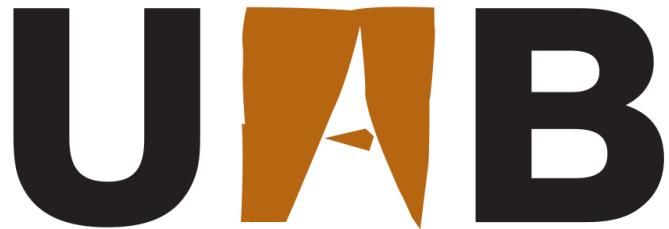


TRABAJO DE FIN DE GRADO



Universitat Autònoma de Barcelona

Estudio de la Eficacia de un Programa de Intervención para Prevenir Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior en Jugadoras de Fútbol Femenino Amateur: Protocolo de un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado

Study of the Effectiveness of an Intervention Program to Prevent Anterior Cruciate Ligament Injuries in Amateur Female Football Players: Protocol of a Randomized Controlled Clinical Trial

Estudi de l'Eficàcia d'un Programa d'Intervenció per Prevenir Lesions del Lligament Creuat Anterior en Jugadores de Futbol Femení Amateur: Protocol d'un Assaig Clínic Aleatoritzat i Controlat

Emilio Otermin Lezcano

Tutor: Eduard Coll del Cura

Grado de Fisioterapia

Universitat Autònoma de Barcelona

2023-2024

RESUMEN

Objetivos: prevenir la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) en el fútbol femenino mediante la implementación de un programa de ejercicios.

Diseño: ensayo clínico prospectivo aleatorizado de doble cegamiento con dos grupos paralelos de intervención.

Métodos: hasta 56 sujetos serán divididos de forma aleatoria entre dos grupos, un grupo experimental y otro grupo control. En el grupo control se realizará un entrenamiento personalizado mientras que en el experimental se llevará a cabo dicho entrenamiento además de un programa de prevención de lesión de LCA. El programa durará desde el comienzo de la temporada actual en ese momento hasta que finalice la misma, y medirá valores con respecto a la fuerza (dinamometría), el control neuromuscular (hop test), la flexibilidad (flexitest) y el dolor (escala EVA). La medición de las variables se realizará al inicio de la primera semana, al inicio de la tercera, al inicio de la quinta, al finalizar la sexta semana y a partir de aquí se realizará una medición cada cuatro semanas hasta finalizar la temporada.

Resultados: todos los datos recopilados durante el estudio serán analizados utilizando el software IBM® SPSS® para determinar si existen diferencias significativas entre los dos grupos, y evaluar si la aplicación del programa preventivo presenta efectos positivos en el impacto de la lesión de LCA y en otras variables.

Palabras clave: *lesión ligamento cruzado anterior; prevención ligamento cruzado anterior; fútbol femenino; lesiones deportivas rodilla*

ABSTRACT

Aims: prevent anterior cruciate ligament (ACL) injury in women's football by implementing an exercise program.

Design: Prospective randomized double-blind clinical trial with two parallel intervention groups.

Methods: up to 56 subjects will be randomly divided between two groups, an experimental group and a control group. In the control group, personalized training will be carried out, while in the experimental group, said training will be carried out in addition to an ACL injury prevention program. The program will last from the beginning of the current season at that time until its end, and will measure values with respect to strength (dynamometry), neuromuscular control (hop test), flexibility (flexitest) and pain (EVA scale). The measurement of the variables will be carried out at the beginning of the first week, at the beginning of the third, at the beginning of the fifth, at the end of the sixth week and from here on a measurement will be carried out every three weeks until the end of the season.

Results: all data collected throughout the study will be analyzed using IBM® SPSS® software to determine if there are significant differences between the two groups, and to evaluate if the application of the preventive program presents positive effects on the impact of the ACL injury and on other variables.

Keywords: *anterior cruciate ligament injury; anterior cruciate ligament prevention; women's football; sports knee injuries*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
i. <u>Antecedentes y justificación del estudio</u>	6
ii. <u>Hipótesis y objetivos</u>	10
iii. <u>Diseño</u>	11
2. METODOLOGÍA	12
i. <u>Ámbito del estudio</u>	12
ii. <u>Criterios de elegibilidad</u>	12
iii. <u>Intervenciones</u>	13
iv. <u>Variables del estudio</u>	16
v. <u>Cronología del participante</u>	16
vi. <u>Tamaño muestral</u>	17
vii. <u>Reclutamiento</u>	17
3. ASIGNACIÓN DE LAS INTERVENCIONES	18
i. <u>Asignación</u>	18
ii. <u>Cegamiento</u>	18
4. RECOGIDA, GESTIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	19
i. <u>Métodos de recogida de datos</u>	19
ii. <u>Gestión de datos</u>	19
iii. <u>Métodos estadísticos</u>	20

5. ASPECTOS ÉTICOS Y DISEMINACIÓN	21
i. <u>Consentimiento</u>	21
ii. <u>Confidencialidad y acceso a los datos</u>	21
iii. <u>Declaración de intereses</u>	21
iv. <u>Atención adicional y posterior al estudio</u>	21
v. <u>Política de diseminación</u>	22
6. LIMITACIONES Y CONTROLES DE POSIBLES SESGOS	22
7. UTILIDAD Y APLICABILIDAD CLÍNICA DEL ESTUDIO	23
8. BIBLIOGRAFÍA	24
9. ANEXO	27
i. <u>Consentimiento informado</u>	27
ii. <u>Plan de trabajo y cronograma de la investigación</u>	29
iii. <u>Presupuesto</u>	31
iv. <u>Otros</u>	32
 Anexo 1	32
 Anexo 2	40
 Anexo 3	55
 Anexo 4	67

1. INTRODUCCIÓN

i. Antecedentes y justificación del estudio

Las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) se dan en la población de atletas en una proporción de entre unas 100.000 y 200.000 lesiones por año ^[1].

En el contexto del fútbol femenino, las lesiones de rodilla son las más comunes, representando el 26 % del total de lesiones registradas en Europa y el 30,4 % en futbolistas españolas. Dentro de las lesiones de rodilla, el 10,5 % afecta a los ligamentos, siendo el LCA la lesión más frecuente dentro de este grupo, representando el 39,4 % de estas lesiones ^[10].

- **Mecanismo lesional**

Según el Premio de Investigación Clínica de OREF 2021, prácticamente un 70% de los casos de lesión de LCA implican un contacto nulo o mínimo y maniobras de desaceleración y/o aterrizaje, que pueden llegar a ocasionar, a largo término, una afectación en el sistema neuromuscular y en la dinámica corporal ^[2].

Es decir, la lesión de LCA presenta variabilidad de reproducción dependiendo de la biomecánica implementada durante la realización del deporte, destacándose con un mayor índice de reproducción de la lesión aquellos deportes que presentan aterrizaje rotacional de alto impacto ^[3].

Dicho mecanismo lesional, concretamente, implica la rotación del fémur sobre la tibia fija, especialmente durante movimientos de valgo excesivos o forzados, como el pivot. Es bastante frecuente, también, la hiperextensión de la rodilla, ya sea de manera aislada o en combinación con la rotación interna de la tibia ^[6].

- **Factores de riesgo**

La presencia o ausencia de contacto en el deporte es un factor a tener en cuenta, no solo por el posible daño que pueda provocar de forma traumática, si no por la capacidad que está tiene de alterar la dinámica del cuerpo en movimiento.

La práctica deportiva puede clasificarse de forma general en deportes de colisión (se diferencia de los deportes de contacto por la mayor frecuencia y cantidad con la que se produce el impacto durante el juego), de contacto, contacto limitado (la frecuencia y la cantidad de impacto es menor, normalmente debido a las estipulaciones del reglamento o por la propia dinámica del deporte) y sin contacto. Entre estos, destacan los deportes de colisión (rugby, fútbol australiano, artes marciales duras, etc.) y los de contacto (fútbol, baloncesto, etc.)^[3].

Es bien sabido, debido a los numerosos estudios realizados al respecto, que las mujeres presentan una mayor predisposición a la lesión de LCA que los deportistas masculinos.

Según varios estudios, unas 4,80/10.000 mujeres presentan afectación de LCA durante la práctica de deportes que presentan mecanismos de acción agresivos (aterrizajes, rotaciones y/o desaceleraciones de alto impacto) para el ligamento. Respecto al porcentaje de hombres, este es de 1,75/10.000, siendo el de la deportista femenina significativamente mayor en comparación^[3]. Los parámetros de aparición de la lesión entre sexos en deportes de colisión y deportes de contacto serían 2,10/10.000 mujeres versus 1,12/10.000 hombres y 1,88/10 000 mujeres versus 0,87/10 000 hombres respectivamente^[3]. Según un estudio meta analítico, la incidencia de lesiones del LCA es tres veces mayor que los hombres y se observó que las jugadoras de fútbol femenino presentaban un riesgo anual de lesión de LCA del 5 %, en comparación con el 1,7 % de los futbolistas masculinos^[10].

Esto se debe sobre todo a las diferencias sexuales entre sujetos femeninos y masculinos que, tras alcanzar la maduración sexual, se hacen increíblemente notorias ^[8].

Estas diferencias pueden verse reflejadas en diferentes situaciones, un ejemplo de ello sería el patrón de activación dinámica durante la recepción del salto, en el cual las mujeres amortiguan menos debido a una menor flexión de cadera y rodilla, y una tendencia a la aducción y rotación interna de cadera, que da lugar al aumento del valgo de rodilla ^[8].

Por lo que si ya de por sí el ángulo Q (formado por la intersección entre líneas imaginarias que va desde espinas iliacas anterosuperiores al centro de la rótula y la que va desde este mismo centro a la tuberosidad tibial anterior) es mayor en la mujer, el añadir procesos biomecánicos valguizantes de la rodilla aumentará aún más el estrés del LCA y de la articulación ^[10].

La aparición de desequilibrios neuromusculares, como una mayor contracción del cuádriceps (musculatura agonista) con respecto a los isquiosurales (musculatura antagonista), durante los procesos de desaceleración o aterrizaje, facilita la aparición de lesión de LCA al realizar un desplazamiento anterior de la tibia ^[8].

A todo esto, se le debe sumar las características estructurales diferenciales por género propias del LCA, donde las mujeres presentan una longitud, sección transversal y porcentaje de colágeno menores que la del hombre, dando como resultado una peor tolerancia al estiramiento ^[8].

Además, esta científicamente probado que el ciclo menstrual influye en la aparición de la lesión (siendo más prevalente durante la fase ovulatoria), demostrando, por lo tanto, que la laxitud del LCA es hormono-dependiente ^[8].

Gracias a los datos ofrecidos por el equipo médico de la Federación Española de Fútbol sabemos que hay una alta tasa de lesiones en el fútbol femenino profesional en España, y esta tasa tiende a aumentar durante las competiciones ^[7].

La Universidad de Huelva y la Universidad de Extremadura realizaron un estudio conjuntamente, en el cual, analizaron un total de 94 lesiones de LCA acontecidas a 71 jugadoras durante 10 temporadas. Los resultados de dicho estudio determinaron que las lesiones ocurren con mayor frecuencia durante los partidos (competición), con un total de 52 lesiones durante los juegos y 42 lesiones durante los entrenamientos ^[9].

	Sin contacto	Con contacto	Total
Entrenamiento	35	7	42
Partido	34	18	52
Total	69	25	94

Presentar un historial de lesión del LCA previo, también es un factor de riesgo muy importante, siendo la probabilidad de aparición 5 veces mayor con respecto a la ausencia de la lesión ^[10].

¿Por qué tiene tanta importancia estudiar sobre la prevención de este tipo de lesiones?

Se trata de una las lesiones más comunes y graves con respecto a lesiones de rodilla en todo tipo de deportes, y que afecta de forma considerable a los deportistas en cuanto a términos de regreso al juego y pérdida de calidad de vida a largo plazo ^[2]. Genera una discapacidad inmediata que requiere un extenso período de rehabilitación antes de que el individuo pueda regresar a la competición ^[8]. Se suele considerar un retorno al deporte tardío, preferiblemente después de los 9 meses posteriores a la cirugía (dada la alta tasa de recaídas en individuos jóvenes) ^[11].

La evidencia indica que varios factores de riesgo pueden ser cambiados mediante programas de intervención, y que el rendimiento deportivo puede ser mejorado. En la actualidad, no hay un único programa de prevención de lesiones del Ligamento Cruzado Anterior (LCA) que sea universalmente aceptado, y los programas de prevención de lesiones varían considerablemente ^[5].

Los criterios principales con respecto a la vuelta al juego incluyen aspectos psicológicos, evaluaciones de rendimiento/funcionales, pruebas de fuerza, consideraciones temporales, así como factores de riesgo modificables y no modificables ^[11].

Por lo que un programa de prevención, el cual abarca con éxito la mayoría de estos ámbitos, es esencial a la hora de reducir la incidencia de lesión del LCA y por ende su prevalencia, además de ejercer una influencia (conjuntamente con otros programas) a posteriori, de generar en algún momento, una guía universal.

Al igual que es fundamental implementar programas de prevención, es importante asegurar su cumplimiento, por lo que, estrategias como educar a los entrenadores, promover la conciencia sobre los programas gratuitos, identificar y superar obstáculos en la implementación mediante colaboración creativa, son algunas de las formas que podrían contribuir a mejorar tanto la implementación como el cumplimiento de la prevención de lesiones del LCA ^[4].

ii. Hipótesis y objetivos

- **Hipótesis:** el programa planteado cumple su función como protocolo de “prevención de distensión, ruptura u otras posibles alteraciones del LCA durante la práctica deportiva”, siendo este más efectivo que una pauta de trabajo convencional.

- **Objetivo principal:** calificar según veracidad y eficacia el protocolo de ejercicios analíticos descrito en este trabajo para la prevención de la lesión de LCA durante la práctica deportiva (programa destinado al trabajo de prevención en todos los grados de lesión en los que puede presentarse dicha alteración).
- **Objetivos secundarios:**
 - Mejorar aspectos como la fuerza muscular, el control neuromuscular, la flexibilidad y el dolor
 - Calificar la viabilidad del procedimiento en base a una valoración costo-beneficio
 - Desarrollar material educativo con respecto al programa para el personal encargado de su ejecución y para los sujetos de ensayo
 - Evaluación de la adherencia del programa

iii. Diseño

Se tratará de un ensayo clínico prospectivo aleatorizado de doble cegamiento. Teniendo en cuenta que se realiza la comparación de resultados entre un grupo experimental y un grupo control se tratará de un ensayo de tipo “grupos paralelos”.

El grupo control realizará un entrenamiento general diseñado (previo al comienzo del estudio) conjuntamente por los entrenadores de todos los clubes y el grupo experimental realizará el programa preventivo más el entrenamiento descrito anteriormente.

El estudio se realizará en un margen de tiempo correspondiente a una temporada de fútbol de liga normal (el programa de prevención presenta una fase de progresión que dura seis semanas, una vez alcanzada la última semana, se seguirá realizando el programa de intervención al nivel de rendimiento alcanzado hasta finalizar la temporada).

2. METODOLOGÍA

i. Ámbito del estudio

El estudio contemplará el ámbito de desarrollo de deportistas de nivel amateur de fútbol de categoría femenina en una comarca de la provincia de Barcelona. Los datos, con respecto a la selección de sujetos, comenzarán a recogerse cuando la persona o el centro encargado decida que es óptimo comenzar la práctica del estudio (obviamente respetando el tiempo con respecto al comienzo de la próxima temporada de fútbol), y finalizará cuando se alcance el tamaño muestral estimado. Tanto el programa de intervención como el entrenamiento se realizarán en el campo de fútbol habitual del club.

ii. Criterios de elegibilidad

- **Criterios de Inclusión:** nivel de rendimiento deportivo amateur de la liga femenina, estar sana y edad comprendida entre 16-40 años.

Para corroborar el estado de salud del paciente se realizará una valoración inicial que incluirá lo siguiente (*Anexo I*):

- Integridad estructural (Test de Lachman, Jerk, Lelli y Maniobra de Pivot shift) [14].
- Valoración funcional (Landing Error Scoring System) [20].
- Valoración de la fuerza (Escala Daniels: glúteo medio, isquiosurales, cuádriceps, psoas ilíaco y piriforme) [19].

Se incluirán en el estudio únicamente aquellas jugadoras que, presenten uno o ningún test positivo (integridad estructural), obtengan una puntuación ≤ 5 en el LESS (funcional) y presenten una puntuación de 5 en todas las valoraciones musculares (fuerza).

- **Criterios de Exclusión:** realizar más de un deporte a la vez, tener una lesión de cualquier tipo de LCA durante el proceso de estudio, haber tenido una lesión parcial previa al programa (mínimo tiempo de recuperación 2 meses), tener una reconstrucción de LCA, presentar cualquier otro tipo de lesión que impida a la deportista jugar con normalidad y estar participando en cualquier otro estudio que influya de alguna forma en el rendimiento de la misma.

iii. Intervenciones

El programa de intervención se centrará en fortalecer aspectos como el control neuromuscular (propiocepción y balance), la fuerza (musculación y pliométricos) y la flexibilidad (amplitud articular) (*Anexo 2*):

1) Control Neuromuscular ^[10]

- *Puente*

El objetivo es fomentar la propiocepción mediante la activación de glúteos e isquiosurales y por ende mejorar la ejecución de movimientos que requieran la participación de los glúteos (principales estabilizadores de la cadera) y de los isquiosurales (antagonistas durante la fase concéntrica de los cuádriceps).

- *Pasos Laterales*

Busca influir positivamente en el mecanismo de lesión que implica la aducción y rotación interna de la cadera (valgo acentuado en mujeres, mencionado en puntos anteriores), creando una resistencia a ambos movimientos. Además, mediante su progresión unilateral, se promueve el fortalecimiento de los músculos abductores y rotadores externos de la cadera en la pierna de apoyo, lo que colabora en mejorar aún más la estabilidad.

- *Zancada Posterior*

Se centra en fortalecer la estabilidad de la cadera y la rodilla mediante la introducción de inestabilidad a través del uso de cargas externas. Este se basa en el principio de activación del sistema nervioso al desestabilizar la articulación específica, lo que a su vez activa los músculos responsables de contrarrestar dicha inestabilidad (cuádriceps principalmente) y llevar la articulación a una posición "correcta". Este enfoque promueve el desarrollo del aprendizaje motor y la propiocepción, lo que ayuda a prevenir posturas incorrectas (inclinaciones laterales de tronco o valgo de rodilla).

- *Deadbug (Anti-extensión)*

Una buena estabilidad de tronco favorece la movilidad a nivel distal, por lo que trabajar la estabilidad lumbopélvica mediante el trabajo de activación de la musculatura del core (tanto la fásica como la tónica) es fundamental.

- *Plancha Estática Lateral (Anti-flexión Lateral)*

Mismo principio que en el ejercicio anterior, pero incidiendo más específicamente en el transverso del abdomen y los oblicuos.

2) **Fuerza** ^[12]

- *Curls Nórdicos*

Es un trabajo de fuerza excéntrico específico de isquiosurales, su fortalecimiento permite mejorar la relación agonista/antagonista con el cuádriceps (principal estabilizador activo de la rodilla), lo cual, a su vez, provoca una disminución del estrés de la rodilla ^[15].

- *Extensión de Espalda*

El fortalecimiento de la musculatura erectora de la columna (sobre todo a nivel lumbar) es imprescindible, ya que una postura erguida favorece el sistema de palancas y control del movimiento.

- *Sentadillas Progresivas*

Este ejercicio fortalece el glúteo mayor y cuádriceps de forma principal, y de forma secundaria el glúteo medio, isquiosurales y recto del abdomen, además mejora el control motor.

- *Saltos Progresivos*

Trabajo de musculación principalmente de glúteo mayor, piriforme, isquiosurales y cuádriceps, y de forma secundaria interespinales, dorsal largo, iliocostal, cuadrado lumbar, recto abdominal y oblicuos (todos ellos estabilizadores de la rodilla de forma directa o indirecta).

3) **Flexibilidad** ^[13]

- *Psoas- Iliaco*
- *Cuádriceps*
- *Isquiosurales*
- *Abductor*
- *Aductor*
- *Glúteos y piriforme*

iv. Variables del estudio

La variable principal será la incidencia de lesiones de LCA por cada 1000 horas de exposición (transcurridas durante una temporada de fútbol completa), las variables secundarias a calcular serán la fuerza muscular, la estabilidad dinámica de EEII, la flexibilidad, dolor y adherencia al programa. Teniendo en cuenta algunos de nuestros objetivos secundarios, será imprescindible, no solo comprobar el estado actual de la jugadora, sino también el avance con respecto a las variables secundarias (contrastar los datos para verificar la mejoría).

v. Cronología del participante (*Anexo: Plan de trabajo y Cronograma de la investigación*):

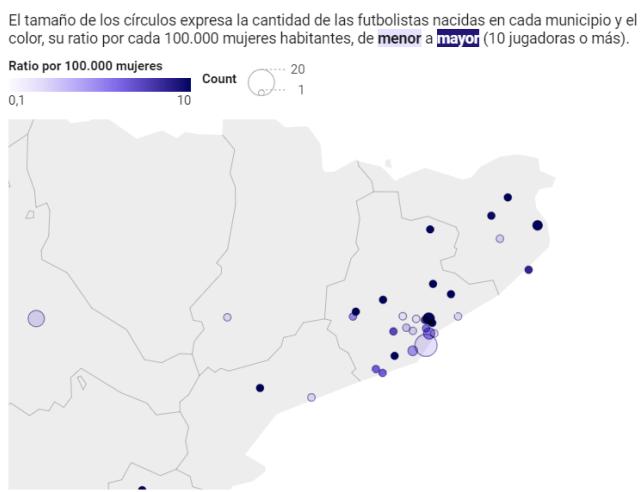
- **Fase de Reclutamiento:** contactar con los equipos de fútbol femenino a través de entrenadores, directores técnicos o asociaciones deportivas. Una vez hecho esto, explicar los objetivos del estudio mediante una conferencia (vía presencial u online), donde se mencionen los criterios de inclusión y exclusión, los beneficios de participar, etc. Más adelante, obtener el consentimiento informado de las jugadoras (si es necesario, de sus tutores legales) garantizando la confidencialidad y la protección de los datos personales de los participantes, y, en última instancia, realizar la valoración inicial (descrita en los criterios de inclusión).
- **Asignación:** aleatorización de los participantes
- **Fase de la Intervención:** puesta en práctica del programa de intervención y realización de los seguimientos para la toma de datos.
- **Ánalisis de los Datos:** interrupciones del tratamiento, cálculo de las variables, etc.

vi. Tamaño muestral

Haciendo uso de la "Calculadora de Tamaño Muestral Granmo" ^[23], hallamos que aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un poder estadístico superior a 0,95 en un contraste bilateral se precisan de mínimo **56 sujetos** (28 sujetos en el grupo control y 28 en el experimental) para detectar como estadísticamente significativa la diferencia entre dos proporciones, que para el grupo control se espera sea de 0,25 y el grupo experimental de 0,75 (se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 15%). Se han tenido en cuenta estos valores en base a artículos similares ^[25].

vii. Reclutamiento

Para el reclutamiento, presentaremos el diseño del estudio prioritariamente a todos aquellos clubes que pertenezcan a la comarca de “*Vallés Oriental*” (no hay casi información respecto al ratio de jugadoras amateur por comarca dentro de Cataluña, pero teniendo en cuenta la estadística de procedencia de jugadoras de la Liga F, esta comarca es la que cuenta con más jugadoras) ^[16].



Por lo tanto, el estudio estaría conformado por clubes (de dicha comarca) que cumplan, obviamente, con los criterios de inclusión y exclusión descritos en puntos anteriores y que estén interesados en participar, incluyendo jugadoras y entrenadores.

3. ASIGNACIÓN DE LAS INTERVENCIONES

i. Asignación

La asignación se realizará mediante la implementación de una tabla de números aleatorios, repartiendo a los clubes de forma aleatoria entre el grupo experimental y el grupo control (con el objetivo de evitar que dentro de un mismo club coexistan jugadoras que realicen el programa preventivo y otras que no) hasta alcanzar el tamaño muestral requerido (si el tamaño muestral es 56 tendrán que haber como mínimo 28 jugadoras en cada grupo), para ello se hará uso de un programa generador de números aleatorios online “www.randomizer.org” [24].



ii. Cegamiento

El objetivo de dividir de forma aleatoria a los sujetos por club en vez de por individuo no solo propiciará una mayor adherencia al programa, sino que, además, permite realizar un doble cegamiento.

Jugadoras e investigadores no serán conscientes de si realizan o no el programa, debido a que en un mismo club todos los individuos realizarán el mismo tipo de entrenamiento.

4. RECOGIDA, GESTIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

i. Métodos de recogida de datos

La medición de las variables se realizará al inicio de la primera semana, al inicio de la tercera, al inicio de la quinta, al finalizar la sexta semana y a partir de aquí se realizará una medición cada cuatro semanas hasta finalizar la temporada. Los instrumentos, escalas y test utilizados para recoger los datos serán los siguientes (*Anexo 3*):

- **Dinamometría**
- **Hop Test** ^[21]
 - Single Hop Test (SHT)
 - Triple Hop Test (THT)
 - Cross-over Hop Test (CHT)
 - Timed Hop Test (THTt)
- **Flexitest** ^[22]
 - Rodilla
 - Cadera
 - Tronco
- **Escala EVA**
- **Control de Asistencia**

ii. Gestión de datos

Los datos sobre las variables serán registrados por el evaluador en “hojas de registro específicas” (*Anexo 4*) durante cada evaluación. Estos registros se pasarán a formato digital para guardarlos de forma segura en la nube a través del software Medidata Clinical Cloud ^[17]. Después de concluir el estudio, los datos recolectados serán analizados utilizando el software IBM® SPSS® Statistics Versión 29.0 ^[18].

iii. **Métodos estadísticos**

- **Análisis Descriptivo**

Con tal de resumir las características de los participantes y sus respuestas a las variables del estudio, obtendremos la media de cada una de las variables cuantitativas en ambos grupos, calculando así tanto la varianza como la desviación estándar.

Haremos uso de histogramas con el objetivo de representar los datos obtenidos de las variables cuantitativas y con respecto a las variables cualitativas este estudio no realiza la medición de ninguna de ellas.

- **Análisis Interferencial**

Con el objetivo de analizar las diferencias y relaciones, entre las diferentes variables cuantitativas, usaremos ANOVA de medidas repetidas o ANOVA mixto, su uso se adecua para objetivos que supongan cambios longitudinales y comparaciones entre grupos. Por lo que el análisis de datos interferencial se llevará a cabo mediante un contraste de hipótesis bilateral donde:

- Hipótesis Nula (H_0): la incidencia de lesiones del LCA en la población estudiada es igual a la incidencia esperada (p_0).
- Hipótesis Alternativa (H_1): la incidencia de lesiones del LCA en la población estudiada es diferente de la incidencia esperada (p_0).

Todo esto asumiendo un nivel de significancia establecido en $\alpha = 0.05$.

5. ASPECTOS ÉTICOS Y DISEMINACIÓN

i. Consentimiento

Se le hará entrega a cada participante de dos documentos, el primero se tratará de una “hoja de información”, en el cual se detallará al paciente aspectos propios del estudio, manejo de los datos e incluso vías de contacto para más información. Una vez el participante haya leído dicho documento, completará el consentimiento informado y entregará al responsable del estudio ambos ficheros.

ii. Confidencialidad y acceso a los datos

Para proteger la identidad de los participantes, todos los datos generados en la investigación serán tratados de acuerdo con la *Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales*. Únicamente los investigadores y las personas encargadas del análisis tendrán acceso a los datos. A cada participante se le asignará un código para identificarlo durante la investigación, preservando así su confidencialidad.

iii. Declaración de intereses

Este estudio no tiene ningún interés político, institucional, económico o comercial, por lo tanto, no se obtendrán beneficios económicos por su realización ni se espera ningún conflicto de intereses.

iv. Atención adicional y posterior al estudio

Las jugadoras que participen en el estudio tendrán acceso a los datos del estudio una vez finalice el mismo. Sí alguna participante sufra efectos adversos durante la realización del programa, no recibirán ningún tipo de compensación, debido a que se da por sentado la aparición de lesiones durante la implementación del mismo.

v. **Política de diseminación**

Después de concluir la investigación, se redactará un artículo científico que se incluirá en las bases de datos relevantes y estará disponible para su lectura tanto en español como en inglés. Los hallazgos obtenidos en este estudio podrán ser compartidos en congresos o cursos especializados dirigidos a fisioterapeutas y otros profesionales de la salud, contribuyendo así a la difusión del conocimiento sobre lesiones del LCA.

6. LIMITACIONES Y CONTROLES DE POSIBLES SESGOS

Con respecto a las limitaciones que el estudio podría presentar posiblemente la más destacable sería la adherencia del mismo, ya que mantener un tipo de entrenamiento pautado de forma repetitiva en un transcurso de tiempo prolongado como sería una temporada completa, llega a ser cuanto menos atractivo.

Es por ello que se plantea como un objetivo a cumplir el adquirir una adherencia adecuada al programa, probablemente la forma de abordaje más eficiente del problema es mediante los entrenadores de los equipos, ya que realmente ellos ejercen un papel muy influyente en las deportistas en varios aspectos.

Por lo que no bastará únicamente con facilitar su tarea (explicación detallada del programa preventivo previo al estudio, investigadores presentes para orientar hacia una correcta realización del programa, etc.) sino que también, será importante que estos realicen un buen diseño de entrenamiento, que en el caso del grupo control será lo único que realizarán y en el caso del grupo experimental complementará al programa.

Por último, añadir que otra limitación presente en el estudio sería el número de variables que se van a medir, las cuales podrían ser más (estabilidad estática de EEII, agilidad, etc.), sin embargo, se llegó a la conclusión de que la realización de más test, pruebas y otras medidas evaluativas podrían llegar a poner en peligro la viabilidad económica y de adherencia del programa llevado a la práctica.

7. UTILIDAD Y APLICABILIDAD CLÍNICA DEL ESTUDIO

Este estudio beneficiará a diferentes tipos de comunidades (científica, asociaciones deportivas, deportistas de rendimiento amateur, etc.) en varios aspectos, como pueden ser la fomentación del deporte (concretamente por el deporte femenino), conocimientos sobre la prevención de lesiones (concretamente la de LCA) y el cómo realizar una práctica correcta y saludable del deporte.

Prevenir la aparición de la lesión es una ventaja tanto a nivel psicológico y físico por parte del jugador como a nivel económico por parte de la institución encargada de su gestión y aplicación deportiva, a diferencia de lo que sería el padecimiento de la misma y su consecuente rehabilitación.

Por lo que, aumentar el número y la calidad de los artículos académicos al respecto, es y será siempre, nuestro principal cometido como investigadores y fisioterapeutas, en busca de una mejora global de la práctica deportiva.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Apr 6;18(7):3826.
2. Boden BP, Sheehan FT. Mechanism of non-contact ACL injury: OREF Clinical Research Award 2021. *J Orthop Res.* 2022 Mar;40(3):531-540.
3. Montalvo AM, Schneider DK, Webster KE, Yut L, Galloway MT, Heidt RS Jr, Kaeding CC, Kremcheck TE, Magnussen RA, Parikh SN, Stanfield DT, Wall EJ, Myer GD. Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Sport: A Systematic Review and Meta-Analysis of Injury Incidence by Sex and Sport Classification. *J Athl Train.* 2019 May;54(5):472-482.
4. Arundale AJH, Silvers-Granelli HJ, Myklebust G. ACL injury prevention: Where have we come from and where are we going? *J Orthop Res.* 2022 Jan;40(1):43-54.
5. Bien DP. Rationale and implementation of anterior cruciate ligament injury prevention warm-up programs in female athletes. *J Strength Cond Res.* 2011 Jan;25(1):271-85.
6. Viñao Auré, A. (2016). Factores de riesgo y prevención de la rotura del ligamento cruzado anterior en deportistas. Universidad de Valladolid.
7. Del Coso J, Herrero H, Salinero JJ. Injuries in Spanish female soccer players. *J Sport Health Sci.* 2018 Apr;7(2):183-190.
8. Romero-Moraleda, B., Cuéllar, Á., González, J., Bastida, N., Echarri, E., Gallardo, J., & Paredes, V. (2017, April 19). Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. Facultad de Salud. Universidad Camilo José Cela. España.
9. Serrat Reyes, S., Sánchez Gómez, J., González Ponce, I., & Romero Moraleda, B. (2023, June 21). Estudio descriptivo de las lesiones de ligamento cruzado en el fútbol femenino. Retos Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación.

10. Calvo-Fernández, Y., Lago-Rodríguez, Á., Calvo Fernández, Y., & Lago Rodríguez, Á. (2022). Programa preventivo de lesión de ligamento cruzado anterior en fútbol femenino durante períodos de confinamiento. MHSalud: Revista En Ciencias Del Movimiento Humano y Salud, 19(2), 1–21.
11. Kaplan Y, Witvrouw E. When Is It Safe to Return to Sport After ACL Reconstruction? Reviewing the Criteria. *Sports Health*. 2019 Jul/Aug;11(4):301-305.
12. Bizzini, M., Junge, A., & Dvorak, J. (2017). The “11+” A complete warm-up programme to prevent injuries Manual. FIFA Medical Assessment and Research Centre (F-MARC).
13. Arranz de la Fuente, M. (2016, July 4). ANÁLISIS DE LA EFICACIA DEL “PEP PROGRAM” EN JUGADORAS DE FÚTBOL FEMENINO. Universidad de León.
14. ÁLVAREZ SANTANA, D., GERARDO GARCÉS, M., & SANTONJA MEDINA, F. (2015, October). “CORRELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS DE VALORACIÓN FUNCIONAL Y DE FUERZA DE LA RODILLA EN PACIENTES CON ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.” Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
15. Kellis E, Sahinis C, Baltzopoulos V. Is hamstrings-to-quadriceps torque ratio useful for predicting anterior cruciate ligament and hamstring injuries? A systematic and critical review. *J Sport Health Sci*. 2023 May;12(3):343-358.
16. G. V. EL MAPA DE LAS JUGADORAS DE LA LIGA F, MUNICIPIO A MUNICIPIO: “SOMOS LAS ETERNAS OLVIDADAS” [Internet]. Relevo.com. 26 de febrero de 2024 [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.relevo.com/futbol/liga-femenina/mapa-jugadoras-liga-20240225190543-nt.html>
17. Medidata [Internet]. Medidata.com. [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.medidata.com/en/clinical-trial-products/unified-platform/>
18. IBM SPSS Statistics [Internet]. Ibm.com. [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/products/spss-statistics>
19. Universidad de Guadalajara. Valoración muscular de la cadera en tablas con referencia a la escala de daniel's [Internet]. Studocu.com. 2021 [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-de-guadalajara/valoracion-muscular/valoracion-muscular-de-la-cadera-en-tablas-con-referencia-ala-escala-de-daniels/16909095>

20. Landing Error Scoring System (LESS) [Internet]. Physio-pedia.com. [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: [https://www.physio-pedia.com/Landing_Error_Scoring_System_\(LESS\)](https://www.physio-pedia.com/Landing_Error_Scoring_System_(LESS))
21. Hernández A. ¿QUÉ SON LOS HOP TEST? [Internet]. Fisioterapia-online.com. 2023 [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/que-son-los-hop-test>
22. Soares CG. Flexitest. An innovate flexibility assessment method [Internet]. Slideshare.net. 2018 [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/eliseucorrea3/flex-itest-para-evaluar-flexibilidad>
23. Marrugat J, Elosua R, Ferrer Y, Sanchis JVR, Torrents T, Farré S, et al. GRANMO [Internet]. Datarus.eu. 2011 [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.datarus.eu/aplicaciones/granmo/>
24. Urbaniak GC, Plous S. RESEARCH RANDOMIZER [Internet]. Randomizer.org. 1997 [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.randomizer.org/>
25. Leyesa JY, Pérez LT, de Olano CC. Lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino. Estudio epidemiológico de tres temporadas [Internet]. Apunts.org. July - September 2011 [citado el 19 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.apunts.org/es-lesion-del-ligamento-cruzado-anterior-articulo-X0213371711270485>

9. ANEXO

i. Consentimiento informado

HOJA DE INFORMACIÓN

Nos dirigimos a usted para proporcionarle detalles sobre un ensayo clínico al que se le invita a participar, el propósito de esta comunicación es asegurar que reciba la información necesaria y precisa para que pueda evaluar si desea o no participar en el ensayo. Le pedimos que revise detenidamente este documento y que, en caso de tener alguna pregunta, se comunique con nosotros para recibir ayuda sin inconvenientes.

Es importante que sepa que su participación en este estudio es voluntaria y que tiene la opción de retirar su consentimiento en cualquier momento, sin que esto afecte su relación con su equipo de rehabilitación ni perjudique su tratamiento habitual.

Descripción general del estudio

El estudio consiste en un ensayo clínico aleatorizado de doble cegamiento con dos grupos de intervención. Su objetivo es comparar dos programas preventivos para deportistas de fútbol femenino amateur, concretamente prevenir la lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) durante la práctica deportiva, además, de evaluar si la aplicación del mismo programa conduce a mejoras en la fuerza, equilibrio, flexibilidad, dolor, etc. La intervención se llevará a cabo en el lugar donde se lleve a cabo su entrenamiento de forma habitual.

Ambas opciones de tratamiento han sido diseñadas con el propósito de proporcionar beneficios para usted. En ningún caso recibirá un tratamiento que pueda resultar perjudicial o no beneficioso. Sin embargo, dado que se trata de un estudio de doble cegamiento, ni usted ni los investigadores sabrán qué tratamiento está recibiendo cada participante hasta que finalice la investigación.

Declaración de intereses

Es importante destacar que este estudio no tiene fines lucrativos y, por lo tanto, no se obtendrán beneficios económicos por su realización ni se espera ningún conflicto de intereses. El equipo responsable del estudio se encarga de la financiación, por lo que su participación no implicará ningún gasto para usted.

Confidencialidad y acceso a los datos

Para proteger su identidad y la de los demás participantes, todos los datos generados en la investigación serán tratados de acuerdo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales. Únicamente los investigadores y las personas encargadas del análisis tendrán acceso a los datos. Se le asignará un código para identificarlo durante la investigación, preservando así su confidencialidad.

Información adicional del estudio

En caso de necesitar más información o respuestas ante alguna posible duda que le surja, contacte vía e-mail o por tlf. al investigador jefe responsable del estudio.

E-mail: _____

o

Tlf.: _____

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto: "Estudio de la Eficacia de un Programa de Intervención para Prevenir Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior en Jugadoras de Fútbol Femenino Amateur: Protocolo de un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado"

Consentimiento

Yo, _____ he sido informado por _____

_____, el investigador del citado proyecto de investigación, y declaro que:

- He leido la Hoja de Información que se me ha entregado
- He podido hacer preguntas sobre el estudio
- He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas
- He recibido suficiente información sobre el estudio
- Soy consciente que mi participación es voluntaria
- Soy consciente que todos mis datos serán tratados confidencialmente
- Soy consciente que puedo retirarme del estudio cuando quiera
- Doy mi conformidad para participar en este estudio

DNI del participante: _____

Fecha: _____

Firma:

Firma del investigador:

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Yo, _____ revoco el consentimiento de participación en
el estudio, arriba firmado, con fecha _____

Firma:

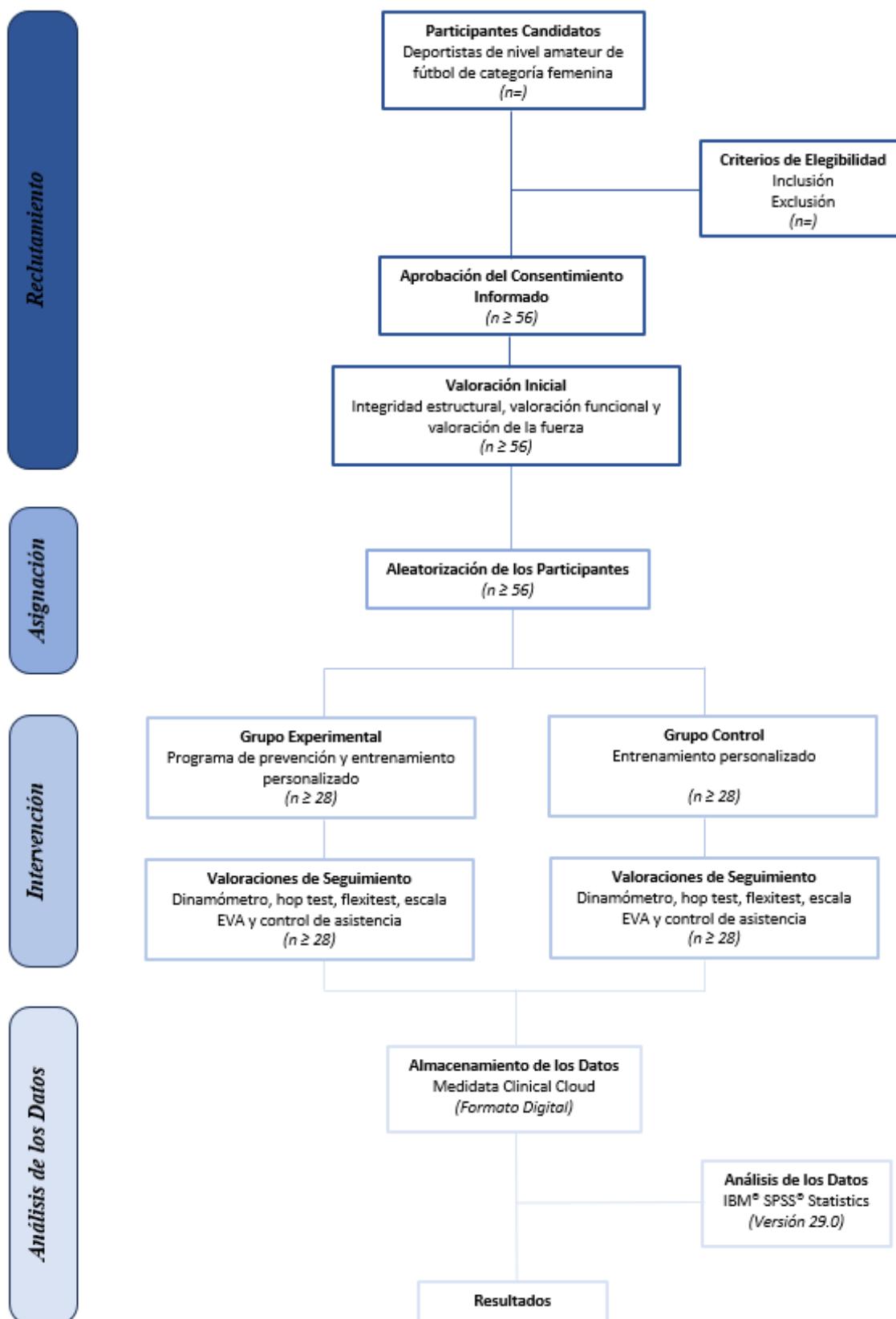
Firma del investigador:

ii. **Plan de trabajo y cronograma de la investigación**

- **Plan de trabajo**

TAREAS	2024						2025					
	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Formación equipo de investigación	X											
Formación comité de datos	X											
Reclutamiento de Participantes		X										
Reuniones equipo de investigación y clubes		X	X				X		X		X	
Intervenciones		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Evaluaciones		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ánalisis de los datos										X	X	

- **Cronograma**



iii. Presupuesto

MATERIAL			
Intervención			
Descripción	Unidades	Precio/Uni.	TOTAL
Banda elástica (Moves Band 45,5 m)	2	58,48 €	116,96 €
Valoración			
Descripción	Unidades	Precio/Uni.	TOTAL
Camilla	1*	119,99 €	119,99 €
Dinamómetro (KINVENT Muscle Controller)	1*	62 €	62,00 €
Kit de conos (Hop-Test)	1	6,98 €	6,98 €
Metro (Stanley Tylon 8m) (Hop-Test)	1*	14,87 €	14,87 €
Datos (registro y análisis)			
Descripción	Unidades	Precio/Uni.	TOTAL
Pack de oficina (bolígrafos, hojas de papel, archivador, etc.)	1	46,04 €	46,04 €
Ordenador (preferiblemente portátil)	1	1.385 €	1.385,00 €
Licencia 1 mes de software IBM® SPSS®	1	91,04 €	91,04 €
TOTAL: 1.842,88 €			

* Depende del número de fisioterapeutas o investigadores que se quiera usar para el estudio para acelerar los procesos de valoración

RECURSOS HUMANOS				
Intervención				
Descripción	Unidades	Nº de horas	Precio/hora	TOTAL
Fisioterapeuta	1	160	Convenio laboral	0,00 €
Valoración				
Descripción	Unidades	Nº de horas	Precio/hora	TOTAL
Fisioterapeuta	1*	180	Convenio Laboral	0,00 €
Investigadores	1*	180	12 €	2.160,00 €
Datos (registro y análisis)				
Descripción	Nº	Nº de horas	Precio/hora	TOTAL
Analista de datos	1	60	12 €	720 €
TOTAL: 2.880,00 €				

* Depende del número de fisioterapeutas o investigadores que se quiera usar para el estudio para acelerar los procesos de valoración

El presupuesto total por equipo para realizar la investigación sería de **4.722,88 €**.

iv. **Otros**

 ***Anexo 1***

• **Pruebas para la valoración de la integridad estructural (tests específicos):**

○ ***Test de Lachman (valoración bilateral)***

- **Paciente:** decúbito supino flexiona la rodilla a 20°
- **Fisioterapeuta:** mano distal en hueco poplíteo traccionando hacia anterior y fijando a nivel 1/3 distal del fémur con la mano proximal
- **Positivo:** falta de resistencia sugiere que el ligamento está completamente roto



○ ***Test de Jerk (valoración bilateral)***

- **Paciente:** decúbito supino con la cadera a 45° de flexión y la rodilla a 90° de flexión
- **Fisioterapeuta:** aplicando rotación interna de la tibia con una pinza a nivel del calcáneo y colocando la otra sobre la cara externa de la rodilla, aplicando una fuerza en valgo
- **Positivo:** aceleración brusca o sacudida durante la extensión lenta de la rodilla, generalmente alrededor de los 30° de flexión. La tibia vuelve a su posición original repentinamente al alcanzar la extensión completa (resultado positivo)



- **Maniobra de Pivot Shift** (*valoración bilateral*) (se realiza igual que la anterior, pero en sentido contrario, es decir, desde la extensión a la flexión)



- **Test de Lelli** (*valoración bilateral*)
 - **Paciente:** decúbito supino con EI totalmente extendida
 - **Fisioterapeuta:** mano distal en forma de puño a nivel 1/3 proximal de la tibia posterior y mano proximal realizando una fuerza moderada hacia posterior a nivel de 1/3 distal del fémur
 - **Positivo:** translación anterior de la meseta tibial en relación con los cóndilos femorales, el calcáneo que normalmente debería separarse de la camilla mediante extensión permanece reposando sobre la camilla



- **Pruebas para la valoración de la funcionalidad** (Landing Error Score System):

Se emplea para detectar el riesgo de lesiones sin contacto durante los movimientos de salto y aterrizaje. El LESS evalúa nueve aspectos diferentes del aterrizaje y consta de 17 preguntas que se puntuán en un total de 19 puntos, donde una puntuación ≤ 5 se considera segura y por encima de esta cifra se considera que hay riesgo.

ITEM	DEFINICIÓN OPERATIVA DE ERROR	PUNTUACIÓN	OBTENIDO	TOTAL
FLEXIÓN DE RODILLA: CONTACTO INICIAL	La rodilla está flexionada menos de 30° en el contacto inicial	0 = Ausente 1 = Presente		
FLEXIÓN DE CADERA: CONTACTO INICIAL	El muslo está en línea con el tronco en el contacto inicial	0 = Ausente 1 = Presente		
FLEXIÓN DE TRONCO: CONTACTO INICIAL	El tronco está vertical o extendido con respecto a caderas en el contacto inicial	0 = Ausente 1 = Presente		
FLEXIÓN PLANTAR DE TOBILLO: CONTACTO INICIAL	El pie aterriza primero con el talón o plano en el contacto inicial	0 = Ausente 1 = Presente		
POSICIÓN MEDIAL DE RODILLA: CONTACTO INICIAL	El centro de la rotula está medial al mediopié en el contacto inicial	0 = Ausente 1 = Presente		
LATEROFLEXIÓN DE TRONCO: CONTACTO INICIAL	La línea media del tronco está inclinada al lado derecho o izquierdo del cuerpo en el contacto inicial	0 = Ausente 1 = Presente		
ANCHO DE ESTANCIA: ANCHO	Los pies están posicionados por fuera el ancho de hombros (acromions) en el contacto inicial	0 = Ausente 1 = Presente		
ANCHO DE ESTANCIA: ESTRECHO	Los pies están posicionados por dentro del ancho de hombros (acromions) en el contacto inicial	0 = Ausente 1 = Presente		
POSICIÓN DEL PIE: ROTACIÓN EXTERNA	El pie está rotado externamente más de 30° entre el contacto inicial y la máxima flexión de rodilla	0 = Ausente 1 = Presente		
POSICIÓN DEL PIE: ROTACIÓN INTERNA	El pie está rotado internamente más de 30° entre el contacto inicial y la máxima flexión de rodilla	0 = Ausente 1 = Presente		
CONTACTO INICIAL DEL PIE SIMÉTRICO: CONTACTO INICIAL	Un pie aterriza antes que el otro o un pie aterriza en el talón y luego en los dedos y el otro en los dedos y luego en el talón	0 = Ausente 1 = Presente		
DESPALZAMIENTO EN FLEXIÓN DE RODILLA	La rodilla se flexiona menos de 45° entre el contacto inicial y la máxima flexión de rodilla	0 = Ausente 1 = Presente		
DESPALZAMIENTO EN FLEXIÓN DE CADERA	El muslo no se flexiona más respecto al tronco entre el contacto inicial y la máxima flexión de rodilla	0 = Ausente 1 = Presente		
DESPALZAMIENTO EN FLEXIÓN DE TRONCO	El tronco no se flexiona más entre el contacto inicial y la máxima flexión de rodilla	0 = Ausente 1 = Presente		
DESPALZAMIENTO MEDIAL DE RODILLA	En el punto máximo de posición medial de rodilla, el centro de la rotula es medial al mediopié	0 = Ausente 1 = Presente		
DESPALZAMIENTO ARTICULAR	Suave: el participante demuestra un gran desplazamiento de tronco, cadera y rodilla Promedio: el participante tiene algo pero no una gran cantidad de desplazamiento de tronco, cadera y rodilla Rígido: el participante muestra muy poco o casi nada desplazamiento de tronco, cadera y rodilla	0 = Suave 1 = Promedio 2 = Rígido		
IMPRESIÓN GENERAL	Excelente: el participante muestra un aterrizaje suave con no movimiento en el plano frontal o transverso Promedio: cualquier otro aterrizaje Pobre: el participante muestra gran movimiento en los planos frontal o transverso, o el participante muestra un aterrizaje rígido con algo de movimiento en los planos frontal o transverso	0 = Excelente 1 = Promedio 2 = Pobre		

- **Pruebas para la valoración de la fuerza** (Escala de Daniels):

Para evaluar **la capacidad de contracción y resistencia del músculo glúteo medio (GM)** (en abducción y rotación externa), el sujeto se posiciona en decúbito lateral con una pierna en doble flexión de cadera y rodilla, mientras que la otra permanece con la cadera extendida y la rodilla ligeramente flexionada. El fisioterapeuta se coloca posterior al paciente con la mano craneal reposando fijando la pelvis y con la mano caudal ejerce resistencia en la cara externa de la rodilla, a partir de aquí se indica al sujeto que eleve la rodilla sin elevar el tobillo (abducción). Valorar ambas extremidades.



Para evaluar **la capacidad de contracción de los isquiosurales (IT) de forma conjunta**, el individuo se sitúa en posición de decúbito prono, con las EESS extendidas por encima de la cabeza y los pies fuera del borde de la mesa, inicialmente con una flexión de rodilla de aproximadamente 30 grados. El terapeuta se sitúa en bipedestación homolateral a la extremidad que se está evaluando, con la mano caudal aplicar resistencia a la cara posterior del tobillo en dirección a la extensión de la rodilla, mientras que la mano craneal puede colocarse opcionalmente sobre los tendones poplíteos en la parte posterior del muslo. Durante la prueba, el individuo flexiona la rodilla. Valorar ambas extremidades.



Para evaluar **la capacidad de contracción del cuádriceps (C)**, paciente en sedestación con una almohadilla colocada debajo de la parte inferior del muslo (el fémur en posición horizontal), que puede ser sustituida por la mano del examinador si es necesario. Las manos del paciente están a los lados para mantener la estabilidad. Se indica al paciente que se incline ligeramente hacia atrás para reducir la tensión en los músculos poplíteos, posicionando sus EESS sobre el borde de la camilla para mayor estabilidad. El fisioterapeuta se coloca de rodillas homolateral a la extremidad a evaluar. La mano del fisioterapeuta ejerce resistencia a la cara anterior del tobillo. Durante la prueba, el paciente extiende la rodilla. Valorar ambas extremidades.



Para evaluar la **capacidad de contracción y resistencia del músculo psoas ilíaco (PI)**, el paciente se coloca en decúbito supino en la camilla, con la EI a evaluar en flexión de 90° de rodilla (muslo recostado sobre la camilla, resto de la EI colgando) y la otra EI en doble flexión de cadera y rodilla. Se pueden utilizar las EESS para estabilizar el tronco, agarrándose al borde de la camilla o colocando las manos sobre la tuberosidad tibial anterior (TTA). El fisioterapeuta se sitúa en bipedestación al borde de la camilla, colocando la mano craneal sobre la TTA y la mano caudal a nivel 1/3 distal del fémur. En esta posición, el paciente levanta el muslo de la camilla y mientras el terapeuta aplica resistencia en dirección hacia el suelo. Valorar ambas extremidades.



Para evaluar **la capacidad de contracción y resistencia del músculo piriforme (PF)**, el paciente se coloca en sedestación con las rodillas flexionadas a 90° (colgando por un borde de la camilla) y manteniendo apoyado sus EESS al borde contralateral de la camilla. Fisioterapeuta de rodillas homolateral a la EI que será evaluada, coloca la mano caudal aplicando resistencia en la cara interna del tobillo hacia exterior. La mano craneal apoyada a nivel 1/3 distal del fémur, estabilizando la articulación. Aquí pedimos al paciente realizar una fuerza hacia interior, a nivel del tobillo (rotación externa de la cadera). Valorar ambas extremidades.



Anexo 2

1) Control Neuromuscular

- *Puente*

Ejecución: elevar la pelvis hacia anterior y descender repetidas veces (alineando rodillas, pelvis y cintura escapular).

Posición 1: en decúbito supino realizando una flexión de rodillas y de cadera, piernas ligeramente separadas de la línea media dibujada por el torso y plantas de los pies haciendo contacto con el suelo.



Posición 2: igual que la posición anterior pero unipodal.



	1 ^a -2 ^a Semana	3 ^a Semana	4 ^a Semana	5 ^a -6 ^a Semana
Frecuencia (Posición 1)	1 set (6-8 rep.)	1 set (10-12 rep.)		
Frecuencia (Posición 2)			1 set (8-10 rep.)	1 set (10-12 rep.)

- *Pasos Laterales*

Posición: en bipedestación próximo a una superficie vertical, haciendo contacto con la EI a entrenar a la superficie en cuestión, ligera flexión de cadera y rodillas (ligera posición de cuclillas) con las rodillas ligeramente orientadas hacia exterior.

Ejecución 1: trabajo de fuerza isométrica, realizando una fuerza con la EI en sentido a la superficie vertical.



Ejecución 2: sustituimos la resistencia proporcionada por la superficie vertical por una goma elástica, realizamos desplazamientos laterales con la banda elástica colocada entre ambas EEII a nivel de las rodillas.



	1 ^a -2 ^a Semana	3 ^a Semana	4 ^a Semana	5 ^a -6 ^a Semana
Frecuencia (Ejecución 1)	1 set (10-12 rep.)	1 set (15-20 rep.)		
Frecuencia (Ejecución 2)			1 set (8-10 rep.)	1 set (12-15 rep.)

- *Zancada Posterior*

Posición: comenzamos en bipedestación (posición inicial) para pasar a una doble flexión de rodilla de 90° con la EI derecha anteriorizada y la EI izquierda posteriorizada (posición final).



Ejecución 1: realizar el desplazamiento hacia posterior desde posición inicial a posición final.



Ejecución 2: realizar la misma ejecución anterior pero esta vez añadimos desequilibrio mediante la implementación de una cinta elástica, que sujetarán entre ambas manos (a nivel de cintura escapular) dos jugadoras, realizando un trabajo conjunto.



	1 ^a -2 ^a Semana	3 ^a Semana	4 ^a Semana	5 ^a -6 ^a Semana
Frecuencia (Ejecución 1)	1 set (8-10 rep.)	1 set (10-12 rep.)		
Frecuencia (Ejecución 2)			1 set (8-10 rep.)	1 set (10-12 rep.)

- *Deadbug*

Posición: en decúbito supino, colocamos ambas EESS en flexión de 90° de glenohumeral y las EEII en doble flexión de 90° de rodilla y cadera.



Ejecución 1: llevamos a la extensión EI y ES contralaterales (dejando las otras dos extremidades contralaterales inmóviles), una vez realizado el movimiento, volver a la posición inicial y proceder posteriormente con las otras dos extremidades.



Ejecución 2: la misma ejecución que en la anterior, pero añadiendo una banda elástica entre extremidades contralaterales.



	1 ^a -2 ^a Semana	3 ^a Semana	4 ^a Semana	5 ^a -6 ^a Semana
Frecuencia (Ejecución 1)	1 set (8-12 rep.)	1 set (12-15 rep.)		
Frecuencia (Ejecución 2)			1 set (10-12 rep.)	1 set (12-15 rep.)

- *Plancha Estática Lateral*

Posición: nos colocamos en decúbito lateral sobre una superficie horizontal, posicionando entre nuestro cuerpo y la superficie nuestro brazo, en abducción de glenohumeral, flexión de codo y rotación interna (todo a unos 90°).



Ejecución: mantener la posición y al finalizar, realizar hemicuerpo contralateral.

	1^a-2^a Semana	3^a-4^a Semana	5^a-6^a Semana
Frecuencia	15-30 seg.	30-45 seg.	45-60 seg.

1 Fuerza

- *Curls Nórdicos*

Posición: arrodillarse sobre una superficie, con las rodillas posicionadas a nivel perpendicular a las espinas iliacas superiores (EIAS), cruzando brazos sobre el pecho y postura erguida desde rodillas hasta cabeza. Un compañero se posiciona posterior a ti sujetando las piernas a nivel del tobillo.



Ejecución: inclinarse hacia anterior e intentar reducir la velocidad de caída mediante activación de los isquiosurales, una vez no se pueda seguir manteniendo el ritmo de caída recostarse sobre la superficie con ambos brazos (posición de *press-up*).



	1 ^a -2 ^a Semana	3 ^a -4 ^a Semana	5 ^a -6 ^a Semana
Frecuencia	1 set (3-5 rep.)	1 set (7-10 rep.)	1 set (12-15 rep.)

- *Extensión de Espalda*

Posición: en decúbito prono, completamente estirado a excepción de ambas EESS que las colocaremos en doble flexión de codo y glenohumeral.



Ejecución 1: realizar una extensión de cabeza, tórax y tren inferior contra-gravedad, mantener posición.



Ejecución 2: lo mismo que la anterior ejecución, pero repitiendo varias veces el movimiento en vez de mantener.

	1 ^a -2 ^a Semana	3 ^a -4 ^a Semana	5 ^a -6 ^a Semana
Frecuencia (Ejecución 1)	1 set (15-30 s)	1 set (30-45 s)	1 set (45-60 s)
Frecuencia (Ejecución 2)	1 set (6-8 rep.)	1 set (8-10 rep.)	1 set (10-12 rep.)

- *Sentadillas Progresivas*

Ejecución: descender flexionando las rodillas y la cadera hasta que las EEII queden paralelas al suelo. En la “Posición 2”, se avanza hacia anterior a medida que se desciende.

Posición 1: en bipedestación, con los pies separados al ancho de los hombros y apuntando ligeramente hacia afuera. Posición erguida y alineada de hombros y espalda.



Posición 2: posición de tren superior igual que en la posición anterior, tren inferior se encuentra ahora con una EI anteriorizada y la otra EI posteriorizada.



Posición 3: en bipedestación de forma unipodal, lateralmente a una compañera, colocando la ES más próxima a la otra jugadora en el hombro, de manera que puedan brindarse apoyo durante el ejercicio. La EI levantada debe posicionarse ligeramente detrás de la pierna de apoyo (la pierna de apoyo debe ser la misma en ambas jugadoras).



	1 ^a -2 ^a Semana	3 ^a -4 ^a Semana	5 ^a -6 ^a Semana
Frecuencia (Posición 1)	1 set (10-12 rep.)		
Frecuencia (Posición 2)		1 set (10-12 rep.)	
Frecuencia (Posición 3)			1 set (10-12 rep.)

- *Saltos Progresivos*

Posición: en bipedestación con las EEII separadas, con los pies a la altura de las caderas (nivel de EIAS) y las manos en las caderas o al frente para estabilizarse. En caso de hacerse unipodal, levantar una EI desde la posición anterior.



Ejecución 1: flexione lentamente las caderas, las rodillas y los tobillos hasta antes de llegar a los 90 grados e inclinar la parte superior del cuerpo hacia adelante. A continuación, saltar con la mayor fuerza posible e intentar enderezar el cuerpo durante el salto y el aterrizaje.



Ejecución 2: saltar aproximadamente un metro hacia el lado de la otra EI y aterrizar suavemente sobre la punta del pie, flexionando las caderas, las rodillas y los tobillos. Mantener esta posición aproximadamente un segundo y luego saltar sobre la otra EI.



Ejecución 3: imaginar que hay una cruz marcada en el suelo y posicionarse en medio de ella. Flexionar las caderas, las rodillas y los tobillos y desde esta posición y alternar entre saltos hacia anterior y posterior, de lado a lado y en diagonal a través de la cruz (saltos rápidos y explosivos).



	1 ^a -2 ^a Semana	3 ^a -4 ^a Semana	5 ^a -6 ^a Semana
Frecuencia (Ejecución 1)	1 set (10-12 rep.)		
Frecuencia (Ejecución 2)		1 set (10-12 rep.)	
Frecuencia (Ejecución 3)			1 set (10-12 rep.)

2 Flexibilidad

- *Psoas- Iliaco*

Realizar una zancada con la EI izquierda anteriorizada, dejando reposar la rodilla derecha en el suelo y desplazarse hacia anterior en esta posición. Mantener esta posición durante 30 segundos y luego cambiar a contralateral.



- *Cuádriceps*

En sedestación en el suelo y estirar la EI izquierda mientras flexionas la derecha, llevando el talón hacia el glúteo. Asegurarse de mantener ambas piernas en contacto con el suelo y evitar doblar la cintura. Mantener durante 30 segundos y luego cambiar a contralateral.



- *Isquiosurales*

En sedestación en el suelo con la pierna izquierda extendida frente a ti. Flexiona la rodilla derecha y coloca la planta del pie en la parte interna del muslo izquierdo. Intenta acercar el pecho a la rodilla de la pierna extendida, manteniendo la espalda recta. Si puedes, alcanza los dedos del pie y tira suavemente hacia tu cabeza, evitando rebotes. Mantén esta postura durante 30 segundos y luego repite con la otra EI.



- *Aductor*

Sedestación en el suelo con las EEII separadas, inclinarse lentamente hacia el centro manteniendo la espalda alineada. Luego, desplazar el tronco hacia la derecha hasta alcanzar el pie derecho con ambas manos. Mantener esta posición de estiramiento durante 30 segundos y luego repetir en el lado contralateral.



- *Glúteos*

En decúbito prono con EESS apoyadas sobre el suelo, con EI derecha extendida por completo, EI izquierda en completa doble flexión (de cadera y rodilla), colocada en ligera rotación externa de cadera y dejarse caer (de forma controlada) hasta sentir la elongación del músculo. Mantener esta posición durante 30 segundos y repetir en el lado contralateral.



- *Piriforme*

En decúbito supino en el suelo con las EEII flexionadas a 90° de rodilla y cadera, a continuación, pasar EI izquierda por encima de la EI derecha (rotación interna de cadera). Para finalizar, colocar ambas manos a la TTA de la EI derecha y realizar una fuerza moderada hacia posterior desplazando toda la estructura en bloque. Mantener esta postura durante 30 segundos y luego repetir en el lado contralateral.



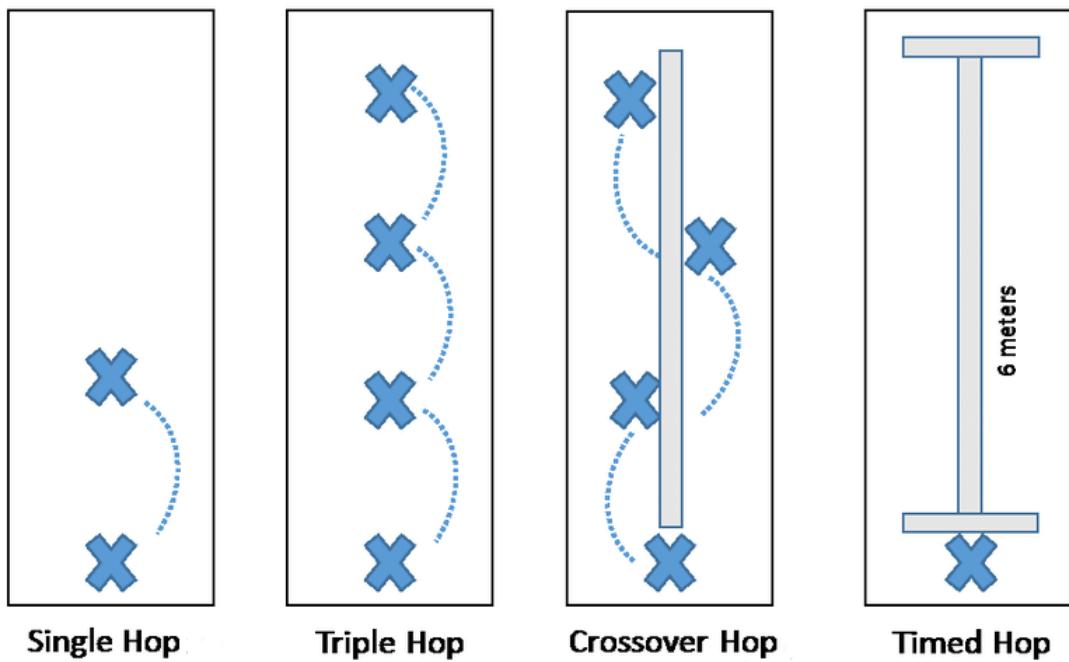
- **Dinamometría**

Para calcular de forma objetiva la fuerza haremos uso del dinamómetro (instrumento que permite cuantificar la fuerza muscular), su aplicación puede llevarse a cabo sustituyendo en las mismas maniobras descritas en la valoración subjetiva de la fuerza (Escala de Daniels) la mano que genera la contra resistencia por el dinamómetro.

- **Hop Test**

Los Hop Test son una herramienta efectiva, específica y sensible que analiza la función neuromuscular de las rodillas. El objetivo de realizar dichos tests es calcular el Índice de Simetría (IS) de las EEII, con el cual sabremos si la jugadora se encuentra en condiciones óptimas de juego (un IS de entre el 90% y el 110% sugiere que el deportista es apto para competir) o ha mostrado mejoría con respecto a alguna medición anterior.

- Single Hop Test (SHT): Mide la distancia alcanzada en un salto con una sola pierna.
- Triple Hop Test (THT): Evalúa la distancia total recorrida en tres saltos consecutivos en línea recta con una sola pierna.
- Cross-over Hop Test (CHT): Determina la distancia obtenida en tres saltos cruzados con una sola pierna.
- Timed Hop Test (THTt): Registra el tiempo que tarda el deportista en recorrer 6 metros con una sola pierna, anotando la cifra con dos decimales cuando el talón sobrepase la línea de los 6 metros.



Para realizar el cálculo del IS se calculará la media de las tres primeras mediciones, lo que proporcionará un único valor para ambas EEII. Estos valores se dividirán y multiplicarán por 100 para obtener el porcentaje correspondiente.

- **Flexitest**

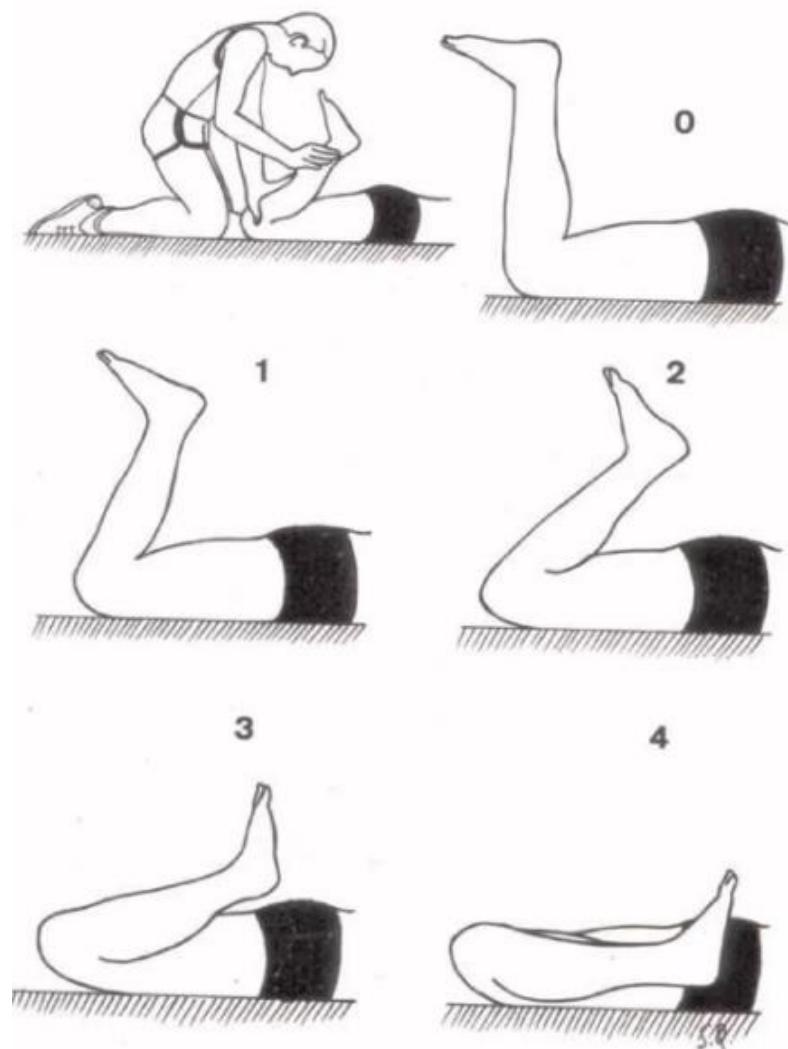
Cada movimiento se clasifica gradualmente del grado 0 al 4 según la magnitud de la amplitud de movimiento (ROM) obtenida, como se indica en las ilustraciones que acompañan a cada movimiento. La medición se lleva a cabo de manera pasiva mientras el movimiento se realiza lentamente y de forma gradual hasta alcanzar la ROM máxima. Este test permite valorar en base a una cifra numérica la cantidad de flexibilidad que presenta la musculatura encargada de cada acción, lo que nos permitirá valorar si la flexibilidad aumenta, permanece estable o incluso disminuye.

- **Rodilla**

- *Flexión*

Paciente: en decúbito prono con brazos estirados hacia craneal y rodilla flexionada.

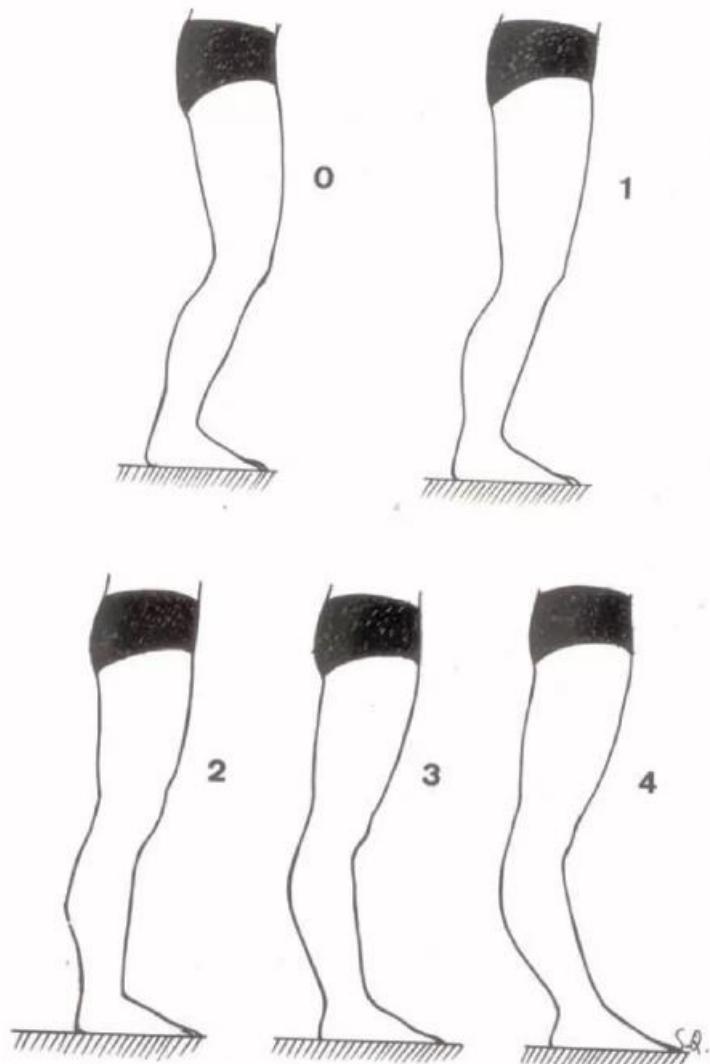
Fisioterapeuta: contralateral a la extremidad a trabajar y colocar mano sobre la cara anterior de la tibia y mover hacia la flexión.



- *Extensión*

Paciente: en bipedestación con ambas EEII juntas y forzar la extensión.

Fisioterapeuta: ausente.

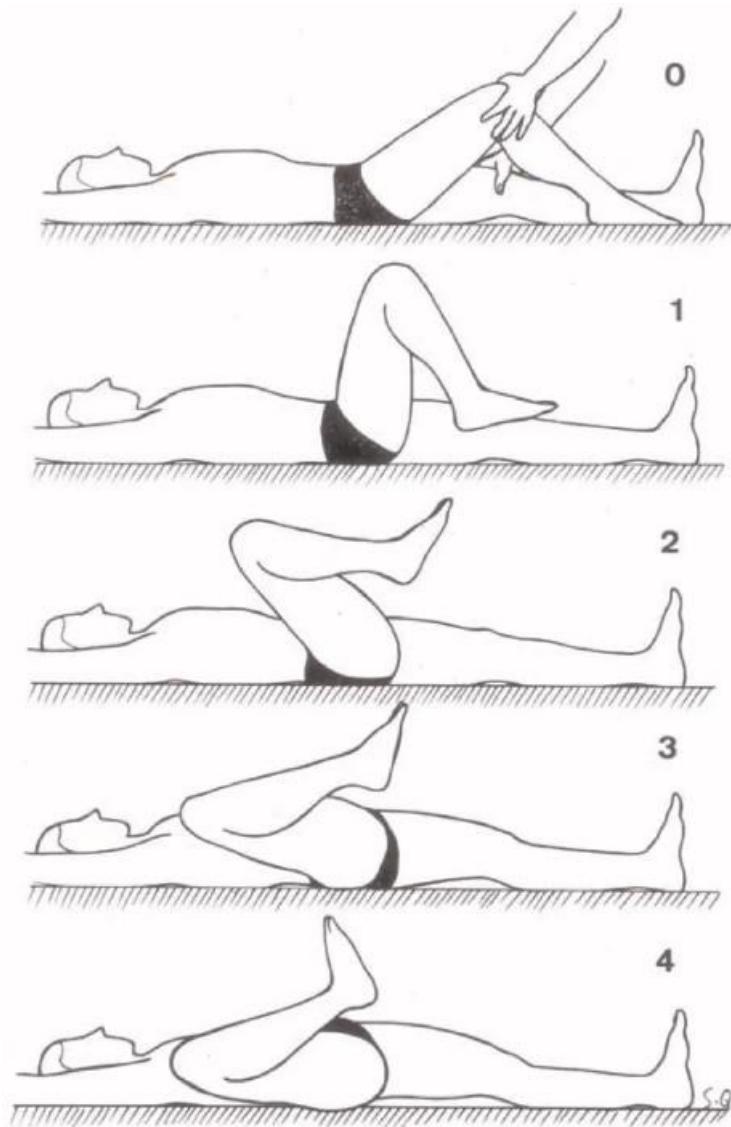


- **Cadera**

- *Flexión*

Paciente: en decúbito supino con brazos estirados hacia craneal con una EI extendida y la otra parcialmente flexionada.

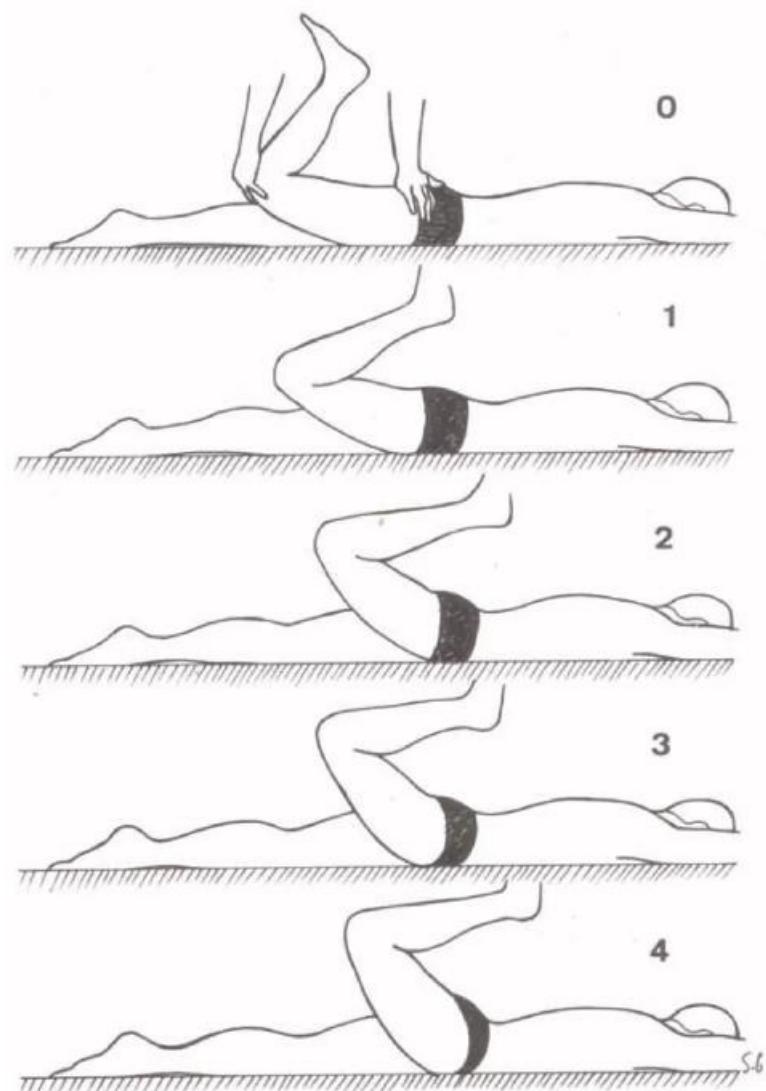
Fisioterapeuta: se coloca en bipedestación con tronco flexionado y mantiene firme con una mano la EI extendida mientras realiza la flexión de la cadera y rodilla presionando con la mano sobre la cara anterior de la tibia.



- *Extensión*

Paciente: en decúbito prono con EESS estiradas en sentido craneal, flexión de 90° de rodilla y ligera extensión de cadera.

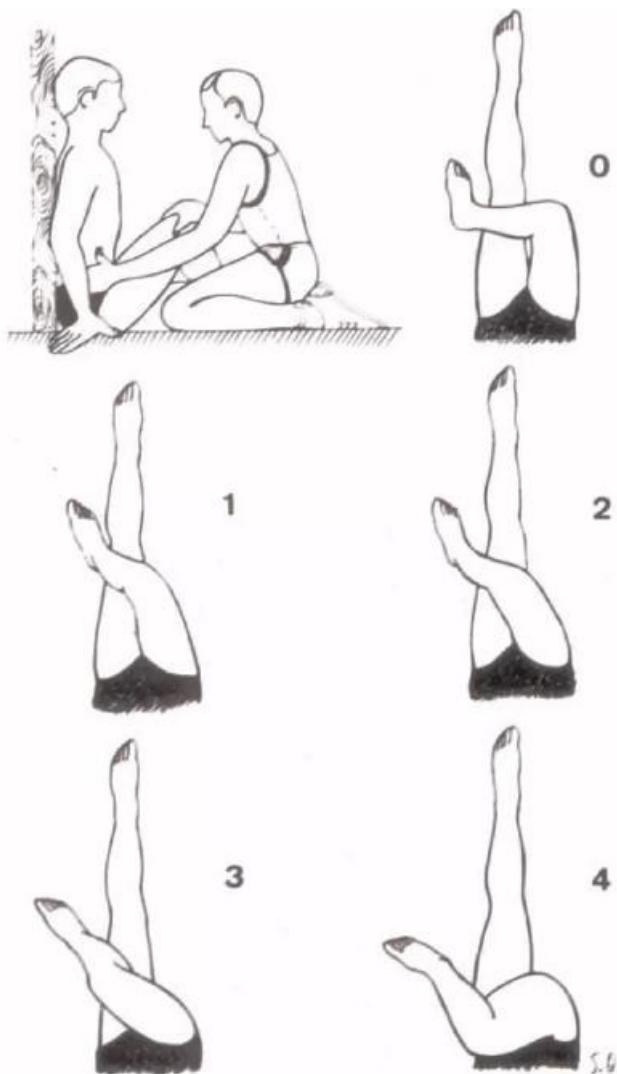
Fisioterapeuta: mano medial sujeta a nivel de la rótula la rodilla y acompaña la extensión, ejerciendo la mano lateral con presión sobre la pelvis homolateral a la EI a valorar.



- *Aducción*

Paciente: en sedestación en el suelo con el tronco y la región lumbar erguidos sobre una superficie vertical, EI que no se valora completamente extendida y la otra EI en flexión de 90° y en aducción.

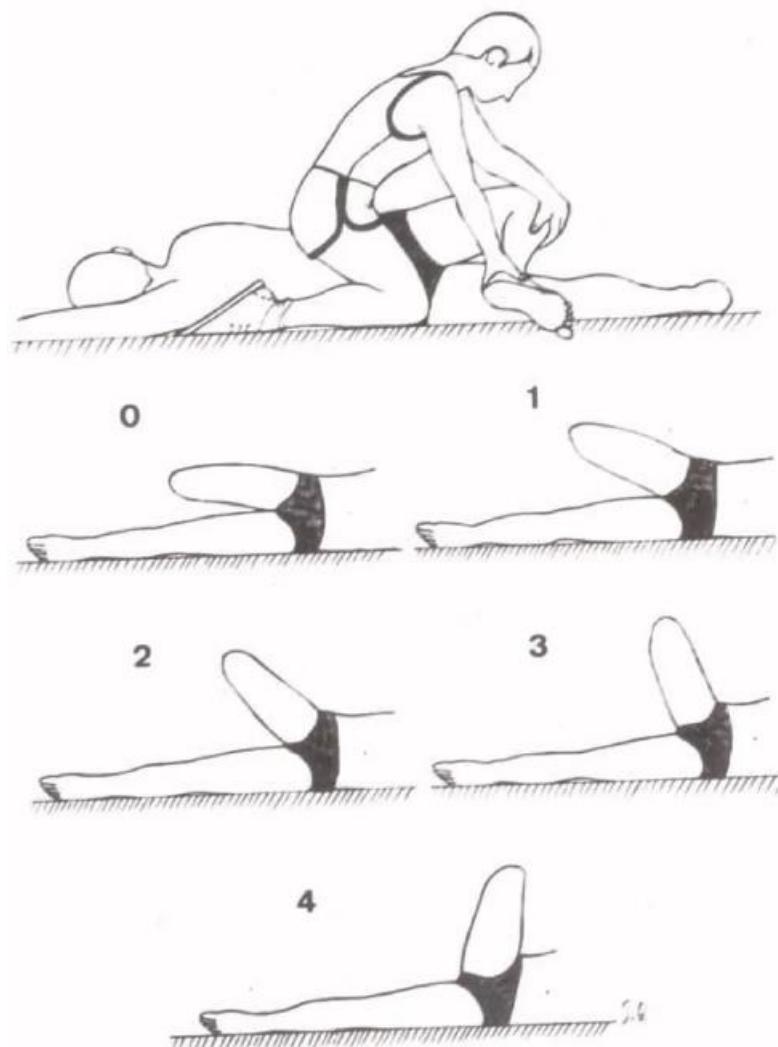
Fisioterapeuta: colocado anterior al paciente con la mano lateral fijando pelvis homolateral a la EI a valorar y mano medial colocada en la rodilla a nivel de la rótula realizando la aducción.



- *Abducción*

Paciente: decúbito lateral con EESS extendidas en sentido craneal, EI a no valorar extendida y la otra EI en flexión de 90°.

Fisioterapeuta: arrodillado posterior al paciente con la mano lateral en el talón de la EI que está flexionada y la mano medial a la cara anterior de la tibia a nivel 1/3 proximal.

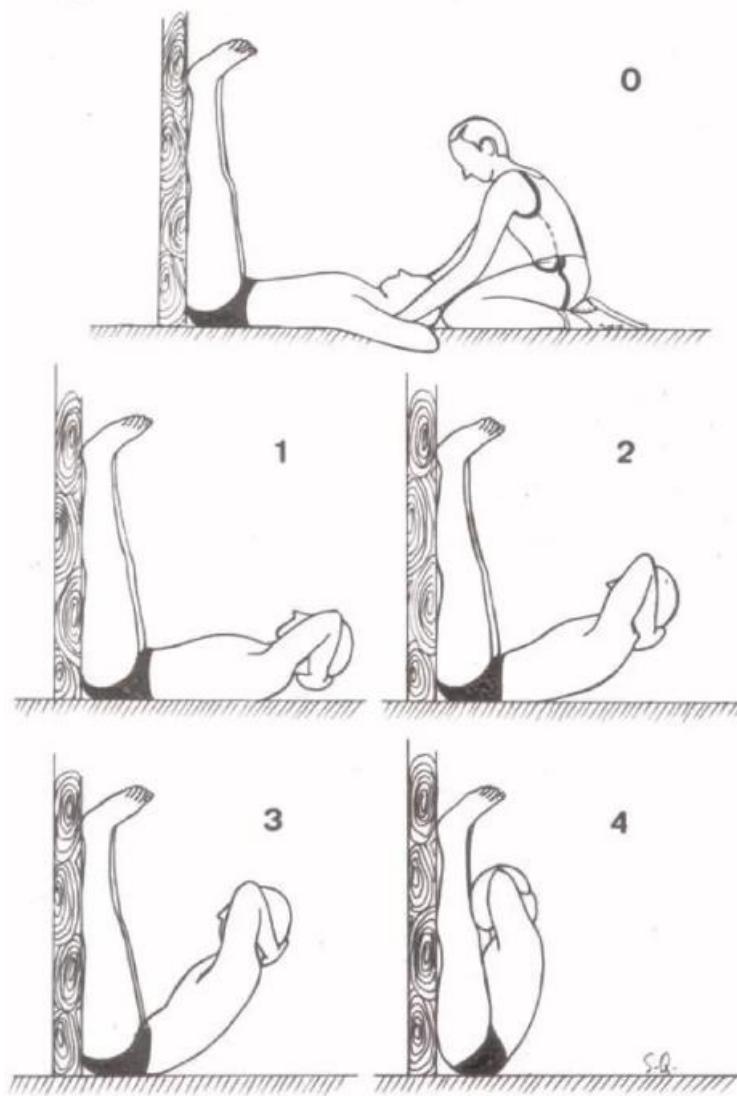


- **Tronco**

- *Flexión*

Paciente: en decúbito supino sobre el suelo con las EEII extendidas sobre una superficie vertical formando 90°, con EESS flexionadas recostando la cabeza entre ambas manos.

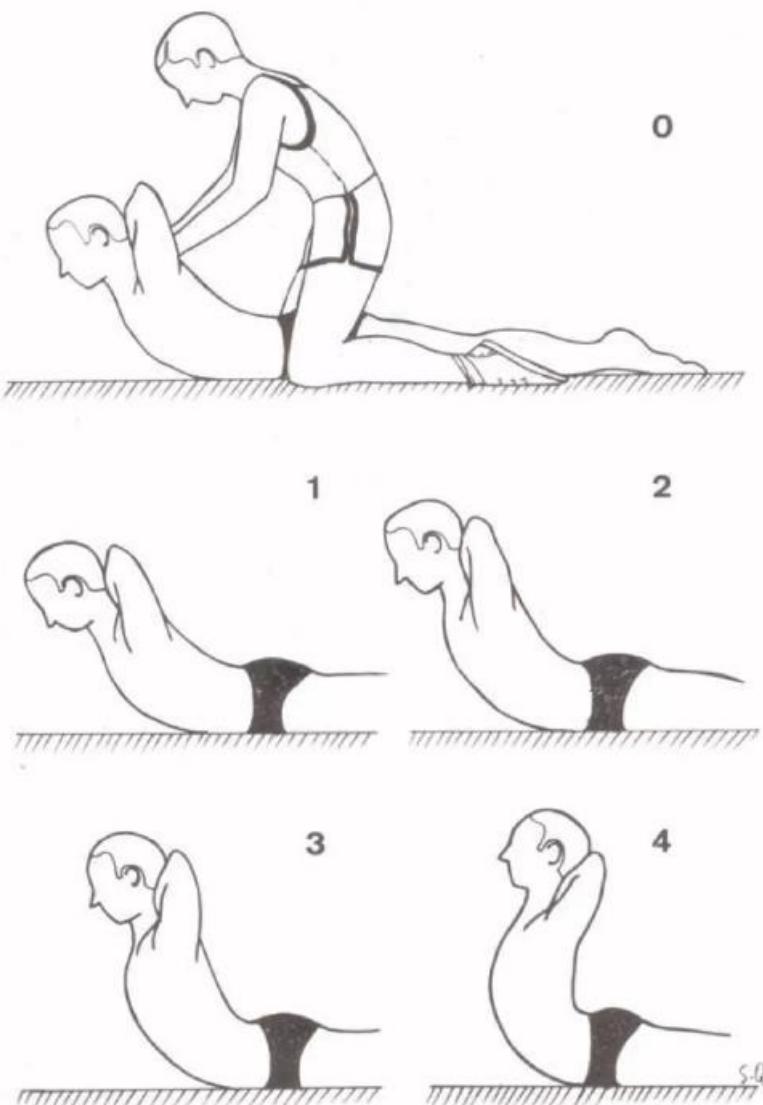
Fisioterapeuta: posterior al paciente arrodillado colocando las manos por debajo de los hombros de forma que la cintura escapular descance sobre ellas, realizar entonces la flexión.



- *Extensión*

Paciente: en decúbito prono con EEII extendidas y EESS flexionadas colocando las palmas de las manos en la nuca y en ligera extensión de tronco.

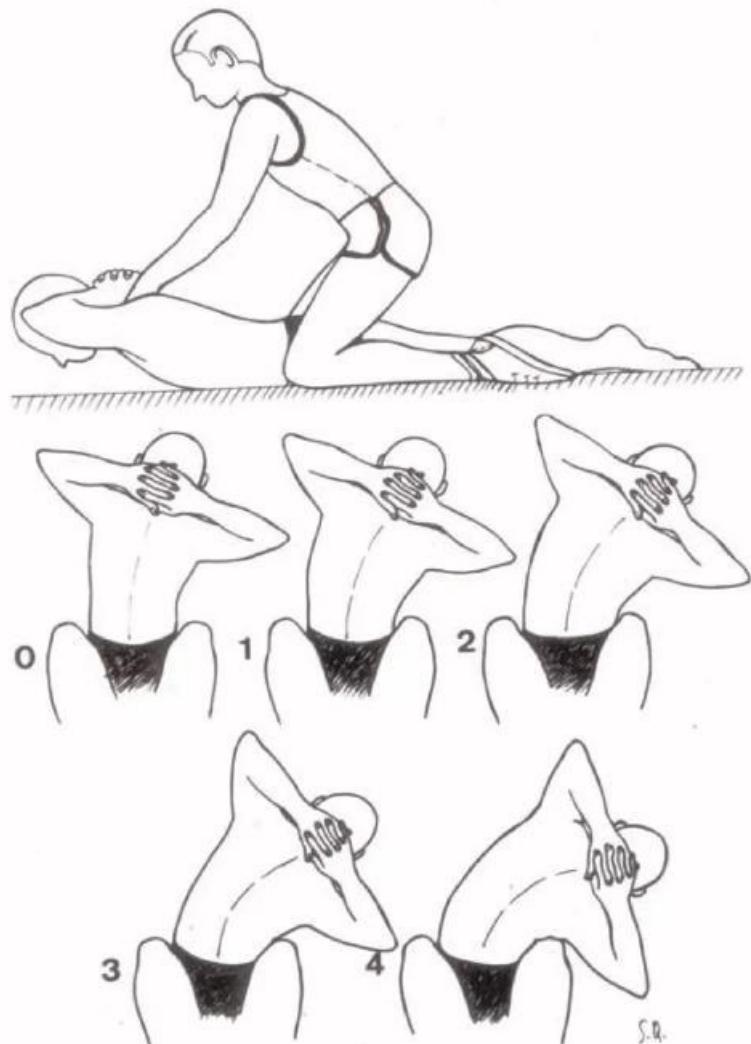
Fisioterapeuta: en bipedestación en flexión de tronco y de rodillas justo posterior al paciente, colocar ambas manos en los hombros por la cara anterior y realizar la extensión.



- *Inclinación Lateral*

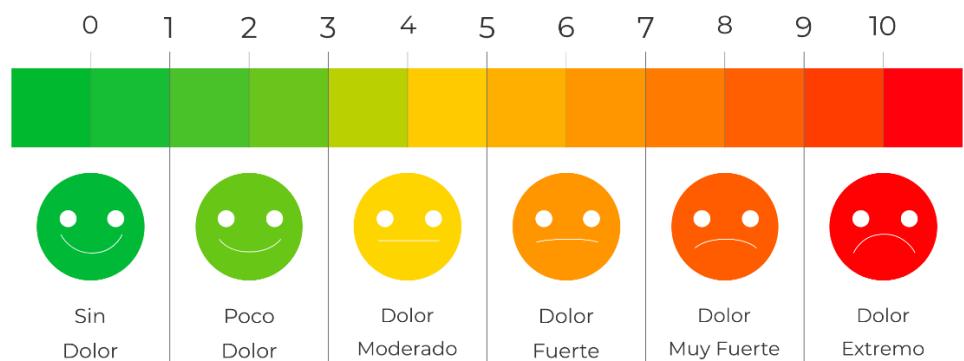
Paciente: posición similar a la descrita en la técnica anterior.

Fisioterapeuta: posición similar a la descrita en la técnica anterior, pero realizando esta vez inclinación lateral.



- Escala EVA

Forma más eficaz y más reproducida en el sector clínico para evaluar el dolor de forma cuantitativa, siendo 0 no presentar dolor y 10 representando un dolor muy intenso. Se pasará de forma general (articulaciones, musculatura, etc.) en busca de cualquier tipo de dolor que se pueda presentar (somatosensorial, neuropático, etc.).



- **Control de Asistencia**

Permitirá excluir a participantes que realicen ausencias de forma prolongada o numerosas (se excluirá si realiza una ausencia de dos entrenamientos seguidos o si falta en total 3 veces o más durante el estudio).

 *Anexo 4*

Fecha: