

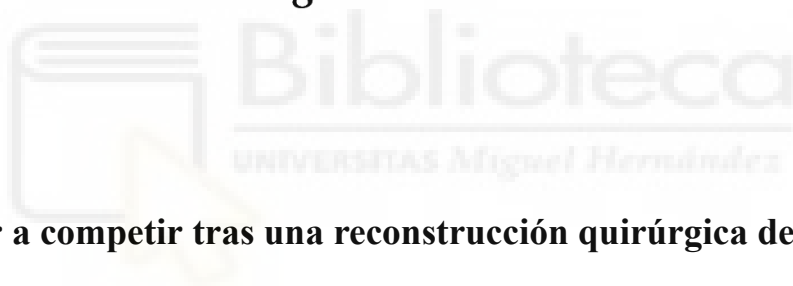
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



Volver a competir tras una reconstrucción quirúrgica de LCA:

evaluación de aspectos biomecánicos y psicológicos.

Protocolo de estudio observacional.

AUTOR: Antonio M. Tarancón Cana

TUTOR: Hernández Sánchez, Sergio

Curso académico 2025-2026.

Convocatoria de junio 2026.

Departamento: Patología y Cirugía.

Área de Fisioterapia



Índice.

Resumen.....	5
Abstract.....	6
1. Introducción.....	7
2. Objetivos.....	9
3. Material y Métodos.....	11
4. Discusión.....	18
5. Conclusiones o consideraciones finales.....	23
6. Bibliografía.....	24
Anexos.....	27



Resumen

INTRODUCCIÓN: La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) constituye una intervención frecuente en deportistas; sin embargo, el retorno al deporte (RTS) sigue representando un desafío clínico, ya que no depende exclusivamente de la recuperación física, sino también de factores psicológicos y biomecánicos implicados en la ejecución del gesto deportivo. Aunque variables como la confianza, el miedo a la re-lesión y la preparación psicológica influyen en el proceso de retorno deportivo, persiste una limitada integración entre estos factores y la calidad del movimiento durante tareas funcionales cercanas al contexto competitivo.

OBJETIVO: proponer un protocolo observacional destinado a analizar la relación entre la disposición psicológica para el retorno deportivo y la calidad del movimiento en futbolistas intervenidos quirúrgicamente de LCA en fase de retorno al deporte.

METODOLOGIA: Se plantea un estudio observacional analítico transversal con diseño comparativo intrasujeto, en el que la preparación psicológica será evaluada mediante el cuestionario ACL-RSI y la escala FRESS, mientras que la calidad del movimiento será analizada mediante el Cutting Movement Assessment Score (CMAS) y el Landing Error Scoring System (LESS). Las pruebas incluirán cambios de dirección y aterrizajes tras salto realizados en condición simple y bajo doble tarea cognitivo-motora (dual-task), incorporando una tarea secundaria de discriminación visual.

DISCUSIÓN: La integración de variables psicológicas y biomecánicas podría facilitar la exploración de asociaciones entre la preparación psicológica del deportista y la calidad del movimiento, especialmente bajo mayor demanda cognitiva. Este enfoque podría favorecer una evaluación más ecológica y multidimensional del RTS tras reconstrucción del LCA.

Palabras clave: ligamento cruzado anterior; retorno al deporte; preparación psicológica; doble tarea; calidad del movimiento; reconstrucción de LCA.

Abstract

INTRODUCTION: Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is a common intervention in athletes; however, return to sport (RTS) remains a clinical challenge, as it does not depend exclusively on physical recovery, but also on psychological and biomechanical factors involved in sports-specific movement execution. Although variables such as confidence, fear of re-injury and psychological readiness influence the return-to-sport process, there is still limited integration between these factors and movement quality during functional tasks close to the competitive context.

OBJECTIVE: To propose an observational protocol aimed at analyzing the relationship between psychological readiness for return to sport and movement quality in football players who have undergone ACL reconstruction and are in the return-to-sport phase.

METHODS: An analytical cross-sectional observational study with a within-subject comparative design is proposed. Psychological readiness will be assessed using the ACL-Return to Sport after Injury questionnaire and the Fear of Return to Sport Scale, while movement quality will be analyzed using the Cutting Movement Assessment Score and the Landing Error Scoring System. Functional testing will include change-of-direction tasks and jump-landing maneuvers performed under single-task and dual-task conditions, incorporating a secondary visual discrimination task.

DISCUSSION: The integration of psychological and biomechanical variables may facilitate the exploration of associations between athletes' psychological readiness and movement quality, especially under increased cognitive demand. This approach may favor a more ecological and multidimensional assessment of RTS after ACL reconstruction.

Keywords: anterior cruciate ligament; return to sport; psychological readiness; dual-task; movement quality; ACL reconstruction.

1. Introducción

La lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) es una de las lesiones de rodilla con mayor impacto funcional en el ámbito deportivo, especialmente en deportes que implican cambios de dirección, saltos y desaceleraciones (1). La reconstrucción quirúrgica del LCA se ha convertido en una opción habitual en deportistas que desean retornar a la práctica deportiva, si bien el proceso de recuperación y retorno a la competición no depende únicamente de la recuperación física (4,16).

Tradicionalmente, el retorno al deporte tras una cirugía de LCA se ha basado principalmente en criterios físicos y funcionales, como la fuerza muscular, el rango de movimiento o la estabilidad articular. Sin embargo, en los últimos años la evidencia científica ha demostrado que los factores psicológicos desempeñan un papel fundamental en este proceso, influyendo de manera directa tanto en la decisión de volver a competir como en el rendimiento deportivo posterior (2,3,4).

Entre los principales factores psicológicos asociados al retorno al deporte tras una lesión de LCA se encuentra el miedo a una nueva lesión, la falta de confianza en la rodilla intervenida y el estado emocional del deportista. Diversos estudios han señalado que, incluso cuando se alcanza una adecuada recuperación física, una parte significativa de los deportistas no consigue retornar a su nivel previo de competición debido a barreras psicológicas (3,4,10,11).

Para la evaluación de estos factores psicológicos se han desarrollado herramientas específicas, entre ellas el cuestionario ACL-RSI (Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Injury) desarrollado por Webster et al. (2008), que permite valorar la preparación psicológica del deportista para el retorno a la práctica deportiva tras la lesión del LCA (2,6). Diversos estudios han mostrado que puntuaciones más elevadas en el ACL-RSI se asocian con una mayor sensación de seguridad para el rendimiento físico y con mayores tasas de retorno al deporte tras la reconstrucción del LCA (4,8).

Por otro lado, la valoración biomecánica del movimiento durante tareas funcionales resulta fundamental para identificar patrones de movimiento potencialmente lesivos. En este contexto, el análisis observacional mediante herramientas basadas en vídeo ha adquirido relevancia clínica por su capacidad para evaluar la

calidad del movimiento durante gestos deportivos dinámicos (18,19). Entre estos gestos destacan los cambios de dirección y el aterrizaje tras salto, ampliamente implicados en los mecanismos de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) y en el proceso de retorno al deporte (13,15). Herramientas como el Cutting Movement Assessment Score (CMAS) permiten analizar la calidad del movimiento durante los cambios de dirección, detectando alteraciones biomecánicas asociadas a un mayor riesgo de lesión del LCA (12).

Aunque en los últimos años se ha avanzado en el estudio de los factores psicológicos y biomecánicos relacionados con el retorno al deporte tras la reconstrucción del LCA, todavía existe poca evidencia que analice ambos aspectos de forma conjunta durante tareas funcionales específicas. Esta integración puede ser especialmente relevante en deportes como el fútbol, donde el deportista no solo debe ejecutar correctamente un gesto, sino también responder a estímulos externos y tomar decisiones en poco tiempo. En esta línea, Chaaban et al. (2023) señalan que muchos test utilizados en el retorno al deporte no reproducen suficientemente las demandas cognitivas propias del contexto competitivo, lo que podría limitar su utilidad para detectar alteraciones del movimiento en situaciones más cercanas al juego real (23).

Por ello, este trabajo propone un protocolo observacional para analizar la relación entre variables psicológicas y biomecánicas en deportistas intervenidos de LCA durante el retorno al deporte, utilizando herramientas específicas y validadas.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar la relación entre la preparación psicológica para volver a competir, medida mediante el cuestionario ACL-RSI, y la calidad del movimiento evaluada mediante el CMAS y LESS, en deportistas tras reconstrucción quirúrgica de LCA, tanto en condiciones simples como multitarea (dual-task).

2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la preparación psicológica para el retorno al deporte mediante el cuestionario ACL-RSI en deportistas intervenidos de LCA en últimas fases de recuperación/readaptación.
2. Describir la preparación funcional durante tareas relacionadas con el retorno al deporte mediante la escala Fear of Return to Sport Scale (FRESS).
3. Analizar la calidad del movimiento durante cambios de dirección mediante el Cutting Movement Assessment Score (CMAS).
4. Valorar la calidad del movimiento durante el aterrizaje tras salto mediante el Landing Error Scoring System (LESS).
5. Explorar la relación entre las puntuaciones obtenidas en los cuestionarios ACL-RSI y FRESS con los resultados de las evaluaciones biomecánicas CMAS y LESS.
6. Analizar la posible asociación entre variables descriptivas (edad, sexo, tiempo desde la cirugía y tipo de deporte) y los resultados psicológicos y biomecánicos.

2.3 Hipótesis

Los futbolistas intervenidos de reconstrucción del LCA con menor preparación psicológica para el retorno al deporte, reflejada en puntuaciones más bajas en el ACL-RSI, presentarán una peor calidad del movimiento durante las tareas funcionales evaluadas mediante CMAS y LESS.

Asimismo, se espera que la condición multitarea produzca un incremento en los errores observados respecto a la condición simple, especialmente en aquellos deportistas con menor preparación psicológica o funcional.



3. Material y Métodos

3.1 Diseño del estudio.

Se trata de un estudio observacional transversal. Este diseño permitirá comparar el comportamiento biomecánico de cada participante en condición simple y multitarea, reduciendo la variabilidad interindividual. No se aplicarán intervenciones terapéuticas, sino una evaluación puntual mediante cuestionarios validados y análisis del movimiento durante tareas funcionales. Para su diseño y presentación se seguirán las recomendaciones de la declaración STROBE (20).

El presente estudio se desarrollará conforme a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki para la investigación con seres humanos. El protocolo ha sido evaluado y autorizado por el Comité de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández (COIR), con código de autorización TFG.GFL.SHS.AMTC.260210.

Todos los participantes serán informados sobre los objetivos y procedimientos del estudio y deberán firmar un consentimiento informado antes de su inclusión. Asimismo, se garantizará la confidencialidad de los datos y el anonimato de los sujetos conforme a la normativa vigente en materia de protección de datos personales.

3.2 Población de estudio.

La población de estudio estará compuesta por futbolistas de ambos sexos pertenecientes a distintos clubes, que hayan sido intervenidos quirúrgicamente de reconstrucción del LCA y se encuentren en fase de retorno a la práctica deportiva.

El reclutamiento será no probabilístico, mediante muestreo por conveniencia, a través de clubes deportivos y servicios de fisioterapia vinculados al ámbito deportivo.

Todos los participantes deberán contar con autorización médica para realizar actividad deportiva y aceptar voluntariamente su participación mediante la firma de un consentimiento informado.

Dado el carácter exploratorio del estudio, se plantea un tamaño muestral estimado de 20 a 30 participantes. Este rango permitirá una aproximación inicial a posibles asociaciones entre variables psicológicas y biomecánicas, que podría orientar futuras investigaciones con muestras más amplias y mayor potencia estadística.

3.3 Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión

- Deportistas federados de fútbol de ambos sexos.
- Edad comprendida entre 20 y 40 años.
- Haber sido intervenidos quirúrgicamente de ligamento cruzado anterior, independientemente del tipo de injerto utilizado.
- Encontrarse en fase de retorno a la práctica deportiva, con autorización médica para entrenar y/o competir.
- Tiempo mínimo desde la cirugía de 6 meses, al considerarse una fase avanzada de rehabilitación, en la que el deportista puede haber iniciado tareas específicas de retorno al deporte (RTS).

Criterios de exclusión

- Cirugía de ligamento cruzado anterior bilateral.
- Lesiones asociadas graves en la extremidad inferior, como lesiones meniscales, condropatías sintomáticas no controladas o lesiones ligamentarias adicionales.
- Presencia de dolor, inflamación o limitación funcional que impida la correcta realización de las pruebas funcionales.
- Presencia de patologías neurológicas, musculoesqueléticas o sistémicas que puedan alterar el patrón de movimiento durante la ejecución de las tareas evaluadas.

3.4 Procedimiento y toma de datos.

La toma de datos se realizará en una única sesión de evaluación individual. Tras informar a los participantes sobre los objetivos y procedimientos del estudio, y obtener el consentimiento informado, se recogerán los datos sociodemográficos y clínicos: edad, sexo, lateralidad dominante, tiempo desde la cirugía, tipo de injerto, recidivas, lado intervenido y nivel de práctica deportiva.

A continuación, los participantes cumplimentarán el cuestionario ACL-RSI (Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Injury), de forma autoadministrada y en un entorno controlado y asegurando la comprensión de los ítems (2,7).

Posteriormente, realizarán un calentamiento estandarizado de 10 - 15 minutos, que incluirá carrera suave, movilidad de miembros inferiores y ejercicios de activación neuromuscular. Tras el calentamiento, se llevarán a cabo las pruebas funcionales. Durante la ejecución, se realizará una valoración observacional mediante la FRESS (Fear of Return to Sport Scale) desarrollada por Kalatakis et al. (2022), como medida complementaria de la preparación funcional y de la ejecución del deportista en tareas relacionadas con el retorno deportivo (9).

Las pruebas se llevarán a cabo bajo dos condiciones experimentales: ejecución simple y ejecución multitarea.

Los cambios de dirección se analizarán mediante el Cutting Movement Assessment Score (CMAS) (12), mientras que el aterrizaje tras salto se evaluará mediante el Landing Error Scoring System (LESS) (13).

Para ello, los participantes realizarán un salto con caída desde una plataforma de aproximadamente 30 cm, aterrizando con ambos pies, según el protocolo estandarizado de la prueba (13).

En la condición simple, el participante realizará las tareas funcionales sin interferencia cognitiva añadida.

En la condición multitarea se añadirá una tarea cognitiva secundaria basada en la presentación aleatoria de estímulos visuales mediante dispositivos luminosos tipo BlazePod®.

El participante deberá responder simultáneamente a señales previamente establecidas, como identificar un color concreto e ignorar otros estímulos, durante la ejecución del gesto motor.

Esta condición se incorporará con el objetivo de aproximarse a las demandas cognitivas presentes en el contexto competitivo, donde el deportista debe procesar estímulos externos mientras ejecuta movimientos complejos (23). La frecuencia de aparición de los estímulos será irregular para evitar fenómenos de anticipación.

El orden de las condiciones y de las pruebas será aleatorizado para cada participante mediante asignación simple, con el fin de minimizar posibles efectos de aprendizaje o fatiga.

Todas las pruebas serán registradas de forma independiente mediante video para su posterior análisis comparativo desde planos frontal y sagital, utilizando cámaras situadas a distancia y altura estandarizadas para asegurar la adecuada visualización de los patrones de movimiento durante la ejecución de los gestos evaluados.

Cada participante realizará dos intentos válidos por prueba y por condición experimental, seleccionándose aquellos que cumplan adecuadamente el protocolo. Para minimizar los posibles sesgos derivados del orden de ejecución, como el efecto de fatiga o el aprendizaje motor, se empleará una aleatorización del orden de las pruebas físicas para cada participante (21).

3.5 Descripción de las variables de estudio.

Cuestionario ACL-RSI. (Anexo I)

El ACL-RSI (Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Injury) es un cuestionario específico para deportistas intervenidos de ligamento cruzado anterior que evalúa la preparación psicológica para el retorno al deporte, como la confianza, el estado emocional y el miedo a una nueva lesión (2,3).

Consta de 12 ítems puntuados de 0 a 10, con una puntuación total expresada de 0 a 100; valores más elevados indican una mayor preparación psicológica para el retorno a la competición (2).

Presenta adecuadas propiedades psicométricas, mostrando una buena fiabilidad y validez para la evaluación de deportistas intervenidos de LCA, y cuenta con una versión validada en español que se empleará en este estudio (21).

En el presente protocolo, se utilizará con el objetivo de analizar su relación con la calidad del movimiento durante la ejecución de las pruebas funcionales.

Escala FRESS.

La Fear of Return to Sport Scale (FRESS) es una herramienta de evaluación clínica observacional diseñada para valorar la preparación funcional del deportista durante tareas relacionadas con el retorno al deporte.

Evalúa aspectos como el control neuromuscular, la estabilidad dinámica, la coordinación y la simetría del movimiento, permitiendo identificar patrones de ejecución compatibles con una preparación funcional insuficiente (9).

Aunque no evalúa de forma directa el miedo a la relesión, puede aportar información sobre posibles estrategias de protección o inseguridad durante la ejecución deportiva.

En este estudio, se empleará como una herramienta complementaria al cuestionario ACL-RSI y al análisis biomecánico mediante CMAS y LESS. (9).

Cutting Movement Assessment Score (CMAS) (Anexo II)

El CMAS es una herramienta de evaluación observacional basada en el análisis sistemático de diferentes ítems relacionados con el control del movimiento, la alineación de los segmentos corporales, la absorción de cargas y las estrategias motoras durante cambios de dirección, gestos estrechamente relacionados con los mecanismos de lesión del LCA(12). La puntuación total se obtiene a partir de la suma de los errores observados, de modo que valores más elevados indican peor calidad del movimiento y un mayor número de compensaciones biomecánicas durante la ejecución de la tarea (12).

Esta herramienta ha demostrado ser útil para detectar déficits en el control neuromuscular que pueden no evidenciarse mediante pruebas funcionales tradicionales.

En este estudio se utilizará para analizar los cambios de dirección grabados en vídeo y compararlos con los resultados obtenidos de la FRESS y el ACL-RSI. De este modo, el CMAS aporta una visión biomecánica objetiva que complementa la evaluación funcional y psicológica. Se empleará la versión validada recientemente en español (22).

Landing Error Scoring System (LESS) (Anexo III)

El Landing Error Scoring System (LESS) es una herramienta observacional diseñada para valorar la calidad biomecánica del aterrizaje tras un salto, identificando errores de movimiento asociados a un deficiente control neuromuscular del miembro inferior (13).

La prueba consiste en un salto con caída desde una plataforma estandarizada, seguido de un aterrizaje con ambos pies, evaluando criterios como la alineación del tronco y de las extremidades inferiores, la absorción de cargas y la estabilidad (13).

Su puntuación se basa en la suma de errores observados, donde valores más elevados indican peor calidad del movimiento (13).

En este estudio se empleará para complementar el análisis biomecánico del CMAS, permitiendo una evaluación más completa de los patrones de movimiento implicados en el proceso de retorno al deporte tras la cirugía de LCA.

3.6 Resumen de las variables del estudio.

Variables psicológicas

- Preparación psicológica para el retorno al deporte, evaluada mediante la puntuación total del cuestionario ACL-RSI.

Variables funcionales

- Preparación funcional observacional durante tareas relacionadas con el retorno al deporte, evaluada mediante la puntuación global de la FRESS.

Variables biomecánicas

- Calidad del movimiento durante cambios de dirección, evaluada mediante la puntuación total del CMAS.
- Calidad biomecánica del aterrizaje tras salto, evaluada mediante la puntuación total del LESS.

Variables independientes

- Edad, sexo, extremidad dominante, tiempo desde la cirugía, tipo de injerto utilizado, posición de juego y nivel de práctica deportiva.

3.7 Análisis estadístico.

Se realizará un análisis estadístico descriptivo de las variables recogidas. Las variables cuantitativas se presentarán mediante media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, según su distribución, y las variables cualitativas se presentarán mediante frecuencias absolutas y porcentajes. La normalidad se evaluará mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

Para analizar el efecto de la condición experimental (ejecución simple vs ejecución multitarea) sobre las variables (CMAS y LESS), se realizará una comparación intrasujeto mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas o la prueba de Wilcoxon, según corresponda.

Además, se calculará la diferencia entre condiciones (Δ CMAS y Δ LESS), definida como puntuación obtenida en multitarea menos la puntuación en condición simple.

Para analizar la relación entre la preparación psicológica mediante ACL-RSI, la preparación funcional mediante FRESS y las variables biomecánicas mediante CMAS y LESS, se utilizarán coeficientes de correlación de Pearson o Spearman según la distribución de los datos.

Se podrán realizar análisis comparativos adicionales en función de variables descriptivas como sexo, nivel deportivo o tiempo de la cirugía, utilizando pruebas paramétricas o no paramétricas según corresponda.

El nivel de significación estadística se establecerá en $p < 0,05$. El análisis de los datos se llevará a cabo utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics (IBM Corp., Armonk, NY, USA) así como paquetes específicos en Python.

4. Discusión

El objetivo del presente estudio es plantear un protocolo destinado a analizar la relación entre factores psicológicos y la calidad del movimiento durante tareas funcionales en futbolistas intervenidos quirúrgicamente de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) en fases avanzadas del proceso de retorno a la práctica deportiva. Su relevancia clínica se sustenta en la elevada incidencia de lesiones del LCA en el fútbol competitivo, donde representan una de las lesiones con mayor impacto deportivo, funcional y económico (1).

La evidencia científica ha mostrado que el retorno al deporte tras una reconstrucción del LCA no depende únicamente de la recuperación física, sino también de la respuesta psicológica del deportista ante la vuelta a la competición. En esta línea, Ardern et al. (2013) observaron que factores como la confianza en la rodilla intervenida, el miedo a una nueva lesión y la percepción de seguridad durante la práctica deportiva se relacionaban con la posibilidad de regresar al nivel previo de actividad (3). Posteriormente, Ardern et al. (2014) reforzaron esta idea al señalar que la preparación psicológica influye de forma relevante en el retorno a la actividad deportiva y recreativa tras la reconstrucción del LCA, por lo que no debería considerarse un aspecto secundario dentro de la valoración del deportista (5).

Dentro de este contexto, el cuestionario ACL-RSI constituye una herramienta específica para valorar la preparación psicológica para el retorno al deporte tras una lesión de LCA. Webster et al. (2008) desarrollaron esta escala con el objetivo de evaluar el impacto emocional, la confianza y la percepción de riesgo asociadas a la vuelta a la práctica deportiva (6). Más adelante, Webster y Feller (2018) propusieron una versión abreviada del cuestionario, manteniendo unas propiedades psicométricas adecuadas y facilitando su aplicación en contextos clínicos y de investigación (7).

La utilidad clínica del ACL-RSI también se ha visto reforzada por estudios posteriores que han relacionado sus puntuaciones con el retorno deportivo real. Ardern et al. (2013, 2014) describieron que los deportistas con mayores puntuaciones presentaban una mayor probabilidad de volver a su nivel deportivo previo, mientras que valores más bajos se asociaban con inseguridad, miedo a la re-lesión y menor

disposición para exponerse de nuevo a situaciones competitivas (3,5). De forma similar, la revisión sistemática de Xiao et al. (2023) señaló que los pacientes que retornaban al deporte tras una reconstrucción primaria del LCA presentaban niveles significativamente superiores de preparación psicológica (8). Además, la adaptación española del ACL-RSI realizada por Donat-Roca et al. (2024) ha mostrado propiedades métricas adecuadas en una muestra multideportiva, lo que respalda su uso en población hispanohablante y justifica su inclusión en el presente protocolo (21).

Estos hallazgos justifican la utilización del ACL-RSI en este estudio, ya que permite valorar un componente que no siempre queda reflejado en las pruebas físicas tradicionales. Sin embargo, aunque la evidencia previa ha estudiado ampliamente la relación entre preparación psicológica y retorno al deporte, sigue siendo necesario analizar cómo estos factores pueden relacionarse con la calidad del movimiento durante tareas funcionales específicas. En este sentido, resulta clínicamente relevante explorar si los futbolistas con menor confianza, mayor miedo o menor disposición psicológica presentan también patrones de movimiento menos eficientes durante gestos como el cambio de dirección o el aterrizaje tras salto, especialmente bajo condiciones de mayor demanda cognitiva.

No obstante, la evaluación mediante cuestionarios puede resultar insuficiente si no se acompaña de un análisis del comportamiento motor del deportista durante las tareas funcionales relacionadas con el retorno al deporte. En este contexto, herramientas como la FRESS permiten valorar de forma observacional la preparación funcional durante la ejecución de gestos deportivos, aportando información sobre posibles estrategias de protección, inseguridad funcional o déficits de control neuromuscular que no siempre se reflejan en cuestionarios autoinformados. Investigaciones como las de Kvamme et al. (2021) han documentado que niveles elevados de miedo a la re-lesión se asocian con patrones de movimiento más conservadores y menos eficientes durante tareas funcionales (9,10). Del mismo modo, Tripp et al. (2007) describieron que variables psicológicas como el afecto negativo y la catastrofización pueden influir en la percepción de seguridad funcional, favoreciendo estrategias motoras rígidas o defensivas (11).

Por otro lado, la valoración biomecánica del movimiento mediante vídeo ha adquirido relevancia clínica debido a su aplicabilidad en contextos reales. En este sentido, Dos'Santos et al. (2019) desarrollaron el

CMAS como un instrumento capaz de identificar patrones de movimiento de alto riesgo durante cambios de dirección, gesto especialmente implicado en los mecanismos de lesión del LCA en el fútbol (12). Además, estudios de vídeo sistemático en fútbol profesional han observado que muchas lesiones ocurren durante maniobras de desaceleración y cambio de dirección asociadas a déficits de control neuromuscular, lo que refuerza la utilidad clínica del CMAS como herramienta de cribado funcional (18,19). Asimismo, adaptaciones recientes del CMAS han mostrado adecuados niveles de concordancia interevaluador entre profesionales del ámbito deportivo, respaldando su aplicabilidad en la evaluación funcional (22). Puntuaciones más elevadas en esta herramienta reflejan errores técnicos como valgo dinámico de rodilla, inclinación lateral del tronco o patrón de frenado ineficiente, variables relacionadas con mecanismos lesionales del LCA (12).

De forma complementaria, el LESS permite valorar la calidad del aterrizaje tras salto, aportando información sobre el control neuromuscular y la absorción de cargas durante tareas de alta demanda funcional (13). A diferencia del CMAS, centrado en cambios de dirección, el LESS analiza variables mecánicas relacionadas con el aterrizaje, como la flexión de rodilla, la estabilidad de cadera o la alineación del miembro inferior, parámetros vinculados al riesgo de lesión en deportistas (13). Por ello, la combinación de ambas herramientas permite una evaluación más completa de los patrones de movimiento implicados en el retorno al deporte tras la cirugía de LCA.

La integración de estas herramientas en un mismo protocolo permite abordar el proceso de retorno al deporte desde una perspectiva multidimensional, relacionando la preparación psicológica del deportista con su comportamiento motor real. Este enfoque puede ser especialmente relevante en futbolistas que, pese a haber alcanzado criterios físicos y temporales para el retorno a la práctica deportiva, presentan patrones de movimiento alterados o elevados niveles de inseguridad durante gestos específicos (4,10). En esta línea, Chaaban et al. (2023) señalan que los test tradicionales de retorno al deporte tras reconstrucción del LCA podrían infraestimar el riesgo lesional al no reproducir suficientemente las condiciones reales de juego. Los autores argumentan que muchas lesiones del LCA ocurren en situaciones de doble tarea cognitivo-motora, donde el deportista debe dividir su atención entre la ejecución del gesto técnico y el

procesamiento de estímulos externos. La incorporación de tareas cognitivas secundarias durante pruebas como el salto con caída, el hop test o los cambios de dirección ha demostrado modificar la biomecánica del miembro inferior, reduciendo la flexión de rodilla en el contacto inicial y aumentando patrones asociados a mayor riesgo lesional (23). Desde esta perspectiva, la evaluación física aislada podría no reflejar la capacidad del deportista para afrontar situaciones reales de competición.

En coherencia con estas evidencias, el presente estudio incorpora una condición de doble tarea cognitivo-motora durante la ejecución de pruebas biomecánicas, permitiendo analizar el impacto de la carga cognitiva sobre la calidad del movimiento y su posible relación con la preparación psicológica del deportista. Desde el punto de vista clínico, el análisis conjunto de variables psicológicas, funcionales y biomecánicas puede contribuir a una mejor toma de decisiones durante el proceso de readaptación deportiva, ayudando a identificar deportistas que, aun estando autorizados médicamente para entrenar o competir, podrían beneficiarse de intervenciones dirigidas a mejorar la confianza, el control del movimiento o ambos aspectos de forma simultánea (4,7,16).

El presente protocolo presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. En primer lugar, el diseño observacional y transversal impide establecer relaciones causales entre las variables analizadas. Además, el uso de un muestreo por conveniencia puede limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones deportivas. Asimismo, aunque las herramientas utilizadas presentan adecuadas propiedades psicométricas, el análisis observacional del movimiento puede estar sujeto a cierta variabilidad interobservador. No obstante, el diseño y la presentación metodológica se han estructurado siguiendo recomendaciones internacionales para estudios observacionales, lo que contribuye a mejorar la transparencia y calidad del reporte científico (20).

Futuras investigaciones deberían incluir diseños longitudinales para analizar la evolución de los factores psicológicos y biomecánicos durante el retorno al deporte, así como muestras más amplias y homogéneas. También sería de interés explorar si la inclusión de tareas de doble demanda cognitivo-motora durante pruebas como el CMAS o el LESS mejora la capacidad predictiva de los protocolos de retorno al deporte, tal y como sugieren Chaaban et al. (23).

Asimismo, futuras intervenciones dirigidas a mejorar la preparación psicológica deberían analizar si estos cambios se traducen en mejoras objetivas en la calidad del movimiento.



5. Conclusiones o consideraciones finales.

El presente estudio propone un protocolo observacional que integra la evaluación psicológica, funcional y biomecánica en futbolistas intervenidos de LCA en fase de retorno a la práctica deportiva.

La inclusión de una condición de doble tarea cognitivo-motora permite analizar el impacto de la carga cognitiva sobre la calidad del movimiento durante tareas funcionales relevantes, aportando un enfoque más ecológico y representativo de las demandas reales del contexto competitivo.

La combinación del cuestionario ACL-RSI, la escala FRESS y el análisis biomecánico mediante CMAS y LESS facilita una valoración multidimensional del proceso de retorno al deporte, permitiendo explorar la posible relación entre la preparación psicológica del deportista y su comportamiento motor observable.

Este enfoque puede contribuir a mejorar la toma de decisiones clínicas durante la readaptación deportiva, favoreciendo intervenciones más individualizadas que integren tanto factores psicológicos como biomecánicos en la planificación del retorno al deporte.



6. Bibliografía

1. Ortiz-Sánchez D, Bravo-Sánchez A, Ramírez-delaCruz M, Abián P, García-Sánchez C, Abián-Vicén J. Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injuries in the Top 5 European Football (Soccer) Leagues. *Orthop J Sports Med.* 2026 Jan 6;14(1):23259671251400766.
2. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Development and validation of a scale to measure psychological readiness to return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):1545–1552.
3. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):1549–1558.
4. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014;48(21):1543–1552.
5. Ardern CL, Österberg A, Tagesson S, Gauffin H, Webster KE, Kvist J. The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med.* 2014;48(22):1613–1619.
6. Webster KE, Feller JA, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport.* 2008;9(1):9–15.
7. Webster KE, Feller JA. Development and validation of a short version of the Anterior Cruciate Ligament Return to Sport After Injury (ACL-RSI) scale. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(4):2325967118763763.

8. Xiao M, van Niekerk M, Trivedi NN, et al. Patients who return to sport after primary ACL reconstruction have significantly higher psychological readiness: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2023;51(10):2774–2783.
9. Kalatakis-dos-Santos AE, Gomes CAF, Pontes-Silva A, et al. Fear of Return to Sport Scale (FRESS): development and validation. *Sport Sci Health.* 2022;18(3):865–875.
10. Kvamme NH, Gundersen R, Faleide AGH, et al. Fear of re-injury after anterior cruciate ligament reconstruction: the Fear of Re-Injury scale. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(7):2103–2112.
11. Tripp DA, Stanish W, Ebel-Lam A, Brewer BW, Birchard J. Fear of reinjury, negative affect, and catastrophizing predicting return to sport in recreational athletes with anterior cruciate ligament injuries at 1 year postsurgery. *Rehabil Psychol.* 2007;52(1):74–81.
12. Dos'Santos T, McBurnie A, Donelon T, Thomas C, Comfort P, Jones PA. A qualitative screening tool to identify athletes with 'high-risk' movement mechanics during cutting: the Cutting Movement Assessment Score (CMAS). *Phys Ther Sport.* 2019;38:152–161.
13. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE Jr, Beutler AI. The Landing Error Scoring System (LESS): reliability and validity. *Am J Sports Med.* 2009;37(10):1996–2002.
14. Padua DA, Marshall SW. Evidence supporting ACL-injury-prevention exercise programs: a review of the literature. *Athl Ther Today.* 2006;11(2):11–14.
15. DiStefano LJ, Padua DA, DiStefano MJ, Marshall SW. Influence of landing biomechanics on anterior cruciate ligament injury risk. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(9):1819–1825.
16. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware–Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med.* 2016;50(13):804–808.
17. Welling W, Benjaminse A, Lemmink K, Gokeler A. Progressive strength training restores quadriceps and hamstring muscle strength within 7 months after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(7):2123–2134.

18. Della Villa F, Stride M, Bortolami A, Williams A, Davison M, Buckthorpe M. Systematic Video Analysis of ACL Injuries in Male Professional English Soccer Players: A Study of 124 Cases. *Orthop J Sports Med.* 2025 Feb 21;13(2):23259671251314642.
19. Buckthorpe M, Pirli Capitani L, Olivares-Jabalera J, Olmo J, Della Villa F. Systematic video analysis of ACL injuries in professional Spanish male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns, biomechanics and neurocognitive errors - a study on 115 consecutive cases. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2024 Sep 28;10(3):e002149.
20. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol.* 2008 Apr;61(4):344-9.
21. Donat-Roca R, Sánchez-Socarrás V, Romero-Sánchez JM, Tárrega S, Estapé-Madinabeitia T, Escalona-Marfil C, Seijas R, Romero-Cullerés G, Ochoa C, Webster KE. Translation and cross-cultural adaptation to Spanish of the Anterior Cruciate Ligament Return to Sport after Injury Scale (SP ACLRSI): Measurement properties and responsiveness in a multisport sample. *J Exp Orthop.* 2024 Nov 26;11(4):e70046.
22. Miralles-Iborra A, De Los Ríos-Calonge J, Del Coso J, Vera-García FJ, Elvira JLL, Dos'Santos T, Nakamura FY, Moreno-Pérez V. Spanish adaptation of the cutting movement assessment score (CMAS): Agreement and inter-rater reliability among Spanish-speaking football practitioners. *Phys Ther Sport.* 2025 Nov;76:27-36.
23. Chaaban CR, Turner JA, Padua DA. Think outside the box: Incorporating secondary cognitive tasks into return to sport testing after ACL reconstruction. *Front Sports Act Living.* 2023;4:1089882. doi:10.3389/fspor.2022.1089882.

Anexos

Nota sobre el uso de inteligencia artificial en los anexos:

Las imágenes incluidas en los anexos del presente trabajo han sido generadas mediante herramientas de inteligencia artificial (ChatGPT, OpenAI), con fines exclusivamente ilustrativos y de apoyo a la comprensión de los contenidos.

Estas imágenes no corresponden a datos reales de participantes ni han sido utilizadas para el análisis de resultados del estudio, limitándose su uso a la representación visual de conceptos descritos en el trabajo.

ANEXO I

Cuestionario ACL-RSI (SP ACL-RSI)

Instrucciones: Este cuestionario pretende conocer la sensación de riesgo a volverse a lesionar la rodilla. Marque de 0 a 10 aquella opción que se acerque más a su situación actual.

1. ¿Está seguro de que su rendimiento deportivo estará al mismo nivel que antes?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. ¿Le parece probable volverse a lesionar la rodilla, si retoma la práctica deportiva?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. ¿Le inquieta volver a practicar su deporte?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. ¿Está seguro de que su rodilla no fallará durante la práctica deportiva?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. ¿Está seguro de que puede practicar deporte sin tener que preocuparse por la rodilla?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. En relación con su actividad deportiva, ¿es frustrante tener que pensar en su rodilla?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

7. ¿Le da miedo recaer de su lesión de rodilla a causa de la práctica deportiva?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8. ¿Confía en que la rodilla aguantará bien cuando la someta a presión?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

9. ¿Le da miedo lesionarse accidentalmente la rodilla durante la práctica deportiva? 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10. ¿La idea de una nueva intervención quirúrgica y la consiguiente rehabilitación le impide practicar su deporte?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

11. ¿Se siente seguro respecto a su capacidad para rendir durante la práctica de su deporte?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

12. ¿Se siente tranquilo con relación a la práctica de su deporte?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Instrumento reproducido de: *Donat-Roca R, et al. (2024). Translation and cross-cultural adaptation to Spanish of the Anterior Cruciate Ligament Return to Sport after Injury Scale (SP ACL-RSI). Journal of Experimental Orthopaedics, 11, e70046. Reproducido bajo licencia Creative Commons.*

ANEXO II

CMAS

Cutting Movement Assessment Score

Cambio de dirección a 90°

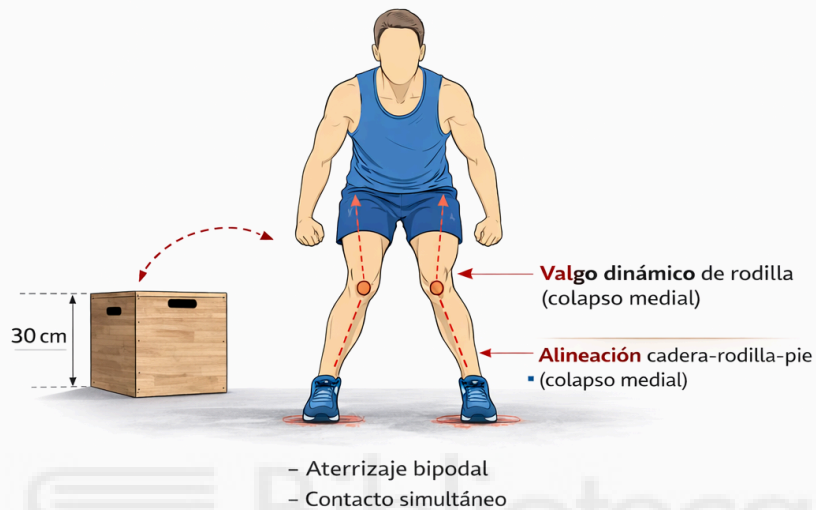


— Valgo dinámico de rodilla — Inclinación del tronco

LESS

Landing Error System Score

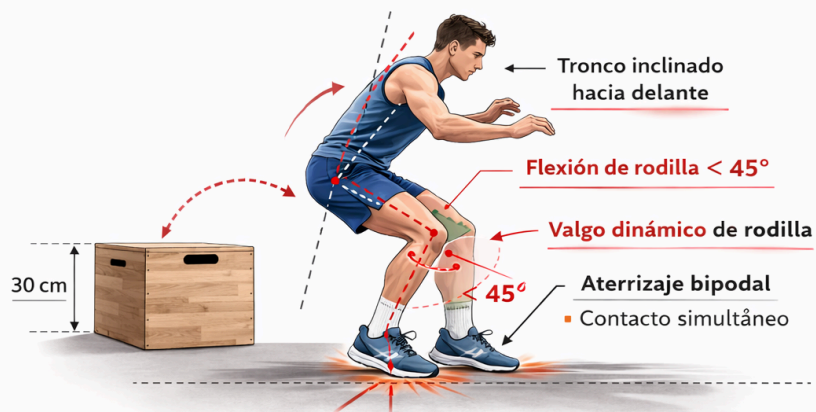
Vista frontal – Aterrizaje desde cajón (30 cm)



LESS

Landing Error System Score

Vista lateral – Aterrizaje desde cajón (30 cm) – **Con errores**



Criterios evaluados (**con error**)

Flexión de rodilla < 45°



Valgo dinámico de rodilla



Tronco inclinado hacia adelante



Aterrizaje bipodal

