



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Afectación estabilométrica y propioceptiva en jugadores de balonmano con reconstrucción de ligamento cruzado anterior: un proyecto de investigación.

Stabilometric and proprioceptive impairment in handball players with anterior cruciate ligament reconstruction: a research project.

Afectación estabilométrica e propioceptiva en xogadores de balonmán con reconstrución de ligamento cruzado anterior: un proxecto de investigación.



Facultade de
Fisioterapia

Estudiante: Dña. Andrea López Enríquez

DNI: 45.141.576 M

Director: Prof. Francisco J. Senín Camargo

Convocatoria: Junio 2023

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	5
1. ABSTRACT.....	6
1. RESUMO.....	7
2. INTRODUCCIÓN.....	8
2.1 Tipo de trabajo.....	8
2.2 Motivación personal.....	9
3. CONTEXTUALIZACIÓN.....	10
3.1 Antecedentes.....	10
3.1.1. Balonmano y lesiones.....	10
3.1.2. Mecanismo lesional y factores de riesgo de rotura del LCA.....	11
3.1.3. Importancia funcional del LCA.....	13
3.1.4. Diagnóstico y tratamiento de la lesión del LCA.....	14
3.1.5. Recidivas en lesión del LCA.....	15
3.1.6. Propiocepción y factores estabilométricos.....	17
3.2 Justificación del trabajo.....	20
4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	22
4.1 Hipótesis:.....	22
4.1.1 Hipótesis nula (H_0).....	22
4.1.2 Hipótesis alternativa (H_1).....	22
4.2 Pregunta de investigación.....	22
4.3 Objetivos.....	23
4.3.1 General.....	23
4.3.2 Específicos.....	23
5. METODOLOGÍA.....	24
5.1 Estrategia de búsqueda bibliográfica.....	24
5.2 Ámbito de estudio.....	25
5.3 Período de estudio.....	25

5.4 Tipo de estudio.....	25
5.5 Criterios de selección	25
5.5.1 Criterios de inclusión.....	25
5.5.2 Criterios de exclusión.....	26
5.6 Justificación del tamaño muestral.....	26
5.7 Selección de la muestra	27
5.8 Descripción de las variables a estudiar	29
5.9 Mediciones y Exploración.....	34
5.9.1. Exploración.....	35
5.10 Análisis estadístico de los datos.....	45
5.11 Limitaciones del estudio	46
6. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO.....	48
7. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES	50
8. APLICABILIDAD DEL ESTUDIO.....	52
9. PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	53
9.1. Congresos.....	53
9.2. Revistas	53
10. MEMORIA ECONÓMICA.....	54
10.1. Infraestructura	54
10.2. Recursos materiales.....	54
10.3. Recursos humanos.....	54
10.4. Distribución del presupuesto	55
10.5. Posibles fuentes de financiación	56
11. BIBLIOGRAFÍA.....	57
12. ANEXOS.....	61
Anexo I. Cartel informativo.....	61
Anexo II. Hoja de información al participante.....	62
Anexo III. Documento de consentimiento informado.....	66

Anexo IV. Ficha de evaluación.....	67
Anexo V. Ficha de exploración.....	69
Anexo VI. Modelo de carta de presentación al Comité Autonómico de Ética de la Investigación de Galicia.	73

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla I. Tamaño muestral</i>	27
<i>Tabla II. Variables independientes</i>	29
<i>Tabla III. Variables dependientes</i>	30
<i>Tabla IV. Cronograma</i>	48
<i>Tabla V. Revistas científicas</i>	53
<i>Tabla VI. Recursos materiales</i>	54
<i>Tabla VII. Distribución del presupuesto</i>	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Plataforma estabilométrica PhysioSensing</i>	20
<i>Ilustración 2. Prueba de equilibrio en Y</i>	35
<i>Ilustración 3. Posición inicial del sujeto</i>	37
<i>Ilustración 4. Posición inicial de los pies</i>	37
<i>Ilustración 5. Posición sobre superficie inestable (espuma)</i>	37
<i>Ilustración 6. Gráfico de valor compuesto alterado en persona con reconstrucción de LCA</i>	38
<i>Ilustración 7. Interfaz prueba límites de estabilidad</i>	39
<i>Ilustración 8. Prueba límites de estabilidad</i>	39
<i>Ilustración 9. Gráfico de valores compuestos dentro de los valores normativos en prueba límites de estabilidad</i>	40
<i>Ilustración 10. Posición pies juntos</i>	40
<i>Ilustración 11. Posición de pies juntos sobre espuma</i>	40
<i>Ilustración 12. Posición unipodal</i>	41
<i>Ilustración 13. Posición unipodal sobre espuma</i>	41
<i>Ilustración 14. Posición de tándem</i>	41
<i>Ilustración 15. Posición tándem sobre espuma</i>	41
<i>Ilustración 16. Interfaz prueba cambio de peso rítmico para los dos planos: sagital y anteroposterior</i>	42
<i>Ilustración 17. Gráfica valor compuesto dentro del valor normativo en prueba cambio de peso rítmico</i>	43
<i>Ilustración 18. Posición de postura unilateral</i>	44
<i>Ilustración 19. Gráfico de resultados prueba postura unilateral</i>	44

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

LCA Ligamento cruzado anterior

UDC Universidad da Coruña

PICO Paciente, Intervención, Comparación, Resultado (Outcome)

COP Centro de presión

Y-BT Prueba de equilibrio en Y (Y Balance Test)

IMC Índice de Masa Corporal

Kg Kilogramos

m Metro

cm Centímetros

ANT Anterior

PL Posterolateral

PM Posteromedial

CEIC Comité Ético de Investigación clínica

CIOMS Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas

OMS Organización Mundial de la Salud

UNESCO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencias y la Cultura

JCR Journal Citation Reports

COFIGA Colegio Oficial de Fisioterapeutas de Galicia

AEF Asociación Española de Fisioterapeuta

1. RESUMEN

Introducción: La rotura del ligamento cruzado anterior es una de las lesiones más frecuentes en deportes de contacto como el balonmano, representando casi un 20%. Las personas con reconstrucción del ligamento cruzado anterior pueden presentar una disminución de niveles propioceptivos y estabilométricos de la rodilla, lo que podría aumentar el riesgo de una segunda lesión de dicho ligamento en 30 o 40 veces. La recidiva lesional tras una reconstrucción presenta una incidencia elevada y, a pesar de considerarse un problema multifactorial, parece que hay indicios que relacionan la elevada cantidad de recidivas con los déficits propioceptivos y estabilométricos. Estas recidivas suponen graves consecuencias tanto a nivel económico y sanitario, como en la vida de los deportistas. Por tanto, la recuperación de las funciones propioceptivas y estabilométricas después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior es fundamental, y por ello, es necesario estudiar con mayor profundidad y precisión los niveles propioceptivos y estabilométricos de los deportistas.

Objetivo: Comparar la capacidad propioceptiva y estabilométrica del miembro inferior en un grupo de jugadores/as de balonmano con reconstrucción del ligamento cruzado anterior respecto a un grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión.

Material y método: Se diseña un estudio descriptivo transversal de prevalencia. El estudio se realiza en jugadores de balonmano de ambos sexos entre 18-35 años con y sin reconstrucción del ligamento cruzado anterior un año después de la cirugía. Se evaluarán los niveles estabilométricos y propioceptivos de los deportistas a través de una plataforma de fuerza y diferentes pruebas específicas. Para ello, se realiza un conjunto de 7 pruebas, una prueba funcional (prueba de equilibrio en Y) y 6 pruebas en la plataforma estabilométrica: prueba clínica modificada de la interacción sensorial en el equilibrio, prueba de límites de estabilidad, prueba de sistema de puntuación de errores de equilibrio, prueba de cambio de peso rítmico, prueba de Romberg y prueba de postura unilateral. Se observarán los posibles déficits que puedan presentar en la ejecución de las diferentes pruebas solicitadas y la diferencia que existe entre ambos grupos.

Palabras clave: ligamento cruzado anterior, balonmano, propiocepción, estabilometría, Fisioterapia.

1. ABSTRACT

Background: Anterior cruciate ligament rupture is one of the most common injuries in contact sports such as handball, accounting almost 20%. People with anterior cruciate ligament reconstruction may have decreased proprioceptive and stabilometric levels of the knee, which could increase the risk of a second anterior cruciate ligament injury by 30 to 40 times. Injury recurrence after reconstruction has a high incidence and, despite being considered a multifactorial problem, it seems to be evidence linking the high number of recurrences with proprioceptive and stabilometric deficits. These recurrences have serious economic and health consequences, as well as serious consequences for the lives of athletes. Therefore, the recovery of proprioceptive and stabilometric functions after reconstruction of the anterior cruciate ligament is essential, and for this reason, it is necessary to study in greater depth and precision the proprioceptive and stabilometric levels of athletes

Objective: To compare the proprioceptive and stabilometric capacity of the lower limb in a group of handball players with reconstruction of the anterior cruciate ligament with respect to a group of handball players without injury.

Methods: A descriptive cross-sectional prevalence study is designed. The study is performed in handball players of both genders between 18-35 years old with and without reconstruction of the anterior cruciate ligament one year after surgery. The stabilometric and proprioceptive levels of the athletes will be evaluated through a force platform and different specific tests. For this purpose, a set of 7 tests will be performed, a functional test (Y Balance Test), and 6 tests on the stabilometric platform: Modified Clinical Test of Sensory Interaction on balance, Limits of Stability, Balance Error Scoring System, Rhythmic Weight shift, Romberg's, Test and Unilateral Stance test. The possible deficits that they may present in the execution of the different tests requested and the difference that exists between both groups will be observed.

Keywords: anterior cruciate ligament, handball, proprioception, stabilometry, Physiotherapy.

1. RESUMO

Introdución: A rotura de ligamento cruzado anterior é unha das lesións máis frecuentes nos deportes de contacto como o balonmán, representando case o 20%. As persoas con reconstrución do ligamento cruzado anterior poden ter unha diminución dos niveis propioceptivos e estabilométricos do xeonllo, o que podería aumentar o risco dunha segunda lesión do ligamento cruzado anterior entre 30 e 40 veces. A recidiva da lesión tras a reconstrución presenta unha alta incidencia e, a pesar de considerarse un problema multifactorial, parece que existen indicios que relacionan o elevado número de recidivas con déficits propioceptivos e estabilométricos. Estas recorrencias teñen graves consecuencias tanto a nivel económico e sanitario, como na vida dos deportistas. Polo tanto, a recuperación das funcións propioceptivas e estabilométricas tras a reconstrución do ligamento cruzado anterior é fundamental, polo que é necesario estudar con maior profundidade e precisión os niveis propioceptivos e estabilométricos dos deportistas.

Obxectivo: Comparar a capacidade propioceptiva e estabilométrica do membro inferior nun grupo de xogadores de balonmán con reconstrución do ligamento cruzado anterior con respecto a un grupo de xogadores de balonmán sen lesión.

Material e método: Deséñase un estudo transversal descritivo de prevalencia. O estudo realízase en xogadores de balonmán de ambos sexos entre 18 e 35 anos con e sen reconstrución do ligamento cruzado anterior un ano despois da cirurxía. Avaliaranse os niveis estabilométricos e propioceptivos dos deportistas mediante unha plataforma de forza e diferentes probas específicas. Para iso realízase un conxunto de 7 probas, unha proba funcional (proba de equilibrio en Y) e 6 probas na plataforma estabilométrica: proba clínica modificada de interacción sensorial en equilibrio, proba de límites de estabilidade, proba de sistema de puntuación de erros de equilibrio, proba de cambio de peso rítmico, proba de Romberg e proba de postura unilateral. Observaranse os posibles déficits que poidan presentar na execución das distintas probas solicitadas e a diferenza que exista entre ambos grupos.

Palabras chave: ligamento cruzado anterior, balonmán, propiocepción, estabilimetría, Fisioterapia.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 TIPO DE TRABAJO

La modalidad seleccionada para la realización de este trabajo de fin de grado es un proyecto de investigación. La investigación se inicia a partir de la identificación de un problema y requiere establecer hipótesis y objetivos concretos y utilizar instrumentos de medida precisos y reproducibles (1).

Se entiende como proyecto de investigación un proceso sistemático, organizado y objetivo, destinado a responder una pregunta. Es sistemático porque se aplica el método científico, realizando la identificación de un problema, revisión de los conocimientos existentes, formulación de una hipótesis, definición del objetivo del estudio y se recogen unos datos según un diseño preestablecido para obtener unas conclusiones, que deberán ser difundidas y evaluadas por los profesionales sanitarios. Por organizado se entiende que todos los miembros de un equipo investigador siguen un mismo protocolo de estudio. El término objetivo indica que las conclusiones que se obtienen se basan en hechos que se han observado, medido y analizado, intentando evitar impresiones subjetivas y cualquier prejuicio en la interpretación de los resultados (1).

Por tanto, en este proyecto se plantea un estudio descriptivo, transversal, observacional y retrospectivo de prevalencia, cuyo objetivo es comparar las variables estabilométricas y propioceptivas en jugadores/as de balonmano un año después de la cirugía de ligamento cruzado anterior (LCA) y jugadores/as de balonmano sin lesión.

- Según su finalidad, se considera un estudio descriptivo, no busca evaluar una presunta relación causa-efecto, sino que sus datos son utilizados con finalidades puramente descriptivas y busca generar hipótesis etiológicas que deberán ser contrastadas posteriormente con estudios analíticos.
- Según su secuencia temporal, se considera transversal, ya que los datos de cada sujeto representan un momento en el tiempo y, dado que las variables se han medido de forma simultánea, no puede establecerse una secuencia temporal, ni abordar una relación causa-efecto.
- Según el control de la asignación del factor de estudio, se considera observacional, ya que el investigador no asigna un factor de estudio, se limita a observar, medir y analizar determinadas variables en los sujetos.

- Según el inicio del estudio en relación con la cronología de los hechos estudiados, se considera un estudio retrospectivo, ya que es posterior a los hechos estudiados.
- Se trata de un estudio descriptivo transversal de prevalencia, ya que trata de estimar la prevalencia de una determinada característica en la población estudiada a partir de una muestra representativa de la misma (1).

2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL

El motivo que me ha llevado a escoger este tipo de trabajo es acercarme al campo de la investigación, tener una toma de contacto con cómo se diseña un proyecto de este tipo y adquirir las competencias necesarias para futuros trabajos que pueda realizar en estudios de doctorado o colaborando con otros investigadores.

Este trabajo pretende realizar una pequeña aportación para determinar los posibles factores de riesgo que influyen en las numerosas recidivas de la rotura de ligamento cruzado anterior, con el fin de prevenirlas y de mejorar la claridad y efectividad de la rehabilitación de este tipo de lesiones.

La principal motivación para estudiar en profundidad la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) nace de una experiencia personal. Hace 7 años, jugando a balonmano sufrí una rotura del ligamento cruzado anterior de forma parcial, abordado con tratamiento conservador. El año pasado, tras continuar la práctica deportiva, sufrí una rotura completa del mismo y del menisco interno de mi rodilla izquierda, por lo que tuve que ser intervenida quirúrgicamente.

La rehabilitación de esta lesión ha sido larga y dura, con altibajos tanto a nivel físico como emocional a lo largo de la misma. A raíz de vivir de primera mano la rehabilitación de una lesión tan grave como esta y, a su vez, como estudiante de Fisioterapia, me surgió a lo largo de toda la carrera un gran interés por la lesión y su proceso de rehabilitación. A todo esto, se suma la gran empatía que siento por los pacientes con esta patología y mi papel como futura fisioterapeuta interesada en el ámbito deportivo.

Por todo ello, decidí enfocar mi trabajo fin de grado en esta patología, dada su alta incidencia en balonmano, tratando de aportar nuevas estrategias de valoración desde la Fisioterapia, que permitan disminuir las numerosas recidivas que experimentan este tipo de pacientes.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1 ANTECEDENTES

3.1.1. Balonmano y lesiones

El balonmano es un deporte de equipo fundado en 1946 e incluido en la lista de los Juegos Olímpicos por primera vez en 1972. La popularidad de este deporte ha aumentado en los últimos años y, en la actualidad, hay aproximadamente 25 millones de jugadores en todo el mundo (2).

En España, se alcanzaron en 2022 las 98.861 licencias, siendo 61.232 hombres (61,9%) y 37.629 mujeres (38,1%), representando un 2,4% de los deportes practicados en España, según los datos de estadística de deporte federado del Consejo Superior de Deportes (CSD). En estos datos, Galicia presenta 9.995 licencias de balonmano (3).

La práctica de balonmano tiene múltiples beneficios cardiovasculares, metabólicos, musculares y psicosociales, sin embargo, el balonmano es un deporte de alta intensidad e impacto en el que los jugadores están expuestos a una gran exigencia física, produciéndose un elevado número de lesiones, que afectan al rendimiento individual y colectivo, influyendo en la calidad de vida y carrera de los jugadores (2,4). Estas lesiones son fruto de las demandas específicas de alta intensidad que se producen durante el juego como aceleraciones, frenazos, cambios de dirección, lanzamientos repetitivos, sprints, saltos, aterrizajes bruscos y numerosos contactos entre los jugadores (2,4,5).

Las lesiones en balonmano pueden darse por contacto con otro jugador (3,2%), sin contacto, es decir, sin la intervención de un oponente (72-95%), lesiones traumáticas o lesiones por uso excesivo. Según el estudio de Takahashi, el número de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) sin contacto en balonmano fue significativamente mayor que el número de lesiones por contacto (68,5%) (4,6,7). Las lesiones por mecanismos sin contacto son causadas por fuerzas generadas dentro del cuerpo del deportista como pivotar, movimientos de desaceleración rápida, detención, cortar y cambiar de dirección, aterrizar o saltar. Estas acciones son las más habituales en la práctica deportiva y suponen más de un 70% del total (8,9).

El balonmano se encuentra entre los deportes con las tasas de lesiones más altas (82,2 %) dentro de los deportes olímpicos. Según la revisión de Raya-González (2) la incidencia de lesiones en el balonmano oscila entre 1,7 y 7,8 lesiones/1000 horas de

exposición. Se evidencia mayor incidencia de lesiones durante los partidos, es decir, durante la competición, en comparación con los entrenamientos (2,4).

Las tareas motoras del balonmano se caracterizan por la asimetría, utilizando la pierna contraria al lado dominante del jugador para realizar las acciones de salto y aterrizaje. El carácter unilateral de las acciones de juego, la inestabilidad y el contacto son la causa más importante de lesiones agudas o traumatismos (5).

Los factores de riesgo que contribuyen al aumento de la incidencia de lesiones pueden ser la gran demanda física y fisiológica del sistema musculoesquelético, la baja condición física, la técnica incorrecta, la falta de flexibilidad, los altos volúmenes e intensidades de entrenamientos y también el inadecuado tratamiento rehabilitador de las lesiones (2,5).

La evidencia científica ha demostrado una mayor prevalencia de lesiones en miembros inferiores que en miembros superiores, cabeza y cuello (5), representando entre el 40% y el 77% total de las mismas (2). Las zonas más afectadas, representando aproximadamente un 20% cada una, son principalmente tobillo y rodilla, especialmente en los ligamentos, como el talofibular (peroneoastragalino anterior) y el ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA) (5), debido a la implicación de estas articulaciones en patrones específicos de las acciones más habituales en balonmano (2).

Según la revisión de Vila (4), una de las lesiones más graves que pueden experimentar estos deportistas y, que conlleva un largo período de recuperación, es la rotura del LCA. Además, encontraron que la estabilidad difiere según la posición de juego en el campo. Los jugadores que juegan por delante de la línea de 6 metros tienen mayor incidencia de lesiones y, se podría decir, que la posición de pivote es la de mayor riesgo de lesión (4).

Esto, unido a otros factores de riesgo que analizaremos a continuación, hacen que esta patología sea una de las más importantes que pueden experimentar los jugadores/as de balonmano.

3.1.2. Mecanismo lesional y factores de riesgo de rotura del LCA.

La lesión se produce cuando se somete al ligamento a una carga superior a la que puede contrarrestar. El mecanismo de lesión del LCA está compuesto por factores extrínsecos (perturbaciones físicas y visuales, fortalecimiento y las interacciones con la superficie) e intrínsecos (anatómicos, neuromusculares, hormonales y biomecánicos) (10).

Podemos clasificar las lesiones en función al grado de afectación del LCA, pudiendo distinguir entre: parcial, completa o avulsión (9).

Existen varios mecanismos que pueden comprometer al LCA, de forma aislada o en combinación con lesión de otras estructuras adyacentes: deportistas que realizan saltos con aterrizajes con la rodilla en valgo y el fémur en aducción y rotación interna, lo que carga excesivamente los ligamentos de la rodilla (teoría de dominancia de los ligamentos); con la rodilla en una posición extendida y con una activación excesiva del cuádriceps en relación con los isquiotibiales, lo que genera un esfuerzo cortante anterior en la tibia (teoría de dominancia del cuádriceps); deficiencias en el control motor del tronco (teoría de dominancia del tronco) y grandes asimetrías entre las piernas (teoría de dominancia de la pierna). Esto sucede normalmente en los movimientos de aterrizaje y cambios de dirección en los gestos deportivos, donde las fuerzas de torsión y tensión sobre el ligamento son máximas (10).

De hecho, el mecanismo de lesión más frecuente suele producirse por una rotación interna de cadera, con la rodilla casi extendida por completo, el pie plantado y el cuerpo desacelerando, lo que lleva a un colapso en valgo de la rodilla (valgo dinámico).

Los principales factores de riesgo lesional del LCA pueden clasificarse como intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos son aquellos inherentes al individuo que, a su vez, puede ser no modificables, aquellos que no pueden ser alterados desde el punto de vista práctico como la edad, el género, factores anatómicos, genéticos y hormonales; y factores modificables, que pueden ser alterados por la intervención humana, como los factores neuromusculares y biomecánicos. Los factores de riesgo extrínsecos son aquellos que están fuera del control del individuo, como los factores ambientales (8,9).

El riesgo de lesión de ligamento cruzado anterior es más frecuentes entre los 15 y los 45 años, con un pico entre los 16 y los 18, debido a un estilo de vida más activo y una mayor participación en los deportes (11,12).

Por otro lado, en relación al sexo, desde la pubertad se evidencian muchos cambios y diferencias sexuales entre hombres y mujeres, como incrementos de peso, dimensiones y longitud de los huesos, lo que tiene especial influencia en el riesgo de sufrir rotura del LCA en las mujeres. De hecho, la incidencia de este tipo de lesiones en las mujeres es 4 veces más alta que en el caso de los hombres, debido, seguramente, a las diferencias en fuerza muscular, control neuromuscular, factores hormonales, variaciones pélvicas y de las extremidades inferiores, mayor laxitud ligamentosa y la influencia de los estrógenos en las características de los ligamentos (8,9,12).

La disposición anatómica de cada deportista es propia y no puede ser alterada por la práctica. Los factores anatómicos que pueden influir en el riesgo de lesión del LCA son un IMC alto, el tamaño de la muesca intercondílea (cuando es más pequeña el ligamento suele ser más débil), sobrepronación de la articulación subastragalina (aumenta la traslación de la tibia con respecto al fémur y la tensión sobre el LCA), excesivo valgo de rodilla, laxitud ligamentosa generalizada de las articulaciones y la hiperextensión de la rodilla (aumentan hasta 2,7 veces el riesgo de lesión) (8,9).

Los factores neuromusculares también pueden ser determinantes en la rotura del LCA y, además, pueden ser modificados por el entrenamiento o práctica deportiva. Hacen referencia fundamentalmente a los desequilibrios en la fuerza entre ambas piernas y la disminución del control neuromuscular del movimiento de la rodilla, tronco y cadera. Se destaca la importancia de la disminución o asimetría en la fuerza de cuádriceps (>15% afecta a la ejecución de patrones de movimiento, la mecánica del salto y el aterrizaje) y asimetría de fuerza entre cuádriceps e isquiotibiales (9).

En lo relativo a los factores ambientales o extrínsecos, puede tener mucha influencia la superficie de juego. Cuanto más rígida es la superficie (como el hormigón), menos ayuda a disipar la fuerza de aterrizaje, aumentando la fuerza de reacción del suelo y, con esto, el riesgo de rotura del LCA. En cambio, las superficies menos rígidas (como la resina, parqué, arena o el tartán), ayudan a disipar la fuerza de aterrizaje, reduciendo la fuerza de reacción del suelo y, así, el riesgo de rotura del LCA (9).

Otros factores a destacar podrían ser los cambios rápidos en la propiocepción, el aumento del impacto o las situaciones no anticipadas, donde se ha demostrado que existe un mayor riesgo de lesión del LCA.

3.1.3. Importancia funcional del LCA

La función principal del LCA en un 90% es limitar la translación anterior de la tibia, pero también, de manera secundaria, limita la rotación tibial y ayuda a prevenir la extensión excesiva y los movimientos de varo y valgo de la rodilla. Todas sus funciones permiten el mantenimiento de la estabilidad de la rodilla (9,10,12). Además, un LCA intacto protege los meniscos de las fuerzas de cizallamiento que se producen durante las maniobras de aterrizaje tras un salto, pivotar o desacelerar tras una carrera (10).

El LCA contiene una importante cantidad de mecano-receptores como los corpúsculos de Ruffini, los corpúsculos de Pacini, estructuras similares a las de Golgi (2,5%) y terminaciones nerviosas libres, por tanto, influye directamente en el control

neuromuscular de la articulación de la rodilla. El propósito del LCA es detectar los cambios en la dirección del movimiento, la posición de la articulación de la rodilla y los cambios en la velocidad, la aceleración y la rigidez (11).

Por tanto, la rotura o lesión del LCA va a provocar laxitud anteroposterior (hallazgo más significativo) y, a su vez, una disminución de la respuesta propioceptiva, que puede conllevar inestabilidad funcional y pérdida del control sensoriomotor (9,13).

3.1.4. Diagnóstico y tratamiento de la lesión del LCA

Cuando se produce una rotura o desgarro agudo del LCA los jugadores refieren escuchar o sentir un chasquido o estallido, acompañado de dolor significativo, derrame en la rodilla, inestabilidad articular, reducción del movimiento de la rodilla y dificultad para soportar peso o carga (8,12).

Para el diagnóstico de una rotura del LCA se realiza un examen físico y pruebas de imagen. Dentro de las pruebas manuales que evalúan la integridad del LCA se recomienda el uso de la prueba de Lachmann (sensibilidad 87% y especificidad 97%), el test de desplazamiento del pivote o pivot shift (sensibilidad 49% y especificidad 98%) y la prueba del cajón anterior de rodilla (11) que, desarrolladas por un profesional experimentado, aumentan su fiabilidad (sensibilidad del 85% y especificidad del 98%) (10).

Como parte de la evaluación diagnóstica y para la planificación quirúrgica, se recomienda la resonancia magnética dada su alta sensibilidad y especificidad reportadas (97% y 100%, respectivamente) para la detección de lesión del LCA. Además, la resonancia magnética puede ayudar a identificar daños asociados en otras estructuras de la rodilla como en el menisco, cartílago articular y ligamentos colaterales, lo que influirá en el enfoque del tratamiento (8,11).

El enfoque principal de la lesión puede ser tratamiento quirúrgico o conservador, seguido de un programa de rehabilitación para restaurar la estabilidad y cinemática de la rodilla, para garantizar un regreso seguro a la práctica deportiva. El 98% de los traumatólogos y cirujanos ortopédicos recomiendan la reconstrucción del LCA para pacientes que desean volver a practicar deporte (9). Sin embargo hay personas que optan por un tratamiento conservador, que puede resultar eficaz en pacientes que realizan actividades deportivas no competitivas o evitan deportes de contacto (12).

En cuanto al abordaje quirúrgico, la reparación puede realizarse mediante sutura, re inserción o reconstrucción anatómica mediante autoinjerto tendinoso. La

reconstrucción del LCA es la técnica de elección, se ha recomendado tradicionalmente para restaurar la laxitud anteroposterior y rotatoria de la rodilla en pacientes jóvenes y sanos con el deseo de participar en deportes de pivote, como puede ser el balonmano, a un nivel competitivo (11).

La reconstrucción del LCA se realiza por medio de una intervención en la que se reemplaza el ligamento roto por una plastia de un tejido óptimo para desarrollar su función. El tejido utilizado puede provenir de la propia persona lesionada (autoinjerto o tejido autólogo) o de un donante (banco de implantes). El uso de autoinjerto asegura buenos resultados funcionales para deportistas de élite, ya que las condiciones del injerto (fuerza, dureza y estabilidad) son las propias del sujeto y mejoran la adaptación (9). Los ensayos aleatorizados de reconstrucción primaria del LCA han demostrado que los autoinjertos de los isquiotibiales (los tendones de los músculos semitendinoso y grácil) y el tendón rotuliano tienen resultados similares (11).

Las personas que elijan un tratamiento conservador deben someterse a Fisioterapia para restaurar la movilidad y fortalecer la musculatura adyacente (sobre todo cuádriceps e isquiotibiales), preservando la función de la rodilla. Sin embargo, sin tratamiento quirúrgico, la rodilla tiende a permanecer más inestable y vulnerable a lesiones. Mientras los pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico mejoran significativamente la estabilidad de la rodilla (12).

Tras la intervención quirúrgica, o como base del tratamiento conservador, la Fisioterapia juega un papel primordial, con el objetivo de restablecer los rangos de movimiento de la rodilla, prevenir la hipotrofia muscular, disminuir el dolor y la hinchazón, evitar tensión innecesaria en el ligamento reconstruido, restaurar niveles propioceptivos y estabilométricos, fortalecimiento muscular y readaptación al deporte específico del paciente. La rehabilitación debe comenzar de forma precoz tras la primera semana después de la cirugía, o inmediatamente en caso de tratamiento conservador y, puede alargarse hasta los 9 o 10 meses para la vuelta a la práctica deportiva (10,11).

3.1.5. Recidivas en lesión del LCA.

Son muchas las evidencias que alertan del riesgo de volver a sufrir una lesión entre aquellos que se someten a una reconstrucción del LCA.

Tras la cirugía de reconstrucción del LCA se reconstruye el tejido dañado anatómicamente, sin embargo, es posible que este no llegue a conseguir las propiedades que tenía el original, es por eso que, Gokeler. (9), afirma que solamente el

60% de los pacientes conseguirá una recuperación total después de la intervención, volviendo a jugar al nivel previo a su lesión después de la reconstrucción del LCA (9). Son muchos los factores que pueden incidir en este proceso como el tipo de operación, protocolo de prevención o proceso de rehabilitación. Según van Melick, el 35% de los deportistas que sufren una reconstrucción del LCA no vuelven al nivel deportivo previo a la lesión en los dos años siguientes (9).

Existen ciertos factores de riesgo de re-lesión del LCA, como puede ser la lesión previa. La tasa de incidencia de lesión del LCA en deportistas que se sometieron a una reconstrucción del LCA es 15 veces más alto que la rotura de un LCA normal. Un estudio reciente muestra que 3-22% de los deportistas operados de reconstrucción del LCA vuelven a sufrir esta patología en el mismo ligamento, es decir, una rotura del injerto, y entre el 3-22% en la pierna contralateral durante los primeros 5 años posteriores a la primera reconstrucción del LCA (9). Además, este riesgo es mayor durante el primer año después de la cirugía (12). Las atletas femeninas tienen 4 veces más probabilidades de sufrir una segunda lesión del LCA en cualquiera de las rodillas y 6 veces más probabilidades de sufrir una nueva lesión del LCA en la rodilla contralateral que los atletas masculinos (8).

El principal factor de riesgo de recidiva tras la reconstrucción del LCA es la alteración de los patrones de movimiento que se producen en ambas piernas. Estas alteraciones, que pueden deberse a un déficit o asimetría de fuerza en la rodilla afectada, producen una carga asimétrica entre las articulaciones y técnicas poco económicas durante la práctica deportiva, lo que aumenta el riesgo de sufrir una recidiva de la lesión del LCA (9).

Según Di Stasi, hasta 4 años después de la reconstrucción del LCA se siguen observando alteraciones en las estrategias de atenuación y generación de fuerza, principalmente durante el aterrizaje en los saltos, por esa alteración de patrones de movimiento, y asimetrías cinéticas en rodillas y cadera (9).

Los 4 principales predictores biomecánicos de riesgo de lesión son el aumento del movimiento de la rodilla en el plano frontal durante el aterrizaje, asimetrías en el plano sagital de la rodilla durante el contacto inicial, déficits en la estabilidad postural y aumento del momento de rotación interna de la cadera no afectada durante el aterrizaje (9). En los pacientes con lesión del LCA se observa una disminución del equilibrio y el rendimiento de la fuerza y un aumento de las asimetrías bilaterales en comparación con los controles sanos, además, también tienden a cargar más la pierna no lesionada

durante las tareas deportivas. Estas son probablemente las consecuencias de nuevas lesiones del LCA (14).

Además, en los pacientes con reconstrucción del LCA se produce un daño o pérdida de los propioceptores de la rodilla. Una de las causas del aumento del riesgo de volver a lesionarse y de la disminución del rendimiento se atribuye a esta disminución de la propiocepción después de una reconstrucción del LCA.

Otro factor de riesgo importante de recidiva lesional puede ser un período de tiempo inferior a los plazos habituales para el regreso a la actividad deportiva. Aquellos que regresan al deporte tienen un riesgo seis veces mayor de sufrir una lesión del LCA que las personas que no se lesionan (15).

Además, existen varios problemas derivados de este tipo de patologías a largo plazo, como la osteoartritis. Los deportistas con lesiones del LCA tienen hasta 10 veces más probabilidades de desarrollar artritis degenerativa de la rodilla de aparición temprana, una afección que limita la capacidad para participar en deportes y puede provocar dolor crónico y discapacidad (9,13,15).

Como se ha descrito, las recidivas lesionales del LCA tienen un origen multifactorial, siendo uno de estos factores los posibles déficits estabilométricos y propioceptivos que presente el deportista en su regreso a la práctica deportiva.

3.1.6. Propiocepción y factores estabilométricos.

La propiocepción es la capacidad que permite la orientación del cuerpo en el espacio mediante la percepción de la posición y el movimiento de las articulaciones. Comprende el equilibrio y la capacidad de adaptación y de reacción. Los receptores de la propiocepción están situados en músculos, articulaciones, tendones y en la piel. La propiocepción presenta 3 cualidades: el sentido postural, el sentido cinestésico y el sentido de la fuerza (16).

Como ya se ha mencionado, en el LCA están presentes propioceptores como son las terminaciones nerviosas libres, receptores de Ruffini, receptores de Pacini y terminaciones similares a órganos tendinosos de Golgi. Estos receptores detectan cambios en la dirección del movimiento, en la aceleración, velocidad, tensión y una estimación de la posición de la articulación, enviando esa información sobre la posición, fuerza y rango de movimiento de rodilla al sistema nervioso central (15,17). Por tanto, el ligamento cruzado anterior (LCA) juega un papel importante en la propiocepción de la rodilla manteniendo la estabilidad y la funcionalidad de la articulación.

La lesión del LCA provoca un daño y una pérdida o disminución de estos propioceptores, ya que la reconstrucción quirúrgica no permite la reinervación, lo que podría alterar la entrada somatosensorial al sistema nervioso central y provocar una disminución de la propiocepción de la rodilla, contribuyendo a un mayor riesgo de una segunda lesión del LCA (13,15). Por tanto, los desgarros del ligamento cruzado anterior conducen no solo a inestabilidad mecánica sino también a deterioro de la propiocepción, con el consiguiente déficit de control postural (18).

Como observaron Arumugam A. en 2019 y Fleming JD. en 2022 en sus respectivos estudios, la propiocepción está reducida en las rodillas con reconstrucción del LCA en comparación con la rodilla contralateral, así como en comparación con personas sanas, de 6 a 24 meses tras el tratamiento quirúrgico. Esta retroalimentación sensorial disminuida puede provocar inestabilidad funcional persistente, deficiencia cinestésica y pérdida del control neuromuscular (13,15).

La pérdida del control sensoriomotor y la disminución de la propiocepción es una de las principales causas de una segunda lesión del LCA, representando un aumento del riesgo de 30 a 40 veces, sobre todo cuando se requiere alto rendimiento (13,15). El deterioro de la propiocepción en pacientes con reconstrucción del LCA podría facilitar la aparición de posiciones de rodilla desfavorables durante las tareas de salto o aterrizaje, que con frecuencia se ejecutan en deportes como el balonmano.

Además, la resonancia magnética funcional ha revelado que las personas con lesión del LCA muestran una menor activación en varias áreas corticales sensoriomotoras y una mayor activación en las áreas motoras presuplementarias en comparación con los controles con rodillas asintomáticas. Las personas con reconstrucción del LCA adaptan una estrategia visual-sensorial-motora en lugar de una estrategia sensoriomotora normal debido a la retroalimentación sensorial alterada tras la lesión del LCA (17).

En estrecha relación con la propiocepción se encuentran los factores estabilométricos. La estabilimetría es una evaluación y control del equilibrio postural y estabilidad del paciente. El equilibrio se logra mantener mediante un conjunto de sistemas de control sensoriomotor que incluyen información sensorial de la visión, la propiocepción y el sistema vestibular, recibida a través de los ojos, músculos y articulaciones. El equilibrio contribuye a una buena estabilidad postural (16). Cuando estos sistemas están lesionados o deficientes, el equilibrio puede verse afectado, por ejemplo, en lesiones de rodilla. El mantenimiento del equilibrio dinámico depende del funcionamiento adecuado del sistema de control postural, que sostiene el centro de presión (COP) dentro del

campo de apoyo. En los deportes, como el balonmano, el proceso de control del equilibrio juega un papel importante.

La reconstrucción del LCA y su rehabilitación influyen en los sistemas posturales, la estabilidad postural y la distribución del peso (19). Existen déficits de control postural postoperatorios en tareas funcionales, que van desde aquellas que son muy desafiantes, como aterrizar y saltar, hasta tareas de baja demanda, como el equilibrio de pie estático con una sola pierna (20).

Una de las principales herramientas clínicas para evaluar la estabilidad dinámica y propiocepción en pacientes con reconstrucción del LCA es la prueba de equilibrio en Y (Y Balance Test o Y-BT), una modificación de la prueba de equilibrio de la estrella (Star Excursion Balance test) basada en 8 direcciones (21). El Y-BT evalúa el control postural y el equilibrio dinámico de las extremidades inferiores, midiendo la capacidad del usuario para mantener el equilibrio mientras realiza movimientos en las direcciones anterior, posterolateral y posteromedial; valorando el alcance relativo de las extremidades inferiores derecha e izquierda en las 3 direcciones, así como la diferencia de lado a lado en el alcance relativo para cada dirección. Estas tareas de alcance están diseñadas para desafiar el control postural, la fuerza, el rango de movimiento y las habilidades propioceptivas (22). Por tanto, es útil para detectar déficits funcionales asociados con reconstrucción del LCA e identificar a aquellos con mayor riesgo de lesiones en las extremidades inferiores.

Actualmente, la herramienta más aclamada para la evaluación del equilibrio dinámico es la plataforma estabilométrica o de fuerza (ver Ilustración 1), cuyo propósito es registrar los movimientos del centro de presión (COP). Esta plataforma permite medir diferentes sistemas sensoriales implicados en el equilibrio (vestibulares, visuales y somatosensoriales), cambios en las respuestas motoras automáticas y voluntarias, estrategias posturales, desviaciones del centro de gravedad y cambios en los límites de estabilidad a través de una serie de test (23).

Estas pruebas se utilizan para analizar objetivamente el equilibrio, la propiocepción y la respuesta postural en diferentes situaciones de complejidad (ojos abiertos o cerrados, superficies firmes o inestables), así como monitorizar pequeños cambios de balanceo.

Por tanto, es útil para evaluar el control postural y el equilibrio en campos específicos que requieren una sensibilidad alta, como en atletas, y en los programas de entrenamiento de extremidades inferiores y equilibrio para ayudar a la vuelta al deporte.



Ilustración 1. Plataforma estabilométrica PhysioSensing

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La rotura del LCA es una de las lesiones más frecuentes en el deporte, sobre todo en deportes de contacto como el balonmano, representando casi un 20%. Esto es debido a la predominancia de las acciones asimétricas como saltos con una sola pierna, aterrizajes, cortes laterales y habilidades motoras realizadas en la extremidad de apoyo, que se observan habitualmente en balonmano.

En condiciones normales, un LCA sano se encarga de mantener la estabilidad y funcionalidad de la rodilla, así como la propiocepción, equilibrio y control neuromuscular del miembro inferior. Las personas que sufren una lesión del LCA y son sometidos a una reconstrucción del mismo, pueden presentar una disminución de niveles propioceptivos y estabilométricos de la rodilla (13), entendidos como inestabilidad mecánica y déficit de control postural, lo que podría aumentar el riesgo de una segunda lesión del LCA de 30 a 40 veces (15). Cuando las personas vuelven a jugar sin normalizar las deficiencias en las piernas lesionadas y las asimetrías bilaterales, es probable que aumente el riesgo de una nueva lesión del LCA. Alrededor del 20% de los deportistas operados de reconstrucción del LCA sufren una rotura del injerto, y alrededor de otro 20% sufren una lesión en la pierna contralateral durante los primeros 5 años posteriores a la primera reconstrucción (9).

Estas recidivas se asocian con graves consecuencias negativas tanto a nivel económico como sanitario, como son el incremento de los costes relacionado con los tratamientos aplicados, la reducción del éxito del equipo debido a los largos tiempos de inactividad, el riesgo de sufrir complicaciones derivadas de la lesión y la disminución de la calidad de vida de los deportistas, pudiendo afectar la salud mental de los mismos.

Como se observa, la recidiva lesional tras una reconstrucción del LCA presenta una incidencia elevada y, a pesar de considerarse un problema multifactorial, parece que hay indicios de que uno de los factores que puede ir asociado a la elevada cantidad de recidivas es el déficit propioceptivo y estabilométrico que pueden presentar los deportistas.

La recuperación de las funciones propioceptivas y estabilométricas después de la reconstrucción del LCA es de importancia crítica para la restauración de la fuerza, el rango de movimiento y la integridad del injerto.

Por ello, es necesario valorar con mayor precisión los niveles propioceptivos y estabilométricos de los deportistas, al objeto de visualizar esos posibles déficits que justifiquen, en parte, la elevada incidencia de recidivas y ayuden a mejorar los programas de rehabilitación y de prevención aplicados ante este tipo de lesión.

Por todo esto, se plantea la realización de un estudio descriptivo transversal de prevalencia, donde se propone un análisis de los niveles propioceptivos y estabilométricos en un grupo de jugadores/as de balonmano, con y sin reconstrucción del ligamento cruzado anterior un año después de la cirugía, utilizando diversas pruebas funcionales y test específicos. Este análisis permitirá observar cómo se encuentran los niveles propioceptivos y estabilométricos en las dos poblaciones de estudio, identificando si existen diferencias significativas entre ambas que pongan de manifiesto la existencia de este factor de riesgo anteriormente mencionado.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

4.1 HIPÓTESIS:

4.1.1 Hipótesis nula (H_0)

No se observan diferencias significativas en los niveles estabilométricos y propioceptivos entre jugadores/as de balonmano un año después de la cirugía del LCA y jugadores/as de balonmano sin lesión.

4.1.2 Hipótesis alternativa (H_1)

Se observan diferencias significativas en los niveles estabilométricos y propioceptivos entre jugadores/as de balonmano un año después de la cirugía del LCA y jugadores/as de balonmano sin lesión.

4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El interrogante de investigación al que se pretende dar respuesta se realizará atendiendo a la estructura o método PICO. Los componentes básicos de este acrónimo PICO son los siguientes:

- Situación, paciente o grupo de pacientes con una misma condición clínica (*Patient*): jugadores/as de balonmano un año después de la cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior.
- Intervención (*Intervention*): valoración de niveles estabilométricos y propioceptivos con diferentes pruebas.
- Comparación (*Comparison*): un grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión.
- Resultado (*Outcome*): diferencias en los niveles estabilométricos y propioceptivos entre ambos grupos.

¿Existen diferencias significativas en los niveles estabilométricos y propioceptivos entre jugadores/as de balonmano un año después de la cirugía del LCA vs jugadores/as de balonmano sin lesión?

4.3 OBJETIVOS

4.3.1 General

- Comparar la capacidad propioceptiva y estabilométrica del miembro inferior en un grupo de jugadores/as de balonmano con reconstrucción del LCA respecto a un grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión.

4.3.2 Específicos

- Identificar la incidencia de lesión del LCA en la pierna dominante en jugadores/as de balonmano.
- Determinar si existe afectación propioceptiva y estabilométrica del miembro inferior en un grupo de jugadores/as de balonmano con reconstrucción del LCA y un grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión al realizar: la prueba de equilibrio en Y (Y Balance Test), prueba de interacción sensorial sobre el equilibrio, prueba de límites de estabilidad, prueba de cambio de peso rítmico, prueba de sistema de puntuación de errores de equilibrio, prueba de Romberg y prueba de postura unilateral.
- Precisar cuáles son los test más alterados y en qué porcentaje, en cada uno de los grupos estudiados.
- Observar si existe correlación de las variables independientes con déficits propioceptivos y estabilométricos.

5. METODOLOGÍA

5.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos del ámbito sanitario durante el mes de febrero de 2023, con el objetivo de obtener la evidencia científica más reciente y contrastada sobre el tema a tratar en el proyecto.

Las bases de datos empleadas fueron las siguientes:

- Cocrayne Library
- Pubmed
- Scopus
- Dialnet
- PEDro

Las palabras clave utilizadas en la búsqueda fueron las siguientes:

- “Balonmano”: el término empleado fue “handball”.
- “Reconstrucción ligamento cruzado anterior”: el término empleado fue “anterior cruciate ligament reconstruction”.
- “Propiocepción”: los términos empleados fueron “proprioception” y “proprioceptive impairment”
- “Estabilimetría”: los términos utilizados fueron “stabilometry”, “stabilometric parameters” y “stabilometric affectation”.

Estos términos Mesh fueron relacionados para la búsqueda mediante los operadores booleanos “AND” y “OR”. La búsqueda se limita a través de filtros. Los filtros empleados fueron el idioma, incluyendo solo aquellos artículos publicados en español, inglés, alemán y portugués, estudios realizados en seres humanos y publicados en los últimos 5 años.

Para completar la búsqueda se realizó también una “búsqueda inversa” o “búsqueda por pares”, encontrando artículos de interés citados en las referencias de los artículos que se iban seleccionando en la búsqueda inicial, de forma que se encontraron autores y documentos relevantes del tema a tratar.

5.2 ÁMBITO DE ESTUDIO

El estudio se desarrollará en la Facultad de Fisioterapia de la Universidad da Coruña (UDC). Los sujetos que participarán en el estudio deberán reunir los criterios de selección establecidos y aceptar participar de forma voluntaria en el estudio.

Los participantes del estudio serán jugadores y jugadoras de balonmano de entre 18 y 35 años, federados en la Federación Gallega de balonmano, pertenecientes a equipos que compitan en categoría autonómica o nacional y que cumplan con los demás criterios de selección.

5.3 PERÍODO DE ESTUDIO

El estudio se desarrollará entre febrero de 2023 y diciembre de 2024.

5.4 TIPO DE ESTUDIO

Como se menciona anteriormente, con el fin de resolver la pregunta de investigación propuesta, se plantea un estudio descriptivo transversal de prevalencia.

Se plantea un estudio de prevalencia, ya que el objetivo es determinar la prevalencia de déficits propioceptivos y estabilométricos en jugadores/as de balonmano con y sin reconstrucción del LCA, a partir de una muestra representativa de ambos grupos.

5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

5.5.1 Criterios de inclusión

Para ambos grupos:

- Edad comprendida entre los 18 y 35 años.
- Jugadores o jugadoras profesionales de balonmano federados en un equipo de categoría autonómica gallega o nacional.
- Disponer de consentimiento informado.
- Ninguna patología de rodilla adicional (13).

Para el grupo de sujetos sin lesión:

- No lesiones de miembro inferior en el último año.

Para el grupo de sujetos operados:

- Sometidos a una reconstrucción unilateral de ligamento cruzado anterior mediante una técnica similar (injerto de tendón isquiotibial) (24).
- Sin antecedentes ni signos de lesión en la rodilla contralateral (24).
- Período igual o superior a un año desde la operación y hasta 2 años tras la intervención, habiendo retornado a la práctica deportiva. Ser dado de alta tanto por su médico como por su fisioterapeuta para volver al nivel de participación que tenía antes de la lesión (25).

5.5.2 Criterios de exclusión

Para ambos grupos:

- Sujetos que estén cursando otras patologías motrices, físicas o psíquicas que puedan interferir en la ejecución o comprensión de las pruebas de evaluación.
- Cirugías previas de patología de miembro inferior.

Para el grupo de sujetos con reconstrucción del LCA:

- Si presentan dolor en el momento de las pruebas (24).

5.6 JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

Tras consultar con una experta estadística, que cuenta con una amplia trayectoria y experiencia en investigaciones relacionadas con las ciencias de la salud y el deporte, a continuación, se detalla el tamaño de la muestra para cada uno de los grupos que se pretenden estudiar.

Para dicho cálculo se emplea la calculadora Granmo, proporcionada por el Instituto Hospital del Mar de Investigaciones Médicas (IMIM), en la opción de proporciones: estimación poblacional (26).

Una muestra aleatoria de 29 individuos es suficiente para estimar, con una confianza del 95% y una precisión de +/- 15 unidades porcentuales, un porcentaje poblacional que previsiblemente será de alrededor del 80%. El porcentaje de reposiciones necesaria se ha previsto que será del 5%.

En la Tabla I se muestra el cálculo del tamaño muestral modificando la precisión de la estimación.

Se ha seleccionado una precisión de +/- 15 unidades porcentuales porque un N de 29 sujetos por grupo se corresponde con el número máximo de individuos que se podría asumir en los plazos marcados para la ejecución del proyecto. Por tanto, un total de 29 individuos, con edades comprendidas entre los 18 y 35 años, serán seleccionados en cada uno de los grupos para participar voluntariamente en este estudio.

Tabla I. Tamaño muestral

NIVEL DE CONFIANZA	PROPORCIÓN ESTIMADA	REPOSICIONES	PRECISIÓN	N (en cada grupo)
95%	80%	5%	9	80
95%	80%	5%	10	65
95%	80%	5%	12	45
95%	80%	5%	15	29
95%	80%	5%	20	17

5.7 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Las personas participantes en el estudio se seleccionan entre jugadores y jugadoras de balonmano que estén federados en la Federación Gallega de Balonmano.

El proceso de reclutamiento comenzará con una fase de divulgación, enviando una carta de presentación del estudio a la Federación Gallega de Balonmano. En ella se explica la metodología y objetivos del trabajo, solicitando que difundan esta información entre los integrantes los diferentes clubes de balonmano de categoría Senior Femenino y Senior Masculino que compitan en una liga autonómica o nacional.

Otros medios empleados serán un cartel informativo ([Anexo I](#)) que se enviará tanto a la Federación Gallega de Balonmano como a los directivos de los diferentes clubes gallegos, así como a través de correo electrónico y redes sociales (Facebook, Instagram y Twitter). Se facilitará un teléfono y dirección de correo electrónico de contacto para las personas que deseen inscribirse.

A todos aquellos individuos que de forma voluntaria decidan participar en el estudio, se les enviará un correo electrónico con datos más específicos en cuanto al lugar, la fecha y hora de la evaluación. A modo de recordatorio, se les enviará un mensaje de texto y/o se les llamará telefónicamente dos días antes de la fecha acordada para confirmar la cita.

Los participantes en el estudio serán distribuidos en dos grupos en función de sus características: un grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión y un grupo de jugadores/as de balonmano con reconstrucción del LCA.

En el supuesto caso de que el número de personas interesadas en participar sea excesivo y no se pueda ser asumido en los plazos establecidos para la realización del estudio, se realizará un muestreo probabilístico aleatorio, con el objetivo de que todos los individuos tengan una probabilidad idéntica de ser seleccionados. Además, se tratará de que ambos grupos sean homogéneos, realizando una estratificación por sexo. Para llevar a cabo la estratificación y aleatoriedad de los grupos se hará uso del software estadístico EPIDAT, versión 4.2.

5.8 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES A ESTUDIAR

A continuación, se muestran reflejadas en las tablas I y II las variables independientes y dependientes que se van a analizar en el presente estudio, indicando el material y métodos que se utilizan para su medición y el valor de cada una de ellas.

Tabla II. Variables independientes

Variables independientes		
VARIABLES	VALOR	MATERIAL Y MÉTODOS
Datos sociodemográficos	Edad (años) Sexo (hombre/mujer)	Entrevista
Variables antropométricas	Peso(kg) Talla (m) IMC (kg/m ²)	Báscula Tallímetro Calculadora
Variable grupo	Grupo sin lesión Grupo con lesión	Entrevista
Variable lado dominante	Derecho Izquierdo	Entrevista
Lado de la lesión del LCA	Izquierdo Derecho	Entrevista

Tabla III. Variables dependientes

Variables dependientes			
VARIABLES	VALOR	MATERIAL Y MÉTODOS	
PUNTUACIÓN TEST EN Y	Respuesta normal: 94%	Test de equilibrio en Y	
	Respuesta alterada: <94%		
PRUEBA INTERACCIÓN SENSORIAL EN EL EQUILIBRIO S U B V A R I A B L E S	Respuesta normal	Plataforma estabilométrica PhysioSensing	
	Respuesta alterada		
	Superficie firme con ojos abiertos		Respuesta normal
			Respuesta alterada
	Superficie firme con ojos cerrados		Respuesta normal
			Respuesta alterada
	Superficie inestable con ojos abiertos		Respuesta normal
			Respuesta alterada
	Superficie inestable con ojos cerrados		Respuesta normal
			Respuesta alterada

PRUEBA LÍMITES DE ESTABILIDAD		Respuesta normal Respuesta alterada	Plataforma estabilométrica PhysioSensing
PRUEBA ERRORES DE EQUILIBRIO (BESS)		Respuesta normal Respuesta alterada	Plataforma estabilométrica PhysioSensing
S	Dos pies juntos sobre una superficie firme	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
U	Pie no dominante sobre una superficie firme	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
B	Pie no dominante sobre una superficie firme	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
V	Posición tándem (pie no dominante detrás) sobre una superficie firme	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
A	Dos pies juntos sobre una superficie inestable	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
R	Pie no dominante sobre una superficie inestable	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
I	Pie no dominante sobre una superficie inestable	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
A	Posición de tándem (pie no dominante detrás) sobre una superficie inestable	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
B	Posición de tándem (pie no dominante detrás) sobre una superficie inestable	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
L	Posición de tándem (pie no dominante detrás) sobre una superficie inestable	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
E	Posición de tándem (pie no dominante detrás) sobre una superficie inestable	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
S	Posición de tándem (pie no dominante detrás) sobre una superficie inestable	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	

CAMBIO DE PESO RÍTMICO		Respuesta normal	Plataforma estabilométrica PhysioSensing	
		Respuesta alterada		
SUBVARIABLES	Desplazamiento del peso izquierda/derecha	Respuesta normal		
		Respuesta alterada		
	Desplazamiento del peso delante/atrás	Respuesta normal		
		Respuesta alterada		
PRUEBA DE ROMBERG		Respuesta normal		Plataforma estabilométrica PhysioSensing
		Respuesta alterada		
SUBVARIABLES	Superficie firme con ojos abiertos	Respuesta normal		
		Respuesta alterada		
	Superficie firme con ojos cerrados	Respuesta normal		
		Respuesta alterada		
	Superficie inestable con ojos abiertos	Respuesta normal		
		Respuesta alterada		
		Respuesta normal		
		Respuesta alterada		
Superficie inestable con ojos cerrados	Respuesta normal			
	Respuesta alterada			

POSTURA UNILATERAL		Respuesta normal	Plataforma estabilométrica PhysioSensing
		Respuesta alterada	
S U B V A R I A B L E S	Pierna izquierda con ojos abiertos	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
	Pierna izquierda con ojos cerrados	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
	Pierna derecha con ojos abiertos	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	
	Pierna derecha con ojos cerrados	Respuesta normal	
		Respuesta alterada	

5.9 MEDICIONES Y EXPLORACIÓN

Los participantes que se presenten voluntarios y cumplan los criterios de inclusión serán citados para realizar las mediciones en la Facultad de Fisioterapia de la UDC. Se contactará con ellos vía telefónica y por correo electrónico.

En primer lugar, se realizará una entrevista con cada voluntario, donde se le informará de las pruebas que se le van a realizar y se recogerá la información necesaria y las mediciones antropométricas de cada participante. Se le entregará una “hoja de información al participante” ([Anexo II](#)) donde se describe de forma detallada el proyecto, su metodología, finalidad, objetivos y en qué consiste la participación de cada sujeto. Después se dejará un período de tiempo para revolver posibles dudas que puedan surgir a los participantes. A continuación, y con la autorización los mismos, cada sujeto procederá a firmar de forma libre y voluntaria el “Modelo de consentimiento informado” ([Anexo III](#)).

Acto seguido y con la información recogida, se procederá a comprobar que cada participante cumple con los criterios de selección de acuerdo con el grupo al que pertenezcan. El fisioterapeuta encargado de la entrevista de cada sujeto completará la “Ficha de evaluación” ([Anexo IV](#)) donde se recoge toda la información y medidas necesarias de cada individuo.

Dentro de estas variables, las primeras que se recogerán son las medidas antropométricas. Para estas mediciones, los participantes se colocarán en ropa interior y descalzos en el centro de la plataforma de medición. Estas pruebas se realizarán siempre en un entorno privado que respete la intimidad de la persona. Se le pedirá que coloque los talones a la misma altura, los miembros superiores a lo largo del cuerpo en posición natural y que reparta de forma equitativa el peso del cuerpo en ambas extremidades inferiores. En esta posición, el fisioterapeuta pasará a realizar las mediciones de peso y tallaje. Con estos datos, se calculará el IMC de cada sujeto. Para la medición de la longitud de los miembros inferiores se mide desde la cresta ilíaca anterosuperior hasta el maléolo medial de cada lado con el participante en decúbito supino.

Una vez explicadas las pruebas, realizadas las mediciones de las variables independientes y comprobados los criterios de selección, se procederá a realizar las pruebas estabilométricas y propioceptivas de las extremidades inferiores, cuyos resultados se recogerán en la “Ficha de exploración” ([Anexo V](#)).

El examen constará de una prueba funcional, prueba de equilibrio en Y (Y Balance Test) y 6 pruebas realizadas en la plataforma estabilométrica o de fuerza "PhysioSensing". Todas las pruebas se realizarán sin calzado para eliminar la estabilidad adicional de los zapatos.

5.9.1. Exploración

a) Prueba de equilibrio en Y (Y Balance Test).

Se realizará un dispositivo Y-Balance a mano con tres largos trozos de cinta adhesiva en las direcciones anterior (ANT), posterolateral (PL) y posteromedial (PM) para formar una "Y". La prueba se realiza con el sujeto descalzo y con un apoyo monopodal sobre la ubicación central con las manos colocadas sobre las crestas ilíacas. El sujeto debe tratar de llegar lo más lejos posible con la extremidad opuesta a la extremidad en apoyo, a lo largo de las líneas en el suelo en las 3 direcciones, tocar ligeramente la cinta métrica con la punta de la extremidad que se estira sin cambiar el peso hacia ella y volver a la posición inicial sin perder el equilibrio y sin mover ni levantar el pie de apoyo (ver Ilustración 2). Se realizan 3 repeticiones para cada pierna en las 3 direcciones y, para evitar la fatiga, la extremidad medida se alterna en cada dirección. Se registra la distancia máxima de alcance en cada dirección y con ambas piernas. El fisioterapeuta mide con una cinta métrica en el suelo la distancia obtenida (en cm) para cada dirección. Para el análisis posterior de los resultados de esta prueba se realiza anteriormente la medición de las extremidades inferiores (20–22,27,28).



Ilustración 2. Prueba de equilibrio en Y

La puntuación compuesta (composite score), entendida como distancia de alcance normalizada, se calcula para cada pierna. Después de realizar las 3 mediciones de cada dirección y con cada pierna se calcula el promedio de las tres mediciones. Las distancias de alcance se normalizarán a la longitud anatómica de la pierna. La puntuación compuesta se calcula sumando las distancias medias de alcance de ANT, PM y PL, dividiéndolas por tres veces la longitud de la pierna del participante y luego multiplicándolas por 100 para obtener un porcentaje: $(ANT + PM + PL) / (3 \times \text{longitud de la extremidad}) \times 100$.

Los posibles valores obtenidos en la prueba serán:

- Respuesta normal: puntuación compuesta superior al 94%.
- Respuesta alterada: puntuación compuesta inferior al 94%. La distancia de alcance normalizada (composite score) inferior al 94,0 % tiene 6,5 veces más probabilidades de sufrir una lesión en las extremidades inferiores. En específico, un rendimiento asimétrico absoluto superior a 4 cm en la dirección ANT tiene 2,5 veces más probabilidades de sufrir lesiones en las extremidades inferiores (22). Si el jugador/a se encuentra por debajo de los rangos establecidos para la población sana, se podría considerar que tiene un déficit en el control postural dinámico del miembro inferior, lo que se considera como un importante factor de riesgo de lesión.

A continuación, se realizarán 6 pruebas en la plataforma estabilométrica o de fuerza PhysioSensing. En todas las pruebas el sujeto se colocará descalzo sobre la plataforma, en la posición inicial indicada por cada test.

Para la posición inicial, que será común para el inicio de la mayoría de las pruebas, el sujeto debe colocarse con ambos pies descalzos sobre la plataforma, con los brazos a lo largo del cuerpo y la mirada al frente durante la realización de los test (ver ilustración 3). Para la posición inicial de los pies debe alinear el maléolo medial con la línea blanca horizontal de la superficie de la plataforma, la pared lateral del calcáneo con la línea azul más gruesa y separar los antepiés para situarse en una postura cómoda (ver Ilustración 4).



Ilustración 3. Posición inicial del sujeto



Ilustración 4. Posición inicial de los pies

b) Prueba Clínica Modificada de la Interacción sensorial en el equilibrio para cuantificar el control postural

El sujeto se coloca sobre la plataforma en la posición de referencia descrita inicialmente. La prueba tiene como objetivo cuantificar la velocidad de balanceo postural durante 4 condiciones sensoriales: ojos abiertos en superficie firme, ojos cerrados en superficie firme, ojos abiertos en superficie inestable (espuma) y ojos cerrados en superficie inestable (espuma) (ver Ilustración 5). La persona debe mantener la posición durante 10 segundos y se realizarán 3 pruebas para cada condición. La prueba mide la velocidad media de oscilación del centro de presión (COP) y alineamiento del centro de presión (COP) (29).



Ilustración 5. Posición sobre superficie inestable (espuma)

Los posibles valores obtenidos en la prueba serán:

- Respuesta normal: el sujeto no presenta alteración en ninguna de las 4 condiciones, de forma que los valores compuestos de cada condición se encuentren dentro de los valores normativos que proporciona el Software de la plataforma.
- Respuesta alterada: el sujeto presenta alteración en alguna de las 4 condiciones de la prueba. Alguno de los valores compuestos de cada condición no se encuentra dentro de los valores normativos (ver ilustración 6). Los resultados fuera de los valores normativos sobre la superficie firme indican que la persona tiene dificultad para incorporar información somatosensorial en el control del equilibrio.

Velocidad media de oscilación del COP (°/s)

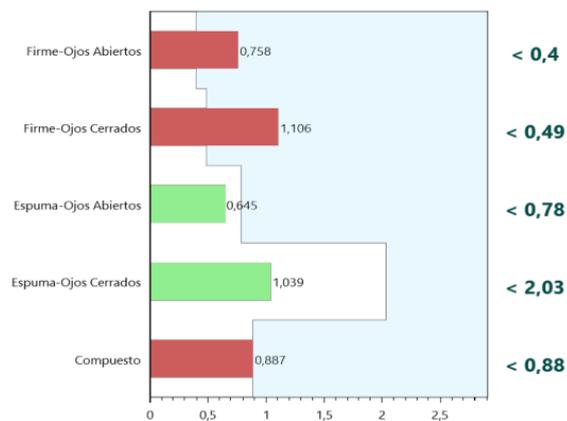


Ilustración 6. Gráfico de valor compuesto alterado en persona con reconstrucción de LCA

c) Prueba límites de estabilidad

El sujeto se coloca sobre la plataforma en la posición de referencia descrita. La prueba tiene como objetivo medir la distancia máxima de desplazamiento del centro de presión (COP) hasta los límites de estabilidad sin perder el equilibrio, en 8 direcciones diferentes (adelante, adelante/derecha, derecha, atrás/derecha, atrás, atrás/izquierda, izquierda y adelante/izquierda) (ver Ilustración 7 y 8). La prueba mide el tiempo de reacción, la velocidad de movimiento, la distancia del primer intento, la distancia máxima y el control de dirección de las 8 direcciones (29).

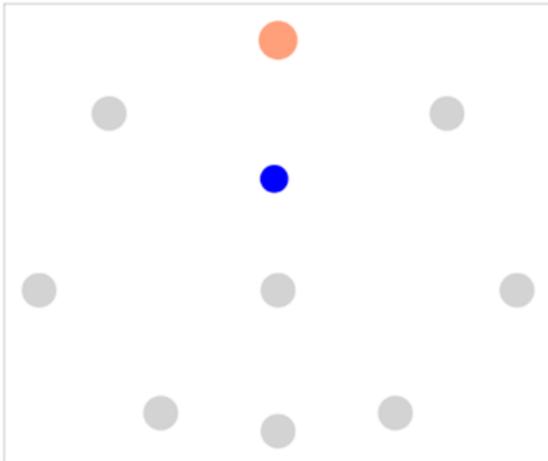


Ilustración 7. Interfaz prueba límites de estabilidad Ilustración 8. Prueba límites de estabilidad

Los posibles valores obtenidos en la prueba serán:

- Respuesta normal: el sujeto no presenta alteración en ninguna de las 8 direcciones, de forma que los valores compuestos de cada condición se encuentren dentro de los valores normativos (ver Ilustración 9). Esto indica un buen control motor voluntario y propiocepción, rango de movimiento y fuerza adecuados en las extremidades inferiores.
- Respuesta alterada: el sujeto presenta alteración en alguna de las condiciones de la prueba. Alguno de los valores compuestos de cada condición no se encuentra dentro de los valores normativos. La realización anormal o errónea puede indicar una discapacidad motora voluntaria como resultado de factores biomecánicos de alcance y fuerza, conciencia sensorial, trastornos de movimiento central o percepción (miedo). Los retrasos en el tiempo de reacción son indicadores de anomalías en el control motor. Las excursiones pueden estar restringidas por limitaciones biomecánicas. Los valores bajos de control de dirección, la distancia máxima o la distancia desde el primer intento son indicativos de un rango de movimiento limitado, debilidad y otras deficiencias musculoesqueléticas.

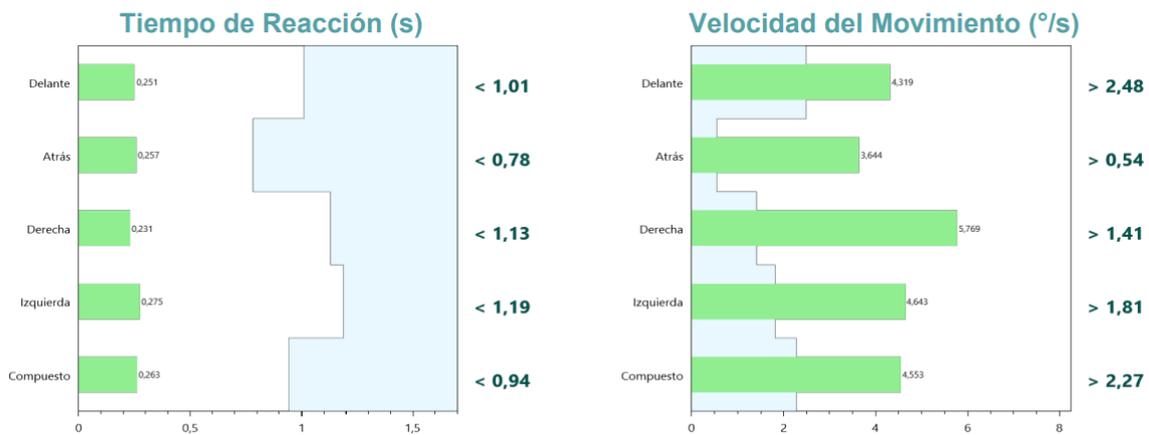


Ilustración 9. Gráfico de valores compuestos dentro de los valores normativos en prueba límites de estabilidad

d) Prueba de sistema de puntuación de errores de equilibrio (BESS)

La prueba tiene como objetivo medir la estabilidad postural en tres posiciones diferentes y sobre dos tipos de superficie (estable e inestable): dos pies juntos (ver ilustración 10 y 11), unipodal (con el pie no dominante) (ver ilustración 12 y 13) y la posición tándem (pie no dominante) (ver ilustración 14 y 15). El sujeto debe mantener cada posición durante 20 segundos con los ojos cerrados y las manos en las crestas ilíacas. El fisioterapeuta contabiliza el número de errores que comete en cada condición. Los errores que se consideran son: retirar las manos de las crestas ilíacas, dar un paso, tropezar o caer, levantar la parte delantera del pie o el talón y permanecer fuera de la posición por más de 5 segundos (29).



Ilustración 10. Posición pies juntos



Ilustración 11. Posición de pies juntos sobre espuma



Ilustración 12. Posición unipodal



Ilustración 13. Posición unipodal sobre espuma



Ilustración 14. Posición de tándem



Ilustración 15. Posición tándem sobre espuma

Los posibles valores obtenidos en la prueba serán:

- Respuesta normal: el sujeto realiza la prueba sin errores en ninguna de las 6 condiciones.
- Respuesta alterada: el sujeto comete errores en alguna de las condiciones. Podemos clasificarlos en 3 rangos: entre 1-3 errores sería alteración leve, entre 3-5 alteración moderada y más de 5 errores alteración grave. Los valores altos de velocidad de oscilación con el pie no dominante o en tándem sobre una superficie firme indican incapacidad para generar una estrategia de contrapeso más eficaz debido a limitaciones ortopédicas o dolor. Los individuos sanos podrían caer en esta condición, ya que esta prueba disminuye significativamente la base de apoyo.

e) Prueba cambios de peso rítmico

El sujeto se coloca en la posición inicial de referencia. La prueba tiene como objetivo medir la capacidad de transferencia del centro de presión (COP) rítmicamente en el plano sagital y anteroposterior a tres velocidades diferentes: lenta (3 segundos), moderada (2 segundos) y rápida (1 segundo). El participante visualiza en la pantalla una bola naranja que simula la posición de su centro de presión (COP) y debe tratar de alcanzar un objetivo que se mueve (bola gris) controlando la transferencia de carga al mismo ritmo que el punto gris y cambiando de dirección al alcanzar la línea azul, al mismo tiempo que suena un estímulo sonoro en forma de pitido (ver Ilustración 16) (29).

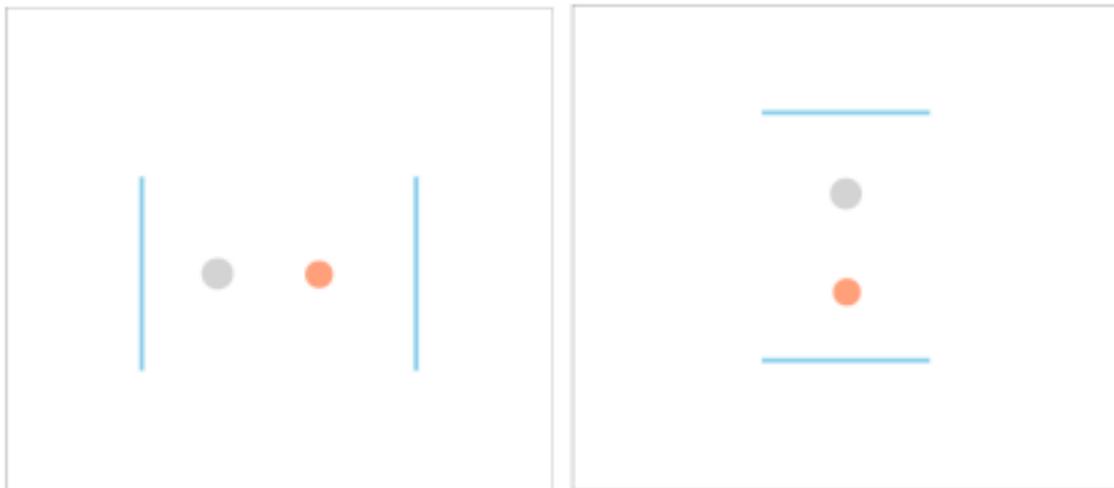


Ilustración 16. Interfaz prueba cambio de peso rítmico para los dos planos: sagital y anteroposterior

Los posibles valores obtenidos en la prueba serán:

- Respuesta normal: el sujeto alcanza la velocidad promedio y cubre la distancia entre los límites de movimiento especificados con un buen control direccional. Los valores compuestos de cada condición se encuentran dentro de los valores normativos (ver Ilustración 17). Las personas sanas pueden mantener un ritmo apropiado durante las variaciones rítmicas de peso con la velocidad adecuada y cambios mínimos fuera del eje.
- Respuesta alterada: el sujeto presenta alteración en alguna de las condiciones de la prueba. Alguno de los valores compuestos de cada condición no se encuentra dentro de los valores normativos, presentando velocidades de movimiento más lentas de lo normal, un control direccional deficiente o una combinación de ambas.

Velocidad en los Ejes - Delante/Atrás (°/s)

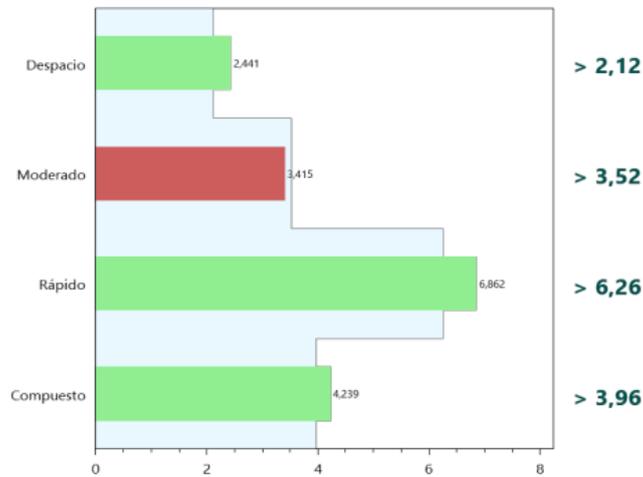


Ilustración 17. Gráfica valor compuesto dentro del valor normativo en prueba cambio de peso rítmico

f) **Prueba de Romberg**

La prueba tiene como objetivo evaluar el control postural con los pies juntos en dos superficies (estable e inestable) con los ojos abiertos y cerrados durante un tiempo predefinido (10,30,60,120 segundos). La prueba ayudará a descubrir cualquier propiocepción alterada, que pudiera estar enmascarada por la visión (29).

Los posibles valores obtenidos en la prueba serán:

- Respuesta normal: el sujeto no presenta ningún desequilibrio significativo con ojos abiertos y cerrados.
- Respuesta alterada: se considera respuesta alterada si en la prueba hay un desequilibrio significativo con los ojos cerrados o si el desequilibrio está presente con los ojos abiertos y empeora al cerrar los ojos.

g) **Prueba de postura unilateral**

La prueba tiene como objetivo cuantificar la capacidad del sujeto para mantener la estabilidad postural y el equilibrio sobre un apoyo monopodal con los ojos abiertos y cerrados durante 10 segundos (ver Ilustración 18). La prueba tiene 4 posiciones: pie izquierdo levantado con los ojos abiertos, pie izquierdo levantado con los ojos cerrados, pie derecho levantado con los ojos abiertos y pie derecho levantado con los ojos cerrados (29).

Los posibles valores obtenidos en la prueba serán:

- Respuesta normal: el sujeto no presenta alteraciones de forma que los valores compuestos de cada condición se encuentran dentro de los valores normativos.
- Respuesta alterada: el sujeto presenta alteración en alguna de las condiciones de la prueba. Alguno de los valores compuestos de cada condición no se encuentra dentro de los valores normativos (ver Ilustración 19). Los resultados fuera de los valores normativos o una caída en una pierna es un indicador sensible de discapacidad motora. Las consecuencias funcionales son significativas para el desempeño de actividades que requieren el equilibrio de una sola pierna, como puede ser el balonmano.



Ilustración 18. Posición de postura unilateral

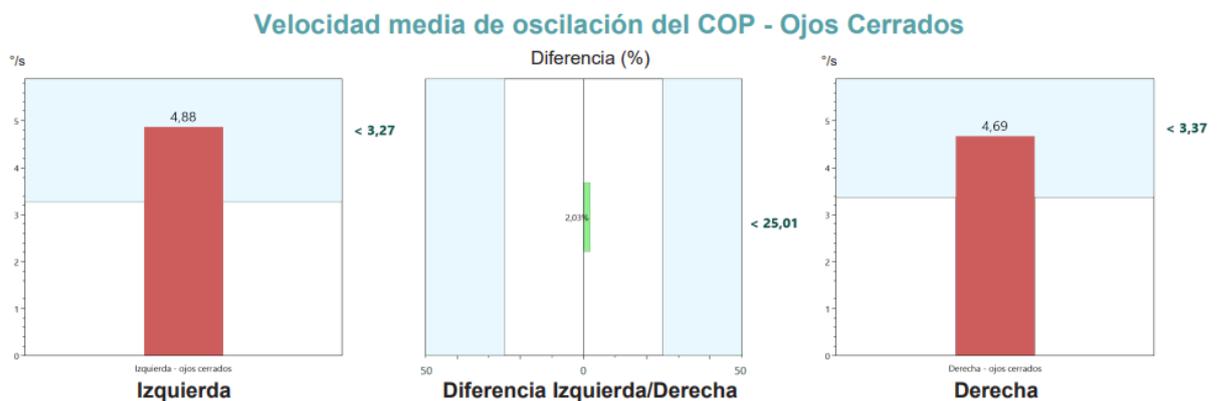


Ilustración 19. Gráfico de resultados prueba postura unilateral

5.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Siguiendo las directrices de una experta estadística anteriormente mencionada, a continuación, se resume el tipo de análisis que se llevaría a cabo una vez se hayan recogido todos los datos del estudio.

Para el análisis estadístico de los datos se emplean 2 software específicos, el SPSS 29.0 y/o el R Commander 4.0.5.

En primer lugar, se realiza una caracterización de la muestra, diferenciando grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión y grupo de jugadores/as de balonmano con reconstrucción del LCA, a través de los estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas (media, mediana, moda, desviación estándar, mínimo, máximo) y de las variables cualitativas (tablas de frecuencias y %).

A continuación, se aplicarían estos estadísticos descriptivos a las variables dependientes que se pretenden estudiar.

Se elaboran representaciones gráficas de las variables cualitativas con diagramas de barras, sectores y/o líneas; así como también de las variables cuantitativas mediante histograma, diagrama de cajas y bigotes, y/o diagrama de tallo y hojas.

Por último, se realizarán tablas de odds ratio (odds ratio, intervalo de confianza y magnitud del efecto) así como test de comparación de proporciones y/o test chi cuadrado para estudiar la relación de cada una de las muestras con las variables dependientes y observar las diferencias que puedan evidenciarse entre el grupo de deportistas sin lesión y el grupo con reconstrucción del LCA.

5.11 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En los siguientes puntos se muestran los posibles sesgos que pueden surgir en la realización del estudio:

- **Sesgo de selección.** Hace referencia a la obtención de sujetos para el estudio, ya que se trata de un estudio retrospectivo. Con el objetivo de reducirlo, se enviarán carteles informativos a la Federación Gallega de Balonmano y a todos los clubes pertenecientes a la misma para explicar el propósito de la investigación y que, de esta forma, pueda llegar a todos jugadores/as. Así, las personas que cumplan con los criterios de selección y quieran participar voluntariamente en el estudio, podrán hacerlo en igualdad de condiciones.
- **Sesgo de información.** Derivado de la forma de obtención de los datos y resultados durante el estudio. Para minimizarlo, las pruebas serán realizadas por dos fisioterapeutas experimentados y, al menos uno de ellos, con formación o experiencia en posturografía y el empleo de la plataforma estabilométrica. Además, la mayor parte de las pruebas se realizarán en la plataforma estabilométrica PhysioSensing, que es un equipo de posturografía de alta gama que cuenta con un Software muy desarrollado que recoge los datos con una elevada precisión.
- **Sesgo de confusión.** Deriva de la existencia de otras variables no consideradas en el estudio que podrían alterar los resultados. Para minimizarlo, se plantean unos criterios de selección minuciosos. La muestra se ciñe a jugadores/as en activo, por lo que el tiempo que llevan realizando el deporte puede ser muy desigual. Se encuentran, por un lado, jugadores/as muy jóvenes, y por otro lado jugadores/as más experimentados y de mayor edad. Esto puede conllevar a que los resultados de las pruebas difieran en función de sus características físicas y a que el tiempo que han tenido para sufrir lesiones del LCA sea muy desigual. En cualquier caso, se realizará un análisis teniendo en cuenta las diferentes variables independientes planteadas en el trabajo.

Otro aspecto para tener en cuenta es el tiempo de evolución tras la cirugía, ya que existe un amplio intervalo entre el criterio mínimo, un año después de la cirugía, y el criterio máximo, dos años tras la cirugía, pudiendo condicionar los resultados de la exploración.

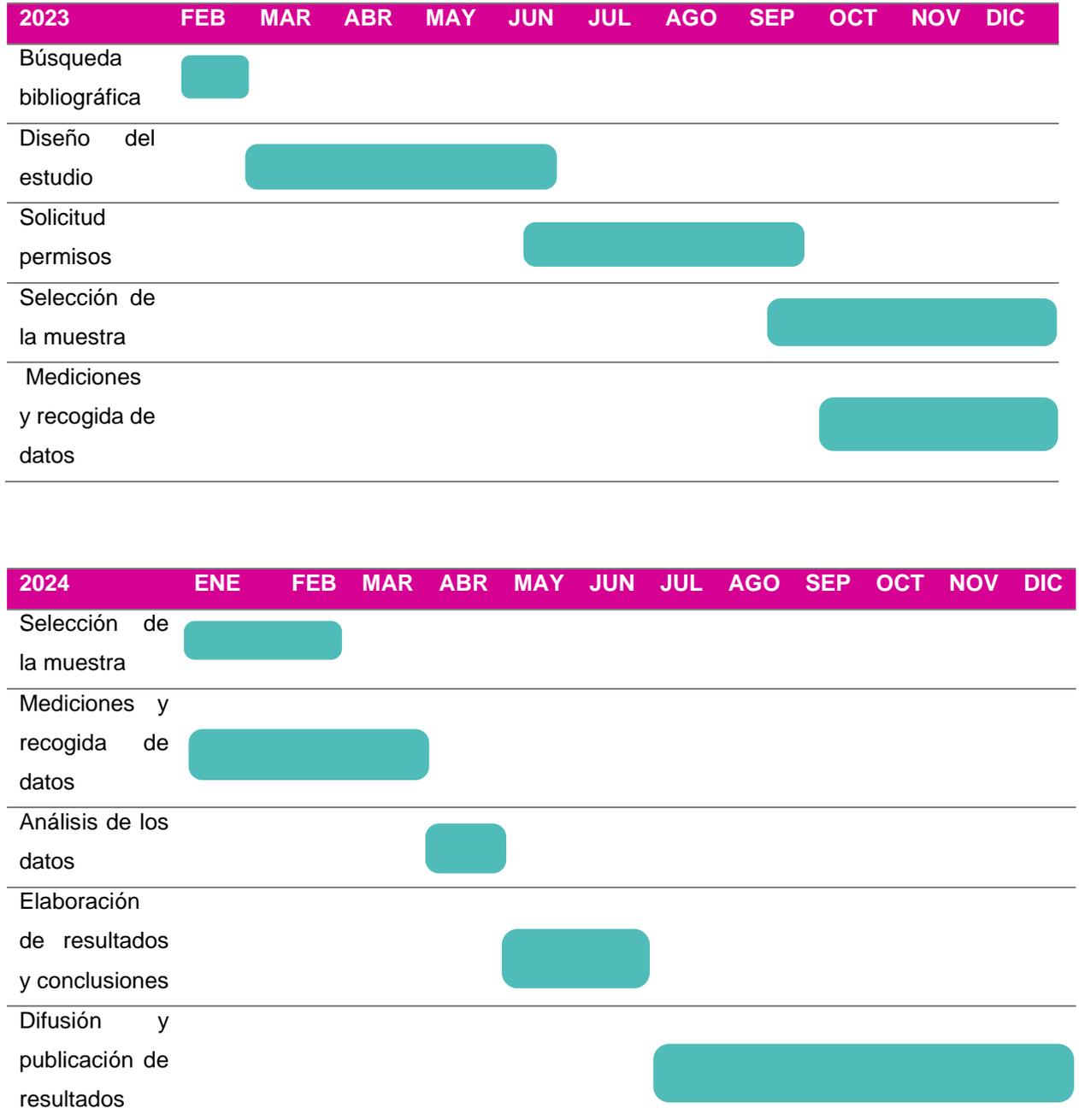
Otra limitación podría ser el tamaño de la muestra que se ha seleccionado, podría llegar a ser demasiado pequeña para sacar conclusiones sobre la influencia de los déficits estabilométricos y propioceptivos en recidiva de lesión del LCA. Esto podría solucionarse si se incluyesen en el estudio jugadores/as de otras comunidades autónomas españolas, aumentando así el tamaño de la muestra, valorando la posibilidad de realizar un estudio multicéntrico.

Del estudio se obtendrán resultados descriptivos de los valores estabilométricos y propioceptivos, por un lado, de un grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión y, por otro lado, de un grupo de jugadores/as de balonmano con reconstrucción del LCA, de manera que se podrán identificar diferencias sustanciales, si existiesen, en las pruebas realizadas, comparando ambos grupos. Sin embargo, estos resultados no permitirán sacar datos concluyentes que permitan determinar si estas alteraciones en las pruebas constituyen o no un factor de riesgo para recidivas del LCA. Por lo tanto, se requeriría de futuras investigaciones que ayuden a clarificar esta relación.

6. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO

En la tabla IV aparece la distribución de cada fase del estudio.

Tabla IV. Cronograma



El proyecto se iniciará en febrero de 2023, comenzando con la búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de ámbito sanitario, con el objetivo de obtener la información necesaria para contextualizar el tema a estudiar y la idea que se quiere realizar. A continuación, y una vez obtenida la suficiente evidencia científica relevante y actualizada, se llevó a cabo el diseño del estudio durante los meses de marzo, abril, mayo y junio de 2023. Tras tener elaborada la propuesta de investigación, se procede a solicitar los permisos pertinentes durante los meses de junio, julio agosto y septiembre de 2023.

El reclutamiento de los participantes comenzará en septiembre, con la publicitación del estudio, la difusión de la propuesta entre los equipos gallegos de balonmano, con ayuda de la Federación Gallega de Balonmano. La selección de la muestra se realizará de forma continuada durante 6 meses, hasta febrero de 2024, pudiendo extenderse este período en caso de no tener muestra suficiente, hasta completar el tamaño muestral deseado.

Las mediciones y recogida de datos durarán también 6 meses, comenzando en octubre y se extenderán hasta marzo de 2024.

Se estima que se cumpla esta cronología, pero, según la muestra y disponibilidad, estos plazos pueden ir alargándose si no hay suficientes participantes que cumplan los criterios de selección.

Se estima la medición máxima de 12 participantes a la semana, en jornadas diarias de 4 horas, con tres mediciones por día.

Una vez completadas las mediciones y recogida de datos, se procederá al análisis de los resultados en el mes de abril, para la posterior elaboración de resultados y conclusiones hasta finalizar en junio de 2024.

Por último, en los siguientes seis meses, se llevará a cabo un plan de difusión y publicación de los resultados obtenidos en el estudio en diferentes revistas y congresos desde julio a diciembre de 2024.

7. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES

El desarrollo de cualquier proyecto de investigación sobre seres humanos requerirá el informe favorable del Comité de Ética de la Investigación que garantice la protección de los derechos de las personas que pudiesen resultar afectados por la acción investigadora y la adecuación de los aspectos metodológicos, éticos y legales. Por tanto, debido a que el estudio se realiza en jugadores/as de balonmano, se solicita autorización al Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) de Galicia ([Anexo VI](#)), como se indica en la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica (30).

Dado que el estudio se realizará en la Facultad de Fisioterapia de la UDC y que se beneficiará de sus instalaciones y materiales, se pedirán los permisos necesarios a la directiva del centro y de la institución.

Todos los proyectos en los que los seres humanos son sujetos de investigación requieren que el sujeto sea plenamente informado y otorgue su libre consentimiento a participar (31). Por tanto, a todos los voluntarios se les explicará a través de un documento informativo en que consiste su participación en el estudio, con una explicación veraz y comprensible de las exploraciones que se van a realizar y los objetivos del proyecto, destacando su capacidad de libertad para abandonarlo en cualquier momento sin ningún tipo de penalización. Los participantes que estén de acuerdo y se comprometan con el estudio, tendrán que firmar un consentimiento informado, en base a la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica, por la que la persona acepta colaborar en el proyecto de forma libre, consciente y voluntaria. No obstante, puede revocar libremente por escrito su consentimiento en cualquier momento (32).

De acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (33), y el artículo 7 de la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica, se respetará la confidencialidad de los participantes y de sus datos personales y de salud en todo momento. Con este objetivo, se asignará un número de codificación único a cada participante, para así evitar que los sujetos puedan ser identificados (32).

Finalmente, los procedimientos que se lleven a cabo en este estudio respetarán los principios y normas éticas recogidos en los siguientes documentos:

- Declaración de Helsinki de 1964, con revisiones y actualizaciones posteriores (la última en Fortaleza en 2013) (34).
- Pautas Éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos (Ginebra 2016), preparadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) (35).
- Declaración universal sobre bioética y derechos humanos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencias y la Cultura (UNESCO) (Paris 2005) (36).

8. APLICABILIDAD DEL ESTUDIO

Este estudio pretende comparar los niveles estabilométricos y propioceptivos del miembro inferior entre un grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión y un grupo de jugadores/as de balonmano con reconstrucción del LCA. Para ello, se realiza un conjunto de pruebas funcionales y test específicos en una plataforma estabilométrica.

Este análisis, permitirá observar cómo se encuentran dichos niveles, así como determinar la prevalencia de los déficits propioceptivos y estabilométricos en las dos poblaciones de estudio, identificando si existen diferencias significativas entre ambas, que pongan de manifiesto la existencia de un posible factor de riesgo asociado a la recidiva de lesión del LCA.

Esto permitiría estudiar posteriormente una posible relación causa-efecto entre las alteraciones detectadas y la recidiva de lesión del LCA.

Identificar posibles déficits propioceptivos y estabilométricos permite, además, diseñar con mayor precisión los programas de rehabilitación y prevención de esta lesión, mejorando, por tanto, la efectividad y calidad de los mismos tras una reconstrucción del LCA y reduciendo las posibles recidivas.

Por último, indicar que los resultados del trabajo facilitarán que futuras investigaciones y/o evaluaciones puedan centrarse en aquellas pruebas o test que muestren mayores alteraciones o diferencias entre grupos, tratando de establecer un protocolo fiable y objetivo que permita valorar adecuadamente el estado de los deportistas antes de su regreso a la práctica deportiva de alta intensidad.

9. PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez terminado el estudio y recogidos y analizados los resultados, se prevé la difusión y publicación del mismo a través de diferentes medios. El plan de difusión comenzará en julio de 2024. Se presentará en congresos relacionados con la Fisioterapia, el deporte y la rehabilitación y readaptación deportiva. Se enviará a diferentes revistas de impacto con la finalidad de dar a conocer los resultados y conclusiones a diferentes profesionales e investigadores de la rama sanitaria y deportiva, para que pueda ser útil tanto en el ámbito clínico como para futuras investigaciones.

9.1. CONGRESOS

- Fifth World Congress of Sports Physical Therapy (Oslo, Norway. 2024).
- World Physiotherapy Congress (Tokyo, Japan, 2025).
- VIII Congreso Internacional de Prevención de Lesiones Deportivas (2024).
- XVIII Congreso nacional de Fisioterapia de la Asociación Española de Fisioterapeutas (AEF)
- XVI Congreso Nacional de la Federación Española de Medicina del Deporte 2025.

9.2. REVISTAS

En la Tabla V se muestran posibles revistas científicas con su factor de impacto (FI) actual, según datos del Journal Citation Reports (JCR) publicados en 2023:

Tabla V. Revistas científicas

Revistas científicas	Nombre abreviado	FI(JCR)
Journal of Physiotherapy	J Physiother	10.714
Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy	J Orthop Sport Phys	6.276
Physical Therapy	Phys Ther	3.140
Physiotherapy	Physiotherapy	3.704
European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine	Eur J Phys Rehab Med	5.313
Physical Therapy in Sport	Phys Ther Sport	2.920

10. MEMORIA ECONÓMICA

Los recursos necesarios para la realización del presente estudio son los siguientes:

10.1. INFRAESTRUCTURA

El proyecto se llevará a cabo en las instalaciones de la Facultad de Fisioterapia de A Coruña, ubicada en el campus de Oza de la UDC. En concreto, se utilizarán los laboratorios de Kinesiterapia y Terapia Manual, ubicados en la planta baja del edificio.

10.2. RECURSOS MATERIALES

En la siguiente tabla se presentan los materiales necesarios para la ejecución del estudio, tanto los recursos fungibles como inventariables.

Tabla VI. Recursos materiales

Recursos materiales	
MATERIAL FUNGIBLE	MATERIAL INVENTARIABLE
Material de oficina: papel, bolígrafos y folios	Camilla hidráulica
Material sanitario (papel de camilla, rollo de papel, gel hidroalcohólico)	Plataforma estabilométrica "PhysioSensing"
Cinta adhesiva	Espuma (base inestable)
Cinta métrica	Ordenador portátil
	Báscula digital con estadiómetro
	Material de archivo (carpetas y archivadores)

10.3. RECURSOS HUMANOS

Para realizar el estudio propuesto, como recursos humanos se necesitarán dos fisioterapeutas para llevar a cabo las mediciones, uno de ellos especialista en posturografía y en el empleo de la plataforma estabilométrica PhysioSensing, y un matemático especialista en bioestadística.

10.4. DISTRIBUCIÓN DEL PRESUPUESTO

La previsión inicial es poder realizar el proyecto a coste cero, en el caso de no poder optar a financiación. Para ello se emplearán todos los recursos disponibles en la UDC, contando con la colaboración desinteresada de diferentes profesionales que actualmente desarrollan una labor docente e investigadora en dicha universidad.

A continuación, en la Tabla VI se muestra una estimación del coste real del estudio, de cara a solicitar la financiación para su realización.

Tabla VII. Distribución del presupuesto

CONCEPTO	COSTE
1. Infraestructura	
Laboratorio de Kinesiterapia/Facultad de Fisioterapia UDC	4.000,00
Laboratorio de Terapia Manual /Facultad de Fisioterapia UDC	4.000,00
2. Recursos materiales	
• Material fungible	100,00
• Material inventariable	
Camilla hidráulica	2.500,00
Plataforma PhysioSensing.	10.000,00
Ordenador portátil	800,00
Báscula digital con estadiómetro	300,00
Material de archivo	10,00
3. Recursos humanos	
2 Fisioterapeutas	16.000,00
1 Matemático especialista en bioestadística	300,00
4. Otros gastos	
Impresión carteles y pósteres	300,00
Inscripción congresos	1.500,00
Gasto de publicación	1.500,00
Imprevistos	1.000,00
TOTAL	42.310,00

10.5. POSIBLES FUENTES DE FINANCIACIÓN

Para sufragar los gastos derivados del proyecto de investigación se solicitará ayuda a diversas instituciones, entidades o fundaciones a través de convocatorias que ofrezcan financiación a futuros investigadores dentro del ámbito de las Ciencias de la Salud, tanto en el ámbito público como privado y a nivel autonómico como nacional.

Dentro del ámbito público, se solicitarán las ayudas disponibles en convocatorias nacionales ofertadas por el Ministerio de economía y competitividad y por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. A nivel autonómico, se solicitarán las ayudas disponibles en el Plan gallego de investigación, innovación y crecimiento, ofertadas por la Xunta de Galicia, así como las ofertadas por el Colegio Oficial de Fisioterapeutas de Galicia (COFIGA).

Por último, dentro del ámbito privado, se solicitará financiación a entidades como Banco Santander, Fundación BBVA, Fundación Barré, Obra social “La Caixa” y Fundación Amancio Ortega.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Pallás JM a A, Jiménez Villa J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. 4.a edición. Amsterdam, Netherlands: Elsevier; 2013.
2. Raya-González J, Clemente FM, Beato M, Castillo D. Injury Profile of Male and Female Senior and Youth Handball Players: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. junio de 2020;17(11):3925.
3. Estadística de deporte federado 2022. [citado 25 de mayo de 2023]; Disponible en: <https://www.culturaydeporte.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/cultura/mc/deportedata/deporte-federado/resultados-deporte-federado.html>
4. Vila H, Barreiro A, Ayán C, Antúnez A, Ferragut C. The Most Common Handball Injuries: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 27 de agosto de 2022;19(17):10688.
5. Martín-Guzón I, Muñoz A, Lorenzo-Calvo J, Muriarte D, Marquina M, de la Rubia A. Injury Prevalence of the Lower Limbs in Handball Players: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 29 de diciembre de 2021;19(1):332.
6. Mayer C, Rühlemann A, Jäger M. [Handball injuries and their prevention]. *Orthopade*. diciembre de 2019;48(12):1036-41.
7. Takahashi S, Nagano Y, Ito W, Kido Y, Okuwaki T. A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school basketball, handball, judo, soccer, and volleyball. *Medicine (Baltimore)*. 28 de junio de 2019;98(26):e16030.
8. LaBella CR, Hennrikus W, Hewett TE, Council on Sports Medicine and Fitness, and Section on Orthopaedics. Anterior cruciate ligament injuries: diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics*. mayo de 2014;133(5):e1437-1450.
9. Pons Albert F. Rotura del ligamento anterior en deporte. *NPunto*. 2019;2(10):4.
10. Díaz Mohedo E. Manual de fisioterapia en Traumatología. 2.a edición. Elsevier; 2022.
11. Musahl V, Karlsson J. Anterior Cruciate Ligament Tear. *N Engl J Med*. 13 de junio de 2019;380(24):2341-8.

12. Rodriguez K, Soni M, Joshi PK, Patel SC, Shreya D, Zamora DI, et al. Anterior Cruciate Ligament Injury: Conservative Versus Surgical Treatment. *Cureus*. diciembre de 2021;13(12):e20206.
13. Fleming JD, Ritzmann R, Centner C. Effect of an Anterior Cruciate Ligament Rupture on Knee Proprioception Within 2 Years After Conservative and Operative Treatment: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Med Auckl NZ*. mayo de 2022;52(5):1091-102.
14. Dai B, Layer JS, Bordelon NM, Critchley ML, LaCroix SE, George AC, et al. Longitudinal assessments of balance and jump-landing performance before and after anterior cruciate ligament injuries in collegiate athletes. *Res Sports Med Print*. 2021;29(2):129-40.
15. Arumugam A, Strong A, Tengman E, Röijezon U, Häger CK. Psychometric properties of knee proprioception tests targeting healthy individuals and those with anterior cruciate ligament injury managed with or without reconstruction: a systematic review protocol. *BMJ Open*. 4 de abril de 2019;9(4):e027241.
16. Häfelinger U, Schuba V. La coordinación y el entrenamiento propioceptivo. Primera edición. Place of publication not identified: Editorial Paidotribo; 2010.
17. Arumugam A, Björklund M, Mikko S, Häger CK. Effects of neuromuscular training on knee proprioception in individuals with anterior cruciate ligament injury: a systematic review and GRADE evidence synthesis. *BMJ Open*. 18 de mayo de 2021;11(5):e049226.
18. Kim HJ, Lee JH, Lee DH. Proprioception in Patients With Anterior Cruciate Ligament Tears: A Meta-analysis Comparing Injured and Uninjured Limbs. *Am J Sports Med*. octubre de 2017;45(12):2916-22.
19. Bartels T, Brehme K, Pyschik M, Pollak R, Schaffrath N, Schulze S, et al. Postural stability and regulation before and after anterior cruciate ligament reconstruction - A two years longitudinal study. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med*. julio de 2019;38:49-58.
20. Clark RA, Bell SW, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Standing balance and inter-limb balance asymmetry at one year post primary anterior cruciate ligament reconstruction: Sex differences in a cohort study of 414 patients. *Gait Posture*. 1 de febrero de 2017;52:318-24.

21. Kim JG, Lee DW, Bae KC, Choi BC, Yang SJ, Cho SI, et al. Correlation of Y Balance with Clinical Scores and Functional Tests after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young and Middle-Aged Patients. *Clin Orthop Surg.* febrero de 2023;15(1):50-8.
22. Picot B, Dury J, Néron G, McKeon PO, Forestier N. Establishing Normative Dynamic Postural Control Values in Elite Female Handball Players. *Int J Sports Phys Ther.* 17(6):1083-94.
23. Sikora D, Pałac M, Myśliwiec A, Wolny T, Linek P. Assessment of the Relationship between Y-Balance Test and Stabilometric Parameters in Youth Footballers. *BioMed Res Int.* 2020;2020:6968473.
24. Hajouj E, Hadian MR, Mir SM, Talebian S, Ghazi S. Effects of Innovative Aquatic Proprioceptive Training on Knee Proprioception in Athletes with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Arch Bone Jt Surg.* septiembre de 2021;9(5):519-26.
25. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of Second ACL Injuries 2 Years After Primary ACL Reconstruction and Return to Sport. *Am J Sports Med.* julio de 2014;42(7):1567-73.
26. Calculadora [Internet]. [citado 19 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.imim.cat/ofertadeserveis/software-public/granmo/>
27. Cervenka JJ, Decker MN, Ruhde LA, Beaty JD, Ricard MD. Strength and Stability Analysis of Rehabilitated Anterior Cruciate Ligament Individuals. *Int J Exerc Sci.* 2018;11(1):817-26.
28. Güzel N, Genç AS, Yılmaz AK, Kehribar L. The Relationship between Lower Extremity Functional Performance and Balance after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Results of Patients Treated with the Modified All-Inside Technique. *J Pers Med.* 2 de marzo de 2023;13(3):466.
29. PhysioSensing - Foot Pressure Map, Balance Rehabilitation System, Portugal [Internet]. physiosensing. [citado 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.physiosensing.net>
30. Jefatura del Estado. Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica [Internet]. Sec. 1, Ley 14/2007 jul 4, 2007 p. 28826-48. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/2007/07/03/14>

31. Belmonte Serrano MÁ. Requisitos éticos en los proyectos de investigación. Otra oveja negra. Semin Fund Esp Reumatol. 1 de enero de 2010;11(1):7-13.
32. BOE-A-2002-22188 Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. [Internet]. [citado 25 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-22188>
33. Jefatura del Estado. Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales [Internet]. Sec. 1, Ley Orgánica 3/2018 dic 6, 2018 p. 119788-857. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3>
34. WMA - The World Medical Association-Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [Internet]. [citado 25 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/politicas-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
35. Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS). International Ethical Guidelines for Health-related Research involving Humans [Internet]. Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS); 2016 [citado 25 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://cioms.ch/publications/product/international-ethical-guidelines-for-health-related-research-involving-humans/>
36. <https://plus.google.com/+UNESCO>. Declaración universal sobre Bioética y Derechos Humanos [Internet]. UNESCO. [citado 25 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://es.unesco.org/about-us/legal-affairs/declaracion-universal-bioetica-y-derechos-humanos>

12. ANEXOS

ANEXO I. CARTEL INFORMATIVO.



¿TE GUSTARÍA PARTICIPAR EN NUESTRO ESTUDIO?

¿Qué perfil buscamos?
Jugadores/as de balonmano de entre 18 y 35 años con y sin reconstrucción de ligamento cruzado anterior

¿En qué consiste el estudio?
Realizaremos test de equilibrio y propiocepción a través de test funcionales y pruebas en una plataforma estabilométrica

Localización:
El estudio se llevará a cabo en la Facultad de Fisioterapia de A Coruña, Campus de Oza

¿Cómo participar?
Contactar con nosotros a través de:

- Correo electrónico: andrea.lopez.enríquez@udc.es
- Teléfono móvil: 655258465

¡TE ESPERAMOS!

ANEXO II. HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE.

HOJA DE INFORMACIÓN AL PARTICIPANTE

TÍTULO DEL ESTUDIO: Afectación estabilométrica y propioceptiva en jugadores de balonmano con reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

INVESTIGADORA: Andrea López Enríquez.

CENTRO: Facultad de Fisioterapia de la Universidad da Coruña.

Este documento tiene por objetivo ofrecerle información sobre el **estudio de investigación** en el que se le invita a participar. Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética de Investigación Clínica de Galicia.

Si decide participar en el mismo debe recibir información personalizada por parte del investigador, **leer antes este documento** y hacer todas las preguntas que precise para comprender los detalles del mismo. Si así lo desea puede llevar el documento, consultarlo con otras personas, y tomar el tiempo necesario para decidir su participación o no.

La participación en este estudio es completamente **voluntaria**. Usted puede decidir no participar o, si acepta hacerlo, cambiar de parecer retirando el consentimiento en cualquier momento sin obligación de dar explicaciones. Le aseguramos que esta decisión no afectará a la relación con los profesionales sanitarios que le atienden ni a la asistencia sanitaria a la que usted tiene derecho.

¿Cuál es la finalidad de este estudio?

Este estudio pretende comparar la capacidad propioceptiva y estabilométrica del miembro inferior en un grupo de jugadores/as de balonmano con reconstrucción de ligamento cruzado anterior respecto a un grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión, utilizando pruebas funcionales y test en una plataforma estabilométrica como métodos de obtención de los resultados.

¿Por qué me ofrecen participar a mí?

Usted está invitado/a a participar por uno de los siguientes motivos: es un jugador o jugadora de balonmano con reconstrucción de ligamento cruzado anterior o forma parte del grupo de jugadores/as de balonmano sin lesión y no padece el problema de objeto de estudio.

¿En qué consiste mi participación?

Si usted accede a participar en el estudio, se recogerán una serie de datos personales de relevancia para el proyecto que se va a llevar a cabo, se realizarán mediciones antropométricas y se evaluarán las variables de estudio para verificar que usted cumple con los criterios de selección necesarios.

A continuación, se procedería a la realización de pruebas propioceptivas y estabilométricas de miembro inferior. Este apartado cuenta con la realización de una prueba funcional y 6 test en los que se utilizará como método de obtención de los resultados una plataforma estabilométrica.

Su participación tendrá una duración total estimada de 90 minutos. Existe la posibilidad de que los resultados obtenidos durante las pruebas le sean reportados, si Ud, lo desea.

¿Qué molestias o inconvenientes puede tener?

Podemos afirmar que su participación en el estudio no supone ningún riesgo para su salud.

Si bien, durante el procedimiento de intervención, Ud. tendrá que mantener una determinada posición que se prolongará de forma variable hasta la obtención de la información imprescindible, pudiendo acarrear pequeñas molestias en ciertos casos. En el supuesto de que manifieste alguna sensación de incomodidad, interrumpiremos la evaluación de forma inmediata, sin que suponga ningún tipo de inconveniente

¿Obtendrá algún beneficio por participar?

No se espera que Ud. obtenga beneficio directo por participar en el estudio. La investigación pretende descubrir aspectos poco claros sobre los déficits propioceptivos y estabilométricos en lesión de ligamento cruzado anterior durante la realización de diferentes pruebas. Esta información puede ser útil en un futuro para otras personas y deportistas.

¿Recibirá la información que se obtenga del estudio?

Si Ud. lo desea, se le facilitará un resumen de los resultados del estudio.

¿Se publicarán los resultados de este estudio?

Los resultados de este estudio serán remitidos a publicaciones científicas y/o comunicaciones en congresos para su difusión, pero no se transmitirá ningún dato que pueda llevar a la identificación de los participantes.

Información referente a sus datos:

La obtención, tratamiento, conservación, comunicación y cesión de sus datos se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (Reglamento UE 2016-679 del Parlamento europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016), la normativa española sobre protección de datos de carácter personal vigente, la Ley 14/2007 de investigación biomédica y el RD 1716/2011.

La institución en la que se desenvuelve esta investigación es la responsable del tratamiento de sus datos, pudiendo contactar con el delegado/a de protección de datos a través de los siguientes medios:

Dirección electrónica:/ Tfno.:.....

Los datos necesarios para llevar a cabo este estudio serán recogidos y conservados de modo:

- **Seudonimizados (Codificados)**, tratamiento de datos personales de manera que estos no pueden atribuirse a un interesado/a sin que se utilice información adicional. En este estudio solo el equipo investigador conocerá el código que permitirá saber su identidad.

La normativa que rige el tratamiento de datos de personas le otorga derecho a acceder a sus datos, oponerse, corregirlos, cancelarlos, limitar su tratamiento, restringir o solicitar la supresión de sus datos. También puede solicitar una copia de los mismos o que esta sea remitida a un tercero (derecho de portabilidad).

Para ejercer estos derechos puede usted dirigirse al delegado/a de Protección de Datos del centro a través de los medios de contacto antes indicados o al investigador principal de este estudio en la dirección de correo electrónico: andrea.lopez.enriquez@udc.es y/o Tfno.: 655258465.

Así mismo, usted tiene derecho a interponer una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos, cuando considere que alguno de sus derechos no ha sido respetado. Si el equipo investigador y las autoridades sanitarias, que tienen deber de guardar la confidencialidad, tendrán acceso a todos los datos recogidos en el estudio. Podrán transmitir a terceros información que no pueda ser identificada. En el caso de

que alguna información sea transmitida a otros países, se realizará con un nivel de protección de datos equivalentes, como mínimo, al exigido por la normativa española y europea.

Al finalizar el estudio, o al plazo legal establecido, los datos recogidos serán eliminados o guardados anónimos para su uso en futuras investigaciones segundo lo que Ud. haya escogido en la firma del consentimiento. (No será de aplicación si ya han sido recogidos anonimizados).

¿Existen intereses económicos en este estudio?

El investigador no recibirá retribución específica por la dedicación al estudio.

¿Cómo contactar con el equipo investigador de este estudio?

Ud. puede contactar con Andrea López Enríquez en el teléfono 655258465 y/o correo electrónico: andrea.lopez.enriquez@udc.es

Muchas gracias por su colaboración.

ANEXO III. DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.

**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN EN UN
ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN**

TÍTULO: “Afectación estabilométrica y propioceptiva en jugadores de balonmano con reconstrucción de ligamento cruzado anterior”

Yo,

- He leído la hoja de información al participante del estudio arriba mencionado y considero que he recibido suficiente información sobre éste.
- Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones.
- Accedo a que mis datos sean utilizados en las condiciones detalladas sobre la hoja de información al participante.
- Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Respecto a la conservación y utilización futura de los datos y/o muestras detalladas en la hoja de información al participante,

- NO acepto que mis datos y/o muestras sean conservados una vez terminado el presente estudio.
- Sí acepto que mis datos y/o muestras se conserven una vez terminado el estudio, siempre y cuando sea imposible, incluso para los investigadores, identificarlos por ningún medio.
- Sí acepto que mis datos y/o muestras se conserven para usos posteriores en líneas de investigación relacionadas con la presente, y en las condiciones mencionadas.

El/la participante,

Asdo.:

Fecha:

El/la investigador/a,

Asdo.:

Fecha:

ANEXO IV. FICHA DE EVALUACIÓN.

FICHA DE EVALUACIÓN

Fecha y hora: _____

Nombre y apellidos: _____

Edad: _____ Sexo: Masculino Femenino

N.º de teléfono: _____ Correo electrónico: _____

Equipo: _____ Categoría: _____

N.º de codificación: _____

Variables Antropométricas

Peso (kg): _____

Talla (m): _____

IMC (kg/m²): _____

Variable grupo

Grupo jugadores/as con
reconstrucción del LCA

Grupo jugadores/as sin
lesión

Fecha de la cirugía: _____

Tipo de injerto: _____

Observaciones:

Lado dominante

Derecho

Izquierdo

Lado lesión LCA

Derecho

Izquierdo

Lesiones anteriores

Lesión: _____ Fecha: _____

ANEXO V. FICHA DE EXPLORACIÓN

FICHA DE EXPLORACIÓN

Nº de codificación del participante:

Fecha y hora de la exploración:

1. Prueba de equilibrio en Y (Y Balance Test). Composite Score

Instrucción: el sujeto se coloca descalzo y con un apoyo monopodal sobre en la ubicación central, con las manos colocadas sobre las crestas ilíacas. El participante debe tratar de llegar lo más lejos posible con la extremidad opuesta a la extremidad en apoyo a lo largo de las líneas en el suelo en las 3 direcciones (anterior, posterolateral y posteromedial), tocar ligeramente la cinta métrica con la punta de la extremidad que se estira sin cambiar el peso hacia ella y volver a la posición inicial sin perder el equilibrio y sin mover ni levantar el pie de apoyo. Se realizan 3 ensayos para cada pierna en las 3 direcciones y para evitar la fatiga, la extremidad medida se alterna en cada dirección. Se registra la distancia máxima de alcance en cada dirección y con ambas piernas.

Lado izquierdo		Lado derecho	
Longitud extremidad _____ (cm)		Longitud extremidad _____ (cm)	
Dirección anterior	1: _____ (cm)	Dirección anterior	1: _____ (cm)
	2: _____ (cm)		2: _____ (cm)
	3: _____ (cm)		3: _____ (cm)
	Promedio: _____ (cm)		Promedio: _____ (cm)
Dirección posteromedial	1: _____ (cm)	Dirección posteromedial	1: _____ (cm)
	2: _____ (cm)		2: _____ (cm)
	3: _____ (cm)		3: _____ (cm)
	Promedio: _____ (cm)		Promedio: _____ (cm)
Dirección posterolateral	1: _____ (cm)	Dirección posterolateral	1: _____ (cm)
	2: _____ (cm)		2: _____ (cm)
	3: _____ (cm)		3: _____ (cm)
	Promedio: _____ (cm)		Promedio: _____ (cm)

COMPOSITE SCORE: _____%	COMPOSITE SCORE: _____%
Respuesta Normal <input type="checkbox"/>	Respuesta Normal <input type="checkbox"/>
Respuesta Alterada <input type="checkbox"/>	Respuesta alterada <input type="checkbox"/>
Observaciones:	Observaciones:

2. Prueba clínica modificada de la interacción sensorial en el equilibrio para cuantificar el control postural

Instrucción: el sujeto debe mantenerse sobre la plataforma durante 10 segundos en 4 condiciones: ojos abiertos en superficie firme, ojos cerrados en superficie firme, ojos abiertos en superficie inestable (espuma) y ojos cerrados en superficie inestable (espuma). Se realizarán 3 pruebas para cada condición.

Respuesta normal

Respuesta alterada

Número de subvariables alteradas

Observaciones:

3. Prueba límites de estabilidad

Instrucción: el sujeto debe colocarse sobre la plataforma con ambos pies y descalzo. La prueba consiste en medir la distancia máxima de desplazamiento del centro de presión en 8 direcciones diferentes (adelante, adelante/derecha, derecha, atrás/derecha, atrás, atrás/izquierda, izquierda y adelante/izquierda), sin perder el equilibrio.

Respuesta normal

Respuesta alterada

Número de subvariables alteradas

Observaciones:

4. Prueba Sistema de puntuación de errores de equilibrio (BESS)

Instrucción: el sujeto debe colocarse sobre la plataforma con ambos pies y descalzo. La prueba consiste en medir la estabilidad postural en 6 posiciones diferentes. El sujeto debe mantener cada posición durante 20 segundos con los ojos cerrados y las manos en las crestas ilíacas. Se miden el número de errores que comete en cada condición. Los errores que se consideran son: retirar las manos de las crestas ilíacas, dar un paso, tropezar o caer, levantar la parte delantera del pie o el talón y permanecer fuera de la posición por más de 5 segundos.

Numero de errores total

Dos pies juntos superficie estable	Dos pies juntos superficie inestable	Unipodal superficie estable	Unipodal superficie inestable	Tándem superficie estable	Tándem superficie inestable
_____	_____	_____	_____	_____	_____

Respuesta normal

Respuesta alterada

Observaciones:

5. Prueba cambio de peso rítmico

Instrucción: el sujeto se coloca sobre la plataforma con ambos pies y descalzo. La prueba consiste en medir la capacidad de transferencia del centro de presión rítmicamente en el plano sagital y anteroposterior a tres velocidades diferentes: lenta (3 segundos), moderada (2 segundos) y rápida (1 segundos). El participante visualiza en la pantalla una bola naranja que simula su posición COP y debe tratar de alcanzar un objetivo que se mueve (bola gris) controlando la transferencia de carga al mismo ritmo que el punto gris y cambiando de dirección al alcanzar la línea azul, al mismo tiempo que suena un estímulo sonoro (pitido).

Respuesta normal

Respuesta alterada

Número de subvariables alteradas

Observaciones:

6. Prueba de Romberg

Instrucción: el sujeto se coloca sobre la plataforma con ambos pies y descalzo. La prueba consiste en evaluar el control postural con los pies juntos en dos superficies (estable e inestable) con los ojos abiertos y cerrados durante un tiempo predefinido (10,30,60,120 segundos).

Respuesta normal

Respuesta alterada

Número de subvariables alteradas

Observaciones:

7. Prueba de Postura Unilateral

Instrucción: el sujeto se coloca sobre la plataforma con ambos pies y descalzo. La prueba consiste en mantener la estabilidad postural y el equilibrio sobre un apoyo monopodal con los ojos abiertos y cerrados durante 10 segundos. La prueba tiene 4 posiciones: pie izquierdo levantado con los ojos abiertos, pie izquierdo levantado con los ojos cerrados, pie derecho levantado con los ojos abiertos y pie derecho levantado con los ojos cerrados.

Respuesta normal

Respuesta alterada

Número de subvariables alteradas

Observaciones:

ANEXO VI. MODELO DE CARTA DE PRESENTACIÓN AL COMITÉ AUTONÓMICO DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE GALICIA.

**CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN AL
COMITÉ AUTONÓMICO DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN**

D./D^a:

Con teléfono:

y correo electrónico:

SOLICITA la evaluación de:

- Estudio **nuevo** de investigación
- Respuesta a las aclaraciones** solicitadas por el Comité
- Modificación** o **Ampliación** a otros centros de un estudio ya aprobado por el Comité

DEL ESTUDIO:

Título:

Promotor:

- (MARCAR si el promotor es sin ánimo comercial y confirma que cumple los requisitos para la excepción de tasas de la Comunidad Autónoma de Galicia (más información en la web de comités).

Tipo de estudio:

- Ensayo clínico con medicamentos**
- Investigación clínica con productos sanitarios**
- EPA-SP**
- Otros estudios no incluidos en las categorías anteriores**

Investigadores y centros en Galicia:

Y adjunto envié la documentación en base a los requisitos que figuran en la web de la Red Gallega de CEIs, y me comprometo a tener disponibles para los participantes los documentos de consentimiento aprobados en gallego y castellano.

Fecha:

Firma.:

Red de Comités de Ética de la Investigación
Xerencia Servizo Galego de Saúde