

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**ESTUDIO MEDIANTE EMG DE LA MUSCULATURA
GLÚTEA EN PACIENTES POST CIRUGÍA DE LCA.
PROTOCOLO DE ESTUDIO OBSERVACIONAL.**

AUTOR: Hijano Calderón, Francisco J.

Departamento: Patología y

TUTOR: Poveda Pagán, Emilio J.

Cirugía

Curso académico 2023-2024.

Convocatoria de junio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVO – PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
Pregunta de Investigación	8
MATERIAL Y MÉTODO	9
Diseño	9
Participantes	12
Variables del estudio	12
Proceso de medición	15
Análisis estadístico	18
DISCUSIÓN	19
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS	28

Abreviaturas:

LCA: ligamento cruzado anterior

EMG: electromiografía de superficie

GMa: músculo glúteo mayor

Gme: músculo glúteo medio

DL: ejercicio *deadlift*

12RM: 12 repeticiones máximas

MVIC: contracción voluntaria isométrica máxima

PICOT: población, intervención, comparación, *outcome* (resultado) y tiempo

FINER: factible, interesante, novedosa, ética y relevante

EXT: extensión

ABD: abducción

RE: rotación externa

GC: grupo control

CC: grupo casos

RESUMEN

Introducción: Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son comunes en deportistas jóvenes, con entre 100,000 y 200,000 roturas al año. Son una de las lesiones más graves y costosas, con largos tiempos de recuperación. Las mujeres tienen mayor riesgo de lesiones de LCA debido a factores como su anatomía y fuerza muscular. La debilidad muscular, en particular en la cadera, aumenta el riesgo de lesiones de rodilla. La electromiografía de superficie (EMG) y la dinamometría manual son métodos efectivos para evaluar la activación y fuerza de esta musculatura.

Objetivo: Evaluar la actividad y fuerza de la musculatura glútea (glúteo mayor y medio) de deportistas jóvenes que han sido intervenidos de cirugía de reconstrucción del LCA.

Diseño: Estudio observacional de casos y controles.

Material y método: una muestra de 50 sujetos dividida en dos grupos de igual tamaño: casos (intervenidos de cirugía de LCA) y controles (sin lesión de LCA) se someterán a un estudio para la medición de la musculatura glútea. El estudio se divide en dos sesiones: primera sesión en la que se familiarizaran con el ejercicio de peso muerto (DL) monopodal y realizaran un test de fuerza incremental (12RM) y segunda sesión, en la que se medirá mediante EMG de superficie la actividad de la musculatura glútea en las pruebas de DL monopodal y marcha en tapiz rodante.

Discusión: Este protocolo de estudio pretende aportar información sobre el comportamiento de la musculatura glútea en pacientes intervenidos de LCA.

Palabras Clave: Lesión LCA, Glúteo, EMG, Fuerza muscular

ABSTRACT

Background: Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are common in young athletes, with a range between 100,000 and 200,000 tears per year. They are one of the most severe and costly injuries, with long recovery times. Women are at higher risk for ACL injuries due to factors such as their anatomy and muscle strength. Muscle weakness, particularly in the hip, increases the risk of injury in this region. Surface electromyography (EMG) and manual dynamometry are effective methods to evaluate the activation and strength of these muscles.

Aim: To assess the activity and strength of the gluteal muscles (gluteus maximus and medius) of young athletes who have undergone ACL reconstruction surgery.

Design: Observational case-control study.

Materials and methods: A sample of 50 subjects divided in two different groups of equal size: cases (undergoing ACL surgery) and controls (without ACL injury) will undergo a study to measure their gluteal muscles. The study consists of two sessions: first session in which they will become familiar with the single-leg deadlift (DL) exercise and perform an incremental strength test (12RM) and second session, in which the activity of the gluteal muscles will be measured by surface EMG in the single-leg DL and treadmill gait tests.

Discusión: This study protocol aims to provide information on the activity of the gluteal muscles in patients undergoing ACL surgery.

Key words: ACL injury, Gluteus, EMG, Muscle strength

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son la lesión ligamentosa más común en el complejo articular de la rodilla, produciéndose entre 100.000 y 200.000 roturas al año entre la población deportista (Larwa et al., 2021) y siendo una de las lesiones que afectan con mayor frecuencia a los atletas jóvenes (Renstrom et al., 2008). Se trata de una de las lesiones de mayor gravedad, debido al coste y tiempo necesario para su recuperación. Otro de los grandes problemas de la lesión del LCA es la elevada tasa de recidivas y la afectación de estructuras adyacentes como son los meniscos, cartílagos u otros ligamentos de la rodilla (Ramos et al., 2008).

Las lesiones del LCA son provocadas tanto por traumatismo directo como accidentes sin contacto; aunque la mayoría de las roturas, hasta más del 70%, son lesiones sin contacto (Montalvo et al., 2019). Este tipo de lesiones producidas sin contacto externo sobre la rodilla se relacionan con movimientos propios del deportista como saltos o cambios de dirección realizados a gran velocidad.

En cuanto a la demografía lesional, existen diferentes variables relacionadas con la lesión del LCA. En primer lugar, autores como Olsen et al. (2003) estudiaron que el riesgo de sufrir una lesión de LCA es sustancialmente mayor en el sexo femenino que masculino, junto a otras características como la edad del atleta o el nivel competitivo. Los estudios muestran un riesgo de lesión entre 1,4 y 9,5 veces mayor en mujeres que en hombres (Gwinn et al., 2000; Stevenson et al., 1998), estas diferencias son potencialmente explicables por diferentes factores predominantes en las mujeres como puede ser una anchura de pelvis mayor, déficits en la fuerza de la musculatura isquiosural, un mayor ángulo Q, las fluctuaciones hormonales (sospecha de mayor laxitud en fase ovulatoria y post-ovulatoria) o un ratio de fuerza isquiosural:cuadriceps declinado hacia la musculatura extensora de rodilla (Cimino, et al. 2010).

Los factores de riesgo que incrementan la posibilidad de sufrir una lesión del LCA son diversos; al enfocarnos en aquellos factores modificables, inherentes al deportista, resaltan por su relevancia los siguientes: diferencias entre la pierna dominante - no dominante (en cuanto a fuerza, flexibilidad y coordinación), valores de fuerza y tiempo de reacción del deportista, el dominio ligamentoso, el volumen

de las extremidades inferiores de los individuos y el control neuromuscular (estabilidad medial-lateral) del deportista (Cimino, et al. 2010).

Una baja fuerza muscular ha sido expuesta, por diferentes autores (Cannon et al., 2019; Cibulka et al., 2020; Homan et al., 2013; Lessi et al., 2017; Patrek et al., 2011), como uno de los principales factores de riesgo modificables en la lesión de LCA sin contacto. Además de la fuerza muscular, una excesiva aducción de cadera y el valgo de rodilla también se han propuesto como factores de riesgo en diferentes lesiones de rodilla, incluyendo la rotura de LCA (Griffin et al., 2000). Estudios más recientes han centrado su enfoque en la contribución de la musculatura glútea en tareas como deceleraciones tras saltos o cambios de dirección debido a su relación con el valgo dinámico de rodilla (Ueno et al., 2020; Dashti et al., 2019; Willson et al., 2012).

Debilidad en los valores de fuerza extensora, abductora y rotadora externa de cadera han mostrado una relación con el valgo dinámico de rodilla y la posibilidad de sufrir una lesión de LCA. (Cibulka et al., 2020; Powers et al., 2010; Ortiz et al., 2011; Wang et al., 2011). En contraposición se encuentra una correlación positiva entre la activación de los músculos glúteo mayor (GMa) y glúteo medio (Gme) y la función abductora y rotadora externa de la cadera (Homan et al., 2013; Ueno et al., 2020). Relacionándose habitualmente su función con las lesiones de rodilla, cadera y pelvis (Husted et al., 2018).

El objetivo de últimas investigaciones, ha sido averiguar cuál es el ejercicio más adecuado para el trabajo de estos grupos musculares, comparando diferentes ejercicios como son ejercicios de fuerza e hipertrofia (Neto et al., 2020), ejercicios en carga (Lubahn et al., 2011), ejercicios de marcha en tapiz rodante con diferentes variaciones (Shin et al., 2013; Jeong et al., 2014), además de ejercicios propios de rehabilitación y prevención de lesiones (Distefano et al., 2009; Collings et al., 2023).

Los resultados de estos estudios muestran cómo el aumento de la velocidad en la marcha se relaciona con un incremento en la actividad del músculo glúteo mayor (Jeong et al., 2014) y un aumento en la inclinación del terreno en mayor activación del glúteo medio (Shin et al., 2013).

Por otra parte, en el trabajo de Collings et al. (2023) evaluaron los ejercicios de rehabilitación con mayor actividad de la musculatura glútea. Encontrando los mayores picos de activación del músculo glúteo mayor en los ejercicios de *deadlift* unipodal y sentadilla *split*. En la medición del glúteo medio y menor destacaron el ejercicio de *deadlift* unipodal y la plancha lateral, englobándose el *deadlift* unipodal como el ejercicio con la activación más completa de la musculatura glútea.

La electromiografía de superficie se utiliza como método para valorar la activación de la musculatura glútea durante distintos tipos de ejercicio (Neto et al., 2020; Moore et al., 2020; Collings et al., 2023). Otro método útil para valorar la musculatura, en este caso la fuerza externa, es a través de la dinamometría con dispositivo manual. Se ha validado como una herramienta efectiva, sencilla y económica de medir la fuerza muscular en comparación a otros métodos tradicionales más complejos como los test isocinéticos. (Thorborg et al., 2010).



OBJETIVO – PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Evaluar y analizar la actividad eléctrica y la fuerza de la musculatura glútea (glúteo mayor y glúteo medio) de sujetos deportistas jóvenes que han sido intervenidos de cirugía de reconstrucción del LCA en comparación a sujetos sanos.

Objetivos Específicos

- Obtener valores de la actividad eléctrica de la musculatura glútea (GMa y Gme) de ambas piernas durante el ejercicio de *deadlift* monopodal (con una carga externa del 12RM) y marcha en tapiz rodante a diferentes inclinaciones (0°, 5° y 10°) en pacientes operados de cirugía de LCA.
- Valorar la fuerza isométrica máxima en los movimientos de abducción (ABD) y extensión (EXT) de cadera resistidos utilizando dinamometría manual.
- Comparar los valores fuerza isométrica máxima con el porcentaje de activación electromiográfica de la musculatura glútea, entre pacientes intervenidos de cirugía de LCA y pacientes sanos no intervenidos.
- Conocer los valores de asimetría en activación EMG y fuerza muscular entre la pierna con cirugía y la pierna no operada.
- Establecer y relacionar los valores de kinesiofobia con el grado de activación de la musculatura glútea (GMa y Gme).

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las diferencias de actividad electromiográfica y fuerza de la musculatura glútea entre jóvenes deportistas intervenidos de cirugía de LCA en comparación con sujetos sanos?

Para llevar a cabo la pregunta de investigación del estudio hemos tenido en cuenta la estrategia de búsqueda mediante la aproximación PICOT, además de seguir los criterios FINER (Tapia et al. 2019) para entender el valor social de la pregunta de investigación.

Problema o paciente: Pacientes jóvenes deportistas intervenidos de cirugía de ligamentoplastia del LCA.

Intervención: Medir la activación electromiográfica y fuerza de la musculatura glútea, mediante EMG de superficie y dinamometría manual.

Objetivo / Resultado: Estudiar las diferencias en la activación y fuerza de la musculatura glútea entre pacientes intervenidos de cirugía de LCA en comparación a población sana.

Para llevar a cabo la pregunta de investigación del estudio hemos tenido en cuenta la estrategia de búsqueda mediante la aproximación PICOT, además de seguir los criterios FINER (Tapia et al. 2019) para entender el valor social de la pregunta de investigación.

Hipótesis

“Se espera encontrar una diferencia en la asimetría entre ambas piernas de al menos un 15% sobre los valores de activación y fuerza de la musculatura glútea, entre los pacientes operados de cirugía de LCA en relación con los sujetos sanos, comparando los datos obtenidos a través de los tests isométricos, la prueba de marcha y el ejercicio de deadlift unipodal”

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño

El protocolo se trata de un estudio observacional de casos y controles, diseñado de acuerdo con las directrices de la guía STROBE (ANEXO 1) para la comunicación de estudios observacionales. La muestra estará dividida en dos grupos, por una parte, el grupo de sujetos intervenidos de cirugía de LCA que forma el grupo de casos (CC) y el segundo, grupo control (GC) formado por sujetos de características similares que no han sufrido lesión de LCA.

La recogida de la muestra se llevará a cabo a través de diferentes clubes deportivos de la provincia de Alicante. En un primer momento los participantes recibirán un cuestionario inicial (ANEXO 2) para conocer sus características demográficas y si son aptos para la participación en el estudio.

Este protocolo de estudio ha sido aprobado por la oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el código COIR: TFG.GF1.EJPP.FHC.24016.

El protocolo de estudio se realizará en las instalaciones de la universidad Miguel Hernández de Elche, concretamente en el campus de San Juan de Alicante, por lo que los participantes deberán desplazarse de manera individual para la realización del estudio.

El estudio se dividirá en dos sesiones, ambas separadas por un mínimo de 48 horas para evitar variables contaminantes entre ambas sesiones.

Primera sesión: Familiarización

Al inicio se informará a los participantes, aquellos sujetos seleccionados mediante el cuestionario inicial (ANEXO 2), del procedimiento a realizar durante todo el estudio. Además, se hará entrega de un documento de consentimiento informado (ANEXO 3), una escala para medir el dolor y la funcionalidad de la rodilla (ANEXO 4, Watson et al. 2005) y el cuestionario TSK-11 para conocer la kinesiofobia del paciente (ANEXO 5, Gómez et al. 2011). Finalmente se realizará una familiarización al gesto del ejercicio *deadlift* unipodal, tras esto se llevará a cabo un protocolo de fuerza incremental hasta realizar

el 12RM (12 repeticiones máximas). La sesión tendrá una duración aproximada de 30 minutos y se realizará por parejas.

Segunda sesión: Recogida de datos

La segunda sesión está compuesta por varias fases: Calentamiento, colocación de los electrodos, test de fuerza isométrica (MVIC), prueba de la marcha y medición del deadlift unipodal. Esta segunda sesión debido al mayor número de pruebas realizadas y el tiempo de descanso entre las mismas tiene una duración mayor, en torno a 40-50 minutos por cada pareja de sujetos. El material necesario para la recogida de datos queda reflejado en el **anexo 6**.



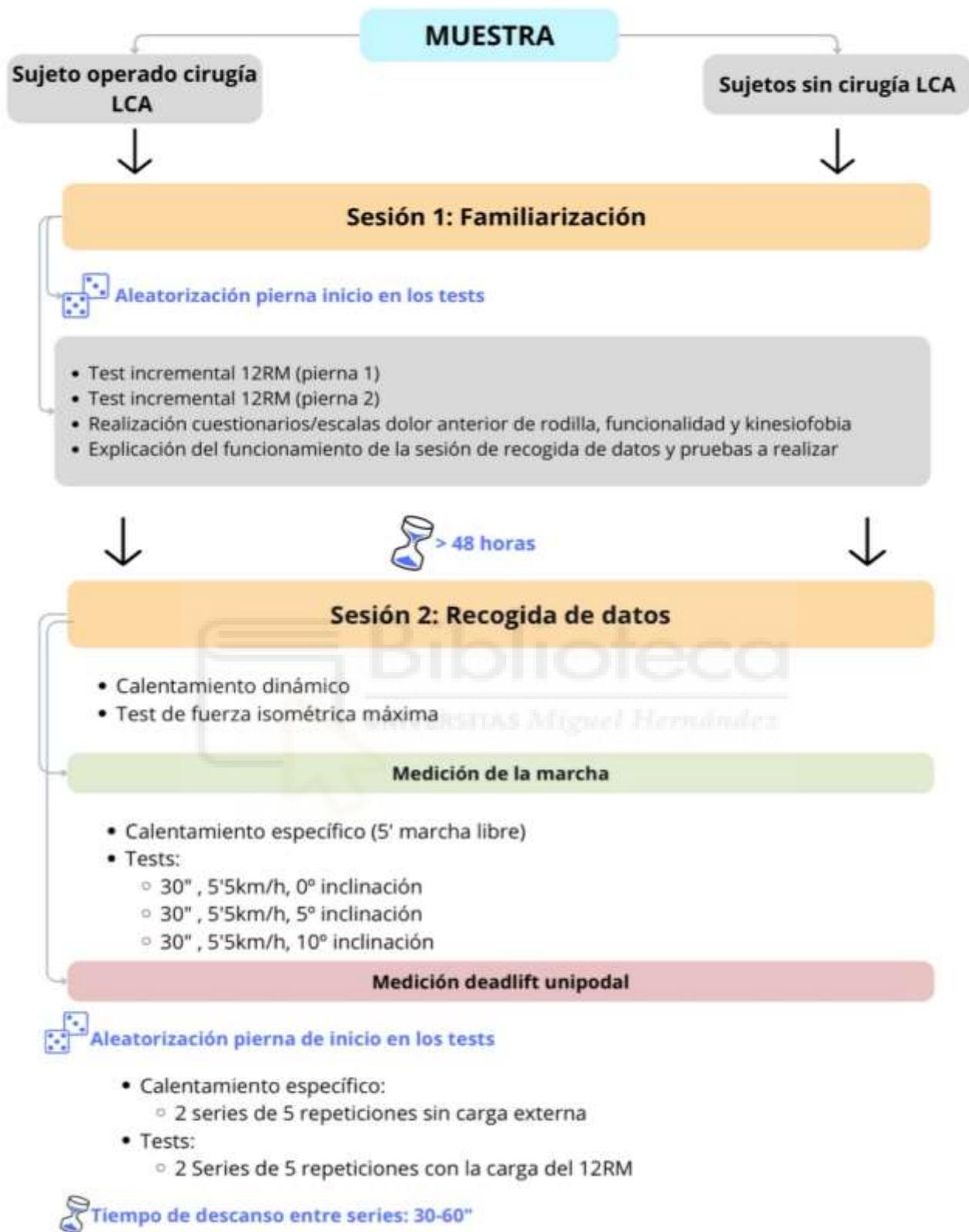


Figura 1. Diseño del protocolo de estudio

La temporalización del proyecto está dividida en fases, distribuidas según los objetivos planteados. Esta información detallada se encuentra en el **anexo 7**, donde se establece el plan de trabajo a seguir.

Participantes

La muestra del estudio será población adulta joven deportista, perteneciente a la provincia de Alicante que se ofrezcan voluntariamente a participar en el proyecto. Aquellos sujetos que deseen participar en el estudio deberán cumplir las siguientes características recogidas en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Criterios de inclusión/exclusión

Criterios de Inclusión	
<ul style="list-style-type: none">- Actualmente en activo federativamente, o en los últimos 5 años- Edad: 18-35 años- Ambos sexos- Mínimo de experiencia con entrenamiento de fuerza de miembros inferiores (mínimo 3 meses)	
Grupo Intervenido	Grupo No Intervenido
<ul style="list-style-type: none">- Cirugía previa de LCA en los últimos 5 años	<ul style="list-style-type: none">- No cirugía previa de LCA ni otra estructura de la rodilla
Criterios de Exclusión	
<ul style="list-style-type: none">- Dolor en miembros inferiores en el momento de la prueba- Lesiones de miembros inferiores en los 6 meses anteriores a la realización de la prueba- Enfermedad cardiovascular, neurológica o metabólica (o cualquier otra enfermedad grave) que no permita la realización de alguna de las pruebas- Consumo de fármacos de manera habitual o en el momento de la prueba- Herida o intervenciones quirúrgicas recientes que no permitan el buen desarrollo del protocolo- Participantes que no firmen el consentimiento informado previo a la realización de las pruebas	

VARIABLES DEL ESTUDIO

Para el desarrollo del estudio hemos escogido cinco variables a medir. Dos dependientes como son la Fuerza y la actividad eléctrica; junto a tres variables dependientes como son la kinesiofobia, la cirugía previa de LCA y la situación de dolor-funcionalidad de la rodilla. Las características de las variables se pueden observar en la **tabla 2**.

Tabla 2: Variables y características

Variables	Tipo de variable	Definición	Método / instrumento de medición	Unidad / Escala de medida
Fuerza muscular	Dependiente	Fuerza de la musculatura extensora y abductora de cadera	Dinamometría manual	Newtons / Kilogramos
Actividad eléctrica	Dependiente	Actividad electromiográfica de los músculos glúteo mayor y medio	Electromiografía de superficie mediante electrodos adhesivos	Amperios
Cirugía previa de LCA	Independiente	Intervención previa de ligamentoplastia del LCA por parte del sujeto	Cuestionario	
Dolor y funcionalidad de la rodilla	Independiente	Valorar la funcionalidad y el dolor de la rodilla de los pacientes en diferentes actividades habituales.	Cuestionario	Valor numérico (0-100)
Kinesiofobia	Independiente	Miedo al movimiento o a la recidiva de lesión	Cuestionario	Valor numérico

Fuerza muscular

Se realizará una valoración de los músculos glúteo mayor y glúteo medio, midiendo al paciente durante un test isométrico máximo (MVIC) en los movimientos de extensión y abducción de cadera. Para la valoración del glúteo mayor se ha utilizado la posición descrita por Sakamoto et al. (2019) en posición decúbito prono con flexión de 90 grados de rodilla, ya que arroja los valores más altos de activación del glúteo mayor en contraposición de la musculatura isquiosural. En cuanto a la medición del glúteo medio, se mide a los participantes el movimiento de abducción de cadera en decúbito lateral, colocando el dinamómetro a 5cm del maléolo externo, como describen Thorborg et al. (2010) en su protocolo para la medición de fuerza de la cadera. El test consiste en una contracción máxima (MVIC) de 4 segundos de duración acompañada de un comando verbal, el comando verbal estandarizado es: “adelante-empuja-empuja-empuja y relaja”. Se realizan dos repeticiones del test, de los cuales se extrae el pico más alto de fuerza (medido en Newtons) como valor de referencia (Collings et al., 2023).



Figura 2. Medición test isométrico máximo. Extensión y abducción de cadera de la pierna derecha de un sujeto.

Actividad electromiográfica

La medición de la actividad eléctrica muscular se realizará mediante el dispositivo mDurance® sEMG, herramienta validada científicamente para la medición de la actividad muscular durante las contracciones isocinéticas en un rango amplio de velocidades (Molina et al. 2020). Se trata de una medición bipolar, utilizando dos electrodos de 10mm de diámetro colocados a una distancia de 20mm entre ambos. Las características del protocolo sobre la colocación y ubicación de los electrodos en el músculo, preparación de la piel, localización del electrodo de referencia, etc. Son las extraídas de la guía del proyecto europeo SENIAM (Hermens et al. 2000).

Los electrodos se colocarán en la posición expuesta en la **figura 3**, tras esto se realizarán los tests isométricos máximos con el objetivo de normalizar la señal eléctrica y obtener un valor de referencia (ofrecido en amperios) para su posterior comparación con las diferentes pruebas.

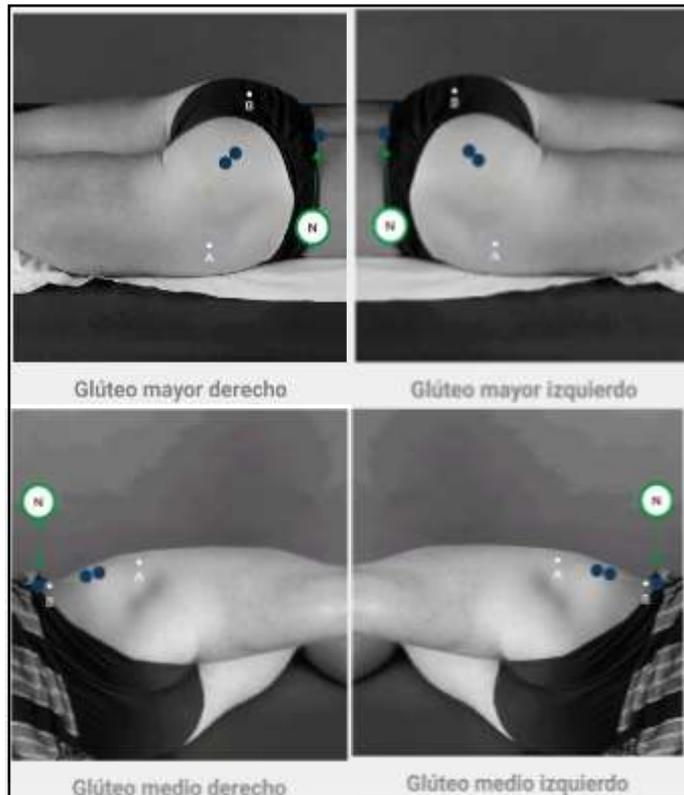


Figura 3. Colocación de electrodos en los participantes para la medición del músculo glúteo mayor y glúteo medio de ambas piernas. (Hermens H, et al. 2020)

Proceso de medición

Sesión de familiarización y prueba de fuerza (12RM)

Durante la sesión de familiarización y test de fuerza, los participantes recibirán una explicación del ejercicio deadlift monopodal y tendrán la oportunidad de practicarlo junto al feedback del investigador para su correcta realización.

Los sujetos se someterán a un protocolo incremental con el objetivo de encontrar la carga máxima que pueden realizar a doce repeticiones (12RM). La carga inicial utilizada será un peso cercano a su 12RM (estimado por el participante y el investigador) con el que el individuo intentará realizar 12 repeticiones. Si lo consigue, la resistencia se irá aumentando en incrementos de 1,25 a 2,5kg por serie, con un descanso de entre 1 a 2 minutos. La carga del 12RM se determinará cuando el sujeto pueda realizar un máximo de 12 repeticiones, sin poder realizar una repetición más, o cuando tras las 12 repeticiones no se pueda mantener una técnica estricta. Para la estandarización de la velocidad de ejecución se utilizará un metrónomo con una cadencia de 50 pulsos por minuto que indican el inicio, punto medio y final de

la fase excéntrica y concéntrica del ejercicio. (Collings et al., 2023). Este protocolo se repetirá con ambas piernas, la aleatorización de la pierna de inicio se realizará con el software <https://www.randomizer.org/>.

Sesión de recogida de datos

Al inicio de esta sesión los participantes serán equipados con los electrodos para medir la musculatura glútea, como se indica en la **figura 3**. Los protocolos para la medición de la fuerza isométrica máxima y el valor de referencia de activación eléctrica quedan explicados en los apartados anteriores de medición de las variables (“**Fuerza muscular**” y “**actividad electromiográfica**”) y se realizarán al inicio de esta sesión.

Medición de la marcha

El protocolo que se realizará para la medición de la activación muscular durante la marcha se ha extraído de los estudios de Eong et al. (2014) y Kim et al. (2013). Investigadores que han analizado la actividad electromiográfica de la musculatura del glúteo mayor (G_{Ma}) y glúteo medio (G_{Me}) a diferentes velocidades y grados de inclinación, de los cuales hemos extraído el siguiente protocolo:

- Calentamiento específico de 5 minutos de duración, velocidad elegida por parte del participante
- 1ª serie de 30 segundos de duración, 0° de inclinación a una velocidad de 5,5 km/h
- 2ª serie de 30 segundos de duración, 5° de inclinación a una velocidad de 5,5 km/h
- 3ª serie de 30 segundos de duración, 10° de inclinación a una velocidad de 5,5 km/h

Las series de marcha se realizan sin descanso entre ellas, tras la realización de las series el paciente dispondrá de 5 minutos de descanso antes de la siguiente prueba.

Para el análisis de datos de la actividad electromiográfica se utilizarán los 20 segundos centrales de cada serie, desechando los 5 segundos iniciales y finales, con el objetivo de eliminar posibles datos aberrantes que puedan encontrarse debido al cambio de estímulo entre series.

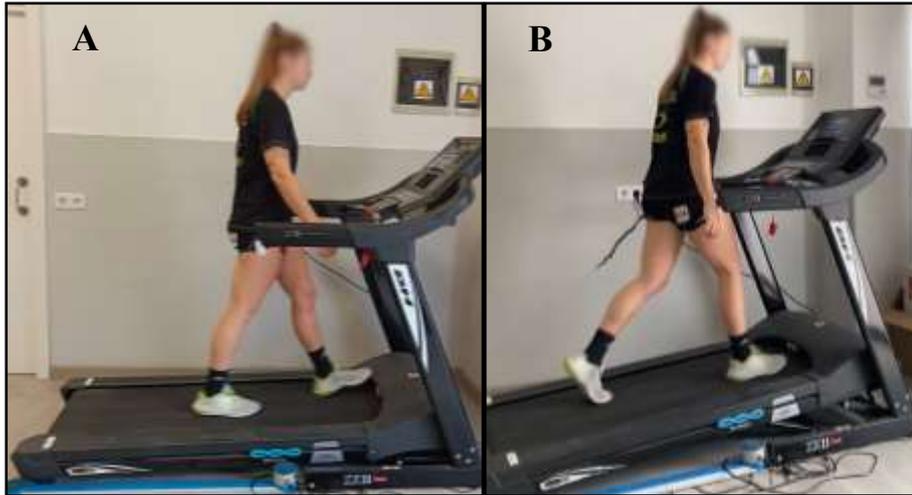


Figura 4. Realización de la prueba de marcha a 0° inclinación (A) y 10° de inclinación (B)

Medición de fuerza en *deadlift* unipodal

La medición de la actividad electromiográfica de la musculatura (G_{Ma} y G_{Me}) durante el ejercicio de DL monopodal se registrará de manera independiente para cada pierna del sujeto, cuyo orden de inicio se habrá aleatorizado previamente.

El protocolo comienza con dos series de cinco repeticiones sin carga externa, a modo de familiarización y calentamiento específico. Tras esto se realizarán otras dos series de cinco repeticiones con la carga individual del 12RM (se repetirá con ambas piernas la medición), utilizando la resistencia estimada en la sesión de familiarización. El ejercicio se realizará a una velocidad cercana a 30°/s de velocidad angular de la articulación de la cadera, arrojando un tempo aproximado de 2.5s/2.5s en la fase excéntrica y concéntrica del ejercicio. Se controlará la velocidad de movimiento mediante el uso del metrónomo a 50 pulsos por minuto. El descanso entre series será de entre 30 y 60 segundos, según necesidad del individuo (Collings et al., 2023). Con el objetivo de igualar el rango de movimiento el ejercicio iniciará desde una altura fija de 22.5cm (radio del disco) para todos los participantes. Finalmente, para estandarizar los datos de la actividad electromiográfica se dejará al inicio de cada serie 5 segundos previos al movimiento, para comenzar la grabación desde una línea base y poder discriminar valores erróneos en caso de aparecer.



Figura 5. Secuencia del movimiento de deadlift unipodal

Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se describen mediante la media e intervalo de confianza (IC del 95%), para el análisis de las variables cualitativas se utilizarán la frecuencia y porcentajes. La hipótesis de normalidad se llevará a cabo mediante el test de Saphiro-Wilk. Para el análisis de EMG, las comparaciones intra-sujeto de la amplitud media y la señal EMG integrada de los músculos GMa y Gme durante las mediciones se calcularán mediante pruebas T pareadas con los registros basales como referencia.

Suponiendo una distribución normal se llevará a cabo un análisis mediante la prueba T de Student para muestras independientes, con el objetivo de verificar las diferencias entre las medidas de ambos grupos planteadas en la hipótesis del estudio. Todos los contrastes de hipótesis se realizarán con un error máximo aceptado de $\alpha=0,05$.

Tamaño muestral

El cálculo del tamaño muestral se ha realizado utilizando el programa estadístico G-Power ® versión 3.1.9.7, a partir de un test estadístico entre dos medias independientes (dos grupos) suponiendo una distribución normal (T-test).

A partir de los análisis previos, con un tamaño del efecto esperado alto ($d=0.8$), suponiendo un error máximo de $\alpha=0,05$, una potencia estadística de 0,80 y una ratio muestral de casos/controles de 1/1 se estima una muestra de 42 participantes, 21 individuos en cada grupo. Estimando una pérdida muestral del 10% (4,2 participantes), una muestra de 50 sujetos (25 individuos por grupo) se consideraría una cantidad suficiente para la realización del estudio.

DISCUSIÓN

Este trabajo propone una posibilidad de estudio observacional, con una descripción detallada de las características necesarias para realizarlo. Cuyo objetivo principal es evaluar y analizar la actividad eléctrica y la fuerza de la musculatura glútea de sujetos deportistas jóvenes que han sido intervenidos de cirugía de LCA

Se ha propuesto la lesión del LCA ya que se trata de una de las lesiones de mayor gravedad, debido a las consecuencias para el paciente y el entorno, costes económicos de la propia patología, etc. (Ramos et al., 2008; Renstrom et al., 2008). Además de encontrarnos con una incidencia en constante ascenso entre la población joven deportista (Larwa et al., 2021) en los principales deportes de contacto analizados.

En este trabajo se pretende conocer el comportamiento de la musculatura estabilizadora de la cadera (G_{Ma} y G_{me}) debido a su relación con los principales factores de riesgo de la lesión de LCA, tales como el valgo dinámico y la fuerza de la cadera en extensión (EXT), abducción (ABD) y rotación externa (RE). Asimismo, se ha identificado en la literatura científica que la optimización de estos valores de fuerza se posiciona como un factor protector frente a la lesión de LCA (Ueno et al., 2020; Dashti et al., 2019; Willson et al., 2012; Cibulka et al., 2020).

La mayoría de investigaciones se centran en analizar los factores de riesgo anteriores a la lesión de LCA. Sin embargo, nuestro protocolo se enfoca en sujetos previamente lesionados, ya que la mayoría de las lesiones ocurren en jóvenes que desean continuar su carrera deportiva. Según Webster et al. (2016), las

tasas de segunda lesión de LCA en población joven intervenida (< 19 años) oscilan entre el 20% y el 40%. Esto plantea una gran preocupación y la necesidad de una mayor observación.

Otros autores como Zazulak et al. (2007) y Jeong et al. (2021) han realizado estudios que relacionan la musculatura del *core* con las lesiones de LCA, obteniendo una relación directa entre la función de esta musculatura y los factores de riesgo de LCA. Al examinar la metodología de los estudios, se observa que uno de ellos (Zazulak et al. 2007) no considera la actividad muscular o la fuerza de los músculos, sino que evalúa la propiocepción a través del reposicionamiento del centro de masas, estableciendo una relación prospectiva con la incidencia de lesiones en los tres años siguientes a la medición. Por otro lado, Jeong et al. (2021) observan importantes modificaciones a nivel biomecánico después de la realización de ejercicios del *core*. A pesar de estos hallazgos encontramos que en sus mediciones, cuya prueba es un cambio de dirección (*side-step cutting*), se omite la evaluación del glúteo medio, músculo crucial para la estabilización de la cadera en el plano frontal y la generación de fuerza de abducción de cadera requerida en el ejercicio.

A raíz de los estudios analizados, resulta de particular interés la evaluación de la musculatura glútea mediante pruebas que permitan obtener datos cuantitativos (EMG y dinamometría manual). Dado que no se han encontrado previamente estudios que indaguen en este tipo de mediciones en dicha musculatura y en pacientes sometidos a cirugía de LCA

En relación con el procedimiento para evaluar la actividad y fuerza de la musculatura glútea proponemos una metodología similar a la empleada por Collings et al. (2023) pero adaptada para pacientes postcirugía. Tras revisar diversos estudios, hemos identificado ciertas dificultades. Algunas investigaciones utilizan ejercicios bilaterales o unilaterales sin carga externa, lo que no constituye un estímulo adecuado para los participantes (Lubahn et al., 2011), conduciendo a niveles de activación muscular glútea significativamente bajos. En otro estudio que aporta una batería más extensa de ejercicios terapéuticos (Distefano et al., 2009), nos encontramos con limitaciones similares al intentar extrapolar los resultados a nuestra población objetivo. Estas limitaciones incluyen la realización de los ejercicios sin carga externa o con una carga fija no individualizada a cada sujeto, así como la falta de muestra deportista y con lesiones previas de rodilla.

Para formular la hipótesis de nuestra investigación, nos hemos guiado por la información obtenida de las últimas directrices acerca de la recuperación del LCA (Cooper & Hughes, 2018). Estas directrices sugieren que un 10% de asimetría en diversos tests de fuerza y salto es un punto adecuado para autorizar el regreso del paciente a la actividad deportiva. Por ello hemos escogido un valor superior (15%) como hipótesis de nuestro trabajo, ya que pensamos que los glúteos (GMa y Gme) son grupos musculares perjudicados en este tipo de pacientes y que no se trabajan de manera adecuada a pesar de su importancia.

Limitaciones y fortalezas del estudio

Los resultados obtenidos de este estudio pueden generar errores de interpretación debido a una serie de limitaciones que posee la investigación:

- Heterogeneidad de la muestra: aunque los sujetos intervenidos de cirugía de LCA poseen características similares se trata de una lesión con multitud de variantes que podrían modificar los resultados de los sujetos. Como puede ser el tipo de plastia elegida en la operación, los protocolos de rehabilitación realizados, el tiempo transcurrido desde la operación y como uno de los factores más determinantes el tipo de trabajo de readaptación realizado por el sujeto previo a las mediciones del estudio.
- Se realizan únicamente medidas EMG de los músculos glúteo mayor y glúteo medio, siendo interesante medir también otra musculatura para obtener información del comportamiento general de las estructuras involucradas en esta patología.
- Las técnicas de medición empleadas poseen errores intrínsecos al instrumental utilizado, relacionados con la propia habilidad del investigador para la realización de la medición. En el caso de la dinamometría, la colocación del instrumento y la forma de resistir la fuerza del sujeto que mide puede afectar al resultado final. En la EMG de superficie encontramos un error similar a la hora de la colocación de los electrodos, los cuales pueden arrojar valores diferentes según su posición. Para minimizar al máximo estos errores no comparamos valores absolutos entre sujetos, sino porcentajes con respecto al valor de referencia individual; además, realizamos

todas las pruebas de recogida de datos el mismo día para que la colocación de los electrodos no pueda variar entre registros.

Recomendaciones para futuros estudios

Para investigaciones futuras sería interesante comparar estos valores obtenidos sobre la musculatura glútea, con los valores obtenidos en otra musculatura, como por ejemplo la del *core* (Zazulak et al. 2007; Jeong et al. 2021). Realizando el análisis sobre la misma población y prueba para conocer si existen sinergias, compensaciones o estrategias de activación muscular diferentes en este tipo de pacientes operados de LCA.

Otro aspecto interesante sería añadir a estas pruebas del estudio otros tests enfocados a rendimiento, como pudiera ser algún tipo de salto o cambio de dirección, con el objetivo de correlacionar estos parámetros de EMG a otros datos de rendimiento del propio deportista.

Finalmente, el objetivo principal de este primer protocolo de estudio, en caso de que la hipótesis sea correcta, sería la posibilidad de llevar a cabo un ensayo clínico para verificar la eficacia de ciertos tipos de ejercicios en la modificación del comportamiento de la musculatura glútea en individuos sometidos a cirugía de reconstrucción de LCA que presenten déficits o asimetrías en esta región muscular.

BIBLIOGRAFÍA

Cannon J, Cambridge EDJ, McGill SM. Anterior Cruciate Ligament Injury Mechanisms and the Kinetic Chain Linkage: The Effect of Proximal Joint Stiffness on Distal Knee Control During Bilateral Landings. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019 Aug;49(8):601-610.

Cibulka MT, Bennett J. How weakness of the tensor fascia lata and gluteus maximus may contribute to ACL injury: a new theory. *Physiother Theory Pract.* 2020;36:359–364.

Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention. *Am Fam Physician.* 2010 Oct 15;82(8):917-22.

Collings TJ, Bourne MN, Barrett RS, Meinders E, GONÇALVES BAM, Shield AJ, Diamond LE. Gluteal Muscle Forces during Hip-Focused Injury Prevention and Rehabilitation Exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 2023 Apr 1;55(4):650-660.

Cooper, R., & Hughes, M. (2018). Melbourne ACL Rehabilitation Guide 2.0. Retrieved August 10, 2022, from <https://www.melbourneaclguide.com/>

Dashti Rostami K, Naderi A, Thomas A. Hip abductor and adductor muscles activity patterns during landing after anterior cruciate ligament injury. *J Sport Rehabil.* 2019;28:871–876.

Distefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW, Padua DA. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Jul;39(7):532-40.

Gómez-Pérez L, López-Martínez AE, Ruiz-Párraga GT. Psychometric properties of the Spanish version of the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK). *J Pain* 2011 Apr;12(4):425-35

Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, Garrick JG, Hewett TE, Huston L, Ireland ML, Johnson RJ, Kibler WB, Lephart S, Lewis JL, Lindenfeld TN, Mandelbaum BR, Marchak P, Teitz CC, Wojtys EM. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000;8:141–150.

Gwinn DE, Wilckens JH, McDevitt ER, Ross G, Kao TC. The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *Am J Sports Med.* 2000 Jan-Feb;28(1):98-102.

Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000 Oct;10(5):361-74.

Homan KJ, Norcross MF, Goerger BM, Prentice WE, Blackburn JT. The influence of hip strength on gluteal activity and lower extremity kinematics. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23:411–415.

Husted RS, Bencke J, Hölmich P, Andersen LL, Thorborg K, Bandholm T, Gliese B, Lauridsen HB, Myklebust G, Aagaard P, Zebis MK. Maximal hip and knee muscle strength are not related to neuromuscular pre-activity during sidestepping maneuver: a cross-sectional study. *Int J Sports Phys Ther.* 2018;13:66–76.

Jeong DE, Lee SK, Kim K. Comparison of the activity of the gluteus medius according to the angles of inclination of a treadmill with vertical load. *J Phys Ther Sci.* 2014 Feb;26(2):251-3.

Jeong J, Choi DH, Shin CS. Core Strength Training Can Alter Neuromuscular and Biomechanical Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med.* 2021 Jan;49(1):183-192.

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.

Lessi GC, Serrão FV. Effects of fatigue on lower limb, pelvis and trunk kinematics and lower limb muscle activity during single-leg landing after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:2550–2558.

Lorena I. Tapia, M. Angélica Palomino, Yalda Lucero, Romina Valenzuela. Pregunta, hipótesis y objetivos de una investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes.* Volume 30, Issue 1. 2019.

Lubahn AJ, Kernozek TW, Tyson TL, Merkitich KW, Reutemann P, Chestnut JM. Hip muscle activation and knee frontal plane motion during weight bearing therapeutic exercises. *Int J Sports Phys Ther.* 2011 Jun;6(2):92-103.

Molina-Molina A, Ruiz-Malagón EJ, Carrillo-Pérez F, Roche-Seruendo LE, Damas M, Banos O, García-Pinillos F. Validation of mDurance, A Wearable Surface Electromyography System for Muscle Activity Assessment. *Front Physiol.* 2020 Nov 27;11:606287.

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.

Moore D, Semciw AI, Pizzari T. A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS OF COMMON THERAPEUTIC EXERCISES THAT GENERATE HIGHEST MUSCLE ACTIVITY IN THE GLUTEUS MEDIUS AND GLUTEUS MINIMUS SEGMENTS. *Int J Sports Phys Ther.* 2020 Dec;15(6):856-881.

Neto WK, Soares EG, Vieira TL, Aguiar R, Chola TA, Sampaio VL, Gama EF. Gluteus Maximus Activation during Common Strength and Hypertrophy Exercises: A Systematic Review. *J Sports Sci Med.* 2020 Feb 24;19(1):195-203.

Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scand J Med Sci Sports.* 2003 Oct;13(5):299-304.

Patrek MF, Kernozek TW, Willson JD, Wright GA, Doberstein ST. Hip-abductor fatigue and single-leg landing mechanics in women athletes. *J Athl Train.* 2011;46:31-42.

Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:42-51.

Ramos, J., López-Silvarrey, F., Segovia, J., Martínez, H., & Legido, J. (2008). Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 8, 62–92.

Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, Georgoulis T, Hewett TE, Johnson R, Krosshaug T, Mandelbaum B, Micheli L, Myklebust G, Roos E, Roos H, Schamasch P, Shultz S, Werner S, Wojtys E, Engebretsen L. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med*. 2008 Jun;42(6):394-412.

Sakamoto, A., Teixeira-Salmela, L., de Paula, R., Guimarães, C., & Faria, C. (2009). Gluteus maximus and semitendinosus activation during active prone hip extension exercises. *Revista brasileira de fisioterapia (São Carlos (São Paulo, Brazil))*, 13(4)

Shin SJ, Kim TY, Yoo WG. Effects of various gait speeds on the latissimus dorsi and gluteus maximus muscles associated with the posterior oblique sling system. *J Phys Ther Sci*. 2013 Nov;25(11):1391-2.

Stevenson H, Webster J, Johnson R, Beynon B. Gender differences in knee injury epidemiology among competitive alpine ski racers. *Iowa Orthop J*. 1998;18:64-6.

Thorborg K, Petersen J, Magnusson SP, Hölmich P. Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scand J Med Sci Sports*. 2010 Jun;20(3):493-501.

tiz A, Olson S, Trudelle-Jackson E, Rosario M, Venegas HL. Landing mechanics during side hopping and crossover hopping maneuvers in noninjured women and women with anterior cruciate ligament reconstruction. *PM R*. 2011;3:13–20.

Ueno R, Navacchia A, DiCesare CA, Ford KR, Myer GD, Ishida T, Tohyama H, Hewett TE. Knee abduction moment is predicted by lower gluteus medius force and larger vertical and lateral ground reaction forces during drop vertical jump in female athletes. *J Biomech*. 2020;103:109669.

Vandenbroucke Jan P., Von Elm Erik, Altman Douglas G., Gøtzsche Peter C., Mulrow Cynthia D., Pocock Stuart J. et al . Mejorar la comunicación de estudios observacionales en epidemiología (STROBE): explicación y elaboración. Gac Sanit [Internet]. 2009 Abr

Wang L-I. The lower extremity biomechanics of single- and double-leg stop-jump tasks. *J Sports Sci Med*. 2011;10:151–156.

Watson CJ, Propps M, Ratner J, Zeigler DL, Horton P, Smith SS. Reliability and responsiveness of the lower extremity functional scale and the anterior knee pain scale in patients with anterior knee pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005 Mar;35(3):136-46.

Webster KE, Feller JA. Exploring the High Reinjury Rate in Younger Patients Undergoing Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2016 Nov;44(11):2827-2832.

Willson JD, Petrowitz I, Butler RJ, Kernozek TW. Male and female gluteal muscle activity and lower extremity kinematics during running. *Clin Biomech Bristol Avon*. 2012;27:1052–1057.

Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study. *Am J Sports Med*. 2007 Mar;35(3):368-73. 0

ANEXOS

Anexo 1. Lista de comprobación de guía STROBE (2009).

Título y resumen	Punto	Recomendación
	1	(a) Indique, en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual. (b) Proporcione en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado.
Introducción		
Contexto/fundamentos	2	Explique las razones y el fundamento científicos de la investigación.
Objetivos	3	Indique los objetivos específicos, incluida cualquier hipótesis preespecificada.
Métodos		
Diseño del estudio	4	Presente al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio.
Contexto	5	Describa el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluido los periodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos.
Participantes	6	(a) Estudios de cohortes: proporcione los criterios de elegibilidad así como las fuentes y el método de los participantes. Especifique los métodos de seguimiento. Estudios de casos y controles: proporcione los criterios de elegibilidad así como las fuentes y el proceso diagnóstico de los casos y el de selección de los controles. Proporcione las razones para la elección de casos y controles. Estudios transversales: proporcione los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes. (b) Estudios de cohortes: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de parejas y el número de participantes con sin exposición. Estudios de casos y controles. En los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de las parejas y el número de controles por cada caso.
Variables	7	Defina claramente todas las variables, de respuesta, exposiciones, predictoras, confundidoras y modificadoras del efecto. Si procede proporcione los criterios diagnósticos.
Fuente de datos/medidas	8*	Para cada variable de interés: proporcione las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifique la comparabilidad de los procesos de medida.
Segos	9	Especifique todas las medidas adoptadas para afrontar fuentes potenciales de sesgo.
Tamaño muestral	10	Explique cómo se determinó el tamaño muestral.
Variables cuantitativas	11	Explique cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explique qué grupos de definieron y por qué.
Métodos estadísticos	12	(a) Especifique todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión. (b) Especifique todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones. (c) Explique el tratamiento de los datos ausentes (missing data) (d) Estudio de cohortes: si procede, explique cómo se afrontan las pérdidas en el seguimiento. Estudios de casos y controles: si procede, explique cómo se afrontan las pérdidas en el seguimiento. Estudios transversales: si procede, especifique cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo (e) Describa los análisis de sensibilidad.
Resultados		
Participantes	13*	(a) Describa el número de participantes en cada fase del estudio: por ejemplo: cifras de los participantes potencialmente elegibles, los analizados para ser incluidos, los confirmados elegibles, los incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados. (b) Describa las razones de la pérdida de participantes en cada fase. (c) Considere el uso de un diagrama de flujo.
Datos descriptivos	14*	(a) Describa las características de los participantes en el estudio (p.ej., demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión. (b) Indique el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés. (c) Estudios de cohortes: resume el periodo de seguimiento (p. ej. promedio y total).
Datos de las variables de resultado	15*	Estudios de cohortes; describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medias resumen a lo largo del tiempo. Estudios de casos y controles: describa el número de participantes en cada categoría de exposición, o bien proporciones medias resumen de exposición. Estudios transversales: describa el número de eventos resultado, o bien proporciones medidas resumen.
Resultados principales	16	(a) Proporciones estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (p. ej. Intervalos de confianza del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos. (b) Si categoriza variables continuas, describa los límites de los intervalos. (c) Si fuera pertinente, valore acompañar las estimaciones del riesgo relativo con estimaciones del riesgo absoluto para un periodo de tiempo relevante.
Otros análisis	17	Describa otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad).
Discusión		
Resultados clave	18	Resume los resultados principales de los objetivos del estudio.
Limitaciones	19	Discuta las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo o de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo.
Interpretación	20	Proporcione una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes.
Generabilidad	21	Discuta la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa).
Otra información		
Financiación	22	Especifique la financiación el papel de los patrocinadores del estudio y, si procede, del estudio previo en el que basa el presente artículo.

Anexo 2. Cuestionario inicial

CUESTIONARIO INICIAL

Los datos personales recabados en este cuestionario tienen un objetivo puramente investigativo, no aparecerán en ningún documento publicado, se le asignará un código para ser identificado durante la realización del estudio.

1. Correo *

2. Nombre y Apellidos *

3. Fecha de nacimiento

Ejemplo: 7 de enero del 2019

4. Sexo

Marca solo un óvalo.

Hombre

Mujer

5. ¿Cuál es su pierna dominante?

Marca solo un óvalo.

Izquierda

Derecha

6. ¿Modalidad deportiva que practica (o ha practicado)?

Marca solo un óvalo.

Fútbol

Baloncesto

Balonmano

Voleibol

Otro: _____



7. **Categoría**

Marca solo un óvalo.

- Cadete
- Senior
- Otro: _____

8. **¿Tiene experiencia en el entrenamiento de fuerza?**

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

9. **Si ha respondido que sí, indique los años de experiencia:**

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>				

Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

10. **¿Actualmente practica activamente su deporte de manera reglada (alta federativa)?**

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

11. **Si es que sí, lo realiza en la división:**

12. **Si es que no. ¿Cuándo dejó de practicar su deporte de manera oficial? (aproximadamente)**

Ejemplo: 7 de enero del 2019

13. **¿Padece usted alguna enfermedad grave (de carácter neurológica, metabólica, cardiovascular, etc.)?**

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

14. **¿Padece usted alguna alergia?**

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

15. **En caso afirmativo, indique a que elemento:**

16. **¿Tiene usted alguna herida reciente en los miembros inferiores en este momento?**

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

17. **En caso afirmativo indique dónde y cómo se produjo:**

18. **¿Ha padecido alguna lesión en los miembros inferiores (muslo o pierna) en los últimos 4 meses?**

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

19. **En caso afirmativo, indique cual:**

20. **¿Sufre algún dolor actualmente?**

Marca solo un óvalo.

Sí

No

21. **En caso afirmativo, indique que le sucede y donde**

22. **¿Le impide realizar su practica deportiva?**

Marca solo un óvalo.

Sí

No

Otro: _____

23. **¿Ha sido intervenido de cirugía de ligamento cruzado anterior?**

Marca solo un óvalo.

Sí

No

24. **En caso afirmativo, indique la fecha en que se produjo la lesión**

Ejemplo: 7 de enero del 2019

25. **Y la fecha en la que se llevó a cabo la cirugía**

Ejemplo: 7 de enero del 2019

26. **Si posee alguna información sobre su historial de lesiones o crea de interés para la realización del estudio, indíquelo a continuación**

Anexo 3. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO:
"Comportamiento de la musculatura glútea en pacientes intervenidos de cirugía de LCA"

D.
como paciente, de años de edad, con domicilio en
..... DNI nº

DECLARO:

Que el/la Fisioterapeuta e investigador principal, me ha explicado que:

1.- Identificación, descripción y objetivos del procedimiento.

El Área de Fisioterapia del Departamento de Patología y Cirugía de la Universidad Miguel Hernández de Elche, pretende realizar un estudio observacional prospectivo sobre el comportamiento de la musculatura glútea en pacientes intervenidos (y no intervenidos) de cirugía de ligamento cruzado anterior (LCA).

El estudio se desarrollará en las instalaciones de la Universidad Miguel Hernández, en específico en la localización del campus de San Juan de Alicante, en el que la muestra fundamental serán jóvenes deportistas en activo o que hayan cesado su actividad en un periodo inferior a 3 años.

Este estudio tiene como objetivo evaluar la activación y comportamiento de la musculatura glútea (glúteo mayor y medio) en sujetos con cirugía de LCA y compararlos con los valores de sujetos similares que no han sufrido una rotura de LCA.

Para la medición se realizarán tests de marcha en tapiz rodante, tests de fuerza isométrica máxima y un test de fuerza dinámica (deadlift monopodal), evaluados mediante electromiografía de superficie y dinamometría manual.

Los resultados derivados de dichos proyectos de investigación pueden facilitar un mejor abordaje de los pacientes intervenidos de cirugía de ligamentoplastia de LCA, conociendo el comportamiento de la musculatura relacionada con la estabilidad de la rodilla y guiando el proceso de ejercicio terapéutico para su mejora.

El procedimiento que se me propone en ningún momento conlleva ningún tipo de intervención que pueda alterar o dañar mi salud, únicamente me realizarán diferentes test de control del movimiento para valorar la respuesta de los diferentes grupos musculares estabilizadores del raquis.

2.- Beneficios que se espera alcanzar

Yo no recibiré ninguna compensación económica ni otros beneficios, sin embargo, si las investigaciones tuvieran éxito, podrían ayudar en el futuro al mejor manejo de los pacientes con cirugía de ligamentoplastia de LCA, con el objetivo de disminuir los casos de relesión en esta población específica.

3.- Alternativas razonables

La decisión de ser explorada la musculatura glútea es totalmente voluntaria, pudiendo negarme e incluso pudiendo revocar mi consentimiento en cualquier momento, sin tener que dar ninguna explicación.

4.- Consecuencias previsibles de su realización y de la no realización

Si decido libre y voluntariamente ser evaluado de la respuesta de la musculatura glútea, tendré derecho a decidir ser o no informado de los resultados de la investigación, si es que ésta se lleva a cabo.

5.- Riesgos frecuentes y poco frecuentes

La evocación de la respuesta de la musculatura glútea no supondrá un riesgo adicional para mi salud.

6.- Riesgos y consecuencias en función de la situación clínica personal del paciente y con sus circunstancias personales o profesionales.....

.....

7.- Protección de datos personales y confidencialidad.

La información sobre mis datos personales y de salud será incorporada y tratada en una base de datos informatizada cumpliendo con las garantías que establece el Reglamento General de Protección de Datos, así como cualquier otra legislación aplicable en materia de protección de datos.

La cesión a otros centros de investigación de la información contenida en las bases de datos y relativa a mi estado de salud, se realizará mediante un procedimiento de disociación por el que se generará un código de identificación que impida que se me pueda identificar directa o indirectamente.

Asimismo, se me ha informado que tengo la posibilidad de ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición al tratamiento de datos de carácter personal, en los términos previstos en la normativa aplicable.

Si decidiera revocar el consentimiento que ahora presto, mis datos no serán utilizados en ninguna investigación después de la fecha en que haya retirado mi consentimiento, si bien, los datos obtenidos hasta ese momento seguirán formando parte de la investigación.

Además de los derechos que ya conoce (acceso, modificación, oposición y cancelación de datos) ahora también puede limitar el tratamiento de datos que sean incorrectos, solicitar una copia o que se trasladen a un tercero (portabilidad) los datos que usted ha facilitado para el estudio. Para ejercitar sus derechos, diríjase al investigador principal del estudio. Le recordamos que los datos no se pueden eliminar, aunque deje de participar en el ensayo para garantizar la validez de la investigación y cumplir con los deberes legales y los requisitos de autorización de medicamentos. Así mismo tiene derecho a dirigirse a la Agencia de Protección de Datos si no quedara satisfecho.

Yo entiendo que:

Mi elección es voluntaria, y puedo revocar mi consentimiento en cualquier momento, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Otorgo mi consentimiento para que el Área de fisioterapia y el departamento de Patología y cirugía de la Universidad Miguel Hernández utilicen mis datos para investigaciones médicas, manteniendo siempre mi anonimato y la confidencialidad de mis datos.

La información y el presente documento se me han facilitado con suficiente antelación para reflexionar con calma y tomar mi decisión libre y responsablemente.

He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo y el fisioterapeuta que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.

Observaciones:

Por ello, manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y en tales condiciones estoy de acuerdo y **CONSIENTO PARTICIPAR EN EL ESTUDIO: “Valoración de la musculatura glútea en pacientes intervenidos de cirugía de ligamento cruzado anterior”**

En de de 2024

Firma del paciente

Firma de un testigo
DNI:

Firma del Investigador Principal

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.: Francisco J. Hijano Calderón.

(Nombre y dos apellidos)

(Nombre y dos apellidos)

(Nombre y dos apellidos)

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO: “Evaluación del control motor del raquis en pacientes con dolor lumbar y/o cervical”

D./D^a como paciente (o representante del paciente D.....), de años de edad, con domicilio en DNI. nº Revoco el consentimiento prestado en fecha..... , que doy con esta fecha por finalizado y sin tener que dar explicaciones.

En de de 2024

Firma del paciente

Firma de un testigo
DNI:

Firma del Investigador Principal

Fdo.:
(Nombre y dos apellidos)

Fdo.:
(Nombre y dos apellidos)

Fdo.:
(Nombre y dos apellidos)



Anexo 4. Escala KUJALA (versión española)

Anexo Escala de Kujala para dolor anterior de rodilla

Fecha: _____ Nombre: _____

Edad: _____ Celular: _____

Lado: D / I

Duración de los síntomas: _____ años _____ meses.

Para cada pregunta, circule la letra que corresponda a sus síntomas recientes.

-
1. ¿Usted cojea?
- | | |
|---------------------|-----|
| a. No | (5) |
| b. Un poco, a veces | (3) |
| c. Constantemente | (0) |
-
2. Respecto al apoyo de su extremidad comprometida:
- | | |
|---|-----|
| a. Puede apoyar completamente sin dolor | (5) |
| b. Hay dolor con el apoyo | (3) |
| c. Es imposible apoyar | (0) |
-
3. ¿Cuánto puede caminar?
- | | |
|-----------------|-----|
| a. Sin límite | (5) |
| b. Más de 2 km | (3) |
| c. Entre 1-2 km | (2) |
| d. No puede | (0) |
-
4. ¿Puede subir y bajar escaleras?
- | | |
|------------------------------|------|
| a. Sin dificultad | (10) |
| b. Leve dolor al bajar | (8) |
| c. Dolor al subir y al bajar | (5) |
| d. No puede | (0) |
-
5. ¿Puede hacer sentadillas (cucullas)?
- | | |
|----------------------------------|-----|
| a. Sin dificultad | (5) |
| b. Hacerlas repetidamente duele | (4) |
| c. Es doloroso siempre | (3) |
| d. Sólo puede hacerlas con ayuda | (2) |
| e. No puede. | (0) |
-
6. ¿Cuánto puede correr?
- | | |
|-------------------------------|------|
| a. Sin límite | (10) |
| b. Dolor después de 2 km | (8) |
| c. Leve dolor desde el inicio | (6) |
| d. Dolor severo siempre | (3) |
| e. Incapaz de correr | (0) |
-

-
7. ¿Puede saltar?
- | | |
|-------------------------|------|
| a. Sin dificultad | (10) |
| b. Con leve dificultad | (7) |
| c. Con dolor permanente | (2) |
| d. Incapaz de saltar | (0) |
-
8. ¿Qué ocurre cuando está sentado un tiempo prolongado con las rodillas flexionadas?
- | | |
|---|------|
| a. No hay inconveniente | (10) |
| b. Sólo hay dolor si ha hecho ejercicio | (8) |
| c. Siempre es doloroso | (6) |
| d. El dolor lo obliga a extender las rodillas temporalmente | (4) |
| e. Incapaz de hacerlo | (0) |
-
9. En cuanto al dolor de su rodilla:
- | | |
|-----------------------------|------|
| a. No tiene dolor | (10) |
| b. Es leve y ocasional | (8) |
| c. Interfiere con el sueño | (6) |
| d. Ocasionalmente es severo | (3) |
| e. Es constante y severo | (0) |
-
10. ¿Su rodilla se inflama?
- | | |
|-----------------------------------|------|
| a. No | (10) |
| b. Después de gran esfuerzo | (8) |
| c. Con las actividades cotidianas | (6) |
| d. Todas las noches | (3) |
| e. Permanentemente | (0) |
-
11. ¿Su rótula presenta movimientos dolorosos y anormales (se desencaja o se luxa)?
- | | |
|--|------|
| a. No | (10) |
| b. Ocasionalmente con el ejercicio | (6) |
| c. Ocasionalmente con las actividades cotidianas | (4) |
| d. Al menos una luxación confirmada | (2) |
| e. Más de dos luxaciones | (0) |
-
12. ¿Su muslo tiene atrofia (poca masa muscular)?
- | | |
|-----------|-----|
| a. No | (5) |
| b. Leve | (3) |
| c. Severa | (0) |
-
13. ¿Presenta deficiencia para flexionar la rodilla?
- | | |
|-----------|-----|
| a. No | (5) |
| b. Leve | (3) |
| c. Severa | (0) |
-

Anexo 5. Escala Kinesiofobia (TSK-11, versión española)

CUESTIONARIO TSK-11SV

Tampa Scale for Kinesiophobia (Spanish adaptation. Gómez-Pérez, López-Martínez y Ruiz-Párraga, 2011)

INSTRUCCIONES: a continuación se enumeran una serie de afirmaciones. Lo que Ud. ha de hacer es indicar hasta qué punto eso ocurre en su caso según la siguiente escala:

	1 Totalmente en desacuerdo	2	3	4 Totalmente de acuerdo
1. Tengo miedo de lesionarme si hago ejercicio físico.	1	2	3	4
2. Si me dejara vencer por el dolor, el dolor aumentaría.	1	2	3	4
3. Mi cuerpo me está diciendo que tengo algo serio.	1	2	3	4
4. Tener dolor siempre quiere decir que en el cuerpo hay una lesión.	1	2	3	4
5. Tengo miedo a lesionarme sin querer.	1	2	3	4
6. Lo más seguro para evitar que aumente el dolor es tener cuidado y no hacer movimientos innecesarios.	1	2	3	4
7. No me dolería tanto si no tuviese algo serio en mi cuerpo.	1	2	3	4
8. El dolor me dice cuándo debo parar la actividad para no lesionarme.	1	2	3	4
9. No es seguro para una persona con mi enfermedad hacer actividades físicas.	1	2	3	4
10. No puedo hacer todo lo que la gente normal hace porque me podría lesionar con facilidad.	1	2	3	4
11. Nadie debería hacer actividades físicas cuando tiene dolor.	1	2	3	4

Anexo 6. Materiales y presupuesto

MATERIAL	PRECIO	IMAGEN
Electromiografo (mDurance Pro ®)	PVP: 5000€	 <p>The image shows an open carrying case for an electromyography (EMG) system. Inside the case, there is a small electronic device, several cables, and a few circular adhesive electrodes. Some of the electrodes are shown separately to the left of the case.</p>
Dinamómetro manual (ActivForce 2 ®)	PVP: 450€	 <p>The image displays a manual dynamometer (ActivForce 2) in its black carrying case. Below the case, there is a blue protective cap and three smartphones, each displaying a software application interface for data collection and analysis.</p>
Electrodos adhesivos	PVP: 100€	 <p>The image shows a collection of approximately ten circular adhesive electrodes. Each electrode has a white adhesive backing with a red and black label and a central contact point.</p>
Barra y discos	PVP: 300€	 <p>The image shows a silver metal barbell with a central hole and a black weight plate with a central hole, resting on the barbell.</p>

<p>Tapiz Rodante</p>	<p>PVP: 600€</p>	
<p>Camilla</p>	<p>PVP: 150€</p>	
<p>Teléfono / Tablet Android (Para la utilización del software de dinamometría)</p>	<p>PVP: Variable</p>	
<p>Ordenador (Para el análisis)</p>	<p>PVP: Variable</p>	

