

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES DE
LCA EN MUJERES DEPORTISTAS CON VALGO DINÁMICO
DE RODILLA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

AUTORA: COVES GARCÍA, AMANDA

N.º Expediente: 233

TUTOR: POVEDA PAGÁN, EMILIO JOSÉ

Departamento: Patología y Cirugía

Curso académico 2021-2022.

Convocatoria de junio



UNIVERSITAS

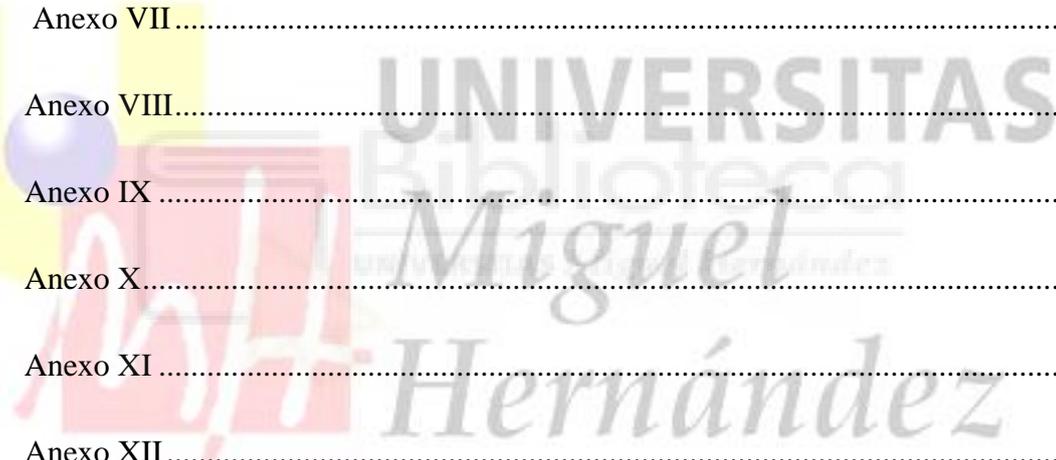
Biblioteca

Miguel Hernández

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<i>Resumen y palabras clave</i>	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Justificación	5
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo general	6
2.2. Objetivos específicos	6
3. MATERIAL Y MÉTODOS	7
3.1. Estrategia de búsqueda	7
3.2. Selección de los estudios	7
3.3. Extracción y análisis de los datos	8
4. RESULTADOS	9
4.1. Características de los estudios	9
4.2. Población a estudio	9
4.3. Variables medidas. Herramientas	10
4.4. Intervenciones	10
4.5. Resultados de las intervenciones	10
4.6. Evaluación de la calidad metodológica	11
5. DISCUSIÓN	12
5.1. Limitaciones y sesgos	15
6. CONCLUSIONES	16
6.1. Sugerencias para futuras investigaciones	16

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
8. ANEXOS	23
8.1. Anexo I.....	23
8.2. Anexo II.....	25
8.3. Anexo III.....	26
8.4. Anexo IV	31
8.5. Anexo V.....	31
8.6. Anexo VI	32
8.7. Anexo VII.....	32
8.8. Anexo VIII.....	33
8.9. Anexo IX	33
8.10. Anexo X.....	34
8.11. Anexo XI	36
8.12. Anexo XII.....	38



Resumen y palabras clave

Introducción: El aumento de la participación deportiva de las mujeres en la última década produce un aumento del riesgo, frecuencia y prevalencia de lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA). Su incidencia de lesión es entre 2-8 veces mayor que en hombres debido a factores de riesgo como el valgo dinámico de rodilla.

Objetivo: Analizar los programas de prevención actuales disponibles en la literatura científica, dirigidos a reducir las lesiones de LCA en mujeres deportistas con valgo dinámico de rodilla.

Metodología: Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Cochrane, Embase, Science Direct, Web of Science y Scopus para encontrar artículos publicados desde 2017 hasta la actualidad. La búsqueda se realizó en revistas que documentaban los programas existentes para prevenir las lesiones de LCA.

Resultados: Diecisiete estudios con un total de 1.224 participantes (mujeres=92.65%; hombres=7.35%) cumplieron los criterios de inclusión de esta revisión. Todos los estudios mostraron mejoras significativas del valgo dinámico de rodilla y del gesto deportivo. La fuerza y la activación muscular de miembros inferiores (35.29%) tras completar protocolos de control motor, fuerza o equilibrio también muestran mejoras significativas.

Conclusión: Los programas de prevención con ejercicios pliométricos, de equilibrio, fuerza, *core*, agilidad, propiocepción, flexibilidad y/o resistencia aportan una mejora significativa del valgo dinámico de rodilla y, por tanto, de la prevención de lesiones de LCA en mujeres deportistas a corto plazo.

Palabras clave:

Lesión de ligamento cruzado anterior; valgo dinámico de rodilla; mujeres deportistas; lesión sin contacto; prevención de lesiones de LCA.

Abstract and keywords

Introduction: The increase in female sports participation in the last decade has led to an increase in the risk, frequency and prevalence of anterior cruciate ligament (ACL) injuries. Their incidence of injury is 2-8 times higher than in men due to risk factors such as dynamic knee valgus.

Objective: To analyse the current prevention programmes available in the scientific literature aimed at reducing ACL injuries in female athletes with dynamic knee valgus.

Methodology: We searched PubMed, Cochrane, Embase, Science Direct, Web of Science and Scopus databases for articles published from 2017 to the present. The search was conducted in journals documenting existing programmes to prevent ACL injuries.

Results: Seventeen studies with a total of 1,224 participants (women=92.65%; men=7.35%) met the inclusion criteria for this review. All studies showed significant improvements in dynamic knee valgus and sporting gesture. Lower limb muscle strength and activation (35.29%) after completing motor control, strength or balance protocols also showed significant improvements.

Conclusion: Prevention programmes with plyometric, balance, strength, *core*, agility, proprioception, flexibility and/or endurance exercises provide a significant improvement in dynamic knee valgus and, therefore, in the prevention of ACL injuries in female athletes in the short term.

Keywords:

Anterior cruciate ligament injury; dynamic knee valgus; female athletes; non-contact injury; ACL injury prevention.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) han alcanzado niveles epidémicos por tratarse de lesiones deportivas graves, cada vez más comunes en deportistas jóvenes y sanos. Los datos actuales estiman que cada año se producen entre 80.000 y 250.000 lesiones^{1,2} y que la incidencia media de rotura del LCA es de aproximadamente 1/3.500 en deportistas^{3,4}. Este aumento de lesiones puede deberse al incremento de exigencias y de participación deportiva de los jóvenes en los últimos años. Los mecanismos de lesión pueden producirse por contacto o sin contacto⁵, siendo este último mecanismo el más frecuente^{6,7} representando alrededor del 85% respecto de la totalidad de casos registrados⁵. Una lesión de LCA sin contacto puede producirse más frecuentemente durante actividades dinámicas que implican, cambios de dirección repentinos⁸, pivotes⁹, paradas bruscas y las fases de aterrizaje después de saltar¹⁰ o patear^{4,6,11} en deportes como fútbol, voleibol, baloncesto o balonmano^{4,12,13}. La evidencia actual sugiere que el riesgo de lesión del LCA es multifactorial, implica tanto factores de riesgo no modificables como modificables^{2,5,14}. El LCA tiene una función importante en la cinemática de la rodilla⁴. Se encarga de estabilizar la articulación durante la extensión completa, evitar cargas rotatorias y la traslación anterior de la tibia^{15,16}. Estas lesiones pueden causar complicaciones tanto a corto como a largo plazo^{17,18} y producir un final deportivo prematuro por reducir su rendimiento^{4,19}. Entre las complicaciones más importantes destaca la inestabilidad crónica de rodilla, lesiones de menisco y cartílago o el inicio prematuro de artrosis de rodilla^{20,21}.

El deporte femenino ha tenido una mayor participación en la última década hecho que ha supuesto un incremento desproporcionado del riesgo, frecuencia y prevalencia de dichas lesiones en comparación con los deportistas masculinos^{1,2,5,6,10,22}. El sexo femenino, se considera uno de los factores de riesgo no modificable más importante de lesión del LCA sin contacto^{2,13,18,23}. Tanto es así que, tienen una incidencia de lesión entre 2 y 8 veces mayor que los hombres realizando un entrenamiento similar^{7,24,25}. Esta alta tasa de lesiones femeninas se debe a diferencias anatómicas de la cadena cinemática inferior³, es decir, a factores intrínsecos (aumento del ángulo Q, LCA débil, laxitud generalizada, hiperextensión de rodilla, efectos hormonales, mala alineación) o a un control neuromuscular alterado^{3,5,10,12}. Las mujeres muestran elevadas fuerzas de aterrizaje y movimientos de rodilla en el plano frontal además de

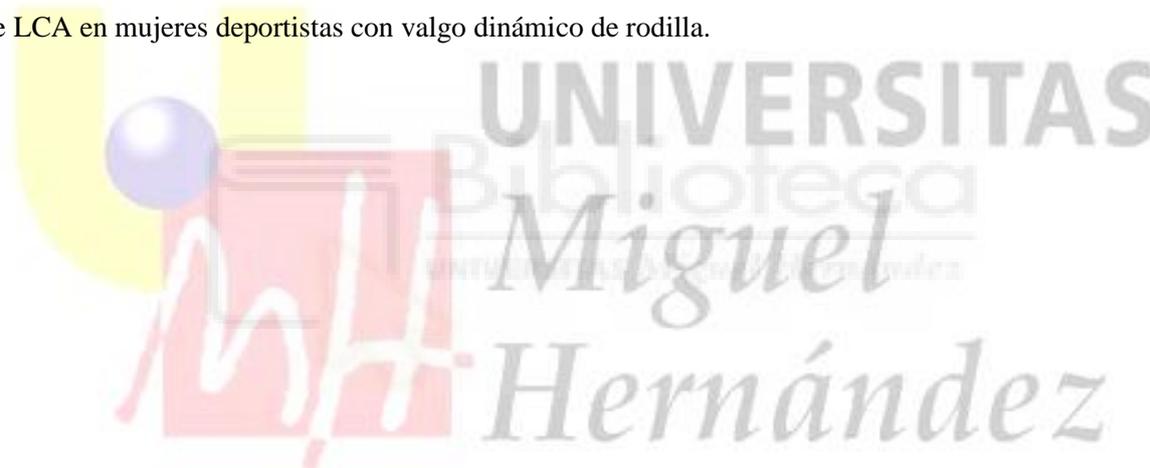
ángulos de cadera y rodilla menores, mayor eversion de tobillo y valgo de rodilla durante las tareas de salto-aterrizaje en comparación con los hombres¹⁴. Shams F et al, 2021 y Sasaki S et al, 2019 muestran la importancia del control neuromuscular y lo definen como la sincronización muscular adecuada y la generación de fuerza apropiada. Es esencial para la rigidez dinámica de la rodilla y su estabilización protectora^{26,27}. Si es deficiente, puede dar lugar a patrones compensatorios como: dominancia del cuádriceps femoral²⁷, debilidad de los flexores de rodilla, mal control e inclinación lateral de tronco asociado a un elevado momento de abducción y colapso medial de rodilla o desplazamiento posterior del centro de gravedad^{4,28,29}. Es considerado un factor modificable responsable del aumento en la incidencia de esta lesión^{4,13,29,30}. Además, un control neuromuscular inadecuado de los componentes motores proximales (columna lumbar y cadera)³¹ influye negativamente en el control de la biomecánica de la rodilla durante tareas dinámicas deportivas. El valgo dinámico de rodilla se ha documentado como el máximo factor de riesgo³² de lesión del LCA sin contacto^{29,31,33,34} que, mal controlado durante los movimientos deportivos, ejerce una elevada tensión sobre el LCA³, en niñas y mujeres deportistas³⁵. Se trata de un patrón de movimiento resultante de combinar: aducción y rotación interna de cadera³⁶, abducción de rodilla, traslación anterior y rotación externa de tibia y eversion del tobillo que puede transmitir cargas lesivas al ligamento colateral interno, al menisco interno y al LCA^{14,23,32,37-41}.

El riesgo de volver a lesionarse y el desarrollo de artrosis suponen una elevada carga económica además de una preocupación en el ámbito deportivo¹³. Una prevención adecuada precisa de una comprensión de los factores etiológicos, factores de riesgo⁶ y de los mecanismos subyacentes a la lesión deportiva producida para reducir su incidencia^{6,18,28}. Los métodos actuales de entrenamiento incluyen estrategias preventivas centradas en modificar los factores de riesgo neuromusculares y biomecánicos⁴². Tienen por objetivo mejorar el cribado, la identificación y la corrección de patrones de movimiento peligrosos^{11,23} como el valgo dinámico de rodilla durante tareas de salto-aterrizaje⁴²⁻⁴³. Se considera un paso crucial para reducir la magnitud de las fuerzas externas aplicadas sobre la rodilla y la mejora de la activación coordinada de la musculatura de soporte periarticular^{4,7,17}.

1.1. Justificación

Estos programas preventivos parecen eficaces a corto plazo, pero no se menciona de igual forma si producen efectos positivos a largo plazo⁴². No se ha establecido un criterio uniforme para diseñar un protocolo de intervención preciso ni se ha propuesto optimizar los programas actuales a pesar de contar con un número elevado de lesiones asociadas al valgo dinámico de rodilla⁴⁴⁻⁴⁵. Parece necesario el desarrollo de métodos adecuados y la mejora de la eficacia de las estrategias existentes para aumentar la estabilidad postural, articular y disminuir las tasas de lesión. La evidencia actual informa, respecto a la efectividad del ejercicio, una reducción del 51% en las lesiones de LCA^{1,4,27,46}.

Por este motivo, el propósito es realizar una revisión bibliográfica de la literatura científica disponible hasta el momento sobre los programas de intervención existentes para reducir la incidencia de lesiones de LCA en mujeres deportistas con valgo dinámico de rodilla.



2. OBJETIVOS

Para definir los objetivos es necesario formular una pregunta de investigación y, por ello, se utiliza la estrategia PICO para realizar el planteamiento de la revisión:

- ¿Qué estrategias preventivas pueden contribuir a reducir las lesiones del ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas con valgo dinámico de rodilla?

2.1. Objetivo general

Realizar una búsqueda bibliográfica para analizar las estrategias o programas en materia de prevención dirigidos a reducir las lesiones de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas con valgo dinámico de rodilla.

2.2. Objetivos específicos

- Conocer las aplicaciones de los programas preventivos de lesiones de LCA sobre la población susceptible.
- Describir las variables y herramientas de medición que hacen referencia a la cinemática y cinética articular de la rodilla.
- Conocer, según la literatura científica publicada, la dosificación de este tipo de programas preventivos.
- Analizar, en la literatura científica publicada, la efectividad de los programas de prevención.
- Evaluar la calidad metodológica de los artículos seleccionados según la escala PEDro para ensayos clínicos y STROBE para estudios observacionales.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente proyecto cuenta con la Autorización del Comité de Ética de la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández para el curso 2021/2022 con el correspondiente código: *TFG.GFI.EJPP.ACG.211209*. [Anexo I](#).

3.1. Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos PubMed, Cochrane, Web of Science, Scopus, Embase y Science Direct ([Anexo II](#)), siguiendo las normas de declaración PRISMA⁴⁷. Inicialmente se identificaron las palabras clave más representativas que mejor definieran la pregunta PICO planteada para el tema a estudio y así, construir una ecuación de búsqueda utilizando los operadores booleanos OR y AND. En esta se incluyeron sinónimos para obtener un mayor número de artículos. La ecuación de búsqueda introducida en todas las bases de datos fue la siguiente:

((dynamic knee valgus) OR (Knee valgus)) AND ((prevention) OR (preventive programs)) AND ((Anterior cruciate ligament injury) OR (Anterior cruciate ligament))

3.2. Selección de los estudios

Se introdujo la ecuación en cada una de las bases de datos sin aplicar ningún filtro con tal de conocer cuál era la evidencia científica existente hasta el momento sobre la temática expuesta, ya que se desconocían sus dimensiones. Se obtuvo una amplia variedad de resultados, por lo que, fue necesario establecer una serie de criterios de inclusión y exclusión para minimizar el número de resultados y hacer un análisis más preciso y conciso de la literatura disponible.

Los criterios de inclusión utilizados para esta revisión fueron los siguientes:

- Estudios publicados en revistas con menos de 5 años de antigüedad, en el periodo comprendido entre el 17/04/2017 hasta el 17/04/2022.
- Estudios publicados en español o en inglés.
- Estudios que propongan intervenciones para prevenir lesiones de ligamento cruzado anterior en cualquier deporte.

- Estudios que tengan en cuenta el valgo dinámico de rodilla como factor de riesgo importante en el aumento de la incidencia de lesiones de ligamento cruzado anterior centrado en la población deportista femenina.

Por otra parte, se excluyen:

- Estudios que apliquen tratamientos quirúrgicos o farmacológicos para reparar las lesiones del ligamento cruzado anterior o que comparen técnicas de tratamiento (quirúrgico vs conservador).
- Estudios en los que participen pacientes con antecedentes de lesiones previas de rodilla.
- Las revisiones bibliográficas.
- Estudios con una puntuación inferior a 4/10 puntos en la escala PEDro.

Se tuvieron en cuenta los criterios de elegibilidad ya que, tras su elección y aplicación, se escogieron los artículos válidos para desarrollar la revisión bibliográfica actual. Los resultados de los estudios fueron filtrados en cuanto al periodo de publicación para incluir sólo los estudios publicados entre 2017 y 2022. Además, la estrategia de búsqueda se centró en los resultados obtenidos del filtro “título, resumen, palabra clave”. Se aplicó el resto de criterios de inclusión y exclusión expuestos anteriormente, además de la previa eliminación de los artículos duplicados, seleccionando únicamente aquellos estudios que se ajustaran al tema de investigación propuesto.

3.3. Extracción y análisis de los datos

Una vez seleccionados los artículos que iban a ser incluidos en la revisión bibliográfica se llevó a cabo un proceso de extracción de datos de dichas publicaciones. Se escogieron las variables más importantes a la hora de analizar cada uno de los artículos siguiendo los mismos parámetros:

- Autor/año de publicación, tipo y calidad de los estudios, características de la muestra, variables medidas, intervención, dosificación y resultados de la intervención.

Además, se utiliza la escala PEDro y la declaración STROBE para valorar la calidad metodológica de los estudios.

4. RESULTADOS

En la tabla descriptiva del [Anexo III](#) se expone y detalla la información más relevante sobre las características principales de cada uno de los artículos incluidos en la revisión.

4.1. Características de los estudios

De acuerdo con los criterios de la revisión, tras realizar la búsqueda inicial, se obtuvieron un total de 2.381 estudios en las bases de datos utilizadas. Para reducir el número de artículos, se fueron aplicando los diferentes criterios de inclusión y exclusión hasta obtener un total de 17 artículos que fueron revisados en profundidad y leídos a texto completo. Se destaca la variedad en cuanto a la tipología de estudio, ya que, el 41.19% fueron ensayos clínicos mientras que el 58.81% fueron estudios observacionales. [Anexo II](#) y [IV](#).

4.2. Población a estudio

Un total de 1.224 sujetos fueron valorados en los 17 artículos seleccionados. El 92.65% (1.134 participantes) contaron con la participación exclusiva de mujeres, de las cuales, un 63.49% fueron incluidas en programas preventivos. El 7.35% restantes (90 participantes), pertenecen a aquellos artículos que incluyeron la participación de sus homólogos masculinos (todos ellos participaron en los programas de prevención). [Anexo V](#).

El 29.41% de los estudios seleccionaron como participantes a mujeres deportistas con valgo dinámico de rodilla previamente a la intervención establecida. Por otro lado, el 70.59% restantes, incluían como participantes mujeres deportistas sanas al inicio del estudio pero que, tras la intervención, presentaban valgo dinámico de rodilla. Se analizaron también las variables demográficas: el rango de edad se estableció entre 18 y 27 años, la talla entre 160.6 y 191 cm mientras que el peso se encontró entre 52.5 y 82.3 Kg. Entre la población a estudio se excluían aquellas deportistas que hubieran tenido, mínimo 6 meses antes de participar en los estudios, cualquier tipo de lesión de miembros inferiores. [Anexo VI](#).

4.3. Variables medidas. Herramientas

La variable valgo dinámico de rodilla, aparecía en todos los artículos, en cambio, la evaluación de los movimientos corporales y articulares durante las tareas a realizar, se encontró en el 64.71% de los estudios. Otras variables como el equilibrio dinámico, se ha contemplado en el 17.65% de estudios o la activación muscular centrada, de forma específica, en la musculatura del *core* y de los miembros inferiores, que se midió en el 35.29% de artículos. La utilización de complejos sistemas digitales y de procesamiento informático para capturar y procesar la información de los movimientos corporales realizados en cada intervención propuesta, ha sido un aspecto común en todos los trabajos analizados. Además, en el 58.82% de artículos se utilizaba la electromiografía para medir la activación muscular mientras que en un 29.41% se empleó el dinamómetro para medir la fuerza muscular. [Anexo VII](#) y [VIII](#).

4.4. Intervenciones

En todos los estudios se realizó un programa de prevención de lesiones de LCA que combinaba varias tareas, pero manteniendo como intervención central la realización de tareas de salto-aterrizaje. Además de esta tarea, el 10.85% de estudios incluyeron ejercicios de sentadillas mientras que el 42.46% se basaban en instrucciones de *feedback* verbal y/o visual. [Anexo IX](#).

4.5. Resultados de las intervenciones

Entre las intervenciones eficaces para prevenir y reducir el valgo dinámico de rodilla en mujeres deportistas y, por consiguiente, el riesgo de lesiones de LCA destacaron: la aplicación de *Kinesiotape* sobre el glúteo medio y el tibial anterior^{34,40}; entrenamiento pliométrico con *feedback* o *taping*^{1,26}, entrenamiento de la musculatura del *core* e isquiotibial^{27,41,46} o de resistencia y equilibrio de tronco y extremidades inferiores^{17,25}, entre otras. Además, el control neuromuscular y la biomecánica articular del tronco y de miembros inferiores ha mejorado gracias a intervenciones como: entrenamiento de la musculatura del *core*^{27,46}; rigidez articular rotacional de la columna lumbar y pelvis³⁷; entrenamiento pliométrico con *feedback* y/o *taping*^{17,26} y el entrenamiento con *feedback* visual y/o verbal^{22,24,29,44} entre otras.

Por otro lado, el equilibrio dinámico y la propiocepción mejoraron, principalmente, con *Kinesiotape* sobre el glúteo medio y tibial anterior⁴⁰ o tras un entrenamiento pliométrico con *feedback* y/o *taping*^{1,17,26}. En lo referente a la capacidad de movimiento durante las tareas deportivas se observó una disminución de las fuerzas de reacción del suelo, de los ángulos de abducción de la rodilla y momentos en valgo además de un aumento de la flexión de rodilla tras la aplicación de diversas intervenciones entre las que destacaron el entrenamiento con *feedback* visual y verbal² o las tareas de aprendizaje motor²². [Anexo X](#).

4.6. Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los artículos fue analizada con la escala PEDro para ensayos clínicos y con la declaración STROBE⁴⁸ para los estudios observacionales. Tras la evaluación de calidad, se eliminaron 2 estudios por obtener una puntuación de 3/10 en la escala PEDro. La puntuación media en la escala PEDro fue de 6/10 y de 18/22 en STROBE. Se pudo concluir que los estudios, en general, tuvieron buena calidad. [Anexo XI](#) y [XII](#).

5. DISCUSIÓN

En este trabajo final de grado, tenemos como objetivo analizar las estrategias o programas en materia de prevención dirigidos a reducir las lesiones del LCA en mujeres deportistas con valgo dinámico de rodilla. Los resultados de los estudios realizados hasta la fecha sugieren que la implementación de programas preventivos es imprescindible para reducir la incidencia de lesiones del LCA.

Actualmente, la mayoría de estudios coinciden en que deben aplicarse al menos 6 semanas antes de la competición con sesiones de 20-30 minutos varias veces por semana y seguidos de un programa de mantenimiento durante la temporada^{9,13,14}. Los programas de prevención que utilizan un enfoque multifacético fueron los más eficaces en cuanto a la disminución del riesgo de lesiones de LCA frente a los que utilizan solo un tipo de ejercicio^{8,45}. Los programas multifacéticos que incluyen *feedback* verbal y/o visual o ejercicios excéntricos combinados con ejercicios pliométricos, de equilibrio, de fuerza, y/o resistencia, podrían ser los más eficaces para modificar, de forma positiva, factores como el valgo dinámico de rodilla^{4,14,45}. Sin embargo, sigue faltando un criterio uniforme para el diseño de un protocolo ideal. No hay consenso sobre cómo integrar diferentes ejercicios en un programa estandarizado para cualquier deporte^{6,26}.

La revisión de las estrategias de prevención actuales incluye diferentes puntos clave relacionados con déficits neuromusculares y biomecánicos. Por ello, los estudios publicados se centran en conseguir la disminución del valgo dinámico de rodilla^{11,20,22}. No obstante, el movimiento de las articulaciones proximales y distales (cadera y tobillo) podría afectar a la cinemática de la rodilla y, por ello, a la distribución de la fuerza. Estudios anteriores que destacan por su buena calidad, como el de Saki F et al, 2022, sugieren que los comportamientos mecánicos de las articulaciones proximales y distales a la rodilla determinan la distribución de las fuerzas impuestas al sistema musculoesquelético³¹.

Respecto al entrenamiento pliométrico, se observa una disminución significativa del valgo dinámico de rodilla tras 4-7 semanas de entrenamiento, junto con las instrucciones sobre la técnica de aterrizaje y el *feedback* o *taping*^{23,27,47}. Además, Shams F et al, 2021 comprobaron que, el entrenamiento pliométrico producía cambios significativos positivos en cuanto a la activación muscular temprana del

compartimento medial del muslo con respecto al compartimento lateral y mejoraba el sentido de la posición articular de la rodilla⁴⁷. Por otro lado, Alikhani R et al, 2019 determinaron que, el equilibrio dinámico y la propiocepción de la rodilla en jugadoras de bádminton también mejoraron de forma significativa tras 6 semanas de entrenamiento pliométrico¹.

Sobre el entrenamiento neuromuscular y de equilibrio, el 88.24% de los estudios revisados ayudaron a reducir el valgo dinámico de rodilla durante el aterrizaje además de mejorar los ángulos de flexión de rodilla en tareas de salto-aterrizaje^{30,42}. El estudio de Staynor JMD et al, 2017 muestra, que un entrenamiento de equilibrio de tronco y de las extremidades inferiores combinado con ejercicios de resistencia y un entrenamiento pliométrico podría aumentar los momentos máximos de flexión de rodilla cuando contacta con el suelo y reduce la flexión de tronco³⁵.

El entrenamiento de estabilidad del *core*, es un pilar fundamental que podría controlar estas lesiones ya que, si no hay una activación muscular coordinada no se produce una transferencia de cargas eficaz y existe riesgo de aparición de lesiones del LCA. Sasaki S et al, 2019 defienden que este entrenamiento conlleva una mejora significativa en cuanto al control neuromuscular de las extremidades inferiores y del tronco durante las tareas de salto-aterrizaje¹⁹. Además, Cannon J et al, 2021 defienden su acción combinada con la estabilidad articular rotacional de la columna lumbar y pelvis ya que produce una disminución significativa del valgo dinámico de rodilla y de los momentos en valgo²¹. Cannon J et al, 2019 añaden una aportación a la estrategia anterior mencionando que, su acción combinada, teniendo en cuenta la estabilidad motora de la musculatura glútea, podría prevenir también el valgo dinámico de rodilla durante las tareas de salto²⁸.

El entrenamiento de fuerza muscular, específicamente de la musculatura glútea, es un factor importante a tener en cuenta debido a su relación con el desarrollo del valgo dinámico de rodilla. Neamatallah Z et al, 2020 defienden la existencia de una relación significativa entre la fuerza de la musculatura glútea y la biomecánica de la cadera y la rodilla ya que, el déficit de fuerza tanto del glúteo medio como mayor influye en el desarrollo del valgo dinámico de rodilla³². La fuerza de esta musculatura puede entrenarse de forma conjunta con la musculatura del compartimento posterior del

muslo, según muestran Czasche MB et al, 2018 realizando ejercicios como aterrizajes unipodales y bipodales⁴⁶, o junto con el fortalecimiento de la musculatura abductora y extensora de la cadera según afirma Kyndell R et al, 2021³⁰. Este tipo de entrenamiento genera un aumento de carga en la cadera y un cambio en la distribución de la fuerza de la rodilla de lateral a medial. Omi Y et al, 2018 destacan, además del establecimiento de un entrenamiento de fuerza, la importancia de la educación en cuanto a los mecanismos de lesión y los movimientos deportivos de riesgo que aumenten la incidencia de lesiones de LCA¹⁸.

En referencia al entrenamiento con *feedback* verbal y/o visual, Benjaminse A et al, 2017, afirma que los efectos producidos con *feedback* verbal y visual son diferentes. Los ángulos de flexión de rodilla aumentan y disminuye el momento en valgo tras recibir *feedback* verbal mientras que tras recibir *feedback* visual la flexión de tronco aumenta. Concluye que, entre las jugadoras de baloncesto, no hay un único método válido de *feedback* sino que es necesaria una combinación de ambos para mejorar la técnica de salto o pivote⁴⁴. Por el contrario, Marshall AN et al, 2020 muestran que, en mujeres deportistas con valgo dinámico de rodilla, que reciben únicamente *feedback* visual, podrían ajustar sus patrones de aterrizaje tras una única sesión de entrenamiento además de mejorar el ángulo de flexión y disminuir los grados de abducción de rodilla²⁹. Heinert B et al, 2021 y Chijimatsu M et al, 2020 también introdujeron en sus entrenamientos las instrucciones de aterrizaje con *feedback* visual y verbal mostrando una disminución significativa del ángulo de inclinación lateral del tronco y de pelvis además de una reducción del valgo de rodilla y de las fuerzas de reacción del suelo durante las tareas de salto-aterrizaje^{2,17}. El estudio de Turner C et al, 2017 aporta resultados novedosos en cuanto a la propuesta de prevención. Combina la estrategia de *feedback* con el aprendizaje motor en bailarinas. Se muestra una mayor activación del glúteo mayor y una reducción del ángulo de abducción de la rodilla, pero, no hay diferencias significativas en la activación del glúteo medio en comparación con las no bailarinas¹⁵.

En cuanto a las intervenciones no invasivas como los vendajes o las prendas de compresión, Saki F et al, 2022 proponen la aplicación de *Kinesiotape* sobre el glúteo medio y el tibial anterior. Reduce de forma significativa el valgo dinámico de rodilla además de mejorar el equilibrio dinámico y la propiocepción de la rodilla³¹. Un estudio, que destaca por su buena calidad es el de Sannasi R et al,

2018, añadió que la fuerza muscular del glúteo medio aumenta de forma significativa manteniéndose este efecto incluso hasta 3 días tras su aplicación, pero la reducción del valgo dinámico de rodilla, no se mantiene, sino que solo tiene un efecto momentáneo²⁵. De igual forma, Boschert D et al, 2020 confirmaron una reducción significativa del valgo dinámico de rodilla, una mejora del control articular y de la capacidad de movimiento deportivo tras colocar una prenda de compresión en la porción distal del muslo en comparación con una rodillera o con no llevar dispositivos externos²⁶.

5.1. Limitaciones y sesgos

En nuestro trabajo, podemos encontrar algunas limitaciones como la escasez de estudios por tratarse de mujeres, la heterogeneidad tanto en la tipología de estudios incluidos como en las variables e instrumentos de medida, estrategias de intervención y dosificación de cada entrenamiento. Por otro lado, existe una falta de investigación en cuanto a la aplicación de estrategias de prevención en deportes distintos a los de pelota como el judo o el esquí que muestran elevadas incidencias de lesiones de este tipo.

Otra de las limitaciones encontradas es la generalización de los resultados obtenidos en mujeres hacia los hombres deportistas, así como la ausencia de investigación en cuanto a la eficacia de las intervenciones a largo plazo. Finalmente, la revisión debería hacerse por pares y una tercera actuaría en caso de duda. En este caso la revisión fue llevada a cabo por el tutor y por mí.

6. CONCLUSIONES

Tras la realización de la revisión bibliográfica hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- Actualmente no se ha establecido un protocolo de entrenamiento integral y estandarizado para prevenir las lesiones del LCA en mujeres deportistas con valgo dinámico de rodilla. Sin embargo, existen programas variados que incluyen ejercicios pliométricos, de equilibrio, fuerza, *core*, agilidad, propiocepción, flexibilidad y/o resistencia que resultan eficaces.
- Los programas preventivos actuales se aplican sin distinción del tipo de deporte practicado ni de sexo, sin centrarse en las necesidades específicas de la población deportista femenina.
- Heterogeneidad en cuanto a variables de detección, medida y evaluación relacionadas con la cinética y cinemática articular de la rodilla.
- Existe una falta de consenso sobre la dosificación efectiva de los programas de entrenamiento, aunque la mayoría de estudios coinciden en que su aplicación debe realizarse mínimo 6 semanas previas a la competición y con sesiones de 20-30 minutos varias veces por semana.
- Los programas actuales de prevención son eficaces a corto plazo, pero carecen de efectividad a largo plazo.
- Según las escalas de evaluación de calidad, los estudios revisados tienen una buena calidad metodológica.

6.1. Sugerencias para futuras investigaciones

- Alargar los periodos de intervención para evaluar los efectos de los programas a largo plazo.
- Evaluar las necesidades y el impacto de los programas preventivos en cada deporte.
- Sugerir la inclusión de estos programas como parte del entrenamiento habitual entre las deportistas con valgo dinámico de rodilla.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alikhani R, Shahrjerdi S, Golpaigany M, Kazemi M. The effect of a six-week plyometric training on dynamic balance and knee proprioception in female badminton players. *J Can Chiropr Assoc.* 2019;63(3):144-153.
2. Heinert B, Rutherford D, Cleereman J, Lee M, Kernozek TW. Changes in landing mechanics using augmented feedback: 4-Week training and retention study. *Phys Ther Sport.* 2021;52:97-102.
3. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(7):3826.
4. Mehl J, Diermeier T, Herbst E, Imhoff AB, Stoffels T, Zantop T, et al. Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;138(1):51-61.
5. Bisciotti GN, Chamari K, Cena E, Bisciotti AN, Bisciotti AL, Corsini A, et al. Anterior cruciate ligament injury risk factors in football. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(10):1724-1738.
6. Dix C, Arundale A, Silvers-Granelli H, Marmon A, Zarzycki R, Snyder-Mackler L. Biomechanical measures during two sport-specific tasks differentiate between soccer players who go on to anterior cruciate ligament injury and those who do not: a prospective cohort analysis. *Int J Sports Phys Ther.* 2020;15(6):928–935.
7. Weir G. Anterior cruciate ligament injury prevention in sport: biomechanically informed approaches. *Sports Biomech.* 2021;1-21.
8. Schreurs MJ, Benjaminse A, Lemmink KAPM. Sharper angle, higher risk? The effect of cutting angle on knee mechanics in invasion sport athletes. *J Biomech.* 2017;63:144-150.

9. Schilaty ND, Bates NA, Krych AJ, Hewett TE. How Anterior Cruciate Ligament Injury was averted during Knee Collapse in a NBA Point Guard. *Ann Musculoskelet Med.* 2017;1(1):008-12.
10. Fidai MS, Okoroha KR, Meldau J, Meta F, Lizzio VA, Borowsky P, et al. Fatigue Increases Dynamic Knee Valgus in Youth Athletes: Results From a Field-Based Drop-Jump Test. *Arthroscopy.* 2020;36(1):214-222.
11. David S, Komnik I, Peters M, Funken J, Potthast W. Identification and risk estimation of movement strategies during cutting maneuvers. *J Sci Med Sport.* 2017;20(12):1075-1080.
12. Richardson MC, Wilkinson A, Chesterton P, Evans W. Effect of Sand on Landing Knee Valgus During Single-Leg Land and Drop Jump Tasks: Possible Implications for ACL Injury Prevention and Rehabilitation. *J Sport Rehabil.* 2020;1-8.
13. Nessler T, Denney L, Sampley J. ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us?. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017;10(3):281-288.
14. Tran AA, Gatewood C, Harris AH, Thompson JA, Dragoo JL. The effect of foot landing position on biomechanical risk factors associated with anterior cruciate ligament injury. *J Exp Orthop.* 2016;3(1):13.
15. Lee J, Pathak P, Panday SB, Moon J. Effect of Foot-Planting Strategy on Anterior Cruciate Ligament Loading in Women During a Direction Diversion Maneuver: A Musculoskeletal Modeling Approach. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(11):2325967120963180.
16. Petrovic M, Sigurðsson HB, Sigurðsson HJ, Sveinsson T, Briem K. Effect of Sex on Anterior Cruciate Ligament Injury-Related Biomechanics During the Cutting Maneuver in Preadolescent Athletes. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(7):2325967120936980.
17. Staynor JMD, Nicholas JC, Weir G, Alderson JA, Donnelly CJ. Targeting associated mechanisms of anterior cruciate ligament injury in female community-level athletes. *Sports Biomech.* 2017;16(4):501-513.

18. Numata H, Nakase J, Kitaoka K, Shima Y, Oshima T, Takata Y, et al. Two-dimensional motion analysis of Dynamic knee valgus identifies female high school athletes at risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(2):442-447.
19. Stuelcken MC, Mellifont DB, Gorman AD, Sayers MGL. Mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in elite women's netball: a systematic video analysis. *J Sports Sci.* 2016;34(16):1516-22.
20. Romero-Moraleda B, Cuéllar A, González J, Bastida N, Echarri E, Gallardo J, et al. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. *Rev. Int. Cienc. Deporte.* 2017;13(48).
21. Leppänen M, Parkkari J, Vasankari T, Äyrämö S, Kulmala JP, Krosshaug T, et al. Change of Direction Biomechanics in a 180-Degree Pivot Turn and the Risk for Noncontact Knee Injuries in Youth Basketball and Floorball Players. *Am J Sports Med.* 2021;49(10):2651-2658.
22. Turner C, Crow S, Crowther T, Keating B, Saupan T, Pyfer J, et al. Preventing non-contact ACL injuries in female athletes: What can we learn from dancers?. *Phys Ther Sport.* 2017;31:1-8.
23. Dingenen B, Malfait B, Nijs S, Peers KHE, Vereecken S, Verschueren MP, et al. Can two-dimensional video analysis during single-leg drop vertical jumps help identify non-contact knee injury risk? A one-year prospective study. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2015;30(8):781-7.
24. Chijimatsu M, Ishida T, Yamanaka M, Taniguchi S, Ueno R, Ikuta R, et al. Landing instructions focused on pelvic and trunk lateral tilt decrease the knee abduction moment during a single-leg drop vertical jump. *Phys Ther Sport.* 2020;46:226-233.
25. Omi Y, Sugimoto D, Kuriyama S, Kurihara T, Miyamoto K, Yun S, et al. Effect of Hip-Focused Injury Prevention Training for Anterior Cruciate Ligament Injury Reduction in Female Basketball Players: A 12-Year Prospective Intervention Study. *Am J Sports Med.* 2018;46(4):852-861.

26. Shams F, Hadadnezhad M, Letafatkar A, Hogg J. Valgus Control Feedback and Taping Improves the Effects of Plyometric Exercises in Women With Dynamic Knee Valgus. *Sports Health*. 2021;19417381211049805.
27. Sasaki S, Tsuda E, Yamamoto Y, Maeda S, Kimura Y, Fujita Y, et al. Core-Muscle Training and Neuromuscular Control of the Lower Limb and Trunk. *J Athl Train*. 2019;54(9):959-969.
28. Kagaya Y, Fujii Y, Nishizono H. Association between hip abductor function, rear-foot dynamic alignment, and dynamic knee valgus during single-leg squats and drop landings. *J Sport Health Sci*. 2015;4(2): 182-187.
29. Marshall AN, Hertel J, Hart JM, Russell S, Saliba SA. Visual Biofeedback and Changes in Lower Extremity Kinematics in Individuals With Medial Knee Displacement. *J Athl Train*. 2020;55(3):255-264.
30. Jeong J, Choi DH, Shin CS. Core Strength Training Can Alter Neuromuscular and Biomechanical Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med*. 2021;49(1):183-192.
31. Cannon J, Cambridge EDJ, McGill SM. Increased core stability is associated with reduced knee valgus during single-leg landing tasks: Investigating lumbar spine and hip joint rotational stiffness. *J Biomech*. 2021;116:110240.
32. Wilczynski B, Zorena K, Slezak D. Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020;17(21):8208.
33. Mansouri R, Bahrami F, Rajabi R, Minoonejad H, Kaczmarczyk K. Investigating the landing kinetics factors and preparatory knee muscle activation in female handball players with and without Dynamic knee valgus while performing single leg landing. *Biomed. Hum. Kinet*. 2021;13(1):155-162.

34. Sannasi R, Kumar A, Patel J, Muthukrishnan R, Samuel AJ. Does Kinesio taping correct exaggerated Dynamic knee valgus? A randomized double blinded sham-controlled trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22(3):727-732.
35. Boschert D, Nyland J, Matsuno J, Pletz S, Polio W. Distal Thigh Compression Garment Improves Female Athlete Knee Control and Sports Movement Safety Perceptions. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2020;10(1):67-77.
36. Pisirici P, Sakul BU. Investigation the effect of Graston Technique on strength and postural stabilization in individuals with asymptomatic dynamic knee valgus. *Gait Posture.* 2020;81(4):279-28.
37. Cannon J, Cambridge EDJ, McGill SM. Anterior Cruciate Ligament Injury Mechanisms and the Kinetic Chain Linkage: The Effect of Proximal Joint Stiffness on Distal Knee Control During Bilateral Landings. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(8):601-610.
38. Sahabuddin FNA, Jamaludin NI, Amir NH, Shaharudin S. The effects of hip- and ankle-focused exercise intervention on dynamic knee valgus: a systematic review. *PeerJ.* 2021.
39. Crowell KR, Nokes RD, Cosby NL. Weak Hip Strength Increases Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Tasks of Collegiate Female Athletes. *J Sport Rehabil.* 2021; 30(8):1220-1223.
40. Saki F, Romiani H, Ziya M, Gheidi N. The effects of gluteus medius and tibialis anterior kinesio taping on postural control, knee kinematics, and knee proprioception in female athletes with dynamic knee valgus. *Phys Ther Sport.* 2022;53:84-90.
41. Neamatallah Z, Herrington L, Jones R. An investigation into the role of gluteal muscle strength and EMG activity in controlling HIP and knee motion during landing tasks. *Phys Ther Sport.* 2020;43:230-235.
42. Willadsen EM, Zahn AB, Durall CJ. What Is the Most Effective Training Approach for Preventing Noncontact ACL Injuries in High School-Aged Female Athletes?. *J Sport Rehabil.* 2019;28(1):94-98.
43. Weir G, Alderson J, Smailes N, Elliott N, Donnelly C. A Reliable Video-based ACL Injury Screening Tool for Female Team Sport Athletes. *Int J Sports Med.* 2019;40(3):191-199.

44. Benjaminse A, Otten B, Gokeler A, Diercks RL, Lemmink KAPM. Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(8):2365-2376.
45. Monajati A, Larumbe-Zabala E, Goss-Sampson M, Naclerio F. The Effectiveness of Injury Prevention Programs to Modify Risk Factors for Non-Contact Anterior Cruciate Ligament and Hamstring Injuries in Uninjured Team Sports Athletes: A Systematic Review. *PLoS One.* 2016;11(5).
46. Czasche MB, Goodwin JE, Bull AMJ, Cleather DJ. Effects of an 8 week strenght training intervention on tibiofemoral joint loading during landing: a cohort study. *BMJ Open Sports Exerc Med.* 2018;4(1).
47. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol.* 2021;74(9):790-799.
48. Elm EV, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for reporting observational studies. *Int. J. Surg. Open.* 2014;12(12):1495-1499.

8. ANEXOS

8.1. Anexo I



INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)

Elche, a 09 de diciembre del 2021

Nombre del tutor/a	Emilio José Poveda Pagán
Nombre del alumno/a	Amanda Covés García
Tipo de actividad	1. Revisión bibliográfica (no incluye revisión de historias clínicas ni ninguna fuente con datos personales)
Título del 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)	ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES DE LCA EN MUJERES DEPORTISTAS CON VALGO DINÁMICO DE RODILLA. REVISIÓN SISTEMÁTICA.
Código/s GIS estancias	
Evaluación Riesgos Laborales	No procede
Evaluación Ética	No procede
Registro provisional	211209183909
Código de Investigación Responsable	TFG.GFI.EJPP.ACG.211209
Caducidad	2 años

Se considera que el presente proyecto carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: **ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES DE LCA EN MUJERES DEPORTISTAS CON VALGO DINÁMICO DE RODILLA. REVISIÓN SISTEMÁTICA.** ha sido realizada de manera automática en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere someterse a dicha evaluación. Dicha información se adjunta en el presente informe. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, **se autoriza** la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Secretario del CEII
Vicerrectorado de Investigación

Domingo L. Orozco Beltrán
Presidente del CEII
Vicerrectorado de Investigación

Información adicional:

- En caso de que la presente actividad se desarrolle total o parcialmente en otras instituciones es responsabilidad del investigador principal solicitar cuantas autorizaciones sean pertinentes, de manera que se garantice, al menos, que los responsables de las mismas están informados.
- Le recordamos que durante la realización de este trabajo debe cumplir con las exigencias en materia de prevención de riesgos laborales. En concreto: las recogidas en el plan de prevención de la UMH y en las planificaciones preventivas de las unidades en las que se integra la investigación. Igualmente, debe promover la realización de reconocimientos médicos periódicos entre su personal; cumplir con los procedimientos sobre coordinación de actividades empresariales en el caso de que trabaje en el centro de trabajo de otra empresa o que



personal de otra empresa se desplace a las instalaciones de la UMH; y atender a las obligaciones formativas del personal en materia de prevención de riesgos laborales. Le indicamos que tiene a su disposición al Servicio de Prevención de la UMH para asesorarle en esta materia.

La información descriptiva básica del presente trabajo será incorporada al repositorio público de Trabajos fin de Grado y Trabajos Fin de Máster autorizados por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández en el curso académico 2020/2021. También se puede acceder a través de <https://oir.umh.es/tfg-tfm/>



Figura 1. Autorización COIR

8.2. Anexo II

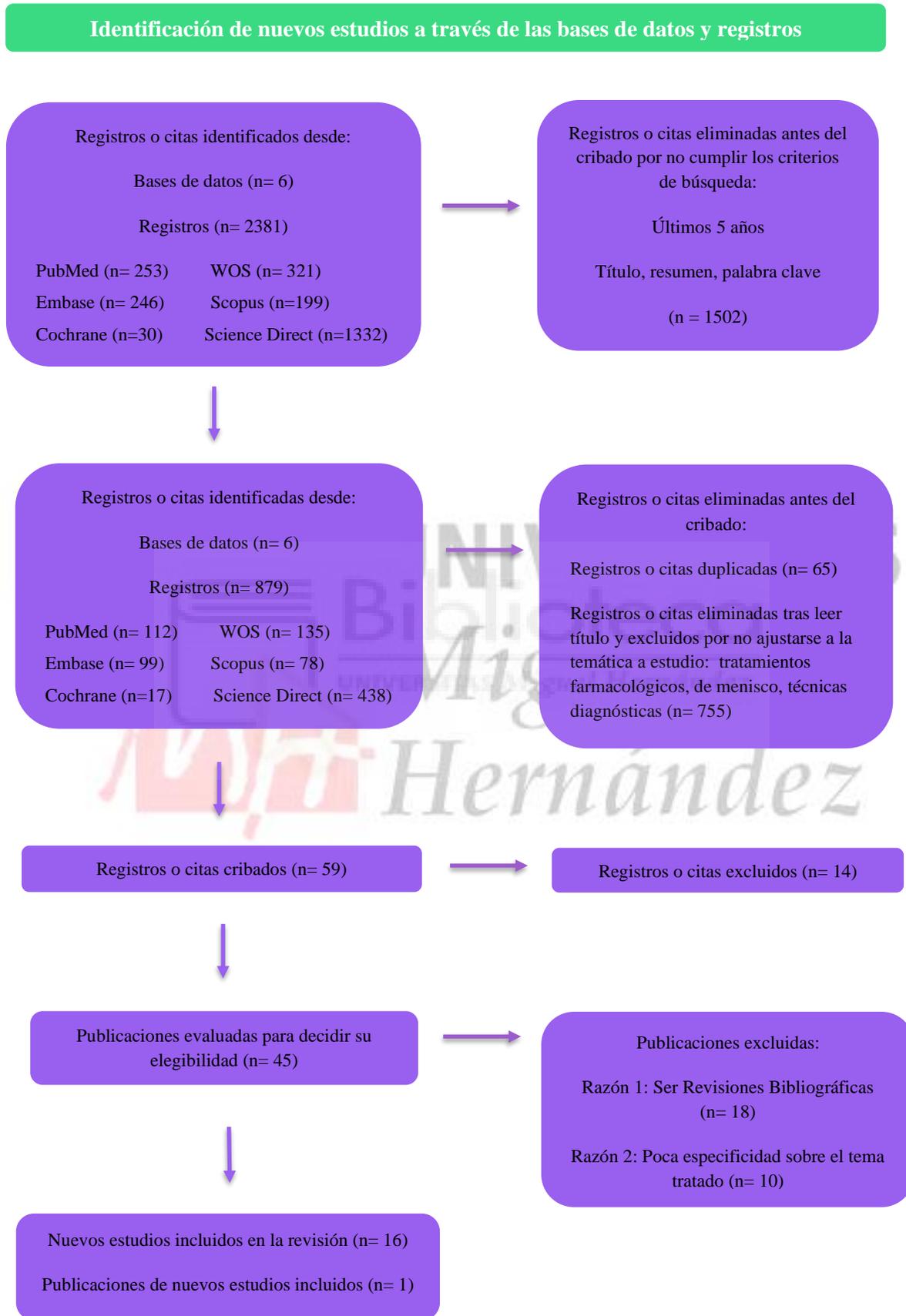


Figura 2. Diagrama de flujo de los participantes. PRISMA 2020.

8.3. Anexo III

TABLA 1. Resultados de los artículos revisados

AUTOR/AÑO	TIPO Y CALIDAD DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS MUESTRA	VARIABLES MEDIDAS	INTERVENCIÓN	DOSIFICACIÓN	RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN
Saki F, et al. (2022)	Ensayo clínico aleatorizado simple ciego PEDro 7/10	40 atletas femeninas con DKV: KT: (n=20; 18.95 ± 2.52 años; 164.50 ± 4.29 cm; 57.05 ± 6.72 Kg). PC: (n=20; 19.25 ± 1.83 años; 165.79 ± 5.75 cm; 58.86 ± 6.29 Kg).	DB: prueba de equilibrio en Y. KP: goniómetro. Cinemática de la rodilla: análisis de vídeo 2D + software	Grupo KT + PC: Tarea SL-DVJ + <i>Kinesiotape</i> GM + TA	Sesión de calentamiento de 10': 5' ejercicio cardiovascular ligero + 5' estiramientos estáticos y dinámicos.	El <i>kinesiotape</i> en GM y TA reduce de forma significativa el ángulo de DKV, mejora el DB y KP. No diferencias en ángulo FLEX rodilla entre grupos.
Shams F, et al. (2021)	Ensayo clínico controlado PEDro 7/10	48 atletas femeninas con DKV: Grupo PT con FB (n=16; 24.0 ± 3.9 años; 165.7 ± 3.6 cm; 59.13 ± 6.7 Kg) Grupo PT con TP (n=16; 24.9 ± 4.5 años; 164.2 ± 3.4 cm; 60.5 ± 6.1 Kg) GC (n=16; 24.4 ± 4.0 años; 165.1 ± 3.5cm; 60.9 ± 5.2 Kg)	Activación muscular: EMG Sentido articular de la rodilla: marcadores reflectantes de referencia + software procesador. Errores de la técnica de aterrizaje: puntuación LESS	Tarea SL-DVJ Grupo FB: FB visual espejo de cuerpo entero + indicaciones verbales Grupo TP: cinta Mulligan GC: programa habitual	2 sesiones/semana durante 6 semanas + 1' descanso entre series 3 ensayos de la tarea salto-aterrizaje.	PT con FB o TP a corto plazo cambios significativos: - Activación VM, GM, ST y BF antes que RF y VL - Mejora el sentido de la posición articular
Cannon J, et al. (2021)	Estudio de cohortes prospectivo STROBE 18/22	18 participantes femeninas sanas: Edad: 20.7± 1.3 años; altura: 1.64 ± 0.05 m; peso: 65.2 ± 11.0 Kg	Fuerzas y momentos de reacción en el suelo: 2 placas de fuerza. Registro movimientos: cámaras + modelo 3D Activación muscular: EMG	Se realizaron 2 tareas de SL-DVJ: - caída con una sola pierna - caída cruzada con una sola pierna	3 ensayos de cada tarea	La JRS (columna lumbar y cadera) durante tareas SL-DVJ relacionado con disminución DKV y KAM.
Heinert B, et al. (2021)	Estudio de cohortes prospectivo STROBE 20/22	22 mujeres de equipo de voleibol o baloncesto 19 ± 1 años; 176 ± 69 cm; 72.67 ± 10.37 Kg	vGRF y DKV: 2 placas de fuerza y sistema de cámaras 2D.	Indicaciones para reducir fuerza en aterrizaje o valgo de rodilla + vídeo de aterrizajes.	30 ensayos de aterrizaje en 5 bloques de 6 aterrizajes con 1' de descanso entre series en 4 semanas.	<i>Feedback</i> durante entrenamiento disminuyó significativamente vGRF y KAA de rodilla durante aterrizaje en caída.

Marshall AN, et al. (2020)	Estudio de cohortes prospectivo STROBE 18/22	24 mujeres con DKV asignadas a: GFB (n = 12; 19.75 ± 0.87 años; 165.32 ± 8.69 cm; 62.41 ± 8.91 kg) GC (n = 12; 19.75 ± 0.97 años; 166.98 ± 6.89 cm; 59.98 ± 6.24 kg)	Cinémática articular 3D de tronco + MI: análisis de movimiento 12 cámaras + software Registro del movimiento: Marcadores y placa fuerza en cinta de correr.	GFB y GC realizaron tarea de SL-DVJ + 4 tareas de ejercicios GFB: refuerzo con instrucciones visuales. GC: sin información durante ejercicios.	10 repeticiones por ejercicio. Se recogieron datos de 3 ensayos.	GFB: mayores ángulos de EV tobillo, mayor ángulo FLEX rodilla y menor ABD rodilla que GC. Ajustan patrones aterrizaje con una sola pierna tras 1 sesión entrenamiento.
Neamatallah Z, et al. (2020)	Estudio de correlación STROBE 16/22	34 participantes: WG: 17 mujeres (25.7 ± 4.5 años; 1.68 ± 0.05 m; 64.2 ± 7.3 Kg) MG: 17 hombres (26.9 ± 3.8 años; 1,71 ± 0.06 m; 69.8 ± 6.6 Kg)	Fuerza muscular: dinamómetro. Movimiento 3D: cámaras + software + placas de fuerza Activación muscular: EMG	Tareas funcionales como: - SLS - terreno delantero - aterrizaje lateral	Cada ensayo se realizó durante un periodo de 5''	En WG, KAA + KAM relacionados con fuerza de ABD de cadera en todas las tareas de aterrizaje. G Max + GM influyen igual en todas las tareas.
Chijimatsu M, et al. (2020)	Estudio de correlación STROBE 17/22	15 participantes femeninas 20.7 ± 0.7 años; 160.8 ± 5.2 cm; 54.7 ± 5.9 Kg.	Movimientos durante tareas de salto: 7 cámaras + placa de fuerza + marcadores reflectantes	Calentamiento de 5' en una bicicleta estática. SL-DVJ + salto vertical máximo + grabaciones para dar instrucciones del aterrizaje	3 sesiones de práctica incluyendo cada una, 5 ensayos de salto.	Instrucciones de aterrizaje disminuyeron significativamente ángulo de inclinación lateral de tronco, pelvis y KAM en tareas de SL-DVJ
Boschert D, et al. (2020)	Estudio de cohortes prospectivo STROBE 17/22	18 mujeres: 18-22 años; 162-176 cm y 54.4-104.3 kg.	Movimientos corporales durante aterrizaje: marcadores + cámaras + software 2D. Dolor percibido en rodilla tras tarea de salto: escala EVA.	Tarea SLFHS	Se realizaron 3 ensayos de esta tarea.	La DTG redujo el valgo de rodilla en comparación con la rodillera estándar o sin dispositivo.
Alikhani R, et al. (2019)	Ensayo clínico aleatorizado PEDro 6/10	22 jugadoras bádminton divididas aleatoriamente: ExG (n=12; 22.0 ± 1.30 años) GC (n=10; 22.0 ± 0.84 años)	DB: prueba de equilibrio en Y KP: fotografía + software. Medición longitud MMII: cinta métrica Rango articular: goniómetro	Al ExG se le mostró un vídeo del programa de PT. GC: práctica y entrenamiento habitual de bádminton.	20' de PT + 10' de calentamiento y enfriamiento, 3 veces/semana durante 6 semanas.	DB y KP rodilla mejoraron significativamente tras 6 semanas de PT. Puede reducir las lesiones de LCA sin contacto.
Sasaki S, et al. (2019)	Ensayo clínico controlado	17 jugadoras baloncesto divididas:	Movimiento 3D: 7 cámaras IR + placa de fuerza + marcadores.	GE: programa de entrenamiento core.	GE ejecutó el programa 4 veces o más/semana durante 8 semanas.	Tras 8 semanas de entrenamiento <i>core:</i> mejora control neuromuscular MMII y de tronco

	PEDro 4/10	GE (n=9; 19.7 ± 0.9 años; 160.6 ± 4.9 cm; 54.7 ± 5.6 Kg) GC (n=8; 20.3 ± 2.5 años; 158.8 ± 2.9 cm; 52.5 ± 2.9 Kg)	Fuerza muscular MMII + tronco: dinamómetro isocinético.	GC: práctica regular. GC y GE: prueba de salto, salto vertical máximo y SLS.		
Cannon J, et al. (2019)	Estudio transversal STROBE 17/22	18 participantes femeninas 20.7 ± 1.3 años; 1.64 ± 0.05 m; 65.2 ± 11.0 kg Se dividieron en 3 grupos según tuvieran: - valgo bilateral - valgo unilateral - sin valgo	Movimientos articulares + cinemática 3D: marcadores reflectantes + software 3D Activación fibras musculares: EMG Fuerzas y momentos de reacción del suelo: 2 placas de fuerza.	Tarea DVJ seguido de salto vertical máximo.	Se realizaron 3 ensayos de cada tarea	La rigidez rotacional de la columna lumbar y la ME de la musculatura glútea previenen el DKV.
Sannasi R, et al. (2018)	Ensayo clínico aleatorio doblemente ciego y controlado PEDro 9/10	40 atletas con DKV (28 hombres y 12 mujeres) divididos en: KT (n=20; 20.7 ± 1.9 años; 168.2 ± 10.2 cm; 57.9 ± 9.5 Kg) GS (n=20; 21.7 ± 2.1 años; 170.5 ± 6.9 cm; 59.2 ± 9.6 Kg)	Movimientos durante tarea de salto: marcadores + software. Medida fibras posteriores GM: Test de caída de pierna de Donatelli.	KT: <i>Kinesiotape</i> sobre el GM con 90° de FLEX, ADD + RI cadera + Tarea salto-aterrizaje GS: otro tipo KT sin añadir posicionamiento anterior + tarea salto-aterrizaje	Seguimiento grupo KT + GS durante 3 días	Reducción significativa de DKV tras <i>kinesiotape</i> en GM, pero no mantenimiento 3° día Fuerza del GM mejora significativa tras <i>kinesiotape</i> + mantenimiento 3° día.
Czasche MB, et al. (2018)	Estudio de cohortes prospectivo STROBE 19/22	16 mujeres divididas en: IG (n=8; 22.0 ± 3.2 años; 1.68 ± 0.03 m; 65.4 ± 7.1 Kg) GC (n=8; 22.9 ± 2.4 años; 1.66 ± 0.07 m; 62.2 ± 8.3 Kg)	Cinemática articular: marcadores + 11 cámaras. Extensión de rodilla: prueba evaluar fuerza compartimento posterior del muslo.	Calentamiento dinámico de 10', 5 BLs y 5 ULs	Programa 8 semanas de duración, sesiones de 3h/semana. Descanso 2' entre BLs y ULs.	Entrenamiento de fuerza centrado en la parte posterior del muslo: aumento de fuerza en músculo glúteo durante aterrizaje
Omi Y, et al. (2018)	Estudio de cohortes prospectivo STROBE 19/22	757 jugadoras de baloncesto: 309 jugadoras periodo de observación (19.6 ± 1.2 años; 163.7 ± 5.6 cm; 59.1 ± 5.1 kg) 448 jugadoras periodo de intervención (19.6 ± 1.1 años; 162.6 ± 5.8 cm; 58.0 ± 5.7 kg)	Movimientos corporales y entrenamiento de fuerza de cadera: Grabaciones de vídeo.	Sesión EDU: revisar los mecanismos de lesión de LCA, alineación de tronco y rodilla. Programa HIP: tareas de salto-aterrizaje, EF de cadera y equilibrio.	Duración sesión: 20' 3 veces/semana. Intervención: 8 años. Sesión educativa: 3 veces/temporada	Programa HIP redujo de forma significativa incidencia lesiones de LCA en jugadoras de baloncesto.

Staynor JMD, et al. (2017)	Ensayo clínico controlado PEDro 5/10	18 mujeres atletas: IG: (n=8; 21.1 ± 5.7 años; 1.70 ± 0.06 m; 67.5 ± 3.6 kg) GC: (n=10; 19.9 ± 3.2 años; 1.69 ± 0.07 m; 63.4 ± 10.2 kg)	Cinética y cinemática corporal: 12 cámaras + placa fuerza. Activación muscular: EMG.	IG: ejercicios de resistencia, PT y equilibrio en tronco y MMII GC: entrenamiento normal	Calentamiento 15-20', 2 veces/semana. Duración de la intervención: 9 semanas	Aumento momentos máximos FLEX rodilla en golpeo del pie Reducir rango movimiento FLEX tronco adoptando una posición erguida
Benjaminse A, et al. (2017)	Ensayo clínico controlado aleatorizado PEDro 6/10	90 jugadores de baloncesto sanos: 45 mujeres (22.3 ± 3.7 años; 175.9 ± 6.7 cm; 67.8 ± 8.4 kg) 45 hombres (24.9 ± 4.6 años; 190.9 ± 6.7 cm; 82.3 ± 8.5 kg)	Recoger datos cinemáticos: análisis movimiento con 8 cámaras + marcadores GRF: 2 placas de fuerza.	Tareas: Realizaron una carrera seguida de un aterrizaje sobre una pierna y un cambio de dirección de 45°.	2 sesiones de retención: después de la 1ª semana y después de la 4ª semana.	Grupo VER: mayores ángulos de FLEX de rodilla y reducción del KAM que las mujeres de GC y VIS. Grupo VIS: aumento del ángulo de FLEX del tronco.
Turner C, et al. (2017)	Estudio transversal STROBE 18/22	27 mujeres divididas en: Grupo WD: (n=12; 20.58 ± 1.13 años; 1.65 ± 0.06 m; 60.88 ± 6.01 kg) Grupo NWD: (n=15; 22.07 ± 1.68 años; 1.62 ± 0.07 m; 58.77 ± 6.51 kg)	Fuerza muscular cadera: dinamómetro de mano. Activación muscular G Max + GM: EMG de superficie. Cinemática y cinética MMII: sistema 3D + marcadores	Calentamiento de 5' en la elíptica. BLs: con las piernas en posición neutra VI y NI. Cuando NI se mostraron vídeos del movimiento de aterrizaje.	3 ensayos capturados de BLs, pero se les permitió practicar como máximo 3 veces antes.	Las WD durante el aterrizaje mostraron mayor activación del G Max y una reducción del KAA. No hay diferencias significativas en la activación del GM ni en el ángulo de ABD de cadera.

ABD = Abducción

ADD = Aducción

BF = Bíceps femoral

BLs = Aterrizajes bilaterales

DB = Equilibrio dinámico

DKV = Valgo dinámico de rodilla

DL = Decúbito lateral

DM = Movimientos dinámicos

DTCG = Prenda de compresión distal del muslo

DVJ = Salto vertical descendente

EDU = Educación

EMG = Electromiografía

EV = Eversión

ExG = Grupo experimental

EXT = Extensión

FB = *Feedback*

FLEX = Flexión

FP = Flexión plantar

G Max = Glúteo mayor

GC = Grupo control

GE = Grupo de entrenamiento

GFB = Grupo *feedback*

GM = Glúteo medio

GRF = Fuerzas de reacción del suelo

GS = Grupo de simulación

HIP = Prevención de lesiones de cadera

I = Intensidad

IG = Grupo de intervención

IR = Infrarrojos

JRS = Rigidez articular rotacional

KAA = Ángulo de abducción de rodilla

KAM = Momento en valgo

KP = Propiocepción de la rodilla

KT = Grupo *Kinesiotaping*

LCA = Ligamento cruzado anterior

LESS = Sistema de puntuación de errores de aterrizaje

ME = Estabilidad motora

MG = Grupo hombres

MMII = Miembros inferiores

NI = Sin instrucciones verbales

NWD = No bailarinas

PC = Grupo control con placebo

PF = Plano frontal

PT = Entrenamiento pliométrico

PH = Plano horizontal

RF = Recto femoral

RI = Rotación interna

SL-DVJ = Salto vertical con una sola pierna

SLFHS = Salto hacia adelante con una sola pierna y estabilización

SLS = Sentadilla con una sola pierna

ST = Semitendinoso

TA = Tibial anterior

TP = *Taping*

ULs = Aterrizajes unilaterales

VER = *Feedback* verbal

vGRF = Fuerza de reacción vertical del suelo

VI = Con instrucciones verbales

VIS = *Feedback* visual

VL = Vasto lateral

VM = Vasto medial

WD = Bailarinas

WG = Grupo mujeres

8.4. Anexo IV

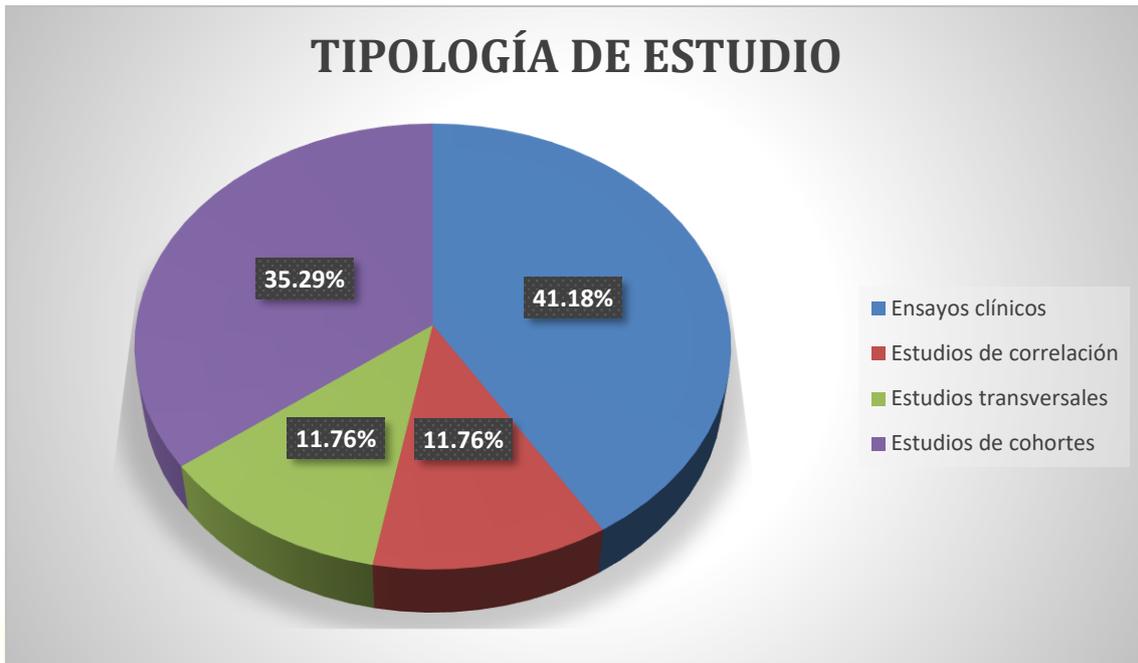


Figura 3. Tipología de estudio

8.5. Anexo V



Figura 4. Población a estudio

8.6. Anexo VI

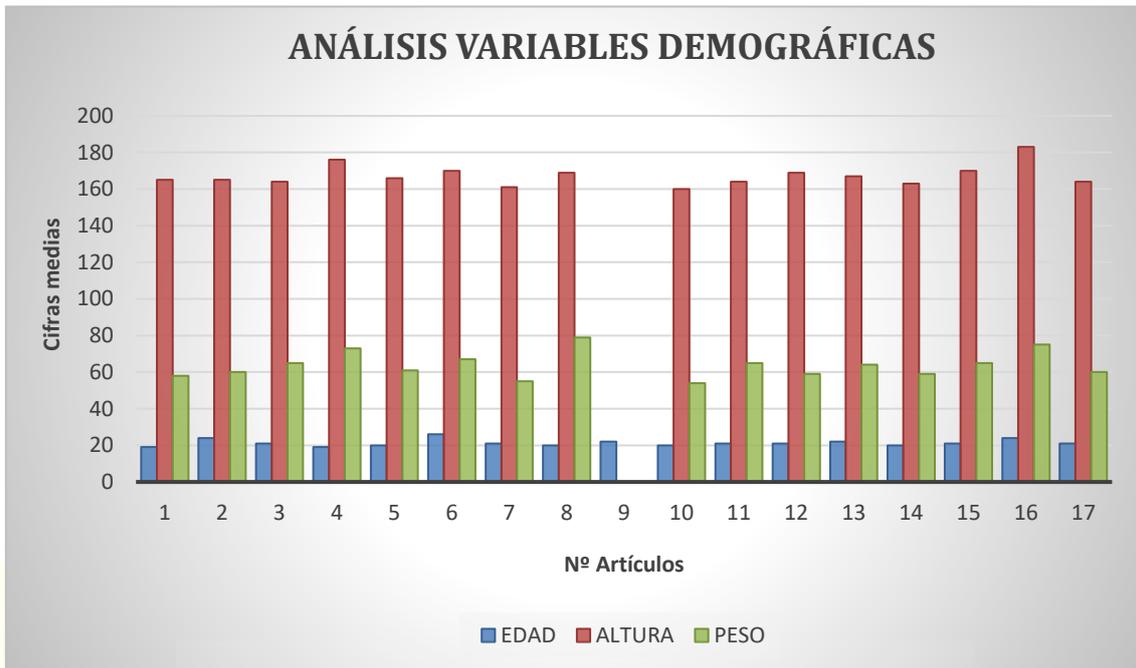


Figura 5. Análisis de las variables demográficas

8.7. Anexo VII

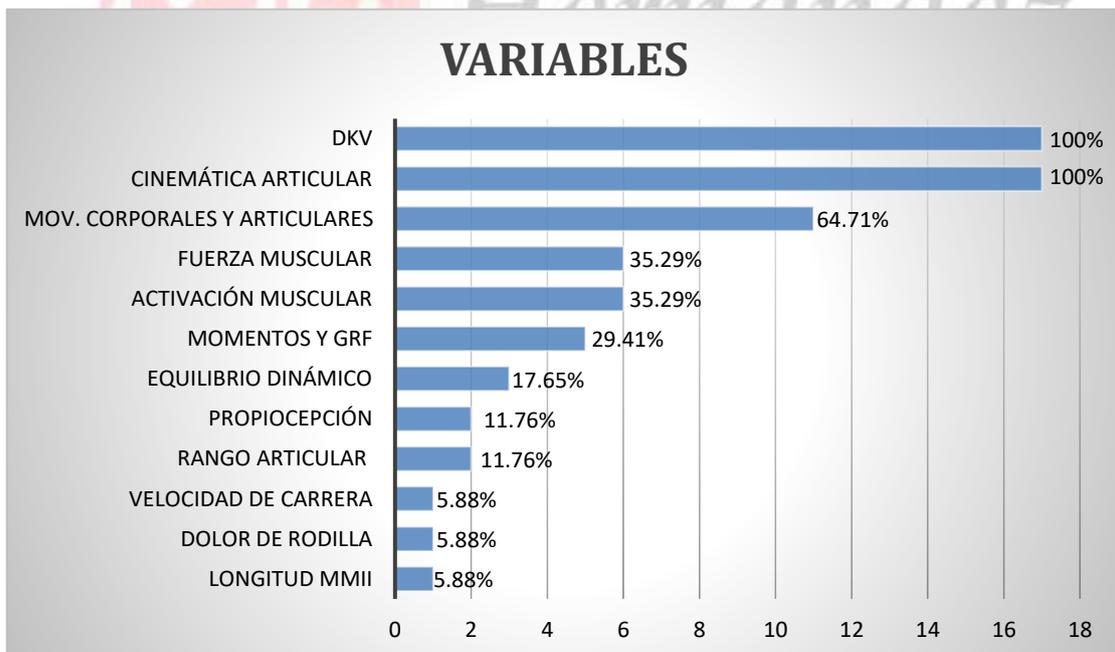


Figura 6. Recuento de variables medidas en los estudios

8.8. Anexo VIII

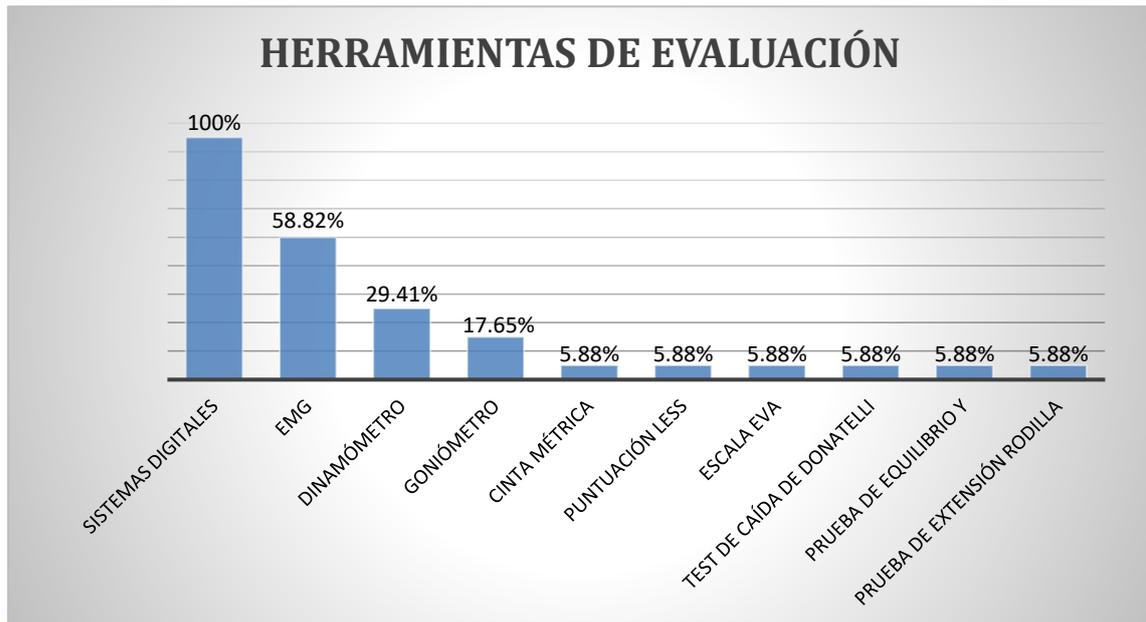


Figura 7. Herramientas de evaluación

8.9. Anexo IX

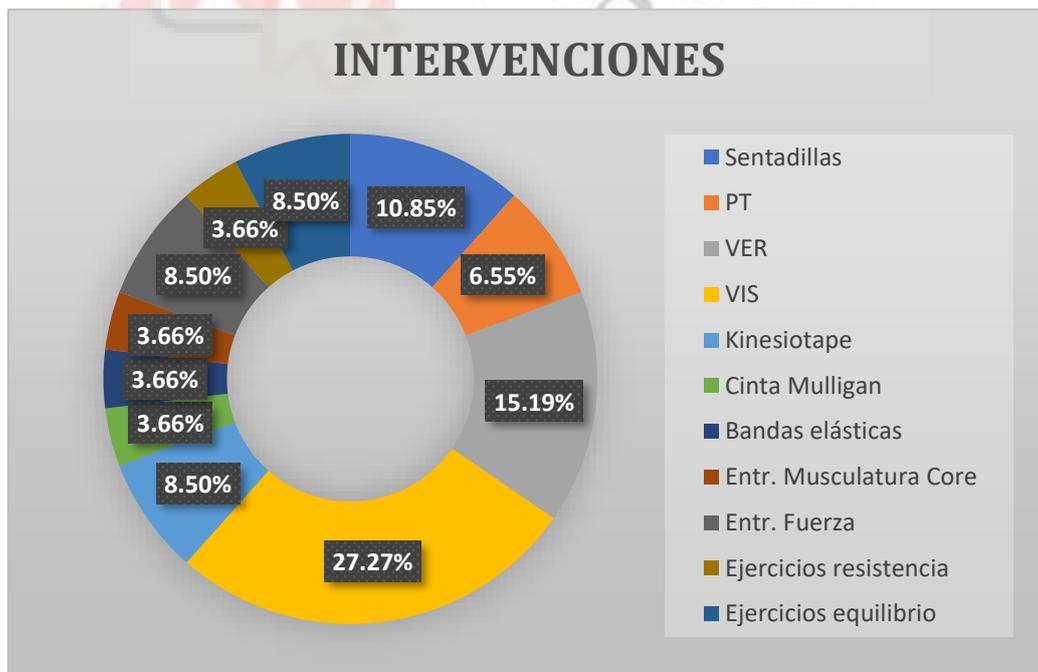


Figura 8. Tipos de intervenciones

8.10. Anexo X

TABLA 2. Resultados de las intervenciones

<i>RESULTADOS</i>	<i>INTERVENCIONES</i>
Reducción DKV + riesgo lesiones LCA	<i>Kinesiotape GM y/o TA</i>
	PT con FB y/o TP
	JRS columna lumbar y pelvis
	Entrenamiento con VIS y/o VER
	Entrenamiento <i>core</i> + isquiotibiales
	DTCG
Mejora control neuromuscular + biomecánica articular	Entrenamiento resistencia + equilibrio en tronco y MMII
	PT con FB y/o TP
	JRS columna lumbar y pelvis
	Entrenamiento con VIS y/o VER
	DTCG
Disminución GRF	Entrenamiento <i>core</i>
	Entrenamiento fuerza glúteos
	Entrenamiento con VIS y/o VER
Disminución KAA + KAM	Entrenamiento fuerza glúteos
	JRS columna lumbar y pelvis
	Entrenamiento con VIS y/o VER
Aumento ángulos de FLEX. rodilla	Entrenamiento con VIS y/o VER
Mejora DB + KP	<i>Kinesiotape GM y/o TA</i>
	PT con FB y/o TP
Mejora fuerza muscular de GM	<i>Kinesiotape GM y/o TA</i>

**Activación muscular VM, GM, ST y BF previa
a RF y VL**

PT con FB y/o TP

Aprendizaje motor

BF = Bíceps femoral

JRS = Rigidez articular rotacional

ST = Semitendinoso

DB = Equilibrio dinámico

KAA = Ángulo de abducción de
rodilla

TA = Tibial anterior

DKV = Valgo dinámico de rodilla

KAM = Momento en valgo

TP = *Taping*

DTCG = Prenda de compresión

KP = Propiocepción de la rodilla

VER = *Feedback* verbal

distal del muslo

LCA = Ligamento cruzado anterior

VIS = *Feedback* visual

FB = *Feedback*

MMII = Miembros inferiores

VL = Vasto lateral

FLEX = Flexión

PT = Entrenamiento pliométrico

VM = Vasto medial

GM = Glúteo medio

RF = Recto femoral

GRF = Fuerzas de reacción del suelo



8.11. Anexo XI

La escala PEDro tiene por objetivo medir la calidad metodológica de los ensayos clínicos. Esta escala presenta un total de 11 ítems, pero solo se analizaron para este proceso los ítems del 2 al 11 debido a que el ítem 1 hace referencia a la validez externa del estudio. Los ítems del 2 al 9 hacen referencia a la validez interna mientras que el 10 y 11 evalúan la validez estadística. Cada criterio de los siguientes que se cumpla se añade puntúa con un uno:

1. Los criterios de elección fueron especificados.
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
5. Todos los sujetos fueron cegados.
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

TABLA 3. Calidad metodológica escala PEDro

<i>ARTÍCULO</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>TOTAL</i>
Saki F, et al. (2022)	1	1		1	1			1	1	1	1	7/10
Shams F, et al. (2021)	1	1	1	1				1	1	1	1	7/10
Alikhani R, et al. (2019)	1	1		1				1	1	1	1	6/10
Sasaki S, et al. (2019)		1		1						1	1	4/10
Sannasi R, et al. (2018)	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	9/10
Staynor JMD, et al. (2017)	1			1				1	1	1	1	5/10
Benjaminse A, et al. (2017)	1	1		1				1	1	1	1	6/10



8.12. Anexo XII

TABLA 4. Calidad metodológica Declaración STROBE

ARTÍCULO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	TOTAL	
Cannon J, et al. (2021)	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	18/22
Heinert B, et al. (2021)	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20/22
Neamatallah Z, et al (2020)	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-	16/22
Chijimatsu M, et al. (2020)	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	17/22
Marshall AN, et al. (2020)	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	18/22
Boschert D, et al. (2020)	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	17/22
Cannon J, et al. (2019)	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	17/22
Czasche MB, et al. (2018)	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	19/22
Omi Y, et al. (2018)	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	19/22
Turner C, et al. (2017)	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	18/22