



# VNiVERSiDAD D SALAMANCA

**Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia**

Campus Miguel Unamuno.

**Grado en Fisioterapia**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TRABAJO DE CARÁCTER PROFESIONAL

**TRATAMIENTO FISIOTERAPICO TRAS REINTERVENCIÓN DE  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR JUNTO CON PLASTIA  
EXTRAARTICULAR LATERAL DE LEMAIRE MODIFICADA.  
A PROPÓSITO DE UN CASO CLÍNICO.**

Presentado por: **LUIS POLO FERRERO**

Tutelado por: **JOSÉ LUIS SÁNCHEZ SÁNCHEZ**

Salamanca, Junio de 2019

**RESUMEN:**

La lesión de LCA es una de las lesiones ortopédicas de rodilla más comunes y a pesar de los avances en la técnica quirúrgica y en los protocolos existe un gran porcentaje de pacientes que vuelven a desgarrar el injerto. Los principales problemas después de la operación son las inestabilidades rotacionales y de cajón anterior crónicas, y las fallas de la plastia. Para solucionarlo, se han investigado diferentes intervenciones complementarias a la reconstrucción intracapsular. Una de las intervenciones que más resultados positivos está dando es la técnica extraarticular de Lemaire modificada. Con esta cirugía extra se logra sustituir la función del Ligamento anterolateral, que ha sido desgarrado en el mecanismo lesional. El éxito lo obtenemos debido a que se ha demostrado que el ligamento es capaz de controlar los grados de rotación interna en ángulos mayores a 35° de flexión, grados en los que el LCA no puede limitar debido a su pequeño brazo de palanca. Con estas premisas se recibe un paciente intervenido por segunda vez del LCA, ésta vez, junto con la técnica extraarticular. El fin del trabajo fue recabar toda la máxima información del paciente para poder desarrollar un seguimiento y tratamiento individualizado actualizado con la evidencia científica actual disponible y poder sacar conclusiones del uso o no de la técnica quirúrgica complementaria.

**PALABRAS CLAVES:**

“Anterior cruciate ligament”, “ACL”, “ACLR” “physical therapy”, “anterolateral ligament”, “extra-articular tenodesis”, “rehabilitation”, “allograft”.

**ABREVIATURAS:**

LCA: Ligamento cruzado anterior.

HTH: Técnica quirúrgica Hueso-Tendón-Hueso, zona dadora tendón rotuliano.

CCC: Cadena cinética cerrada

CCA: cadena cinética abierta.

CPMI: Cuerno posterior del menisco interno.

CPME: Cuerno posterior del menisco externo.

LAL: Ligamento anterolateral.

RM: resonancia magnética.

ROM: Rango de movimiento.

VI: Vasto interno del cuádriceps

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Ligamento cruzado anterior</b> .....	1
<b>1.2. Lesiones asociadas</b> .....	2
<b>1.3. Incidencia y prevalencia ruptura lca y segunda ruptura</b> .....	2
<b>1.4. Factores de riesgo</b> .....	2
<b>1.5. Componente anterolateral</b> .....	3
<b>1.6. Técnica extraarticular lateral de lemaire modificada</b> .....	4
<b>1.7. Aloinjerto</b> .....	5
<b>2. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	6
<b>3. DESARROLLO DEL TEMA</b> .....	6
<b>3.1. Historia clínica</b> .....	6
3.1.1. Antecedentes e historia previa a la segunda intervención.....	6
3.1.2. Segunda reconstrucción quirúrgica:.....	8
3.1.3. Valoración inicial post-quirúrgica.....	9
<b>3.2. Plan de tratamiento</b> .....	10
3.2.1. Primera fase.....	10
3.2.2. Segunda fase.....	13
3.2.3. Tercera fase.....	16
<b>4. DISCUSIÓN</b> .....	17
<b>5. CONCLUSIÓN</b> .....	20
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	20

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Ligamento cruzado anterior.

Los ligamentos cruzados son estructuras intracapsulares y extrasinoviales, cubiertos por una amplia membrana sinovial. La irrigación principal del LCA es gracias a la arteria media geniculada, desde la vaina sinovial los vasos sanguíneos penetran en el ligamento en una dirección horizontal y se anastomosan con una red intraligamentaria. Aun así, en el 2002 se descubrió que el LCA tiene tres áreas avasculares: ambas éntesis del ligamento y la zona distal del fibrocartílago adyacente a la muesca intercondilea<sup>1</sup>. Se trata de un ligamento grueso y fuerte, lo que refleja su importancia en la estabilidad de la rodilla. Se tensa en todos los movimientos extremos de la rodilla, pero la mayor parte de su resistencia se opone a fuerzas de cizallamiento posteroanteriores entre fémur y tibia<sup>2</sup>. El LCA no es un ligamento tubular, sino que se ensancha en sus extremos insertándose con una forma ovalada. Se origina en la pared medial del cóndilo femoral lateral y se inserta en la zona media anterior de la meseta tibial. Se compone de múltiples pequeños paquetes de fibra. Desde el punto de vista funcional presenta dos fascículos diferentes separados por un septum, el paquete anteromedial que controla el movimiento de transducción anterior y el posterolateral que controla la estabilidad rotacional<sup>1</sup>. Se lesionan con más frecuencia en actividades que necesitan saltos, deceleraciones, pivotes o cortes, deportes como el fútbol, baloncesto, esquí, fútbol americano son los más prevalentes. El principal mecanismo lesional del LCA es apoyar el pie firmemente y que el fémur experimente una rotación externa vigorosa, una traslación a posterior junto con el movimiento de valgo. Otro mecanismo menos habitual sería es hiperextensión, pero es más común para el ligamento cruzado posterior<sup>2</sup>. Uno de los principales problemas del LCA, es que no cura por si solo debido a que los extremos se retraen y se encuentra en ambiente sinovial por lo que en la mayoría de los casos será necesaria la reconstrucción quirúrgica por medio de autoinjertos o aloinjertos<sup>3</sup>. Las técnicas quirúrgicas más comunes en la actualidad es la sustitución del LCA por un tendón de la pata de ganso (semitendinoso simple, doble semitendinoso y gracilis), y la sustitución por HTH (hueso-tendón-hueso) donde la zona dadora es el tercio central del tendón rotuliano. Las dos técnicas son válidas, y tienen ventajas y desventajas. De la forma HTH, la cicatrización de los anclajes es más rápida pero sufren mayor dolor posquirúrgico. En cambio, de la otra forma, la

zona dadora no tiene una función primaria en la rodilla por lo que la funcionalidad es mayor, sufren menos dolor postquirúrgico teniendo en cuenta que el dolor es una experiencia individualizada del paciente. Sin embargo, ambas técnicas tienen una mejora funcional similar después de un año de rehabilitación<sup>4</sup>.

### **1.2. Lesiones asociadas.**

Lo más común cuando se nos presenta una lesión de LCA es que tenga una serie de patología asociada. Las más frecuentes, son las lesiones meniscales, se describe que están presentes entre el 45 y 81% de las roturas, siendo ligeramente más frecuente en el menisco lateral y el cuerno posterior del menisco medial, ya que queda atrapado<sup>5</sup>. Otra lesión asociada es el edema óseo, como consecuencia del mecanismo lesional. Lo más habitual es que no aparezcan en espejo, aunque puede aparecer. Las superficies condrales también pueden sufrir de forma aguda o crónica cuando el paciente tiene insuficiencia de LCA y evolucionar a una artrosis precoz<sup>6</sup>.

### **1.3. Incidencia y prevalencia ruptura lca y segunda ruptura.**

Uno de los principales problemas del LCA, es que no cura por si solo debido a que los extremos se retraen y se encuentra en ambiente sinovial por lo que en la mayoría de los casos será necesaria la reconstrucción quirúrgica por medio de autoinjertos o aloinjertos<sup>3</sup>. Se ha informado recientemente que la tasa de incidencia de rotura del LCA está entre 36,9 y 60,9 por 100.000 personas/año en los Estados Unidos, aproximadamente unas 200.000 al año. Históricamente ha sido una operación exitosa con resultados exitosos entre el 75 y 97% de los pacientes. Sin embargo, han aumentado la cantidad de personas que realizan deportes con alto riesgo en este tipo de lesiones, por lo que se ha incrementado el número de intervenciones quirúrgicas y por ende también el número de fallos. Clásicamente la literatura mostró que el porcentaje que no tiene una intervención exitosa, en el 70% de los casos se deben a errores técnicos provocados en quirófano, destacando el fallo en la isometría de los túneles femoral o tibial, o en la tensión de la plastia, aunque también se puede deber a traumatismos agudos, crónicos o causas biológicas, como por ejemplo el rechazo de un aloinjerto<sup>5</sup>.

### **1.4. Factores de riesgo.**

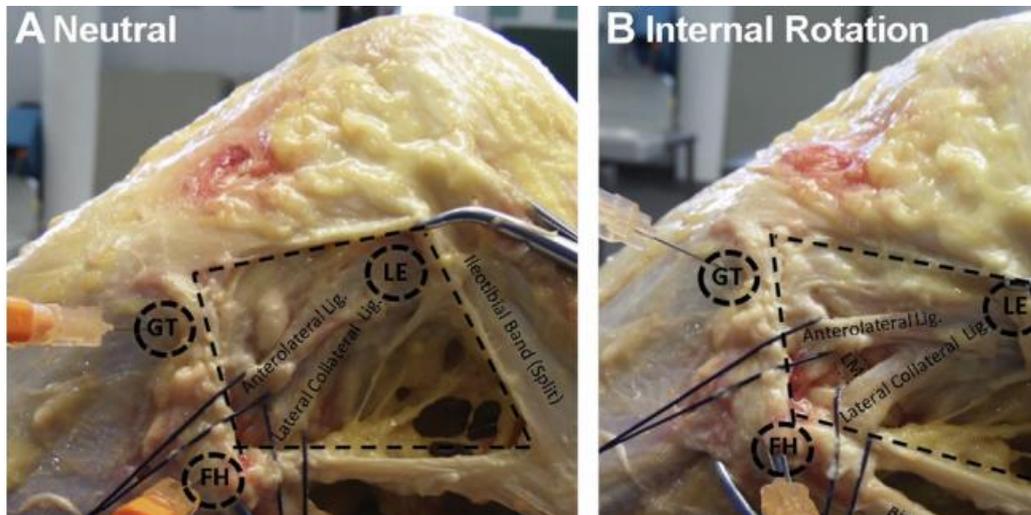
El porcentaje anteriormente mencionado (70%) está decreciendo debido a que están apareciendo artículos que apoyan que controlar los los factores de riesgo modificables

y realizar un correcto protocolo de rehabilitación tienen más importancia de la que se creía<sup>6</sup>. Es importante valorar y conocer los factores no modificables (sexo, hiperlaxitud generalizada, rotación tibial lateral, valgo, anteversión femoral, lesión contralateral LCA, extremidad más larga que la contralateral...) para alentar y evitar los modificables<sup>7</sup>. De los no modificables se ha observado que la edad es bastante importante. Los atletas más jóvenes y más activos tienen un riesgo particularmente alto de segunda lesión dentro de los dos primeros años, debido a que vuelven a su deporte muy pronto y la plastia no está madura del todo<sup>8</sup>. También es importante controlar los tiempos de rehabilitación. En las últimas dos décadas los programas postoperatorios han cambiado drásticamente. Existen diferentes protocolos (guiado por semanas, rehabilitación acelerada, levantamiento de peso temprano, basados en el entrenamiento neuromuscular y propioceptivo...) que en la mayoría de los casos han sido sustituidos por protocolos basados en el proceso de maduración biológica de la plastia. Si se conoce como madura, el fisioterapeuta tiene las herramientas necesarias para saber qué hacer y qué no hacer en cada fase del tratamiento, y así poder realizar un tratamiento individualizado<sup>8</sup>.

### **1.5. Componente anterolateral**

La primera descripción del ligamento anterolateral (LAL) se le atribuye al cirujano Paul Segond, que describió en 1879 una banda fibrosa perlada resistente, que se insertaba en el aspecto anterolateral de la tibia proximal. A partir del 2010 se han ido publicando estudios en los que se demuestra la existencia del ligamento, definiendo su disposición, biomecánica e histología. Mucho tiempo se pensaba que no existía el ligamento sino que simplemente era un engrosamiento de la capsula pero se ha descrito una clara distinción del LAL en la sección transversal comparada con la capsula articular<sup>9</sup>. Anatómicamente se dispone desde el cóndilo femoral lateral, siempre posterior y proximal a la inserción del ligamento colateral lateral y se dirige hacia la tibia, proximal y anterior a la cabeza corta del bíceps, a medio camino entre el centro del tubérculo de Gerdy y el margen anterior de la cabeza del peroné<sup>10</sup>. Respecto a la cinemática, si seccionamos el LAL se ha observado que aumenta la traslación anterior y la rotación interna en diferentes grados de flexión, por lo que podría estar relacionado con el fenómeno de cambio de pivote. Se ha demostrado que el LCA es la primera restricción primaria de traslación anterior y la rotación interna en grados de flexión menores a 35° pero contando también que el LAL es un potente estabilizador de la

rotación interna en ángulos de flexión mayores a 35°, por lo que podría ser interesante una reconstrucción quirúrgica sinérgica del LCA junto con el LAL, para una mayor estabilidad de la rodilla cobrando mayor importancia en casos de revisión de cirugía de LCA, marcada inestabilidad rotacional y algunos casos de deportistas de alto nivel<sup>9</sup>.



**Imagen 1.** Disposición y biomecánica del LAL, y su relación con el ligamento colateral lateral<sup>10</sup>.

#### **1.6. Técnica extraarticular lateral de lemaire modificada.**

El principal limitador de la rotación tibial es el LCA. Sin embargo su disposición oblicua cerca del centro de rotación de la rodilla hace que no pueda controlar toda la rotación debido a su pequeño brazo de palanca, por lo que una reconstrucción aislada de LCA puede ser insuficiente<sup>10</sup>. Para suplir este déficit de control en rotación, sobre todo en ángulos de flexión mayores a 35°, una posibilidad interesante sería la reconstrucción de LCA junto con la tenodesis extraarticular lateral<sup>9</sup>. A lo largo de la historia se han ido proponiendo diferentes métodos, pero con el auge actual de la importancia del LAL, se ha descrito una intervención con suficiente peso para empezar a llevarla la clínica, conocida como técnica extraarticular lateral de Lemaire modificada. La técnica extraarticular consiste en elevar una tira de la cintilla iliotibial de 10 mm de ancho y 60-80 mm de largo, unida al tubérculo de Gerdy. Diseccionar planos hasta encontrar la localización del ligamento colateral lateral, y pasar el injerto por debajo del ligamento colateral lateral. Es importante ya que proporciona una dirección de acción más óptima a lo largo del ciclo de la flexión evitando restricciones excesivas. Se realiza un túnel en el cóndilo lateral del fémur y se fija el injerto posterior y proximal al ligamento lateral colateral con un anclaje de suturas. El exceso de longitud del injerto se vuelve sobre sí mismo y las dos capas del injerto se suturan

juntas. Finalmente se cierra la herida quirúrgica por planos<sup>11</sup>. También es importante la fuerza y la posición en la que se tensa, para no generemos hiperpresión del compartimiento lateral y no restrinjamos en exceso la rotación, el injerto debe colocarse con 20 N de fuerza. Además para restablecer laxitudes normales en todos los grados de flexión debemos tensar el injerto en extensión completa a pesar de que el resto de la operación se hace con la rodilla flexionada<sup>12</sup>.

### **1.7. Aloinjerto:**

Tras una rotura de LCA, se debe poner una plastia ya que el LCA no cura por si sólo<sup>3</sup>. A día de hoy en una primera reconstrucción de LCA se usan los autoinjertos, son tendones propios del paciente. La zona donante principalmente es la zona central del tendón rotuliano o los tendones del semitendinoso y recto interno. Existe otra opción que son los aloinjertos, tendones de cadáveres que cumplen la misma función pero con pequeñas diferencias respecto a los autoinjertos<sup>13</sup>. Con la bibliografía actual, los autoinjertos ofrecen mejores puntuaciones de resultados y una mayor satisfacción del paciente en comparación con los aloinjertos, y los autoinjertos se prefieren en poblaciones jóvenes y activas<sup>6</sup>. Ambas opciones siguen vías biológicas similares. La curación comienza con la necrosis temprana primera, seguida de la repoblación celular, la revascularización y finalmente la remodelación<sup>14</sup>. Se demostró que el tiempo de la fase necrótica es el mismo en ambos casos, y que los aloinjertos tienen una fase de revascularización mucho más lenta, por lo que sugiere que la cicatrización y la remodelación podría retrasarse, lo que conlleva un tratamiento más conservador<sup>15</sup>, teniendo en cuenta también que al no ser del propio cuerpo, lo puede detectar como una amenaza y rechazarlo. A día de hoy los procesos y salvaguardas han avanzado sustancialmente para minimizar los riesgos infecciosos, riesgo de reacción y de rechazo, acrecentando su uso porque no se provoca una incisión secundaria, por la ausencia de morbilidad de la zona donante, tiempo quirúrgico más corto y acceso a una amplia gama de injertos<sup>14</sup>. Se ha descrito que la carga media máxima que es capaz de soportar el LAL es 175 N, por lo tanto el aloinjerto elegido y los procedimientos deben superar esa tensión. Se han distinguido biomecánicamente seleccionables tanto el tendón único de semitendinoso que su carga media máxima es 1216 N como el tendón del gracilis con carga media máxima 838 N<sup>10</sup>.

## **2. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN:**

Las razones para elegir este tema como trabajo de fin de grado fueron, en primer lugar, conocer como es el tratamiento diario de este tipo de lesiones que por desgracia cada vez son más habituales. En segundo lugar, comprender las pequeñas variantes y conocer en profundidad los cambios que se realizan en el tratamiento del LCA con reconstrucción del compartimiento anterolateral, ya que es una técnica quirúrgica bastante nueva y me resultaba muy motivante e inspirador buscar información y estar presente en el tratamiento.

El objetivo principal del presente trabajo fue elaborar un programa de rehabilitación fisioterápico válido e individualizado para la revisión de la rotura de LCA junto con la plastia extraarticular con la más actualizada evidencia científica.

Como objetivos secundarios, teniendo en cuenta que se trata de una segunda intervención y que la plastia es de cadáver, el principal fue velar por la biología de la maduración de la plastia para preservar su integridad en todo el protocolo. Esto conlleva otros objetivos, que son establecer los puntos críticos del periodo de rehabilitación, ajustar las cargas y los tiempos de rehabilitación adecuados para el paciente, y poder hacer frente a las posibles adversidades que pueden aparecer en el periodo de rehabilitación.

## **3. DESARROLLO DEL TEMA**

Se ha recogido toda la información posible que pueda tener trascendencia en el caso clínico. Se han obtenido datos desde la primera vez que el paciente se rompió el LCA, hasta el periodo en el que la figura del readaptador cobra más importancia, sin olvidar la valoración y tratamiento de la segunda intervención.

### **3.1. Historia clínica**

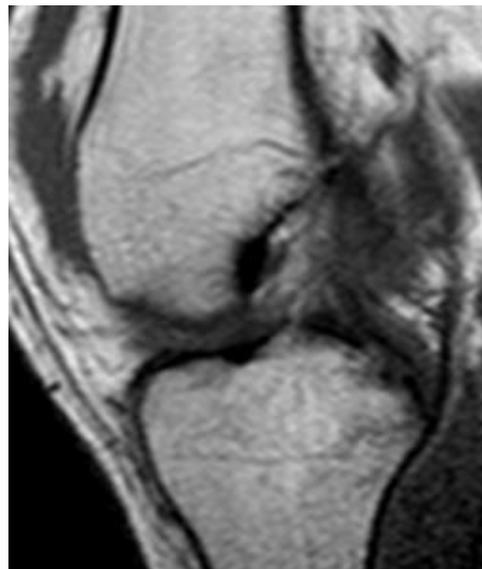
Respecto a la historia clínica, se han recabado datos desde la primera rotura, principalmente por las lesiones asociadas que podría tener, la correcta o no intervención quirúrgica y el protocolo realizado, se consideran antecedentes importantes para poder desarrollar correctamente el tratamiento tras la segunda intervención.

#### **3.1.1. Antecedentes e historia previa a la segunda intervención**

Se trata de un varón (I. S. M.) 23 años cuya profesión es fisioterapeuta. No tiene ningún tipo de alergia, ni hábitos tóxicos ya que ni fuma ni bebe. Como principales hobbies

tiene deportes como el fútbol, tenis o montar en bici; leer, ir al cine... Nunca había sufrido ningún accidente traumatológico de miembro inferior. Cuando tuvo la rotura, era estudiante del cuarto curso de fisioterapia. No había recibido ninguna intervención quirúrgica previa.

En Marzo de 2018, jugando la final de trofeo Rector de la Universidad de fútbol sala, en una en un balón dividido se dio cuenta de que el contrario iba al choque muy fuerte, por lo que en el encuentro saltó. Al caer, apoyó de una forma muy rara su pierna derecha. Rápidamente sintió un gran dolor continuo severo, con impotencia funcional y sin poder apoyar el pie. Tras una pequeña exploración, no se saca nada concluyente, ya que en un primer momento no había derrame, ni cajón anterior, probablemente a causa de que los isquiotibiales estaban contraídos por protección. Se decide llevarle a una Clínica privada para realizarle un estudio radiológico para descartar fracturas y arrancamientos óseos. Se descarta cualquier fractura, pero en la exploración se observa un gran derrame y persistente dolor, por lo que se decide tomar medidas antiinflamatorias y antiálgicas (hielo, elevación, compresión y AINEs). Al tercer día se le realiza la prueba de Lachman, ya que es la prueba que más sensibilidad y especificidad diagnóstica manual tiene para el diagnóstico de LCA, siendo positiva. A la semana se decide realizar un prueba de resonancia magnética debido a que la sensibilidad aumenta hasta un 95%<sup>6</sup>, en la que los resultados dan: rotura completa del LCA, rotura del CPMI, rotura longitudinal del menisco externo, gran derrame sinovial ocupando todo el fondo de saco y edema óseo en fémur y tibia.



**Imagen 2.** Corte sagital de RM T1 donde se aprecia ausencia de LCA.

Se decide realizar una intervención quirúrgica programada para el día 18 de Junio de 2018, sin tratamiento fisioterápico prequirúrgico. Se repara el LCA con autoinjerto del semitendinoso (8mm) y de ambos meniscos; meniscectomía parcial del CPMI y sutura del menisco externo. Se le manda al servicio de fisioterapia del Hospital Virgen Vega y se comienza con el protocolo. Todo iba bien hasta que el día 15 de Agosto, cuando habían pasado 7 semanas

realizando ejercicios en casa nota un chasquido al final de la extensión y sensación de inestabilidad haciendo los ejercicios pero no andando, por lo que decide ir a urgencias. Al explorarle se le realiza la prueba de cajón anterior dando positiva, se le afirma que se considera normal que quede cajón anterior residual. Al no referir dolor ni inflamación, se le ordena que continúe con el tratamiento y vaya a su cita con el traumatólogo. El 5 de septiembre, el traumatólogo remite buena evolución, pequeña atrofia de vasto interno y cajón anterior residual, le dice que empiece a trotar suave. El paciente decide acudir a otro profesional que tras su exploración, le recomienda que se realice una resonancia magnética. Los resultados dan rotura del LCA y edema en espejo, por mecanismo de hiperextensión.

El paciente acudió a consulta en la Clínica CEMTRO en la que se le indicó una nueva operación que consistía en una intervención conjunta de restauración del LCA y del compartimiento anterolateral, dado que estaban saliendo casos muy exitosos en revisiones de LCA, por lo que decidió operarse allí. Antes de la revisión de LCA, se le mandó potenciar el tren inferior, ya que se ha demostrado que un trabajo muscular prequirúrgico permite un mejor tratamiento postquirúrgico y una mejor readaptación funcional auto informada después de dos años. Por lo que trabajó sobre todo la extensión completa de rodilla, trabajo de fuerza para los isquiotibiales y cuádriceps y bicicleta estática<sup>16</sup>.

### 3.1.2. Segunda reconstrucción quirúrgica:

Se programó la intervención quirúrgica para el 16 de Noviembre de 2018. La colocación del paciente en decúbito supino, con campos estériles y manguito de isquemia Smart en el muslo durante dos horas. En la exploración por artroscopia se observa la ausencia de plastia de LCA, la meniscectomía previa del cuerno posterior del menisco interno con condropatía grado II en el cóndilo y meseta tibial interna. La sutura del menisco externo no había funcionado, junto con condropatía grado II difuso del cóndilo femoral externo. La intervención se realizó en cuatro tiempos. En el primero se prepararon los aloinjertos de 11 mm de grosor de semitendinoso. En el segundo, al no



**Imagen 3.** Comprobación artroscópica de la nueva plastia.

prender la sutura se tuvo que realizar una meniscectomía de toda la zona dejando aproximadamente un 50% del menisco externo. En tercer tiempo, se realiza la ligamentoplastia a través de túneles de 11 mm con técnica de fuera hacia dentro con el aloinjerto de tendón de semitendinoso de cadáver. Por último, se realiza la tenodesis extraarticular lateral con técnica Lemaire modificada. El cirujano valora la estabilidad y afirma que queda perfectamente posicionado. Se le coloca un redón articular y se le inmoviliza con férula posterior inguinopédica de yeso y se le indica el uso de muletas.



**Imagen 4.** Estado de la rodilla tras la reintervención de LCA junto con técnica extraarticular de Lemaire modificada.

### 3.1.3. Valoración inicial post-quirúrgica

Al décimo día el paciente llega a la clínica de rehabilitación. En la observación lo más destacable es la gran pérdida de tono muscular, sobre todo del cuádriceps, la pérdida de los últimos grados de extensión y restos de una gran flictena causada por el edema y hematoma tras la operación. Es muy común que en intervenciones cruentas aparezcan estos síntomas. En la pierna aparecen hematomas distales. El estado de las cicatrices parece el correcto, sin coloración ni adherencias, excepto la cicatriz del portal interno. En la palpación se distingue el aumento de la temperatura de la zona, ante esta exploración se le recomendó que se valorara la temperatura corporal los primeros días. Se valoró la presencia y cantidad de derrame con la maniobra de choque articular, fijando la superficie superior de la rótula y haciendo un empuje de la rótula a posterior en el que se cuantificó un derrame (++/+++), considerándolo normal por la cercanía de la intervención.

En cuanto al balance articular, se evaluaron todos los movimientos sin forzar por medio de un goniómetro manual. La flexión dio un valor de 50° sin sensación de tope duro, que indicaría rigidez o artrofibrosis<sup>5</sup>. Respecto a la extensión, dio un déficit de 15°.



**Imagen 5.** Estado de la rodilla al comenzar las sesiones de fisioterapia (día 10).

En cuanto a los movimientos íntimos se evaluaron las rotaciones y el cajón anterior y se comprobó que la plastia tenía una tensión correcta en este tiempo. Respecto al dolor, el paciente no siente dolor o muy muy leve al llegar a su barrera. Respecto al apoyo y marcha, se pautó en el inicio de tratamiento sin carga y con muletas. El balance muscular cuadricepsital en la primera valoración no se midió para no comprometer a la plastia.

### **3.2. Plan de tratamiento.**

El proceso de ligamentización tiene tres fases bien diferenciadas y vamos a llevar a cabo el tratamiento en función del momento de la fase en el que nos encontremos. En una primera fase, el tejido está necrótico, en esta fase en aloinjerto y autoinjerto comparten el tiempo y tardan lo mismo en llegar las primeras células repobladoras, unas cuatro semanas.

#### **3.2.1. Primera fase**

En la primera fase (fase necrótica de la plastia), los objetivos principales fueron controlar el dolor postquirúrgico, disminuir el derrame intrarticular, proteger la integridad de la plastia, carga de peso progresiva temprana y movilizar suave para ganar rango articular, haciendo énfasis en conseguir cuanto antes la extensión completa e iniciar la recuperación muscular.

En el inicio de esta fase, los diez primeros días fueron de reposo absoluto, con la férula inguinopédica junto con aplicaciones de hielo. Ya que se ha demostrado que un periodo de tiempo de reposo es necesario para que la inflamación, el derrame y la reacción de defensa disminuyan y así tener una mejor aceptación articular. Además se ha evidenciado que en este periodo de tiempo la crioterapia es efectiva en el control del dolor hasta una semana después de la cirugía<sup>6</sup>, además tomo paracetamol 1000 mg

cada ocho horas. A los diez días se comienza con las sesiones de fisioterapia. En un principio se pautas dos sesiones semanales, para poder movilizar la rodilla pasivamente y así evitar la formación de fibrosis que es la complicación más común en esta fase.

Se moviliza en flexión y extensión, con movimientos fisiológicos e íntimos suaves para proteger la plastia. Se hace énfasis en conseguir la extensión completa de forma pasiva cuanto antes, ya que se ha demostrado que la pérdida de extensión da lugar a una artrocinemática anormal de las articulaciones tibiofemoral y patelofemoral provocando presiones en superficies articulares, generando mayor dolor y derrame<sup>15</sup>. Se partió con un balance articular 55°/-15 y tras 6 semanas aproximadamente de movilización se logró conseguir un balance articular de 115° de flexión libres de dolor, y la extensión completa a las 3 semanas.



**Imagen 6.** Flexión de rodilla en el primer día de tratamiento.

Se consiguió gracias a movilizaciones de la femoropatelar en dirección craneal y el tratamiento de los isquiotibiales, con estiramientos de baja carga mantenidos de la cadena muscular posterior y técnicas neuromusculares para relajar un evitar el flexo de rodilla. Los primeros días que recibió terapia manual, el paciente sufrió febrícula, se le comunicó al médico y se decidió administrar un antibiótico por si el aumento de la temperatura fuera a causa de la infección intraarticular. Se le ordenó que se midiera todos los días la temperatura y a los pocos días descendió a valores normales.

El paciente en un principio tenía derrame (++/+++). Este aumento de líquido es el culpable de la pérdida de tono de los cuádriceps debido a la inhibición muscular artrogénica. El aumento de las presiones intracapsulares son detectados por los mecanorreceptores de la cápsula, que inhiben los nervios motores del cuádriceps. Para reducir este exceso, insistimos en drenar el líquido por medio de las movilizaciones pasivas y masaje de drenaje sobre todo en la zona del fondo de saco con pases desde

lateral a medial junto con aplicaciones de hielo por la noche, ya que se ha demostrado que es efectivo<sup>17</sup>.

En esta primera fase las movilizaciones junto con el drenaje del derrame han copado prácticamente el grueso de las sesiones.

Respecto a las órtesis, el médico pautó el uso de muletas en esta primera fase de tratamiento, además del uso de una férula con control de grados para controlar el ROM y la estabilidad de la rodilla, ya que en la fase necrótica la plastia depende exclusivamente de los anclajes. Los grados de la misma fueron aumentando al ritmo que se iba ganando ROM con terapia manual<sup>6</sup>. Respecto a las muletas, se pauta un protocolo de carga progresiva de apoyo inmediato ya que no afecta a la laxitud del injerto y disminuye el dolor de la parte anterior de la rodilla<sup>16</sup>

. Empezando con un 15% de su peso corporal cargado en su pierna operada, aumentaba un 15% cada semana, para que la rodilla no sufriera estrés mecánico y no apareciesen los síntomas y aumentara el derrame. Este proceso lento se consideró importante para la correcta reabsorción del edema óseo<sup>6</sup>. Se le enseñó un ejercicio propioceptivo que el paciente debió aprender y practicar para conseguir integrarlo en el esquema motor de la marcha. Consistía en cargar el peso indicado en una báscula con ojos abiertos y después con ojos cerrados hasta el punto que pudiera reproducirlo perfectamente, poniendo previamente un alza de la altura de la báscula para que las dos piernas estuvieran a la misma altura. Una vez aprendió el método cada semana fue aumentando según lo esperado ya que no refirió ningún problema. Cuando pasaron 4 semanas se le quitó la muleta del lado afecto, manteniendo la órtesis.

En el apartado muscular, el restablecimiento del control del cuádriceps es uno de los primeros objetivos de rehabilitación. Siempre y cuando no haya derrame o sea +/-+++. Los ejercicios de CCC isométricos son seguros desde la primera semana<sup>14</sup>, nuestro paciente al tener mayor derrame se tuvo que retrasar hasta la tercera semana. Los realizaba tumbado en la camilla, con la pierna en ligera flexión de cadera y rodilla sujeta por cuñas, apoyando el pie en la pared. Hacia repeticiones hasta que notaba que comenzaba la fatiga muscular, varias series, acompañado de electroestimulación dinámica del vasto interno. Debido a las adaptaciones, cada vez fue aguantando más repeticiones guiado siempre por la sensación de esfuerzo se aplicó la electroestimulación debido a que ha demostrado ser eficaz en combinación con la

rehabilitación convencional, y así poder reclutar el vasto interno que es el músculo más atrófico y al ser postural es más difícil de potenciar<sup>16</sup>. En esta fase desde la primera sesión se potenció los isquiosurales debido a que son sinérgicos con el LCA, es decir, cuando fibras del LCA se ponen en tensión automáticamente los isquiotibiales se activan, Evitando el cajón anterior, por lo que interesa tener buen tono para proteger la plastia<sup>1</sup>. En este caso en la primera fase en las sesiones de terapia manual se intercalaban ejercicios isométricos hasta llegar a la fatiga muscular.

### 3.2.2. Segunda fase.

A pesar de que la fase necrótica dura unas 4 semanas, nuestros objetivos se alargaron hasta la 7ª semana, debido al tratamiento más conservador que se ha planteado. En la fase de revascularización, la repoblación celular en aloinjerto es más lenta<sup>12</sup>, por lo que en esta fase ya hay ciertas diferencias que se ponen de manifiesto, sobre todo los tiempos de aplicación de las técnicas se alargarán.

Los objetivos de esta fase de la rehabilitación (a partir de la 7ª semana) fueron llegar a un ROM completo, restaurar la marcha normal, potenciar cuádriceps e isquiotibiales y comenzar el tratamiento neuromuscular y propioceptivo.

A partir de la 7ª semana, el derrame intrarticular prácticamente había desaparecido por completo, síntoma muy importante en aloinjertos dado que indica que el injerto está teniendo una buena aceptación por el organismo por el cuerpo<sup>11</sup>. A pesar de ello el cuádriceps sigue débil, se continúan con los ejercicios isométricos más electroestimulación en CCC y comienza a entrenar en bicicleta estática, de esta manera ejercitamos el isotónico en CCC. Para no flexionar en exceso la rodilla, se coloca el sillín más alto. Una buena referencia tomada del ciclismo es, subido a la bicicleta, tiene el paciente tiene que tocar con las punteras el suelo. La carga se vuelve a medir por su sensación de esfuerzo, lo tolera bastante bien durante toda la fase otorgándole mayor estabilidad.

en la 9ª semana, comienza a trabajar en CCC, subiendo en un escalón con EE para el VI. El escalón es bajo, para evitar flexiones superiores de 30º grados y proteger la plastia. Los parámetros de la EE, se eligieron en función de la comodidad y el objetivo que buscábamos, a 35 mA, con corrientes cuadrangulares bifásicas, se le pedía contracciones de 5 segundos (subir y baja escalón) y descanso de 10 segundos durante

20 minutos. En la 10º semana se decide utilizar el método De Lorme modificado para potenciar el cuádriceps.



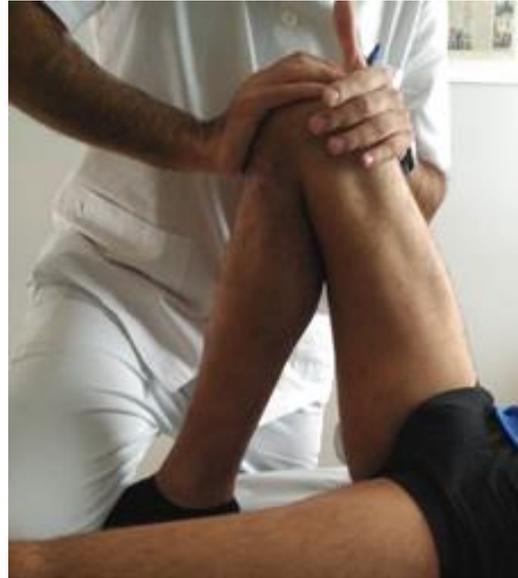
**Imagen 7.** Potenciación del cuádriceps. CCC: escalón con electroestimulación dinámica (A) y CCA: método De Lorme modificado (B).

Es un método cuyo objetivo es la potenciación por medio de la fatiga muscular. Se trata de ejercicios de CCA, con poco recorrido, incidiendo en la extensión de rodilla para no provocar dolores femorrotulianos y no poner en tensión a la plastia. La finalidad es recuperar el equilibrio entre el vasto externo e interno, ya que por la denervación propioceptiva el tono del interno decrece mucho. Se irá ajustando la carga, empezando por isométricos y baja resistencia. Se trabaja tres veces semanales en sesiones de no menos de 30 minutos, realizando 3 series de 10 repeticiones de contracciones mantenidas de 10 segundos y 10 de descanso.entre 1 y 3 minutos de descanso entre series. Se calcula la resistencia máxima que es capaz de tolerar en una repetición y se trabaja con los  $\frac{3}{4}$  de esa resistencia, cada semana se ajusta en función de la resistencia tolerada por el paciente. Se puede combinar junto con electroestimulación dinámica. Se continúa con el fortalecimiento de los isquios, progresando hacia el ejercicio excéntrico. Se realizaban 4-5 series hasta que aparecía fatiga<sup>15</sup>.

Lo ideal es completar el ROM a la 12º semana<sup>15</sup>, por la 8º semana se consigue llegar a los 135º de flexión y extensión completa.

En esta fase se incidió más en los movimientos íntimos basados en la regla de cóncavo-convexa ya en los últimos grados de flexión predomina el deslizamiento sobre el movimiento angular y por tanto la plastia puede sufrir una tensión excesiva.

En la 8ª semana tuvo cita con el traumatólogo, realizó prueba de Lachman y afirma tener la plastia muy estable, también valora la rotación para valorar el estado de la plastia extrarticular y refuta buena biomecánica. Decide quitarle la otra muleta y una semana después la rodillera. Al volver a fisioterapia, nos encontramos con



**Imagen 8.** Movilización de deslizamiento a posterior para ganar los últimos grados de flexión.

una marcha anormal, con un patrón de marcha en flexo debido a que en extensión total nota inestabilidad. Se decide implementar un programa de ejercicio abdomino-umbilico-pélvico, para ganar estabilidad desde el tronco. Además en esta fase reeducamos la marcha, el principal objetivo fue el trabajo neuromuscular, ya que se ha demostrado que la mejora en el tiempo de reacción neuromuscular mejora la estabilización dinámica alrededor de la rodilla<sup>15</sup>. Lo primordial en este paciente fue trabajar la extensión y el control de la misma por medio de la sinergia de cuádriceps e isquiotibiales. En bipedestación, llevaba la rodilla a flexión y recuperaba la extensión con control. Se fue complicando hasta que consiguió recuperar la confianza y conseguir una marcha normal al final de fase, gracias a este entrenamiento neuromuscular, la potenciación del miembro inferior y del core.

Después de la consulta con el traumatólogo, decidió comenzar el entrenamiento propioceptivo. El entrenamiento propioceptivo y de equilibrio se asoció con mejoras en el sentido de la posición de la rodilla, la fuerza muscular y la función percibida por parte del paciente, necesaria para las actividades de la vida diaria<sup>6</sup>. Se comenzó con bases estables, apoyo bipodal y modificando los sistemas involucrados: vestibular, visual y equilibrio, avanzando en dificultad al ritmo del paciente. Tanto los ejercicios de fuerza como los propioceptivos se le indicaban de trabajo domiciliario.

Respecto al dolor, no refiere ningún tipo de dolor durante los ejercicios, lo que indica que el cuerpo está aceptando bien la plastia y la rehabilitación.

### 3.2.3. Tercera fase.

Comenzamos la fase a las 12 semanas, en este periodo el aloinjerto todavía esta revascularizándose y empezando a llegar el colágeno necesario para la remodelación final. En este estadio van a tomar más protagonismo el entrenamiento de potenciación muscular, neuromuscular y propioceptivo.

Nuestros objetivos de esta fase van a ser conseguir la máxima fuerza del tren inferior, igualando a la de la pierna contralateral, conseguir un ROM funcional activo, y continuar con el entrenamiento propioceptivo.

Continuamos con el método De Lorme aumentando cargas semanalmente acompañado de EE para el VI. Se hace énfasis en este ejercicio para conseguir el VI, ya que si tiene suficiente tono al hacer sentadilla puede dar patología rotuliana<sup>17</sup>. Se introduce otro ejercicio funcional para intentar sacar el máximo rendimiento al VI. Se introduce un patrón del método Kabat, concretamente la diagonal D-C con extensión de rodilla. Partiendo con flexión de rodilla a 90°, se resiste una extensión de rodilla, flexión y rotación externa de cadera, varias veces hasta que el paciente entra en fatiga. De esta forma reclutamos tanto al cuádriceps como los aductores, que en parte comparten inervación, potenciando el efecto<sup>2</sup>.



**Imagen 9.** Tono muscular del cuádriceps en la semana 14.

Una vez que conseguimos tener VI sobre la 14<sup>o</sup> semana, comenzamos a realizar sentadilla junto con EE en rango de no dolor. Continuamos con el ejercicio del escalón más EE pero con chaleco lastrado. Se continúan con los ejercicios de isquiotibiales en excéntrico.

Comienza a ejercitar trabajo aeróbico en carga, entrenando en la elíptica hasta fatiga, unos 10 minutos. Tuvo que ser una evolución más lenta debido a que uno de los días notó, cierto dolor en el compartimento interno, causado por el estrés articular que tiene que pasar la rodilla al cargar para poder volver a ser biomecánicamente normal.

Se continúa con la movilización pasiva debido a que faltan los últimos grados de flexión, se le trabajan un poco los accesorios al final de rango.

Respecto al entrenamiento neuromuscular y propioceptivo se siguió una progresión de superficies estables a inestables, de apoyo bipodal a monopodal, de ojos cerrados a ojos abiertos, y de diferentes posiciones de la cabeza en el espacio con distintas aceleraciones para trabajar el aparato vestibular. Se consiguió llegar a hacer un trabajo unipodal en el Dynair® durante diez minutos con buenas sensaciones.

Finalmente cuando llegó a las 20 semanas, el paciente hacía vida normal y recibió el alta laboral. El fisioterapeuta lo valoró, y decidió darle el alta debido a que tenía la suficiente fuerza, movilidad, estabilidad, control neuromuscular para las necesidades individuales que él precisaba. Se le dieron las pautas necesarias (educación en la patología, progresión de ejercicios domiciliarios), y se dio por terminado el tratamiento. Como punto final, se le recomendó continuar el tratamiento con la figura de un readaptador en su nueva ciudad.

#### **4. DISCUSIÓN**

El programa que se ha desarrollado en el presente trabajo tiene ciertas limitaciones, ya que no podemos extrapolar el tratamiento de un caso individualizado al tratamiento global de una revisión de LCA con plastia extraarticular de Lemaire. Además el modelo de intervención quirúrgica se viene desarrollando desde hace varios años, pero se necesitan más estudios para conocer los resultados reales de la intervención para poder imponer el modelo como uso rutinario en la rotura del LCA<sup>9</sup>. Se está debatiendo si estas técnicas producen o no mejores resultados en comparación con la reconstrucción aislada de LCA, pero todavía no se disponen de literatura con peso que lo confirme<sup>11</sup>. En un estudio, se realizó un seguimiento mínimo de dos años a pacientes sometidos a una reconstrucción combinada de LCA y LAL y pacientes con intervención aislada del tendón de la pata de ganso y del tendón rotuliano. La conclusión a la que llegaron es que los pacientes del grupo combinado tuvieron una tasa de re-rotura del 4%, mientras que los de la intervención aislada fue del 16% y 10%

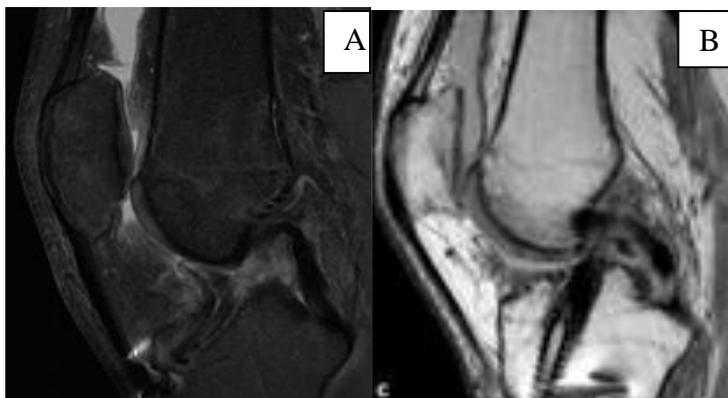
respectivamente, lo que sugiere resultados estadísticamente significativos a favor de la intervención combinada<sup>19</sup>. Puede que sea la primera gran referencia a favor de la plastia extrarticular pero aseguran necesitar continuar investigando sobre el tema. En mayo de 2019, se publicó un ensayo clínico pragmático, multicéntrico y aleatorizado que comparó la intervención estándar y la combinada. La finalización exitosa del estudio en pacientes jóvenes tras una primera revisión, tiene potencial para cambiar la práctica quirúrgica y proporciona evidencia del papel de la plastia extraarticular en este tipo de casos<sup>20</sup>. Actualmente se desconoce la importancia clínica de la limitación excesiva de la rotación interna, pero hasta el momento no se conocen pruebas que apoyen que los procedimientos extrarticulares causan o aceleran el proceso de artrosis<sup>21</sup>. Otro aspecto importante que reclaman los investigadores, es que se realicen más estudios para evaluar no solo la supervivencia del injerto y la función del paciente, sino también sobre la rigidez y la artrosis<sup>9</sup>. Existe un metaanálisis reciente que no encontró ninguna evidencia de aceleración en el proceso de artrosis en la rodilla en 11 años de seguimiento<sup>11</sup>.

En relación a los tiempos más prolongados en el tratamiento, existen artículos que defienden que el fortalecimiento temprano del cuádriceps, mediante ejercicios seguros son necesarios para maximizar la funcionalidad de la rodilla a corto y largo plazo y mejorar el tratamiento<sup>22</sup>. Sin embargo como se ha dicho, hay que amoldar a las características y lesiones asociadas que tiene nuestro paciente. En este caso en particular se decidió realizar un tratamiento con los tiempos más dilatados por diferentes motivos. En primer lugar, debido a que se trata de una segunda intervención, la agresión quirúrgica en la rodilla es mayor por lo que hay que tener más cuidado<sup>16</sup>. En segundo lugar por la actividad no profesional del paciente, es decir, al no tener la necesidad de una vuelta rápida a la competición, los tiempos se alargarán, ya que se ha demostrado que a los seis meses (que es el tiempo en el que un deportista profesional volvería a jugar) la maduración de la plastia no es completa. Sin embargo, si se extienden los tiempos y las actividades más exigentes para la plastia se realizan más cercanas al año será más seguro, puesto que llega a tener un 80% de la resistencia total, y prácticamente completa a los dos años<sup>15</sup>. En tercer lugar debido al uso de aloinjerto, tienen un proceso de revascularización más lento, que se ve traducido en un tratamiento más lento y conservador<sup>14</sup>. Por último tener en cuenta las lesiones asociadas que presenta, dando importancia a las lesiones meniscales. Tras la revisión

de LCA, se le quitaron los cuernos posteriores del menisco interno y externo, por lo que la funcionalidad y la estabilidad van a hacer que el tratamiento se alargue<sup>5</sup>.

Existe cierta controversia respecto a la indicación de ejercicios de CCC o CCA. Se ha demostrado que los ejercicios de CCA, no perjudican la laxitud, el dolor y la función siempre y cuando se realicen entre los 0° y los 90° a partir de la 4ª semana<sup>16</sup>. Algunos autores defienden el trabajo de CCC entre los 0° y los 45°, para evitar el compromiso rotuliano. Debido a que lo consideran movimientos más funcionales. Y otros estudios deducen que no existe diferencia entre abierta y cerrada<sup>6</sup>.

Hay que mencionar también al servicio de traumatología y al de rehabilitación del Hospital Virgen Vega de Salamanca, debido a que no se tuvieron los cuidados necesarios para que el paciente en la primera intervención tuviera una recuperación adecuada. Posiblemente la rotura se dio por dos motivos: Si nos fijamos en la colocación del túnel tibial en la RM, se puede observar que no lleva una isometría correcta. El túnel está más anteriorizado y horizontal de lo que se considera adecuado. Esta disposición hace que en los ejercicios de rehabilitación, la plastia entrara en fase plástica al realizar el movimiento de flexión<sup>5</sup>. Si a esto le sumamos el periodo crítico en el que se lo rompe (periodo en el que la plastia pierde resistencia debido al cambio en la conformación del colágeno, entre la 6ª y 8ª semana<sup>8</sup>), tenemos el motivo por el cual se rompió la plastia. Una plastia muy débil sumada a la mala disposición anterior del túnel hizo que se rompiera debido al choque con la muesca intercondilea al hacer extensión<sup>3</sup>, ya que además se sabe que tener una muesca estrecha es un factor de riesgo significativo para la rotura de LCA (8).



**Imagen 10..** Segunda rotura del LCA del paciente (A) (I.S.M.). Comparación del túnel tibial realizado al paciente (A) y el túnel con la isometría perfecta

Por último en cuanto al uso o no de la rodillera, toda la evidencia científica actual defiende el no uso de la misma. No se encontraron pruebas de que los aparatos ortopédicos contribuyan al control del dolor, la estabilidad del injerto, el ROM, o la

protección contra lesiones adicionales<sup>6</sup>. Aun así, su uso sigue siendo muy extendido debido a la sensación de seguridad que le da al paciente, el control de grados durante la rehabilitación y puede que por intereses económicos.

## **5. CONCLUSIÓN.**

En el presente trabajo se ha desgranado como sería un programa adecuado y válido para el tratamiento postquirúrgico de una ligamentoplastia junto con técnica extraarticular de Lemaire modificada.

Al ser una intervención novedosa, no se ha podido disponer de más pacientes por lo que se necesitan más estudios a corto y largo plazo y un mayor número de casos para poder establecer un tratamiento específico y considerar este tipo de intervención quirúrgica como rutinaria en las reconstrucciones de LCA.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

- (1) Petersen W, Tillmann B. [Anatomy and function of the anterior cruciate ligament]. *Orthopade*. august de 2002;31(8):710-8.
- (2) Donald A, Neumann. Fundamentos de la rehabilitación física. Neumann DA. La rodilla.. Fundamentos de la rehabilitación física. Cinesiología del sistema musculoesquelético. 1º edición. Estados Unidos: Paidotribo, 2007. p. 441-479.
- (3) MacLean SBA, Gratzner PF. Effect of basic fibroblast growth factor on the cellular repopulation of decellularized anterior cruciate ligament allografts. *J Tissue Eng Regen Med*. 2011;5(3):201-9.
- (4) Stańczak K, Zielińska M, Synder M, Domżański M, Polguy M, Sibiński M. Comparison of hamstring and patellar tendon grafts in anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective randomized study. *J Int Med Res*. 2018;46(2):785-91.
- (5) Samitier G, Marcano AI, Alentorn-Geli E, Cugat R, Farmer KW, Moser MW. Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arch Bone Jt Surg*. 2015;3(4):220-40.

- (6) Anderson MJ, Browning WM, Urband CE, Kluczynski MA, Bisson LJ. A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthop J Sports Med* [Internet]. 2016 [cited 2019];4(3).
- (7) Price MJ, Tuca M, Cordasco FA, Green DW. Nonmodifiable risk factors for anterior cruciate ligament injury. *Curr Opin Pediatr*. 2017;29(1):55-64.
- (8) Kulczycka P, Larbi A, Malghem J, Thienpont E, Vande Berg B, Lecouvet F. Imaging ACL reconstructions and their complications. *Diagn Interv Imaging*. 2015;96(1):11-9.
- (9) Bonasia DE, D'Amelio A, Pellegrino P, Rosso F, Rossi R. Anterolateral Ligament of the Knee: Back to the Future in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop Rev (Pavia)*. 2015;7(2):5773.
- (10) Zaffagnini S, Grassi A, Marcheggiani Muccioli GM, Raggi F, Romagnoli M, Bondi A, et al. The Anterolateral Ligament Does Exist: An Anatomic Description. *Clin Sports Med*. 2018;37(1):9-19.
- (11) Williams A, Ball S, Stephen J, White N, Jones M, Amis A. The scientific rationale for lateral tenodesis augmentation of intra-articular ACL reconstruction using a modified «Lemaire» procedure. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(4):1339-44.
- (12) Farthing C, Lang G, Feucht MJ, Südkamp NP, Izadpanah K. Modified Lemaire extra-articular stabilisation of the knee for the treatment of anterolateral instability combined with diffuse pigmented villonodular synovitis: a case report. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):330.
- (13) Wang W-M, Ma X-J, Huang S-B, Ren L-B, Liu Y-P. A comparative study of effect of autograft compared with allograft anterior cruciate ligament reconstruction on expressions of LOXs and MMPs. *Biosci Rep* [Internet]. 2017 [cited 2019];37(2).
- (14) Tisherman R, Wilson K, Horvath A, Byrne K, De Groot J, Musahl V. Allograft for knee ligament surgery: an American perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019;
- (15) Seitz AM, Dürselen L. Biomechanical considerations are crucial for the success of tendon and meniscus allograft integration-a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;

- (16) van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med.* 2016;50(24):1506-15.
- (17) Spencer JD, Hayes KC, Alexander IJ. Knee joint effusion and quadriceps reflex inhibition in man. *Arch Phys Med Rehabil.* abril de 1984;65(4):171-7.
- (18) Cavanaugh JT, Powers M. ACL Rehabilitation Progression: Where Are We Now? *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017;10(3):289-96.
- (19) Getgood A, Bryant D, Firth A, Getgood A, Litchfield R, Willits K, et al. The Stability study: a protocol for a multicenter randomized clinical trial comparing anterior cruciate ligament reconstruction with and without Lateral Extra-articular Tenodesis in individuals who are at high risk of graft failure. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2019;20(1):216.
- (20) Frizziero A, Trainito S, Oliva F, Nicoli Aldini N, Masiero S, Maffulli N. The role of eccentric exercise in sport injuries rehabilitation. *Br Med Bull.* 2014;110(1):47-75.
- (21) Thaunat M, Clowez G, Saithna A, Cavalier M, Choudja E, Vieira TD, et al. Reoperation Rates After Combined Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Ligament Reconstruction: A Series of 548 Patients From the SANTI Study Group With a Minimum Follow-up of 2 Years. *Am J Sports Med.* 2017;45(11):2569-77.
- (22) Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Wojtys EM. Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. *Clin Sports Med.* 2008;27(3):405-24, vii-ix.