicó que el EMD fue significativamente más largo en el grupo de 13 años en comparación con los grupos de 15 (P = 0.011) y 17 años (P = 0.021) y mayor después de la fatiga. |

| | | | | | |
|------------------------------|----------------|---|-------------------------------|--|---|
| | | | | | |
| <p>Nilstad et al. (2014)</p> | <p>Estudio</p> | <p>Analizar la relación entre la evaluación en tiempo real del control de la rodilla durante un salto vertical y los ángulos y momentos de abducción de la rodilla, utilizando tres fisioterapeutas para evaluar la concordancia.</p> | <p>60 mujeres futbolistas</p> | <p>-Evaluación de 60 futbolistas femeninas durante un salto vertical.</p> <p>-Tres fisioterapeutas asignaron calificaciones de bueno, reducido o deficiente al control de la rodilla.</p> <p>-Se correlacionaron estas evaluaciones con ángulos y momentos de abducción de la rodilla medidos en 3D.</p> | <p>-Diferencias significativas entre jugadoras con control deficiente, reducido o bueno ($10.3^\circ \pm 3.4^\circ$, $5.4^\circ \pm 4.1^\circ$ y $1.9^\circ \pm 4.3^\circ$, respectivamente).</p> <p>-Moderada correlación entre las puntuaciones de la prueba de observación y ángulos de valgo para todos los evaluadores (0.54-0.60, $p \leq 0.001$).</p> <p>-Débil correlación entre puntuaciones de observación y momentos de abducción (0.09-0.11, $p > 0.05$).</p> <p>-Mayor precisión para ángulos de valgo de la rodilla entre evaluadores (área bajo la curva ROC, 0.85-0.89).</p> <p>-La concordancia entre los fisioterapeutas fue de con un acuerdo porcentual del 70 al 95% con coeficientes kappa de 0,52 a 0,92</p> |

| | | | | | |
|-------------------------|---------|--|--|--|--|
| Nilstad et al. (2014) | Estudio | Investigar los factores de riesgo de lesión en miembro inferior en mujeres futbolistas de élite | 173 jugadoras profesionales | Evaluar la fuerza máxima de las extremidades inferiores, el equilibrio dinámico, los ángulos de valgo de rodilla en la caída de un salto, la laxitud de la articulación de la rodilla, la laxitud articular generalizada y la pronación del pie. También se tuvo en cuenta el historial de lesiones. | Se registraron un total de 171 lesiones en 107 jugadoras (62%); las lesiones de ligamentosas y musculares fueron las más frecuentes. Los análisis mostraron que un mayor índice de masa corporal (IMC) fue el único factor significativamente asociado con nuevas lesiones en las extremidades inferiores. Un mayor IMC se asoció con nuevas lesiones en el muslo. Un ángulo de valgo de rodilla más bajo en un salto aterrizado se asoció con nuevas lesiones en el tobillo y una lesión previa en la rodilla se asoció con nuevas lesiones en la pierna y el pie, mientras que ninguno de los factores investigados influyó en el riesgo de nuevas lesiones en la rodilla. |
| Steffen k et al. (2016) | Estudio | Investigar la asociación entre la fuerza muscular de las extremidades inferiores, tanto aislada como funcional, y el | 867 jugadoras noruegas de élite de balonmano y fútbol. | Durante 8 años las jugadoras participaron en pruebas de fuerza y fueron seguidas prospectivamente para evaluar el riesgo de lesión del LCA. | 57 (6.6%) de 867 jugadoras (edad = 21 ± 4 años, altura = 170 ± 6 cm, masa corporal = 66 ± 8 kg) sufrieron una lesión de LCA sinl contacto después de las pruebas iniciales |

| | | | | | |
|-----------------------|---------|---|--|--|---|
| | | riesgo de lesión no relacionada con el contacto del LCA en jugadoras noruegas de élite de balonmano y fútbol. | | Se midió la fuerza máxima en isquiotibiales/cuádriceps, la fuerza isométrica de abducción de cadera y el máximo de una repetición en una prensa de piernas sentada. Se siguió un protocolo estadístico predefinido en el que se generaron cinco modelos de regresión logística separados, uno para cada uno de los factores de riesgo de fuerza propuestos y ajustados para factores de confusión. | |
| Peushek et al. (2021) | Estudio | Determinar si el salto vertical y la sentadilla a una pierna están asociados con una rotura de LCA sin contacto | 880 jugadoras profesionales de fútbol y balonmano tuvieron un seguimiento durante ocho años. | Se calificó visualmente la sentadilla a una pierna y el salto vertical por profesionales cualificados. Se utilizaron análisis de curva característica del receptor operativo, la prueba de Pearson y una regresión logística | Los test de salto vertical y sentadilla a una pierna no fueron suficientes para distinguir entre atletas aquellos que tuvieron y no tuvieron una lesión de LCA sin contacto Se sugiere un análisis 3D, pero es posible que la valoración visual por expertos puede identificar anomalías en los atletas no detectados . |

| | | | | | |
|------------------------|---------|---|---|--|---|
| Ivarsson et al. (2019) | Estudio | Encontrar posibles vías que conducen a las roturas de LCA desde un punto de vista más holístico | 18 jugadoras que se rompieron el LCA en la liga de élite femenina sueca durante la temporada 2012 | Cada jugadora participó en entrevistas semiestructuradas, proporcionando información sobre sus experiencias durante la temporada siguiente | Al conseguir un estado de bienestar para las jugadoras, utilizando estrategias adaptativas de recuperación del estrés y mitigando comportamientos que aumentan el riesgo, pueden contribuir a reducir la incidencia de lesiones de LCA entre las jugadoras de fútbol femenino de élite. |
|------------------------|---------|---|---|--|---|