TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Medicina

COMPARACIÓN DE LOS VALORES PREOPERATORIOS Y POSTOPERATORIOS DE LA FUNCIONALIDAD DE LA RODILLA TRAS LA CIRUGÍA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN PACIENTES PEDIATRICOS

Nombre del Tutor Clínico: Dr. Ignacio Merino Gutiérrez

Servicio del Tutor: Traumatología y cirugía Ortopédica

Nombre del Tutor Metodológico: Juan de Mata Donado Campos

Nombre del Alumno: Diego Martí López

Hospital: Hospital Universitario Quirónsalud Pozuelo

Villaviciosa de Odón, Mayo 2026

Agradecimientos

Me gustaría agradecer en primer lugar a mis padres y mi hermana, que han sido un pilar fundamental durante toda mi vida. Gracias por creer siempre en mí y ayudarme tanto en los momentos buenos como en aquellos en los que yo dudaba de mí mismo. Daba igual la distancia, siempre estabais ahí dando vuestro incondicional apoyo. Sin vosotros no habría llegado a donde estoy hoy y por eso os doy las gracias.

A mis amigos, que son los que han hecho el día a día de esta carrera tan larga más agradable y que también estaban en los momentos duros dando su apoyo. Sois los que me recordabais también la importancia de descansar y desconectar la mente para poder dar lo mejor de mí, después de toda una tarde estudiando juntos. Sois de los regalos más grandes de la carrera y el motivo por el que todo el mundo siempre tiene su época de estudiante en tan alta estima.

Me gustaría expresar también mi agradecimiento a mi tutor clínico, el Dr. Merino, por haberme permitido hacer el TFG con él. Gracias por su cercanía, su tiempo y su apoyo que me ha dado, para la realización de este trabajo.

También me gustaría agradecer a mi tutor metodológico, Juan de Mata Donado, por su apoyo en la parte estadística de este trabajo.

INDICE

1. Resumen y palabras Clave 5
2. Abstract and keywords 6
3. Introducción 7
4. Hipótesis 10
5. Objetivos 10
   5.1. Objetivo principal: 10
   5.2. Objetivos secundarios 10
6. Metodología 10
   6.1. Diseño: 10
   6.2. Población del estudio: 10
   6.3. Cálculo del tamaño muestral: 10
   6.4. Criterios de inclusión 11
   6.5. Criterios de exclusión 11
   6.6. Selección y Definición de las Variables 11
   6.7. Procedimiento y recogida de datos: 12
   6.8. Plan de análisis estadístico 12
7. Aspectos éticos y legales 14
   7.1. Legislación vigente 14
8. Resultados 15
   8.1. Análisis Descriptivo 15
   8.2. Análisis Bivariado 16
9. Discusión 19
   9.1. Respuestas al problema planteado y confirmación de Hipótesis 19
   9.2. Resultados secundarios y comparación con literatura 19
   9.3. Limitaciones, Sesgos y Fortalezas 21
   9.4. Aporte Principal del estudio, implicaciones y dificultades encontradas 22
10. Conclusiones 23
11. Bibliografía 24
12. Anexo 1: Score de Lysholm-Tegner (11) I
13. Anexo 2: Resolucion del Comité Ético de la Fundacion Jimenez Diaz IV
14. Anexo 3: Declaracion sobre el uso de chatgpt y herramientas de la IA V
15. Anexo 4: Tabla de variables VI

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las variables sociodemográficas 15
Tabla 2 Relación entre las variables sociodemográficas y clínicas con la mejoría funcional 18

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Funcionalidad de la rodilla medida con la escala de Lysholm prequirúrgica y postquirúrgica. 16
Gráfico 2: Relación entre días de cirugía y la mejoría de funcionalidad 16
Gráfico 3: Relación entre Edad y la mejoría de funcionalidad 18
Gráfico 4: Relación entre Edad Ósea (Risser) y la mejoría de funcionalidad 18

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Introducción y Objetivo Principal o hipótesis:

La rotura de ligamento cruzado anterior es una lesión que ha aumentado su prevalencia un 2,3% en los últimos 20 años. Su tratamiento puede ser de forma quirúrgica o conservadora, siendo la forma quirúrgica la preferida por sus buenos resultados funcionales postoperatorios.

El objetivo principal del estudio fue comparar la funcionalidad preoperatoria y postoperatoria a los 12 meses mediante la escala de Lysholm en pacientes pediátricos.

Metodología:

Se realizó un estudio observacional longitudinal analítico retrospectivo, en el que se incluyeron 49 pacientes hasta los 18 años, que habían sido intervenidos por rotura del ligamento cruzado anterior en el servicio de Traumatología y cirugía Ortopédica del Hospital Universitario Quirónsalud Madrid (HUQM) entre los años 2020-2023.

Se realizo el análisis bivariado mediante la prueba de Wilcoxon, correlación de Pearson y la correlación de Spearman.

Los datos fueron extraídos de una base de datos seudonimizada.

Resultados:

La funcionalidad preoperatoria medida en los pacientes estudiados tuvo una mediana de 45 puntos (40-53) y la postoperatoria de 98 (90-100). La mejoría de la funcionalidad tuvo una media de 49,88 ± 11,53 (IC 95% 46,57 – 53,19) puntos, siendo estadísticamente significativa (p-valor <0,001) según el test de Wilcoxon. La relación de la mejoría con el tiempo transcurrido entre el diagnóstico y la operación no mostró una relación estadísticamente significativa con un valor R (47) = -0,2 con un valor p = 0,168, aunque se observa una tendencia de mayor mejoría con menor intervalo entre el diagnóstico y la cirugía.

Conclusiones:

Hay un claro aumento de la funcionalidad de la rodilla tras la cirugía del ligamento cruzado anterior. No se encontró una relación estadísticamente significativa entre el momento de la cirugía y la mejoría funcional, pero si una tendencia de mayor mejoría a menor tiempo transcurrido. Tampoco se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre la mejoría funcional y las variables clínicas y sociodemográficas.

Palabras clave: Ligamento cruzado anterior, reconstrucción de ligamento cruzado anterior, funcionalidad de la rodilla, población pediátrica, momento de la cirugía.

2. ABSTRACT AND KEYWORDS

Background and Aims: The prevalence of anterior cruciate ligament (ACL) ruptures has increased 2,3% over the last 20 years. These ruptures can be treated either with surgical or with conservative methods, being the surgical methods the most preferred option due to its good results in postoperative knee function.

The main objective of this study was to compare the preoperative and 12-month postoperative knee function using the Lysholm score in a paediatric population undergoing anterior cruciate ligament reconstruction.

Materials and Method:

A retrospective longitudinal observational analytical study was conducted including 49 patients under 18 years of age who underwent ACL reconstruction at the Department of Orthopaedic Surgery and Traumatology of Hospital Universitario Quironsalud Madrid (HUQM) between 2020 and 2023

Bivariate analysis was performed using Wilcoxon signed-rank test, as well as Pearson and Spearman correlation coefficients.

The data used, were extracted from a pseudonymized database.

Results: The median preoperative Lysholm score was 45 points (40-53), while the median postoperative score after 12 months was 98 points (90-100).

The mean functional improvement was 49,88 ± 11,53 points (CI 95% 46,57 – 53,19), showing statistically significant difference between preoperative and postoperative scores after using de Wilcoxon test ($p<0.001$).

No statistically significant association was found between time to surgery and functional improvement ($R = -0.2$; $p = 0.168$), although a trend could be observed towards greater improvement with shorter time between diagnosis and surgery.

Conclusions: ACL reconstruction was associated with clear improvement in knee function after 12 months in this paediatric population. No statistically significant relationship was found between time to surgery and functional improvement. Likewise, no statistically associations were identified between functional improvement and the clinical or sociodemographic variables analysed.

Key words: Anterior cruciate ligament (ACL), ACL reconstruction, Knee function, Paediatric population, time to surgery

3. INTRODUCCIÓN

La rotura del ligamento cruzado es una lesión que ha ido aumentando su prevalencia en los últimos 20 años un 2,3% con una estimación de 400 rupturas por 100.000 habitantes en pacientes entre 6 y 18 años (1). Esto se relaciona con un aumento en la iniciación temprana de la población infantil en actividades deportivas competitivas, especialización en estos deportes y entrenamientos continuos durante todo el año (2). Los deportes que han mostrado tener una incidencia mayor para sufrir rotura de ligamento cruzado anterior en la población masculina, son el Fútbol americano, Lacrosse y el Fútbol, mientras que en la población femenina es el Fútbol, la Gimnasia y el Lacrosse (3). Para hacer un buen diagnóstico de ruptura de ligamento cruzado anterior, el especialista tiene que hacer una exhaustiva historia clínica a la vez que una buena exploración física. En la exploración física se presta principalmente atención a la presencia de derrame articular, signos de infección, presencia de inestabilidad franca y cicatrices quirúrgicas. A la hora de valorar la integridad del ligamento cruzado anterior, se usan sobre todo pruebas específicas. La prueba del cajón anterior, la Prueba de Lachmann y la prueba de pivote. Comparando los resultados obtenidos con la rodilla no lesionada. Las pruebas de imagen, especialmente la resonancia magnética, la cual es considerada la prueba Gold Standard para el diagnóstico, también se emplean en el contexto de preparación para la cirugía (4). Tradicionalmente los pacientes en edad pediátrica han sido tratados de forma no quirúrgica hasta la madurez del esqueleto, ya que se temía por la afectación de la Fisis en el tratamiento quirúrgico. Este temor se basa en la proximidad anatómica de la Fisis distal femoral con el origen del Ligamento cruzado anterior, siendo la distancia de 3 mm en pacientes adolescentes (5). El tratamiento de forma no quirúrgica consiste en rehabilitación intensa, con el fin de fortalecer la musculatura alrededor de la rodilla y hacer la articulación menos dependiente del ligamento cruzado anterior para mantener la estabilidad, y modificación de hábitos para evitar movimientos de cambio de dirección bruscos y giros. En combinación con esto se recomienda el uso de férulas ortopédicas. Dentro de las técnicas quirúrgicas, existen las opciones de reconstrucción intra- y extraarticular preservando la Fisis usando un injerto de la banda iliotibial, la técnica completamente epifisial, técnica parcialmente transfisial (hibrida), técnica transfisaria respetando la Fisis y la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Dependiendo de las características de cada paciente hay técnicas que están más indicadas para un cierto grupo de edad cronológica y radiológica (6).

La técnica más utilizada en el centro donde se ha realizado el estudio es la técnica Intraepifisaria o completamente epifisaria (“all-epiphyseal technique”). Esta técnica se desarrolló con el objetivo de evitar alteraciones en el crecimiento y la angulación, al no afectar a las fisis de crecimiento en la cirugía de ligamento cruzado anterior en pacientes pediátricos, ya que estos la tienen todavía abierta. Se realizan dos túneles en la epífisis distal femoral y la epífisis proximal tibial de lo más cercanos a las inserciones anatómicas

del ligamento cruzado anterior, llegando a utilizar en algunos casos controles Fluoroscópicos y de Tomografía Axial Computerizada intraoperatoria, dada la cercanía a la fisis. Como injerto se suele usar la banda Iliotibial (7).

La literatura demuestra que las técnicas Quirúrgicas son más eficaces que las técnicas no quirúrgicas, al ver que la inestabilidad de la rodilla o laxitud patológica postquirúrgica es del 13,6% en los pacientes tratados quirúrgicamente y del 75% en los tratados no quirúrgicamente (8). Se ha visto que en pacientes menores de 21 años tratados con técnicas quirúrgicas, un 13%-19% de los injertos fallan (9), por lo que tienen que ser reintervenidos de nuevo.

Estos niveles de inestabilidad se determinaron usando escalas, entre las que se encuentra la escala de Lysholm-Tegner. Esta escala evalúa los síntomas subjetivos del paciente como la cojera, apoyo, bloqueo y enganche, inestabilidad, dolor, hinchazón, subida de escaleras, ponerse de cuclillas y el nivel deportivo del paciente. Todos estos resultados dan una puntuación sobre 100. Esta evaluación se realiza entregándoles una encuesta antes y después de la operación, en la revisión anual y posteriores.

Esta escala fue desarrollada a raíz de la poca especificidad que presentaban escalas previas, como la de Larsen, en la evaluación funcional de pacientes con lesiones de ligamento cruzado anterior. Esta última se centraba sobre todo en la evaluación de hallazgos clínicos objetivos y una valoración general de la rodilla, que incluía varias lesiones. La escala de Lysholm introdujo una evaluación más centrada en los síntomas subjetivos del paciente, especialmente relacionados con la inestabilidad funcional, ya que ésta es uno de los problemas más relevantes en la clínica de la rotura de ligamento cruzado anterior. Este cambio de orientación hacia una evaluación más subjetiva de la evolución postquirúrgica tuvo como resultado que se vieran diferencias estadísticamente significativas entre las dos escalas y que hoy en día se prefiera la de Lysholm a la hora de evaluar los resultados tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Posteriormente, en un trabajo en conjunto con Tegner, se añadió un complemento para cuantificar el nivel de actividad física y deportiva del paciente tras la intervención, ya que este aspecto de la funcionalidad tiene también una gran importancia en la sensación de minusvalía del paciente y no se valoraba adecuadamente en la escala de Lysholm. Además, permite una mejor interpretación de los resultados, ya que un paciente que tiene un score alto y ha vuelto al nivel de actividad física previo a la lesión, tendrá una mejor recuperación que otro que también tenga un score elevado, pero no ha recuperado de momento el nivel de actividad física previo a la lesión. De este modo se puede hacer una valoración más completa e integrada de la recuperación de los pacientes.

Se ha visto, que hay una correlación estadísticamente significativa con buena reproductividad (fiabilidad test-retest satisfactoria con coeficiente correlación intraclase

de 0,9) entre los valores bajos de la escala y signos de inestabilidad en la exploración física por el profesional médico (10–13).

La versión usada por la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología se puede ver en el Anexo 2.

A la hora de decidir el momento idóneo de la cirugía para la reparación del ligamento cruzado anterior, hay discrepancias en la literatura. Hay autores que opinan, que no hay diferencias estadísticamente significativas entre una operación temprana o tardía del Ligamento cruzado anterior, comparando entre otros parámetros el score de Lysholm-Tegner y complicaciones postquirúrgicas en los dos grupos, y otros autores que opinan que si hay diferencias estadísticamente significativas (8,14,15).

La realización de este estudio pretende aportar más información sobre la mejoría de la funcionalidad de la rodilla, tras someterse a una cirugía de ligamento cruzado anterior, usando el score de Lysholm-Tegner como forma de medida de dicha funcionalidad. También pretende aportar más datos sobre las diferencias entre los scores de pacientes operados precozmente y pacientes operados tardíamente, dada la discrepancia en la literatura y el poco consenso que existe entre los autores sobre el mejor momento de someter al paciente a la cirugía. Esto permitirá ayudar a los profesionales y pacientes a tomar una mejor decisión, teniendo en cuenta el punto 3 (salud y bienestar) de los objetivos de desarrollo sostenible de la OMS.

4. HIPÓTESIS

La Hipótesis de este estudio es, que los pacientes pediátricos tratados quirúrgicamente de una rotura del ligamento cruzado anterior tienen scores de Lysholm superiores, indicando mayor funcionalidad, tras la cirugía que antes de haberse sometido a la cirugía (16).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo principal:

- El Objetivo principal del estudio fue comparar la funcionalidad de la rodilla pre- y postoperatoria a los 12 meses, mediante la escala de Lysholm.

5.2. Objetivos secundarios

Los objetivos secundarios de este estudio fueron:

- Comparar si existe relación entre la mejoría de la funcionalidad postoperatoria (medida por el score de Lysholm) y el momento de la cirugía (días transcurridos hasta la cirugía) tras la ruptura del Ligamento cruzado anterior.
- Comparar si existe relación entre la mejoría de funcionalidad postoperatoria según las características sociodemográficas (Edad, Sexo y Edad ósea de los pacientes) y clínicas (Patologías sobreañadidas, Dominancia de la pierna y momento de la cirugía) de los pacientes con rotura de ligamento cruzado

6. METODOLOGÍA

6.1. Diseño:

Se realizó un estudio observacional longitudinal analítico retrospectivo.

6.2. Población del estudio:

Se incluyeron dentro del estudio pacientes hasta los 18 años, que habían sido intervenidos por rotura del ligamento cruzado anterior en el servicio de Traumatología y cirugía Ortopédica del Hospital Universitario Quirónsalud Madrid (HUQM) entre los años 2020-2023.

6.3. Cálculo del tamaño muestral:

Se hizo el cálculo del tamaño muestral basado en comparación de medias apareadas, considerando, que la desviación estándar de las diferencias del valor preoperatorio y postoperatorio del score de Lysholm tras una cirugía de ligamento cruzado anterior era de 26,4 unidades y la diferencia mínima a detectar era de 29,7 unidades (17). Con esto se estimó, que se necesitaba incluir a 8 sujetos para detectar una diferencia estadísticamente significativa.

Este cálculo se estimó con la calculadora GRANMO versión 8.0, teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%, un poder estadístico del 80% y un porcentaje de pérdidas del 15%.

Una explicación para el tamaño muestral estimado tan pequeño, fue la gran diferencia entre los dos valores bajo estudio. Esto conllevó que este tamaño muestral de 8, sería suficiente para poder demostrar que la diferencia de valores obtenida con el tratamiento era estadísticamente significativa. Pese a ello, los estudios utilizados como referencia, utilizaron muestras iguales o superiores a 65. El objetivo de este estudio era utilizar una muestra similar, disponiendo el hospital de unos 49 casos durante el periodo de tiempo que se analizó.

6.4. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta para la realización de este estudio fueron los siguientes:

- Pacientes que fueron diagnosticados, mediante exploración física o por pruebas de imagen, de ruptura de Ligamento cruzado anterior
- Pacientes de ambos sexos, hasta los 18 años
- Pacientes que fueron tratados mediante técnicas quirúrgicas en el servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Universitario Quirón Salud Madrid.

6.5. Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión que se tuvieron en cuenta para la realización de este estudio fueron los siguientes:

- Pacientes que presentaron sensación de inestabilidad de rodilla previa a la rotura del Ligamento cruzado anterior
- Pacientes con Enfermedades que alteren la estabilidad de la rodilla
- Pacientes con agenesia de Ligamento cruzado anterior
- Pacientes que hayan sido operados previamente de rotura de ligamento cruzado anterior

6.6. Selección y Definición de las Variables

Las variables principales que se recogieron en el estudio fueron la funcionalidad de la rodilla preoperatoria y la funcionalidad de la rodilla postoperatoria, donde se usó para su medición la escala de Lysholm con valores entre un máximo de 100 puntos y un mínimo de 0 puntos. La escala, la cual está anexada al final del trabajo, mide la cojera, apoyo, bloqueo y enganche, inestabilidad, dolor, hinchazón, subida de escaleras, ponerse de cuclillas y el nivel de actividad física de los pacientes.

A partir de estas dos variables se creó una nueva variable que fue llamada “mejoría de funcionalidad” donde se hizo una resta de la funcionalidad preoperatoria a la funcionalidad postoperatoria.

Las variables secundarias que se recogieron para los objetivos secundarios fueron la edad (medida en años), el sexo (varón/mujer), la edad ósea (Risser 1-5), patologías asociadas (SI/NO), Dominancia de la pierna lesionada (SI/NO), momento de la cirugía desde el diagnóstico de la ruptura del ligamento cruzado anterior (Días que transcurren desde el diagnóstico hasta la cirugía reparativa).

La tabla con la descripción de las variables se puede encontrar en el anexo 4.

6.7. Procedimiento y recogida de datos:

Los datos que fueron usados para este trabajo habían sido previamente recogidos por el tutor clínico a partir de la historia clínica y del cuestionario para calcular el score de Lysholm. Para la seudonimización de estos datos, el tutor creó dos bases de datos que únicamente comparten un código de asignación para el paciente. Una contenía dicho código y los datos identificativos, y sólo el tutor clínico podía custodiarla y acceder a la misma. La otra base de datos únicamente contenía el código de asignación y los datos clínicos necesarios para haber podido llevar a cabo la investigación en la elaboración del TFG.

El uso de los datos se hizo conforme a la legislación de UE sobre datos personales (ver aspectos éticos y legales)

Las bases de datos se mantuvieron sometidas a los controles de los sistemas del Hospital y no se incluyeron en dispositivos móviles externos.

6.8. Plan de análisis estadístico

6.8.1. Análisis Descriptivo

- Las **variables cualitativas** (sexo, edad categorizada, dominancia, patologías asociadas, momento de cirugía en categorías) han sido descritas mediante **frecuencias absolutas y relativas (n, %)**.
- Las **variables cuantitativas** (Lysholm preoperatorio, Lysholm postoperatorio, mejoría, edad en años, momento de cirugía en semanas, edad ósea) han sido descritas mediante **media ± DE** cuando seguían una distribución normal o **mediana (p25–p75)** cuando no la seguían.
- Han sido presentados los intervalos de confianza al 95% (IC95%) cuando eran necesarios.

6.8.2. Análisis Bivariado

- Se hizo la comparación **Lysholm pre vs post** en la misma muestra mediante: **t de Student pareada** o **Wilcoxon** según distribución.
- Se midió la asociación entre variables cuantitativas (ej. dias hasta cirugía y mejoría) mediante: **correlación de Pearson** o **Spearman** según distribución.
- Se hizo la comparación de la **mejoría funcional (post–pre)** entre dos grupos cualitativos (ej. sexo, deporte, dominancia, patologías) mediante: **t de Student independiente** o **U de Mann–Whitney** según distribución.

6.8.3. Generalidades

- Normalidad: La distribución de normalidad de ambas variables fue evaluada mediante gráficos (histogramas y gráficos Q-Q) y pruebas de normalidad, como lo son la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Kolmogorov-Smirnov.
- Evaluación de la significancia estadística: se consideró un valor “p” inferior a 0,05 como estadísticamente significativo para todas las comparaciones o relaciones
- Software utilizado: el análisis ha sido realizado con el software estadístico Jamovi v2.3

7. ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES

El proyecto comenzó una vez que el protocolo recibió la aprobación del Comité CEIm FUNDACIÓN JIMÉNEZ DÍAZ, con el código "TFG053-25_HUQM", el cual está anexado al final. A este comité se le solicitó la exención de pedir el consentimiento informado por ser un estudio observacional, retrospectivo, y tener riesgo nulo para los sujetos.

El proyecto se realizó respetando las normativas en materia de bioética según la declaración de Helsinki, el informe de Belmont, el convenio de Oviedo sobre los derechos humanos y la biomedicina y la ley 14/2007, de 3 de julio, de investigación biomédica.
El proyecto se llevó a cabo conforme a la legislación de la UE sobre datos personales, en concreto la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, el Real Decreto 1720/2007, la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica

7.1. Legislación vigente

Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

Publicado en: «BOE» núm. 274, de 15/11/2002.

Referencia: BOE-A-2002-22188

http://www.boe.es/boe/dias/2002/11/15/pdfs/A40126-40132.pdf

El artículo 7.1 de esta Ley establece que: «Toda persona tiene derecho a que se respete el carácter confidencial de los datos referentes a su salud, y a que nadie pueda acceder a ellos sin previa autorización amparada en la Ley.»

Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica

Publicado en: «BOE» núm. 159, de 4 de julio de 2007, páginas 28826 a 28848 (23 págs.)

Referencia: BOE-A-2007-1294

https://www.boe.es/boe/dias/2007/07/04/pdfs/A28826-28848.pdf

Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales

https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3

8. RESULTADOS

8.1. Análisis Descriptivo

En el estudio se incluyeron un total de 49 pacientes. La edad de los pacientes estudiados varía de 14 a 18 años con una mediana de 16 (15-17) años. De estos 49 pacientes 18 (36,7%) eran varones y 31 (63,3%) eran mujeres. La mediana de edad ósea encontrada en los pacientes era un grado de Risser 4 (3-4). Las roturas del ligamento cruzado anterior se produjeron en 19 (38,8%) casos en la pierna dominante y en 30 (61,2%) en la pierna no dominante. Estas roturas se acompañaban de lesiones asociadas en 15 (30,6%) pacientes, mientras que 34 (69,4%) solamente presentaban lesión en el Ligamento cruzado anterior. La media de días hasta la cirugía desde el diagnóstico era de 32,84 ± 13,68 (IC 95% 28,91 - 36,77) días. El score de Lysholm prequirúrgico presentó un valor mínimo 23 puntos y un valor máximo de 62 puntos con una mediana de 45 (40-53) puntos y el score postquirúrgico presentó un valor mínimo de 81 puntos y un valor máximo de 100 puntos con una mediana de 98 (90-100) puntos. La mejoría de los pacientes, que fue calculada como la diferencia entre el valor postquirúrgico y el valor prequirúrgico, fue de 49,88 ± 11,53 (IC 95% 46,57 – 53,19) puntos, habiendo sido el valor mínimo de 20 puntos y el máximo de 71 puntos. (Tabla 1.)

Tabla 1. Descripción de las variables sociodemográficas

Edad[3]	Años	16 (15-17)	
Sexo[1]	Hombre	18 (36,7%)	
	Mujer	31 (63,3%)	
Dominancia de pierna[1]	Si	19 (38,8%)	
	No	30 (61,2%)	
Patologías asociadas[1]	Si	15 (30,6%)	
	No	34 (69,4%)	
Edad ósea (Risser) [1]	1-5	4 (3-4)	
Lysholm prequirúrgico (Funcionalidad rodilla) [3]	0-100	45 (40-53)	
Lysholm postquirúrgico (Funcionalidad de la rodilla[3]	0-100	98 (90-100)	
Mejoría de la funcionalidad[2]		49,88 ± 11,53	46,57 – 53,19
Días hasta la cirugía[2]		32,84 ± 13,678	28,91 - 36,77

(1) Variables cualitativas, expresadas mediante n (%).
(2) Variables cuantitativas expresadas mediante media ± DE e IC 95%.
(3) Variables cuantitativas expresadas mediante mediana (p25-p75).

8.2. Análisis Bivariado

8.2.1. Comparar la funcionalidad de la rodilla pre- y postoperatoria a los 12 meses, mediante la escala de Lysholm

En los pacientes estudiados, la funcionalidad de la rodilla preoperatoria medida con la escala de Lysholm tuvo una mediana de 45 (40-53) y la funcionalidad postoperatoria tuvo una mediana de 98 (90-100). La mejoría de la funcionalidad, calculada mediante la resta del valor prequirúrgico al postquirúrgico, fue de una media de 49,88 ± 11,53 con un IC 95% (46,57 – 53,19). Se usó la prueba de Wilcoxon para la comparación de los dos valores, obteniendo un p-valor <0,001. (Gráfico 1)

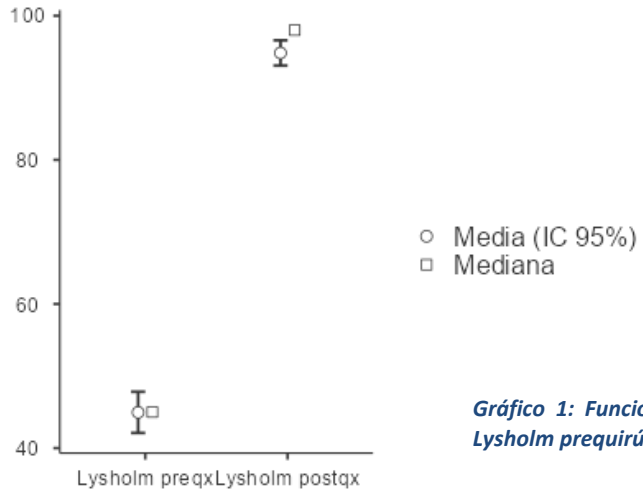
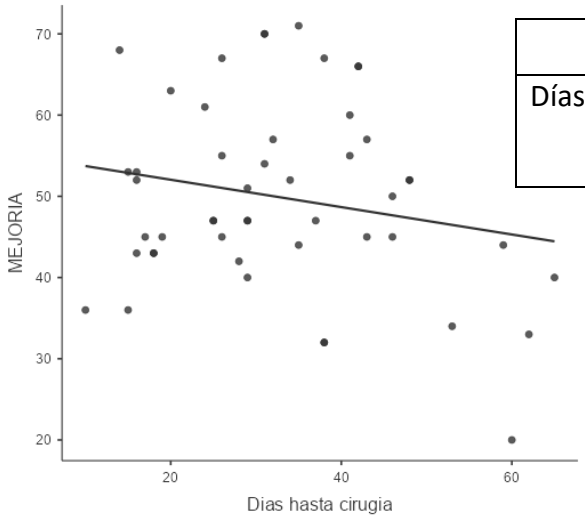


Gráfico 1: Funcionalidad de la rodilla medida con la escala de Lysholm prequirúrgica y postquirúrgica.

8.2.2. Comparar si existe relación entre la mejoría de la funcionalidad postoperatoria (medida por el score de Lysholm) y el momento de la cirugía (días transcurridos hasta la cirugía) tras la ruptura del Ligamento cruzado anterior

El análisis de la relación entre la mejoría de la funcionalidad postoperatoria y el momento de la cirugía con la correlación de Pearson, obtuvo un valor R (47) = -0,2 con un valor p = 0,168, por lo que no se obtuvo ninguna relación estadísticamente significativa. La Gráfica obtuvo un valor constante de 55,413 con una pendiente de -0,169. (Gráfico 2)



	Estadístico; p
Días hasta la cirugía	R = -0,2, R^2 = 0,04, p=0,168; b = -0,169, constante: 55,413

Gráfico 2: Relación entre días de cirugía y la mejoría de funcionalidad

8.2.3. Comparar la mejoría de funcionalidad postoperatoria según las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes con rotura de ligamento cruzado

El valor de Lysholm prequirúrgico en relación al sexo fue de 42,3 ± 11,6 en las mujeres y en los varones de 46,5 ± 9,12. El estadístico calculado con la prueba de U de Mann-Whitney fue U = 216 con un p-valor de 0,194.

El valor de Lysholm postquirúrgico en relación al sexo fue de 93,9 ± 7,49 en las Mujeres y en los Varones de 95,4 ± 5,51. El estadístico calculado fue U = 260 con un p-valor de 0,690.

El estudio de la mejoría en relación al sexo dio una mejoría media de 48,8 ± 8,99 en los hombres y de 51,7 ± 15,1 en las mujeres. El estadístico calculado fue t (47) = 0,825 con un p-valor = 0,414.

La mejoría de la funcionalidad en función de que la lesión se produjese en la pierna dominante o la pierna no dominante, dio como resultado una media de 52 ± 15,1 en la pierna dominante y de 48,3 ± 12,1 en la pierna no dominante con un estadístico t (47) = -1,18 y un p-valor = 0,243.

Al calcular la relación de la mejoría de la funcionalidad con patologías sobreañadidas a la lesión del ligamento cruzado anterior, se obtuvo una mejoría de la funcionalidad de 54,1 ± 12,9 en los pacientes con patologías sobreañadidas y de 48 ± 10,5 en los pacientes sin patologías sobreañadidas con un estadístico t(47) = -1,72 y un p-valor = 0,091.

Comparando la relación de la mejoría con la funcionalidad con la Edad, se obtuvo con la correlación de Spearman un valor Rho = 0,133 con un p-valor = 0,363, por lo que no se pudo observar una relación estadísticamente significativa. El gráfico de dispersión muestra una pendiente b = 1,66 (Gráfico 3)

Comparando la mejoría de la funcionalidad con la edad ósea medida con los grados de Risser, se obtuvo con la correlación de Spearman un valor Rho = -0,031 con un p-valor = 0,363, por lo que no se pudo objetivar una relación estadísticamente significativa. El gráfico de dispersión muestra una pendiente b = -0,766 (Gráfico 4).

Tabla 2 Relación entre las variables sociodemográficas y clínicas con la mejoría funcional

Variable Cualitativa		Media ± DE	Estadístico; p-valor
Sexo	Hombre	48,8 ± 8,99	t (47) = 0,825; p = 0,414
	Mujer	51 ± 15,1	
Lesión en pierna dominante	Si	52,3 ± 10,4	t (47) = -1,18; p = 0,243
	No	48,3 ± 12,1	
Patologías sobreañadidas	Si	54,1 ± 12,9	t (47) = -1,72; p = 0,091
	No	48 ± 10,5	

Variable cuantitativa		Estadístico; p-valor; pendiente b
Edad		Rho= 0,133; p = 0,363; b = 1,66; constante = 23,49
Edad ósea medida con grados de Risser		Rho= -0,031, p = 0,833; b = -0,766; constante = 52,83

Para el contraste estadístico entre variables cualitativas y cuantitativas se ha usado la prueba de T-student independiente, para la asociación de variables cuantitativas se ha usado la correlación de Spearman.

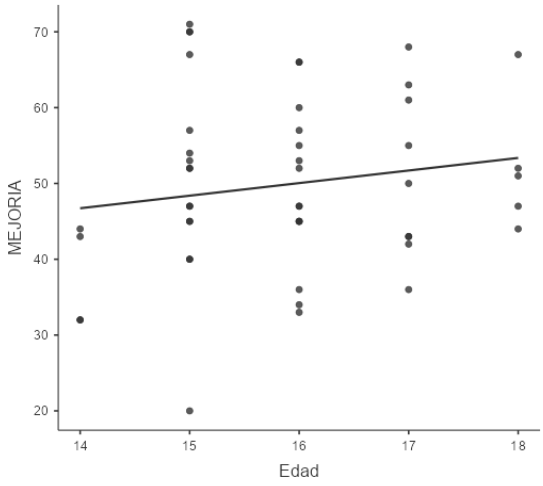


Gráfico 4: Relación entre Edad y la mejoría de funcionalidad

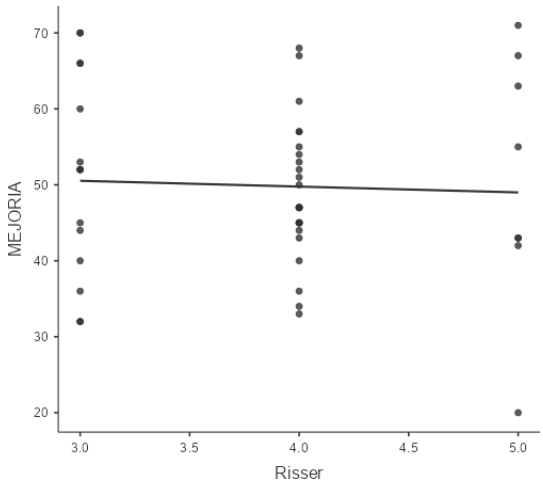


Gráfico 3: Relación entre Edad Ósea (Risser) y la mejoría de funcionalidad

9. DISCUSIÓN

9.1. Respuestas al problema planteado y confirmación de Hipótesis

El objetivo principal del estudio fue comparar la funcionalidad de la rodilla preoperatoria y postoperatoria a los 12 meses, mediante la escala de Lysholm. La mediana de funcionalidad preoperatoria que fue medida en nuestra población estudiada fue de 45 (40-53) y la mediana de funcionalidad postoperatoria fue de 98 (90-100). Con estos resultados, obtenidos a partir de los valores preoperatorios y postoperatorios, se calculó la mejoría de funcionalidad, la cual obtuvo una media de 49,88 ± 11,53 IC95% (46,57 – 53,19). La comparación de los valores preoperatorios y postoperatorios que obtuvo una significancia estadística de p-valor (<0,001), con lo que se pudo confirmar la hipótesis, que los pacientes pediátricos tratados quirúrgicamente de una rotura de ligamento cruzado anterior tienen scores de Lysholm superiores y con ello una mayor funcionalidad tras la cirugía, que antes de haberse sometido a la cirugía.

Estos resultados van en línea con lo que dice la literatura en metaanálisis publicados sobre los resultados postquirúrgicos del score de Lysholm, donde hacen mención de una media de 96,3 (IC95% 95,5 -97,2) puntos (18).

Estos resultados subrayan el papel relevante que tiene la intervención quirúrgica en la recuperación de la funcionalidad de la rodilla en las roturas del ligamento cruzado anterior y la apoyan como tratamiento principal de esta lesión, ofreciendo las mejores perspectivas de funcionamiento futuro para su articulación. Esto es de gran importancia ya que se trata de una población en edad de progresivo desarrollo, donde hay que buscar el mejor método de tratar esta lesión para alcanzar un resultado optimo en la funcionalidad y que no se noten diferencias en comparación a antes de la lesión.

9.2. Resultados secundarios y comparación con literatura

Uno de los objetivos secundarios fue comparar, si existía una relación entre la mejoría de la funcionalidad postoperatoria y el momento, medido en días, donde se producía la cirugía tras haber sido diagnosticada la ruptura de ligamento cruzado anterior en la consulta.

Nuestro grupo de pacientes estudiados no mostraron una relación estadísticamente significativa en la mejoría de la funcionalidad postoperatoria y el momento donde se les practicaba la intervención. Esto indica que la mejoría en la funcionalidad de los pacientes depende sobre todo del tratamiento quirúrgico de la lesión y que no hay momento idóneo para practicar dicha cirugía. Para el tratamiento de la población pediátrica esto es de gran importancia ya que, al tratarse de un segmento poblacional en edad escolar, esto permite al equipo que se va a ocupar de tratar al paciente y al mismo paciente la posibilidad de planificar la cirugía con más margen y adaptarlo al calendario escolar del paciente, sin correr el riesgo de tener un peor resultado final. Estos resultados van en línea con lo estudiado un metaanálisis (15), donde mencionan que los resultados

postoperatorios de la escala de Lysholm no favorecían una reconstrucción temprana a una reconstrucción retrasada. Sin embargo, mencionan la relación entre lesiones meniscales y la presencia de roturas meniscales irreparables con el retraso de la cirugía >12 semanas. En otros metaanálisis realizados (14,19) también llegaron a la conclusión que la cirugía electiva temprana y tardía no mostraba diferencias estadísticamente significativas en la funcionalidad postquirúrgica de la funcionalidad de la rodilla. Sin embargo hay autores que opinan que una reconstrucción temprana tiene mejores resultados funcionales en la funcionalidad postoperatoria (8,20,21). Estas discrepancias entre los distintos autores podrían explicar que, en el resultado del estudio obtenido, no haya una asociación estadísticamente significativa, pero que en el gráfico de dispersión si se encontrase una tendencia de mayor mejoría cuanto antes se realizaba la cirugía reparadora.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta y que va en línea con el momento de la cirugía, es que hay estudios de referencia (15,22) que mencionan que un retraso en la cirugía de reparación del ligamento cruzado anterior tiene como consecuencia una mayor tasa de lesiones en el menisco medial, algo que puede tener influencia en la futura funcionalidad de la rodilla del paciente. Este hallazgo podría explicarse con la mecánica alterada en la rodilla deficiente de ligamento cruzado anterior que describen artículos que estudiaron la mecánica de la rodilla (23). En su estudio encontraron, que la falta de ligamento cruzado anterior aumentaba la fuerza a la que estaba expuesta el menisco medial, variando de 10,1 N en la rodilla en extensión completa hasta los 50,2 N en la rodilla en 60° de flexión.

El siguiente objetivo secundario fue comparar si existía una relación entre la mejoría de funcionalidad postoperatoria según las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes con rotura de ligamento cruzado.

La primera variable sociodemográfica que se analizo fue el sexo, donde el resultado obtenido fue que no había una relación estadísticamente significativa con la mejoría. Aun así, a nivel clínico en la gráfica de dispersión, se vio que las mujeres tenían unos scores de Lysholm prequirúrgicos y postquirúrgicos inferiores que los varones, lo que llevaba a que tuviesen una mayor mejoría final. Estos resultados coinciden con los resultados de otro metaanálisis (24), donde mencionan que las mujeres tienen peores resultados postquirúrgicos en todos los aspectos funcionales analizados, entre ellos el score de Lysholm, en comparación con los varones.

Estas diferencias se pueden deber a que según otro estudio de referencia (25) el grupo de mujeres presentaba una diferencia estadísticamente significativa en la fuerza del cuádriceps postoperatoria, algo que en las encuestas subjetivas, como lo es el score de Lysholm, puede afectar en el resultado final de la funcionalidad.

Al analizar la mejoría de la funcionalidad en relación con la dominancia de la pierna tampoco se encontró una asociación estadísticamente significativa, pero si se vio que

clínicamente la mejoría era mayor en las lesiones en la pierna dominante, algo que podría explicarse con el mejor tono muscular y reserva funcional y la mejor recuperación de la fuerza extensora del cuádriceps, que debería tener la pierna dominante. Sin embargo hay otros estudios (26), que coinciden con los resultados obtenidos en este estudio, en que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre la mejoría funcional de la rodilla y la dominancia de la pierna.

En la comparación de la mejoría de la funcionalidad con la presencia de patologías sobreañadidas a la ruptura del ligamento cruzado anterior, como lesiones meniscales, hay pocos estudios que hayan estudiado directamente esta relación y se centraron más en el estudio de la aparición de estas lesiones en relación con el tiempo transcurrido desde el diagnóstico hasta la cirugía. Los resultados de nuestro estudio fueron que no se podía establecer una relación estadísticamente significativa, pero los valores clínicos nos muestran que el grupo con lesiones sobreañadidas a la ruptura del ligamento cruzado anterior tenía una mayor mejoría de la funcionalidad en comparación al grupo sin lesiones asociadas (54,1 ± 12,9 vs 48 ± 10,5). Esta diferencia podría basarse en que la afectación de varias estructuras relacionadas con la estabilidad de la rodilla, hacen que el paciente tenga una peor sensación de funcionalidad subjetiva antes de la operación. Después de arreglar todas las lesiones asociadas el paciente referirá una mayor mejoría que cuando solo se lesiona una estructura relacionada con la estabilidad de la rodilla.

La comparación de la edad ósea y cronológica con la mejoría postquirúrgica no dio resultados estadísticamente significativos, pero, sin embargo, la gráfica de dispersión de la relación entre la edad cronológica y la mejoría, muestra una tendencia a mayor mejoría con mayor edad cronológica. Esto puede estar relacionado con que a mayor edad de los pacientes, las fisis están ya cerradas y con ello se evitan todos los efectos secundarios que se producen al atravesar la fisis en la reparación del ligamento cruzado anterior.

9.3. Limitaciones, Sesgos y Fortalezas

El estudio realizado tiene limitaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de analizar e interpretar los resultados. Una de las limitaciones más importantes, fue que, al tratarse de un estudio realizado en un único centro de índole privada y no muy grande, pudo haber conllevado que no se obtuviese un gran número de pacientes de entrada para realizar el estudio. También tuvo como consecuencia que los resultados obtenidos no se puedan extrapolar a toda la población, ya que solo fue seleccionada una parte limitada de la misma para la participación en el estudio, y nos limitó a la hora de detectar asociaciones posiblemente significativas entre variables. Esto conllevó un sesgo de selección. Es cierto que, al contar con un servicio especializado en traumatología infantil, llegaban a nuestro centro casos derivados de otras comunidades autónomas y de otras poblaciones, pero aun así el total de pacientes disponibles para este estudio (un total de 49), no llegó a la cantidad necesaria para poder conseguir resultados extrapolables a

nivel general de población. Una forma de haber podido disminuir este sesgo de selección, habría sido incluir a varios hospitales en el estudio para conseguir una muestra más heterogénea y al aumentar el número de participantes también obtener posibles asociaciones y resultados estadísticamente significativos.

Otra limitación del estudio fue que, al tratarse de un estudio retrospectivo, solo tuvimos los datos disponibles en las historias clínicas recogidos por distintos profesionales con diferentes criterios de exploración y detalle en la recogida de datos. Esto nos produjo un sesgo de información, ya que impidió que pudiésemos acceder a otros datos que hubiesen sido de interés para nuestro estudio. Una forma de solucionarlo habría sido estandarizar la recogida de información en las historias clínicas para poder disponer de la misma información en todos los pacientes tratados en el servicio.

Una de las principales fortalezas de este estudio es que se centra en una población que no está muy representada en la literatura y que puede beneficiarse ampliamente, al describir las relaciones que se dan entre los factores estudiados, como los días hasta la cirugía o el hecho de tener lesiones asociadas en el momento diagnóstico, y la mejoría en de la funcionalidad postoperatoria de la rodilla. Otra fortaleza del estudio es el uso de escalas validadas internacionalmente como el score de Lysholm, que permite el uso de los resultados para hacer comparaciones con estudios previos e internacionales.

9.4. Aporte Principal del estudio, implicaciones y dificultades encontradas

Algunas de las dificultades encontradas a la hora de hacer el estudio, fueron que, al no encontrarse mucha literatura sobre el tema, varias variables están poco definidas. Esta heterogeneidad en las definiciones dificulta la posibilidad de comparar resultados y hacer una línea rígida de investigación para hacer metaanálisis sobre ellos. Es por esto por lo que para futuros estudios habría que tener en cuenta una mejor definición de las variables, como por ejemplo los días que caracterizan una intervención temprana o tardía.

Otra dificultad que hay que tener en cuenta para futuras investigaciones es contar con un mayor tamaño muestral, ya que en el estudio realizado, dado el pequeño número de pacientes disponibles, no se pudieron observar relaciones estadísticamente significativas, pero si se podían observar tendencias a nivel clínico en las gráficas de dispersión. Por este motivo, sería interesante poder verificar estas tendencias de forma estadística con un mayor número de pacientes.

Los principales aportes de este estudio se basan en ratificar la gran mejoría funcional que se encuentra en los pacientes tratados quirúrgicamente de una lesión de ligamento cruzado anterior, yendo así en línea con las actuales recomendaciones terapéuticas para esta lesión que encontramos frecuentemente tanto en la población pediátrica como adulta. La otra aportación principal de este estudio es la no relación estadísticamente significativa entre la mejoría postquirúrgica y el momento medido en días de la

intervención tras el diagnóstico, algo que permite una planificación adecuada y adaptada al calendario escolar y extraescolar de los pacientes pediátricos sin sacrificar alteraciones en la futura funcionalidad articular. Sin embargo, hay que tener en cuenta la tendencia del gráfico de dispersión de mayor mejoría con menor tiempo transcurrido entre el diagnóstico y la cirugía, por lo que tampoco hay que retrasar la intervención sin motivo. Estos resultados aportan al objetivo de desarrollo sostenible 3 de la OMS, de la salud y bienestar.

Las implicaciones que se pueden sacar de los aportes principales y de los otros resultados dan más información a los profesionales clínicos a la hora de tener en cuenta ciertos factores en relación a la mejoría de la función postoperatoria de la rodilla con la meta de una atención más dirigida y de mayor calidad al paciente.

10. CONCLUSIONES

La comparación de los valores preoperatorios y postoperatorios, medidos con la escala de Lysholm, en pacientes pediátricos con rotura de ligamento cruzado anterior, indican un claro aumento estadísticamente significativo de la funcionalidad de la rodilla tras la cirugía que antes de haberse sometido a la misma.

En la comparación de los resultados de la mejoría de la funcionalidad postoperatoria, medida con el score de Lysholm y el momento de la cirugía no se obtuvo una relación estadísticamente significativa, pero en la gráfica se observa una tendencia a mayor mejoría funcional a menores días transcurridos entre el diagnóstico y la intervención quirúrgica.

En la comparación de la mejoría de la funcionalidad postoperatoria con las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes no se alcanzaron resultados estadísticamente significativos. Aquí también se obtuvieron tendencias no significativas en la gráfica de dispersión, que indican una mayor mejoría en pacientes mujeres, teniendo en cuenta resultados peores tanto preoperatorios como postoperatorios en comparación con los varones, lesiones en la pierna dominante y en el caso de lesiones sobreañadidas.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Beck NA, Lawrence JTR, Nordin JD, DeFor TA, Tompkins M. ACL Tears in School-Aged Children and Adolescents Over 20 Years. Pediatrics. 1 de marzo de 2017;139(3):e20161877. doi:10.1542/peds.2016-1877
2. Fabricant PD, Kocher MS. Anterior Cruciate Ligament Injuries in Children and Adolescents. Vol. 47. 2016;47(4):777-88. doi:10.1016/j.ocl.2016.05.004
3. Bram JT, Magee LC, Mehta NN, Patel NM, Ganley TJ. Anterior Cruciate Ligament Injury Incidence in Adolescent Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med. junio de 2021;49(7):1962-72. doi:10.1177/0363546520959619
4. Jildeh TR, Bowen E, Bedi A. Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Skeletally Immature Patients. J Am Acad Orthop Surg. 26 de junio de 2023. doi:10.5435/JAAOS-D-23-00288
5. Behr CT, Potter HG, Paletta GA. The Relationship of the Femoral Origin of the Anterior Cruciate Ligament and the Distal Femoral Physeal Plate in the Skeletally Immature Knee: An Anatomic Study. Am J Sports Med. noviembre de 2001;29(6):781-7. doi:10.1177/03635465010290061801
6. Grassi A, Borque KA, Laughlin MS, Tao MA, Zaffagnini S. Age-specific over-the-top techniques for physeal sparing anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction in skeletally immature patients: Current concepts for prepubescents to older adolescents. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 4 de febrero de 2025. doi:10.1002/ksa.12607
7. Bixby EC, Heyworth BE. Management of Anterior Cruciate Ligament Tears in Skeletally Immature Patients. Curr Rev Musculoskelet Med. 19 de abril de 2024;17(7):258-72. doi:10.1007/s12178-024-09897-9
8. Ramski DE, Kanj WW, Franklin CC, Baldwin KD, Ganley TJ. Anterior Cruciate Ligament Tears in Children and Adolescents: A Meta-analysis of Nonoperative Versus Operative Treatment. Am J Sports Med. noviembre de 2014;42(11):2769-76. doi:10.1177/0363546513510889
9. Cancino B, Muñoz C, Tuca MJ, Birrer EAM, Sepúlveda MF. Anterior Cruciate Ligament Rupture in Skeletally Immature Patients. JAAOS Glob Res Rev. mayo de 2022;6(5). doi:10.5435/jaaosglobal-d-21-00166
10. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. Am J Sports Med. mayo de 1982;10(3):150-4. doi:10.1177/036354658201000306
11. Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Escala de Lysholm-Tegner [Internet]. Disponible en: https://www.secot.es/media/docs/escalas/Escala%20de%20Lysholm-Tegner.pdf
12. Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR. The Reliability, Validity, and Responsiveness of the Lysholm Score and Tegner Activity Scale for Anterior Cruciate Ligament Injuries of the Knee: 25 Years Later. Am J Sports Med. mayo de 2009;37(5):890-7. doi:10.1177/0363546508330143

13. Tegner Y, Lysholm J, Odensten M, Gillquist J. Evaluation of cruciate ligament injuries A review. Acta Orthop Scand. enero de 1988;59(3):336-41. doi:10.3109/17453678809149379

14. Shen X, Liu T, Xu S, Chen B, Tang X, Xiao J, et al. Optimal Timing of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Patients With Anterior Cruciate Ligament Tear: A Systematic Review and Meta-analysis. JAMA Netw Open. 17 de noviembre de 2022;5(11):e2242742. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.42742

15. James EW, Dawkins BJ, Schachne JM, Ganley TJ, Kocher MS, PLUTO Study Group, et al. Early Operative Versus Delayed Operative Versus Nonoperative Treatment of Pediatric and Adolescent Anterior Cruciate Ligament Injuries: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med. diciembre de 2021;49(14):4008-17. doi:10.1177/0363546521990817

16. Elnewishy A, Elgamal M, Shah S, Hamada A, Ali MA, Noureldin M, et al. Outcomes of All-Epiphyseal Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction in Skeletally Immature Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Cureus. 11 de octubre de 2025. doi:10.7759/cureus.94359

17. Jeon YS, Lee JW, Kim SH, Kim SG, Kim YH, Bae JH. Determining the Substantial Clinical Benefit Values for Patient-Reported Outcome Scores After Primary ACL Reconstruction. Orthop J Sports Med. 1 de mayo de 2022;10(5):23259671221091795. doi:10.1177/23259671221091795

18. Frosch KH, Stengel D, Brodhun T, Stietencron I, Holsten D, Jung C, et al. Outcomes and Risks of Operative Treatment of Rupture of the Anterior Cruciate Ligament in Children and Adolescents. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg. noviembre de 2010;26(11):1539-50. doi:10.1016/j.arthro.2010.04.077

19. Ferguson D, Palmer A, Khan S, Oduoza U, Atkinson H. Early or delayed anterior cruciate ligament reconstruction: Is one superior? A systematic review and meta-analysis. Eur J Orthop Surg Traumatol. agosto de 2019;29(6):1277-89. doi:10.1007/s00590-019-02442-2

20. Henry J, Chotel F, Chouteau J, Fessy MH, Bérard J, Moyen B. Rupture of the anterior cruciate ligament in children: early reconstruction with open physes or delayed reconstruction to skeletal maturity? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. julio de 2009;17(7):748-55. doi:10.1007/s00167-009-0741-0

21. Kim SH, Han SJ, Park YB, Kim DH, Lee HJ, Pujol N. A systematic review comparing the results of early vs delayed ligament surgeries in single anterior cruciate ligament and multiligament knee injuries. Knee Surg Relat Res. diciembre de 2021;33(1):1. doi:10.1186/s43019-020-00086-9

22. Millett PJ, Willis AA, Warren RF. Associated injuries in pediatric and adolescent anterior cruciate ligament tears: Does a delay in treatment increase the risk of meniscal tear? Arthrosc J Arthrosc Relat Surg. noviembre de 2002;18(9):955-9. doi:10.1053/jars.2002.36114

23. Allen CR, Wong EK, Livesay GA, Sakane M, Fu FH, Woo SL. Importance of the medial meniscus in the anterior cruciate ligament-deficient knee. J Orthop Res. enero de 2000;18(1):109-15. doi:10.1002/jor.1100180116

24. Tan SHS, Lau BPH, Khin LW, Lingaraj K. The Importance of Patient Sex in the Outcomes of Anterior Cruciate Ligament Reconstructions: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med. enero de 2016;44(1):242-54. doi:10.1177/0363546515573008

25. Maguire K, Sugimoto D, Micheli LJ, Kocher MS, Heyworth BE. Recovery After ACL Reconstruction in Male Versus Female Adolescents: A Matched, Sex-Based Cohort Analysis of 543 Patients. Orthop J Sports Med. 1 de noviembre de 2021;9(11):23259671211054804. doi:10.1177/23259671211054804

26. Boo H, Howe T, Koh JS. Effect of leg dominance on early functional outcomes and return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Surg. 1 de enero de 2020;28(1):2309499019896232. doi:10.1177/2309499019896232

12. ANEXO 1: SCORE DE LYSHOLM-TEGNER (11)

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA

ESCALA DE LYSHOLM-TEGNER

Cojera	
Ninguna	5
Leve u ocasional	3
Acentuada y constante	0
Apoyo	
Ninguno	5
Bastón o muleta	2
Bipedestación imposible	0
Bloqueo y enganche	
Ninguno	15
Enganche sin bloqueo	10
Bloqueo ocasional	6
Bloqueo frecuente	2
Bloqueo persistente durante el exámen	0
Inestabilidad	
Ninguna debilidad	25
Rara vez durante ejercicio intenso	20
Frecuente durante ejercicios intensos o que impiden la actividad deportiva	15
Ocasional en la vida cotidiana	10
Frecuente en la vida cotidiana	5
A cada paso	0
Dolor	
Ninguno	25
Inconstante o leve durante ejercicios intensos	20
Intenso durante ejercicios intensos	15
Intenso tras una marcha >2km	10
Intenso tras una marcha <2km	5
Constante	0

Hinchazón

Ninguna	10
Durante ejercicios intensos	6
Durante actividades comunes	2
Constante	0

Subida de escaleras

Normal	10
Dificultad leve	6
Un peldaño a la vez	2
Imposible	0

Ponerse en cuclillas

Sin dificultad	5
Dificultad leve	4
No por encima de 90°	2
Imposible	0

Deporte de competición nivel nacional o internacional: fútbol	10
Deporte de competición nivel inferior: Fútbol, hockey sobre hielo, gimnasia	9
Deporte de competición: squash, bádminton, Atletismo (salto), esquí	8
Deporte de competición: tenis, atletismo (carrera a pie), motocross, balonmano, baloncesto	7
Deporte de recreo: fútbol, hockey, squash, Atletismo, campo a través	6
Deporte de recreo: tenis, bádminton, Balonmano, baloncesto, esquí, jogging	5
Deporte de competición: ciclismo	4

Deporte de recreación: jogging (2 entrenamientos/semana sobre suelo irregular	3
Trabajo pesado (construcción, etc)	2
Deporte de recreo: ciclismo, joggin terreno plano	1
Trabajo de actividad moderada, conductor de Camiones, doméstico agotador, trabajo ligero, Caminata imposible por el bosque, trabajo Sedentario, marcha posible en terreno plano, Minusvalía profesional	0

Resultado global

Muy bueno y bueno	**84-100 puntos**
Regular	**65-83 puntos**
Malo	**<65 puntos**

13. ANEXO 2: RESOLUCION DEL COMITÉ ÉTICO DE LA FUNDACION JIMENEZ DIAZ

TFG053-25_HUQM

INFORME DEL COMITÉ DE ETICA DE LA INVESTIGACION

Título del proyecto: "Comparación de los valores preoperatorios y postoperatorios de la funcionalidad de la rodilla tras la cirugía de ligamento cruzado anterior en pacientes pediátricos".
Documentos con versiones:
PROTOCOLO Versión 1.0. 11 de Julio de 2025
Investigador Principal: IGNACIO MERINO GUTIERREZ; JUAN DE MATA DONADO CAMPOS; DIEGO MARTI LOPEZ
Servicio: Traumatología
Centro: Hospital Universitario Quirónsalud Madrid
Estudiante:
- DIEGO MARTI LOPEZ. Universidad Europea de Madrid.

Este Trabajo de Fin de Grado ha sido evaluado, por procedimiento abreviado, por el Comité de Ética de la Investigación de la Fundación Jiménez Díaz, y se considera que reúne las normas éticas estándar para la realización de este tipo de estudios.

Lo que firma en Madrid a 08/09/2025

Nota: La obtención de la información clínica necesaria para llevar a cabo el TFG se llevará a cabo de acuerdo al procedimiento establecido en cada centro y departamento de Docencia, siempre de acuerdo a la normativa aplicable en materia de protección de datos.

14. ANEXO 3: DECLARACION SOBRE EL USO DE CHATGPT Y HERRAMIENTAS DE LA IA

Yo, Diego Martí López, estudiante del Grado en

Medicina , y autor/a del Trabajo Fin de Grado titulado:

“Comparación de los valores preoperatorios y postoperatorios de la funcionalidad de

la rodilla tras la cirugía de ligamento cruzado anterior en pacientes pediátricos”,

declaro que:

1. Uso no permitido:

- No he utilizado ChatGPT ni otras herramientas de inteligencia artificial para realizar análisis estadísticos, procesar datos, ni para elaborar de forma automática el contenido principal del Protocolo.
- El diseño metodológico, la recogida y análisis de los datos, así como la redacción científica del trabajo, son fruto de mi propio esfuerzo académico.

2. Uso permitido:

- Reconozco que he podido emplear ChatGPT y/o herramientas similares exclusivamente como apoyo en:
  - Mejora de la redacción y claridad del texto.
  - Resolución de dudas conceptuales o terminológicas.

3. Responsabilidad académica:

- Soy plenamente responsable de todo el contenido de este Trabajo Fin de Grado.
- Garantizo que las ideas, aquí presentados reflejan mi propio trabajo, y que cualquier recurso bibliográfico utilizado ha sido adecuadamente citado siguiendo las normas de la universidad.

En Madrid, a 03 de Mayo de 2026.

15. ANEXO 4: TABLA DE VARIABLES

Variable Principal	Unidades/Categorías	Tipo	Explicación
Funcionalidad de la rodilla postoperatoria	NA	Cuantitativa	Score de Lysholm 0-100 medido a los 12 meses de la cirugía
Funcionalidad de la rodilla preoperatoria	NA	Cuantitativa	Score de Lysholm 0-100
Mejoría de la Funcionalidad	NA	Cuantitativa	"Funcionalidad de la rodilla postoperatoria" – "Funcionalidad de la rodilla preoperatoria"
Variables secundarias	Unidades	Tipo	Explicación
Sociodemográficas			
Edad	años	Cuantitativa	Edad cronológica del paciente
Sexo	Hombre/mujer	Cualitativa	Sexo biológico
Edad ósea de los pacientes	Risser 1-5	Cuantitativa	La edad ósea de los pacientes, medida mediante la escala de Risser. Para esta escala se usan imágenes radiográficas de los pacientes.
Otras variables clínicas			
Patologías sobreañadidas	Si/No	Cualitativa	Patología meniscal, lesiones osteocondrales, lesiones ligamentarias
Dominancia de pierna	Si/No	Cualitativa	Pierna dominante declarada por el paciente como preferente para realizar actividades deportivas, como chutar un balón.
Momento de la cirugía	Días	Cuantitativa	Días que transcurren desde el diagnóstico hasta la cirugía reparativa.