



UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

Trabajo de final de grado

**El impacto de la vitamina C durante el
protocolo postquirúrgico de
fisioterapia en la lesión del ligamento
cruzado anterior.**

Pierre Fauvet

pierre.fauvet@uvic.cat

4º Curso. Grado en Fisioterapia (Grupo T3)

Trabajo de fin de grado

Profesor : Pere Roura Poch

Facultad de Ciencias de la Salud y del Bienestar – Universidad de Vic

Vic, mayo del 2019

1. Resumen	4
1.1 Castellano	4
1.2 Inglés	5
2. Antecedentes y estado actual del tema	6
2.1. Recuerdo anatómico de la rodilla y de sus componentes	6
2.2. Etiología de lesiones de LCA	7
2.3. Epidemiología de la ruptura de LCA	7
2.4. Evaluación diagnóstica de una ruptura de LCA	8
2.5. Consecuencias sobre el paciente	9
2.6. Tratamiento después de una ruptura de LCA	10
2.6.1. Tratamiento conservador	10
2.6.2. Tratamiento quirúrgico (ST)	10
2.7. Tratamiento convencional de fisioterapia después de una lesión de LCA	11
2.8. Descripción de la vitamina C y de sus efectos	13
2.9. Justificación del trabajo	14
3. Hipótesis y objetivos	15
3.1. Hipótesis	15
3.2. Objetivo principal	15
3.3. Objetivos secundarios	15
4. Metodología	16
4.1. Ámbito del estudio	16
4.2. Diseño del estudio	16
4.3. Población y muestra/participantes	17
4.4. Criterios de inclusión y exclusión	18
4.4.1. Criterios de inclusión	18
4.4.2. Criterios de exclusión	18
4.5. Intervención que se quiere realizar	18
4.5.1. Valoraciones de la intervención	20
4.5.2. Protocolo de tratamiento para el grupo control	22

4.5.3 Protocolo de tratamiento para el grupo experimental	24
4.6 Variables	25
4.6.1 Variables independientes	25
4.6.2 Variables dependientes	25
4.7 Análisis de los registros	26
4.8 Limitaciones del estudio.....	26
4.9 Aspectos éticos.....	28
5. Utilidad práctica de los resultados	29
6. Bibliografía.....	30
7. Anexos.....	33
7.1 Anexo 1 : Recuerdo anatómico de la rodilla	33
7.2 Anexo 2 : Datos de PMSI MCO	35
7.3 Anexo 3 : Test de Lachman.	36
7.4 Anexo 4 : Test “Pivot Shift.....	37
7.5 Anexo 5 : Características biomecánicas y operativas.....	38
7.6 Anexo 6 : Lista previa aleatorizada	39
7.7 Anexo 7 : Escala Visual Analógica (EVA).....	40
7.8 Anexo 8 : The Vancouver Scar Scale.....	41
7.9 Anexo 9 : CSMI Human Norm Cybex	42
7.10 Anexo 10 : Instalación del goniómetro	44
7.11 Anexo 11: Consentimiento informado	45
7.12 Anexo 12 : Vitamina C UPSA 1000MG	46
8. Agradecimientos	47
9. Nota final del autor. El TFG como experiencia aprendizaje.....	48

1. Resumen

1.1 Castellano

Introducción : Estudios recientes muestran que la alimentación complementaria puede tener efectos beneficiosos en la vida diaria. Con los efectos de la vitamina C, es importante encontrar un lugar para esta vitamina en el tratamiento del traumatismo.

Objetivo : Evaluar la efectividad de un tratamiento que incorpora una alimentación sana y un complemento alimentario de vitamina C en un protocolo convencional de fisioterapia de rehabilitación después de una cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Metodología : Tiempo total de estudio en un año. 68 participantes (hombres y mujeres) que se han sometido a una cirugía de reconstrucción del LCA y que cumplen con los criterios de inclusión, distribuidos equitativamente en un grupo de control y experimental, seguirán un tratamiento convencional de fisioterapia postoperatoria durante 6 meses y placebo para el grupo de control diariamente para simular la ingesta de vitamina C que se producirá en el grupo experimental.

Limitaciones : El número de participantes, la duración del estudio es demasiado corta, la falta de recursos financieros para implementar el estudio, las diferentes dietas de cada persona.

Palabras claves : Vitamina C, Tratamiento de Fisioterapia, LCA, Postquirúrgico, Cicatriz, Nutrición.

1.2 Inglés

Introduction : Recent studies show that complementary feeding can have beneficial effects on daily life. With the effects of vitamin C, it is important to find a place for this vitamin in the treatment of trauma.

Objective : To evaluate the effectiveness of a treatment that incorporates a healthy diet and a vitamin C food supplement into a conventional physiotherapy rehabilitation protocol following anterior cruciate ligament reconstruction surgery.

Methodology: Total study time in one year. 68 participants (men and women) who have undergone ACL reconstruction surgery and who meet the inclusion criteria, distributed equitably in a control and experimental group, will follow a conventional treatment of postoperative physiotherapy for 6 months and placebo for the control group daily to simulate vitamin C intake to be produced in the experimental group.

Limitations : The number of participants, the duration of the study is too short, the lack of financial resources to implement the study, the different diets of each person.

Keywords : Vitamin C, Physiotherapy treatment, ACL, Post-surgical, Scar, Nutrition

2. Antecedentes y estado actual del tema

2.1. Recuerdo anatómico de la rodilla y de sus componentes

La articulación de la rodilla es muy compleja. "Es la unión entre el hueso del fémur y el hueso de la tibia y la rótula que forma la articulación. Hay dos articulaciones en la rodilla: la articulación patelofemoral entre el fémur y la rótula, y la articulación tibial-femoral entre el fémur y la tibia, que a su vez se divide en femoro-tibial interna y femoro-tibial externa » (Gray's Anatomy, 2015) (Anexo 1, Figura 1)

La rodilla también está compuesta de cartílago: "La totalidad de las zonas de fricción entre los diferentes huesos está cubierta con un recubrimiento específico llamado cartílago: se trata de un tejido de aproximadamente 3 a 4 mm de espesor que permite deslizamiento entre diferentes superficies articulares." (Gray's Anatomy 2015)

Los ligamentos de la rodilla son los elementos que más se interponen en este estudio. La rodilla necesita algo de movilidad y estabilidad para realizar movimientos de flexión-extensión, rotación interna y externa, aducción-abducción. "Dos ligamentos centrales constituyen el pivote central compuesto por el ligamento cruzado anterior y el ligamento cruzado posterior. El ligamento cruzado anterior se origina en la porción anterior de la tibia y termina en la porción posterior de la cara axial del cóndilo lateral. El ligamento cruzado posterior tiene su origen en la parte posterior de la tibia y su inserción femoral en la parte anterior de la cara axial del cóndilo medial." (Duthon, 2006)

En la periferia hay dos ligamentos laterales: el ligamento lateral interno (LLI) o el ligamento colateral medial (MCM) que se origina en el epicóndilo medial del fémur y la metafisis interna superior de la tibia, el ligamento lateral lateral (LLE) o ligamento colateral lateral (LCL) que se origina en el epicóndilo lateral del fémur que termina en la cabeza del peroné.

"También hay ligamentos ubicados a ambos lados de la rótula, que son los ligamentos femoro-patelar medial y el ligamento patelar patelofemoral que conectan la rótula y el fémur asegurando la estabilidad de la rótula. » (Gray's Anatomy, 2015) (Anexo 1, Figura 2)

2.2. Etiología de lesiones de LCA

Las causas de la ruptura parcial o completa de la LCA pueden ser múltiples, como ha demostrado una gran mayoría de la comunidad científica, el mecanismo más común para esta lesión se produce durante un movimiento o contacto fundamental. "La rodilla se tuerce luego por la combinación de un valgo, la flexión y la rotación externa."(CCOS, 2017)

El origen de esta ruptura también puede deberse a un movimiento de torsión, hiperextensión y varo, pero es menos frecuente.

También puede ser debido a un accidente laboral o de tráfico después de un choque violento.

Además, los mecanismos que pueden ser más débiles y que también causan lesiones, no deben descartarse, la debilidad congénita puede ser la causa de la ruptura y predisponer al paciente a lesiones.

2.3. Epidemiología de la ruptura de LCA

En general, toda la población se puede ver potencialmente afectada por la ruptura de LCA desde la infancia hasta la edad adulta. Esta lesión es de aproximadamente "1% por habitante" (Romain Seil, 2018).

Podemos ver que la población con mayor intervención después de una lesión es la de adolescentes y adultos jóvenes (menos de 25 años). Esto se debe al crecimiento que experimenta el cuerpo humano durante este período de tiempo. Por lo tanto, el riesgo es "el riesgo de un esguince de rodilla con ruptura del LCA es 10 veces mayor que la frecuencia observada en la población general. " (Bertrand Tamalet, 2016)

La edad promedio de los hombres principalmente afectados es "entre 16 y 30 años".

Mientras que las mujeres tienen un mayor riesgo de lesiones "4 a 6 veces más altas que los hombres", se ven afectadas "entre 16 y 20 años" (Romain Seil, 2018).

Es importante enfatizar que los pacientes que han sufrido un primer traumatismo pueden estar sujetos a otras lesiones porque la primera lesión resultó en una disminución de la resistencia del ligamento. El riesgo de lesión es mayor si la rodilla ya está debilitada.

"Female soccer players with ACL reconstruction had nearly a 5-fold-higher rate of new ACL injuries and a 2- to 4-fold-higher rate of other new knee injuries » (Anne Faltstrom, 2018)

Es posible observar que las mujeres se ven más afectadas que los hombres después de 36 años; estas lesiones están relacionadas con el aumento de una actividad deportiva no regulada, como esquiar sin preparación al ejercicio.

Existe un grupo poblacional que tiene una mayor prevalencia a esta lesión, ya que muestran diferentes estudios en diferentes poblaciones, es posible observar que "la incidencia en el fútbol profesional masculino es de 6 lesiones cada 100 jugadores en un periodo de cinco años "(Maria Teresa Pereira, 2003).

2.4. Evaluación diagnóstica de una ruptura de LCA

Existen diferentes tipos de ruptura durante una lesión de LCA :

- Rupturas proximales posteriores
- Ruptura del tercio medio.
- Rupturas parciales o incompletas
- Estiramiento sin rotura visible.

A partir de este tipo de ruptura, se pueden obtener 4 grados de gravedad de las lesiones de los ligamentos:

- A: ligamento normal
- B: ligamento estirado con micro-rupturas
- C: rupturas visibles a simple vista y focos hemorrágicos multinivel: ruptura parcial
- D: esguince grave con solución completa de continuidad

(Regis, A & Loffroy, 2007)

Es posible evaluar la ruptura muy fácilmente, se han realizado muchas pruebas como resultado de la investigación. Unas de las más conocidas y efectivas son la prueba de Lachman y la prueba de salto. "El Lachman es el más sensible y el salto es el más específico de las pruebas de diagnóstico de ruptura del LCA" (Van de Plas CG, 2005)

Para llevar a cabo la prueba de Lachman: "La rodilla sana se prueba primero. El fémur se sujeta con la mano proximal del examinador justo por encima de la rodilla, que se mantiene flexionada a 15 °. El talón descansa sobre la mesa. El juego articular permite que las bandejas tibiales se muevan ligeramente hacia atrás, la posición de relajación del ligamento cruzado anterior y la tensión del ligamento cruzado posterior. La otra mano agarra la pierna junto a la tuberosidad tibial anterior donde el examinador aplica su pulgar. Se imparte un movimiento brusco de traslación anterior de la tibia, cuyo breve golpe se detiene abruptamente al tensar el ligamento cruzado anterior. Una parada suave es patognomónica de rotura del ligamento cruzado anterior "(G.Bressy, 2015) (Anexo 3)

Para la prueba de "Cambio de pivote": "Para una rodilla derecha, el examinador se para en el lado derecho del paciente. La mano derecha no pasa por el borde interior de la pierna y sostiene la pantorrilla justo debajo de la rodilla. La pierna se levanta para que el pie ya no toque la mesa y la rodilla se desbloquee. Una restricción en la compresión se ejerce con la misma mano, mientras que la mano izquierda se coloca en la superficie anterior del fémur, justo debajo de la rodilla, imprimiendo una restricción posterior. El brazo y el codo luego imprimen una restricción de valgo en la pierna. La reacción tiene lugar entre 20 ° y 40 °. El salto a menudo es reconocido por el paciente. El hallazgo de un salto es patognomónico de una ruptura del ligamento cruzado anterior. (G.Bressy, 2015) (Anexo 4)

También es importante tener en cuenta el diagnóstico gracias a la resonancia magnética (MRI), que permite obtener un mejor diagnóstico que guiará el manejo terapéutico. (D.Guenoun, 2012)

2.5. Consecuencias sobre el paciente

Los riesgos después de una ruptura de la LCA son muy numerosos:

A corto plazo, si no se opera, existe una alta inestabilidad de la rodilla porque, como se puede ver en la literatura, el ligamento cruzado anterior garantiza la estabilidad rotacional de la rodilla. Esta situación no puede curarse sin cirugía. Esto no tendrá un impacto significativo en los deportes que no requieren la rotación de la rodilla, como correr, montar en bicicleta o nadar. Sin embargo, los movimientos de rotación ya no están controlados por este ligamento y esto puede llevar a lesiones futuras como esguince de rodilla u otras lesiones ligamentosas de la rodilla. (P.Neyret, 2004)

A largo plazo, los accidentes repetidos en una rodilla inestable conducen a un deterioro del cartílago del fémur y la tibia y es posible observar la formación de osteoartritis de la rodilla. Puede aparecer dolor persistente con esta osteoartritis y el tratamiento de esta lesión es difícil. (P. Neyret, 2004)

2.6. Tratamiento después de una ruptura de LCA

Hay dos tipos de tratamiento en caso de rotura del ligamento cruzado anterior:

2.6.1. Tratamiento conservador

Un tratamiento conservador es una solución sin intervención quirúrgica. Este tratamiento permite al paciente evitar la cirugía que puede interrumpir el cuerpo humano. Pero utilizamos la fisioterapia como tratamiento. Es una rehabilitación que se centrará en el fortalecimiento muscular de los músculos que rodean la rodilla con un aspecto propioceptivo para compensar la pérdida del ligamento. Con este tratamiento es posible tener una mejor estabilización dinámica de la rodilla sin tener que recurrir a la operación. Los grupos musculares para trabajar son los isquiotibiales y los cuádriceps "cadena cerrada y sin impacto". Es posible agregar a este tratamiento ejercicios dinámicos que incluyen fortalecimiento muscular y propioceptivos después de un cierto período de adaptación. (Victoria B. 2008)

2.6.2. Tratamiento quirúrgico (ST)

Para contar el número de rupturas del ligamento cruzado que afecta a la población, es posible utilizar la página web de la agencia técnica para obtener información sobre la hospitalización (ATIH) en relación con el tratamiento terapéutico con cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior de la rodilla mediante autoinjerto, artroscopia.

Este dato registra todas las operaciones de reconstrucción que se llevaron a cabo en 2017 en Francia.

Es posible observar en esta tabla que el número de operaciones de reconstrucción de ligamento es más de 44,000 solo en 2017. (Anexo 2) Esta es una operación que está muy extendida.

La mayoría de las personas recibe anestesia general inmediatamente antes de la cirugía. Los túneles se aburren en el hueso para obtener el injerto dentro de la articulación en lugar del ligamento antiguo. Se hace un túnel en la espinilla y un túnel femoral. El nuevo ligamento pasa en los túneles femoral y tibial a través de los cables para posicionarlo.

En nuestro caso, vamos a hablar de una operación en particular para este estudio: el injerto autólogo de tendón. Es importante tener en cuenta que existen varios tipos de trasplantes. Nos centraremos en el trasplante desde semitendinoso (derecho interno y semitendinoso). El injerto se toma del músculo tendón semitendinoso, este tendón se puede plegar sobre sí mismo para adaptarse a la longitud, grosor y fuerza de este trasplante.

Como resultado de esta operación, se requiere un medio de fijación. Esto puede ser con un tornillo en el hueso, grapas, sistema de trans-fijación o endobuton. El cierre de la cicatriz se realiza mediante un alambre quirúrgico que se extirpará después de 15 días. (S. Plaweski, 2009)

Los beneficios son variados. Esta operación propone una resistencia que será superior a las otras operaciones, permitiendo así reducir teóricamente el riesgo de futuras lesiones. Conserva la integridad del aparato expansor y tiene una longitud y un grosor adaptables. (Anexo 5)

Sin embargo, el período de adaptación del cuerpo es más largo, la rehabilitación toma un poco más de tiempo y el riesgo de laxitud previa es mayor. (Phillipe M. Tscholl, 2017)

2.7. Tratamiento convencional de fisioterapia después de una lesión de LCA

Para nuestro estudio, necesitamos definir cómo se realiza convencionalmente el tratamiento de un paciente después de una cirugía de ligamento. Es necesario describir los pasos que seguirá el paciente durante su rehabilitación para recuperar su nivel físico antes de la lesión y asegurar la estabilidad de la rodilla.

El tratamiento se realiza en varias fases cronológicas según la HAS (Haute Autorité de Santé):

- En la fase aguda de D-1 a D-21:
 - o Se necesitan 3 semanas para lograr la curación primaria, la rodilla debe ser más seca y lo menos dolorosa posible. Es necesario obtener un bloqueo

activo en extensión y una flexión de 60 grados. Para esto se usan varios medios:

- Extremo inferior en extensión protegido por una sola férula o férula de amplitud variable con tope de bloqueo.
 - Deambular con dos bastones ingleses.
 - Extender el trabajo muscular mientras se está acostado.
 - Movilización manual.
 - Masaje y despertar muscular.
 - Crioterapia y presoterapia.
 - Electroestimulación para prevenir la amiotrofia.
 - Propiocepción de cadena abierta.
- En la fase secundaria D-21 a D-42:
- Desde la tercera semana hasta la sexta, es una fase de recuperación progresiva de apoyo y recuperación de amplitudes conjuntas. La férula y las cañas se retiran gradualmente. La rodilla ya no está protegida y debe ser indolora, seca y sin inflamación. Las amplitudes articulares deben estar cerca de 120 ° de flexión y 0 ° en extensión. Los diferentes medios en su lugar son:
 - Masajes y cuidados cicatriz.
 - Presoterapia y crioterapia.
 - Recuperación de la movilidad mediante técnicas manuales e instrumentales.
 - Cerradura isométrica.
 - Rehabilitación de la marcha.
 - Actividades musculares moderadas.
 - Construcción de músculos por electroestimulación.
 - Actividades de propiocepción estática con los dos pies y unipodal.
 - Balneoterapia.
 - Al final del período ciclismo en sala sin resistencia si las amplitudes lo permiten.
- En fase de consolidación (hasta 4 meses) :
- Anclaje del injerto y su resistencia se hace cada vez más eficiente.
 - Trabajo en contracción en diferentes ángulos de la rodilla.
 - Trabajo de los isquiotibiales desarrollando el poder y la velocidad de la contracción.
 - Funcionamiento de los cuádriceps en cadena cinética cerrada y en isometría en extensión.

- Desarrollo del control neuromuscular y propiocepción (meseta inestable, oscilación, trampolín, etc.).
- Entrenamiento con ejercicios cardiovasculares.
- Carrera en terreno plano y flexible al final del periodo.
- En fase de reentrenamiento (hasta 6 meses) :
 - Regreso a actividades más importantes con más poder y resistencia.
 - Fortalecimiento de diferentes grupos musculares
 - Prensa, banco de pesas, etc.
 - Trabajo isocinético.
 - Trabajo dinámico con saltos y cambios de dirección en flexibilidad.
 - Búsqueda de jogging con aceleraciones, natación.
 - Actividades de reintegración física progresiva.

2.8. Descripción de la vitamina C y de sus efectos

La vitamina C o ácido ascórbico es « un carbohidrato de bajo peso molecular soluble en agua y esencial en la naturaleza. Es sintetizado por todas las especies, excepto los primates de orden superior, los conejillos de indias y algunas especies de murciélagos, peces y aves. En todos estos últimos, el gen que codifica la l-gulonolactona oxidasa, la enzima que cataliza el paso final en la biosíntesis del ácido ascórbico, se ha convertido en un estado no funcional debido a la acumulación de mutaciones y / o deleciones; En consecuencia, estas especies dependen de un suministro adecuado de vitamina C de su dieta. “ (J. Lykkesfeldt, 2014)

La dosis recomendada de vitamina C después de los estudios es de aproximadamente 200 mg por día para una población adulta, lo que maximiza los beneficios potenciales para la salud y limita los efectos secundarios. (Balz Freiz, 2012)

La falta de nutrición con vitamina C en la dieta tiene graves consecuencias para la salud, como hemos visto en el pasado con la enfermedad del navegador: el escorbuto. Y a pesar del progreso de nuestra sociedad y del acceso a los recursos cada vez más fácil, no es raro ver un aumento de esta patología en la actualidad. (S.Parreau 2015)

Se han realizado muchos estudios para demostrar los efectos de la vitamina C en el cuerpo humano. Por ejemplo, las deficiencias de vitamina C aumentan el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, que incluyen enfermedades coronarias, eventos

cardiovasculares e hipertensión. Si la ausencia de la vitamina aumenta los riesgos, los estudios no se presionan lo suficiente como para mostrar una disminución del número de incidentes en caso de absorción de vitamina C (Pernille Tveden-Nyborg, 2013)✂

El estudio más importante para este trabajo es el de DePhilipo, que ayuda a demostrar que la vitamina C tiene el potencial de acelerar la curación del hueso después de la fractura al aumentar la síntesis de colágeno tipo 1, reduce Al mismo tiempo los parámetros de oxidación. El uso de la vitamina C podría reducir el tiempo de atención, se ha demostrado que en estudios anteriores, su uso durante la fase inflamatoria tuvo un efecto positivo. Sin embargo, la mayoría de estos resultados de estos estudios se han realizado a partir de modelos animales como las ratas, por ejemplo, y no pueden compararse directamente con los humanos sin otros ensayos clínicos.(DePhilipo, 2018)

2.9. Justificación del trabajo

La cirugía sigue evolucionando constantemente con nuevos métodos de atención y operaciones innovadoras. Pero llegamos a un punto en el que es importante considerar a los pacientes y sus perfiles. Necesitamos evolucionar en la práctica de la atención y poder ofrecer suplementos a nuestra atención para mejorar la recuperación, disminuir el dolor y volver a la vida activa lo más rápidamente posible. Muchos pacientes se quejan de atención lenta, no ven un progreso rápido después de la cirugía, retraso en la cicatrización, incomodidad con esta cicatriz.

Estudios recientes muestran que la alimentación complementaria puede tener efectos beneficiosos en la vida diaria. Ya sabemos cómo alimentarnos para mantenernos saludables pero no sabemos si existe una dieta específica en caso de lesión. Así quizás sería posible dirigir nuestra dieta para "recuperar" nuestra salud anterior.

Con el descubrimiento de los efectos de la vitamina C, es importante encontrar un lugar para esta vitamina en el tratamiento del traumatismo

Durante un contacto con algunos investigadores (DePhilipo y Lykkesfeldt) sobre la vitamina C, pude aprender un poco más sobre este componente y descubrí que los estudios no eran lo suficientemente profundos como para permitir una conclusión confiable por el momento. Por lo tanto, es necesario buscar evidencia de su efectividad o no en las lesiones de los ligamentos.

Es común ver la estandarización de los tratamientos de fisioterapia y esperar un resultado después de un cierto período de tiempo, pero debe ser posible modificar este orden establecido y provocar un cambio en el protocolo convencional.

Además, este estudio puede impulsar el trabajo conjunto entre varias profesiones médicas y paramédicas, fisioterapeutas y dietistas que implementan un nuevo protocolo personalizado para una persona que sale del hospital. Proponer un programa de reeducación según sus objetivos, el tiempo necesario y sus deseos.

3. Hipótesis y objetivos

3.1. Hipótesis

La hipótesis de este trabajo es que el tratamiento convencional de fisioterapia después de una cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior combinado con una alimentación rica en vitamina C obtendrá mejores resultados que el tratamiento convencional de fisioterapia solo.

3.2. Objetivo principal

El objetivo general de este estudio es evaluar la efectividad de un nuevo tipo de tratamiento que incorpora una alimentación sana y un complemento alimentario de vitamina C en un protocolo convencional de fisioterapia para ver si hay una influencia sobre la rehabilitación.

3.3 Objetivos secundarios

Los objetivos secundarios de este trabajo son:

- Reducir el dolor del paciente después de la operación y durante la rehabilitación.
- Mejorar la cicatrización después de la operación con una producción más importante de colágeno.
- Crear un nuevo protocolo en colaboración con un nutricionista para permitir un retorno al esfuerzo más rápido y más sereno.

- Disminuir el tiempo de inmovilización después de la operación al acelerar y fortalecer el proceso de cicatrización.
- Demostrar la efectividad de la alimentación en el proceso de rehabilitación y el interés de colaboración entre los profesionales de la salud.
-

4. Metodología

4.1 Ámbito del estudio

El ámbito del estudio en el cual se realizará esta investigación será en el centro de la clínica deportiva de Burdeos, que se encuentra en la región de Nueva Aquitania en Francia.

Este centro está equipado para facilitar el seguimiento de la experiencia con herramientas muy modernas, como una máquina isocinética destinada a fisioterapeutas, que permite una rehabilitación más completa en el marco de una cirugía de los ligamentos. Además, este centro es famoso por el tratamiento y monitoreo de los ligamentos cruzados, lo que nos permitirá llegar más fácilmente a una población que padece esta patología.

4.2 Diseño del estudio

El estudio que queremos realizar será un ensayo clínico aleatorizado, doble ciego.

Reuniremos a los participantes y los dividiremos en dos grupos homogéneos. Habrá un grupo experimental que se someterá a un protocolo de fisioterapia después de la cirugía de ligamentos y la ingesta controlada de vitamina C, y un grupo de control que seguirá un protocolo de fisioterapia idéntico al del primer grupo y un placebo para no interferir con el estudio.

La designación de cada persona se hará de forma aleatoria al inicio del estudio utilizando una tarjeta aleatoria que nos permitirá registrar los nombres, pero no asignar los grupos. (Anexo 6) Porque queremos que los cuidadores y los pacientes no conozcan a su grupo para no influir en la atención y los pacientes.

Al inicio del estudio, todos los participantes recibirán una evaluación idéntica de la intensidad del dolor sentido utilizando una escala ("Escala Analógica EVA") (Anexo 7), el grado de

flexión y extensión de la articulación de la rodilla y una evaluación de la cicatriz después de la cirugía ("Escala de Vancouver") (Anexo 8). Todas estas evaluaciones se realizarán antes de comenzar el tratamiento y de tomar vitamina C o placebo.

A partir de entonces, estas evaluaciones se continuarán cada 2 semanas durante 6 meses.

A partir de la décima semana, podremos empezar a evaluar la fuerza muscular de los pacientes en flexión y extensión de rodilla. Tenemos que esperar este retraso por razones de seguridad en relación con el injerto de ligamentos para que sea lo suficientemente fuerte y esté anclado en la articulación de la rodilla del paciente. Porque no será posible realizar ejercicios de fortalecimiento excéntrico que pongan en peligro la estabilidad del injerto. Para realizar estas pruebas de fuerza muscular, utilizaremos una máquina isocinética "CSMI Humac Norm Isokinetic Device" (Anexo 9) que utiliza un dinamómetro rotativo para registrar la fuerza de torsión.

Al final de estos 6 meses de rehabilitación, podremos comparar la evolución de los resultados de los dos grupos para proponer una hipótesis. La rehabilitación de los pacientes podrá continuar normalmente con un proceso de retorno a esfuerzo.

4.3 Población y muestra/participantes

La población diana del estudio estará formada por hombres y mujeres de entre 18 y 40 años de edad, que se hayan sometido a una cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior, que se seguirá su rehabilitación en el centro deportivo de Burdeos.

El grupo constará de 68 participantes, 34 hombres y 34 mujeres: 17 hombres (25%) y 17 mujeres (25%) estarán en el grupo experimental (tratamiento convencional + ingesta de vitamina C) y 17 hombres (25%) y 17 mujeres (25%) estarán en el grupo control (tratamiento convencional).

4.4 Criterios de inclusión y exclusión

4.4.1 Criterios de inclusión

- Hombres o mujeres entre 18 y 40 años de edad.
- Haber sido sometido a una operación de reconstrucción del ligamento cruzado anterior del tipo DIDT.
- Hombres o mujeres actualmente en rehabilitación en la Clínica Deportiva de Burdeos.
- Hombres o mujeres con un nivel moderado de actividad física (entre 2 y 4 veces a la semana)
- Hombres o mujeres que hayan firmado consentimiento informado. (Anexo 11)

4.4.2 Criterios de exclusión

- Mujeres embarazadas
- Hombres o mujeres con diabetes
- Hombres o mujeres con problemas de insuficiencia renal
- Portadores de hemocromatosis
- Hombres o mujeres con disfunción renal
- Hombres o mujeres con alteraciones neurológicas, cognitivas y otras que dificulten el correcto seguimiento del tratamiento y el seguimiento del estudio.
- Hombres o mujeres siendo deportistas de élite y siguiendo una dieta especial.

4.5 Intervención que se quiere realizar

El objetivo de este estudio es evaluar la eficacia de un protocolo de fisioterapia con un suplemento de vitamina C durante la fase de rehabilitación.

Al comienzo del experimento, tendremos que ir al centro de la Clínica Deportiva Mérignac para ponernos en contacto con el personal de este centro e informar a los fisioterapeutas presentes para que propongan y expliquen la finalidad de este experimento, ya que será en este centro donde se llevarán a cabo las diferentes fases de la rehabilitación y debemos tener su acuerdo para realizar este estudio en este lugar. También tendremos que reunirnos con un asistente de farmacia para proponer a los participantes en este estudio un suplemento de vitamina C y la fabricación de un placebo que distribuiremos durante el estudio.

Una vez que todos los participantes en este estudio estén de acuerdo, podemos empezar a seleccionar a los participantes de forma voluntaria con la ayuda de fisioterapeutas que estarán en contacto con los pacientes. Entonces podremos incluir a los pacientes de acuerdo con los criterios de inclusión del estudio con su consentimiento por escrito. Con la información que los pacientes tendrán, serán libres de firmar el consentimiento informal para participar en el estudio y en toda legalidad.

Este estudio se iniciará para cada persona de forma individual tras la llegada de un nuevo paciente al centro, y se ofrecerá sistemáticamente a los pacientes que cumplan los criterios de inclusión. Serán así divididos aleatoriamente por el distribuidor de la farmacia que llevará una lista de apellidos y nombres y que será el único que conozca los grupos a los que se asignará a cada persona. Los fisioterapeutas encargados de la rehabilitación y nosotros mismos no conoceremos los grupos de cada persona. Esto nos permitirá mantener la igualdad de trato para cada persona y no distorsionar el resultado.

Para cada paciente, habrá una sesión informativa sobre el estudio y sobre el progreso de la rehabilitación y las diferentes fases del tratamiento en función de su evolución. Por supuesto, de acuerdo con la evolución específica de cada uno, este plan de tratamiento será adaptable a medida que estén disponibles. Explicaremos las diferentes pruebas de evaluación a las que se someterán, así como la ingesta diaria de vitaminas o placebo y cómo ingerirlas.

Estimaremos el tiempo de este estudio en unos 12 meses, el tiempo para tener suficientes participantes para este estudio y para poder observar los resultados de cada individuo.

Al inicio del tratamiento de cada persona, evaluaremos el dolor que siente, la apariencia de la cicatriz utilizando nuestra escala y el grado de flexión y extensión de la rodilla, estas pruebas se realizarán cada dos semanas para asegurar un seguimiento completo y constante de las variables. A partir de la décima semana se procederá a la evaluación de la fuerza de los músculos de la rodilla (cuádriceps e isquiotibiales), para lo cual se realizará una prueba adicional que se realizará cada dos semanas además de las evaluadas inicialmente. Esta prueba se realizará utilizando el Cybex que está presente en el centro donde estamos realizando nuestro estudio y estos datos se registrarán en el ordenador de la máquina isocinética.

Finalmente, el proceso se llevará a cabo durante 6 meses para los pacientes, durante los cuales podremos detener el seguimiento de los pacientes y recoger nuestros resultados para analizarlos y recopilarlos con el fin de evaluarlos y asegurar un estudio fiable y sin problemas.

4.5.1 Valoraciones de la intervención

Como se ha mencionado anteriormente, la evaluación de las variables se realizará en cada paciente en diferentes momentos y con un intervalo de dos semanas entre cada prosa de datos. Estas evaluaciones serán diversas y utilizaremos herramientas verificadas para mantener un estudio confiable:

- Evaluación del dolor experimentado por el paciente mediante una escala analógica visual de dolor EVA.
 - o Es una escala de autoevaluación del dolor que es sensible y reproducible tanto en situaciones de dolor agudo como crónico. El EVA se presenta mediante una regla de plástico de 10 cm graduada en milímetros que puede ser horizontal o vertical. Cuando se lo presentamos al paciente, debe ser capaz de situar su dolor en esta escala entre las indicaciones "sin dolor" y "dolor máximo imaginable". Al mostrarnos lo dado, el paciente nos dará una indicación del dolor que vamos a medir en milímetros con esta regla.

- Evaluación de los grados de flexión y extensión de la rodilla mediante un goniómetro.
 - o El goniómetro es una herramienta sencilla, que nos permite medir las amplitudes articulares del cuerpo humano y su manejo y que es conocida por los fisioterapeutas. Para medir la flexión de cada paciente, colocaremos el goniómetro de forma precisa:
 - Eje articular: centro del cóndilo lateral del fémur.
 - Rama fija: se aplica a la cara lateral del segmento femoral, apuntando al centro del trocánter mayor.
 - Rama móvil: se aplica al segmento de la pierna, apuntando a la mitad del maléolo lateral.
 - o Para medir la extensión usaremos la misma posición. Cuantificaremos los datos en grados que se mostrarán en el goniómetro. (Anexo 10)

- Evaluación postoperatoria de cicatrices usando la escala de Vancouver
 - o Esta escala nos permitirá ver la evolución del aspecto de la cicatriz, observaremos varios puntos:
 - Pigmentación: la pigmentación de la cicatriz se compara con la piel normal del individuo y estos datos se registran de 0 a 2, si la piel es

normal la puntuación es 0, si hay hipopigmentación la puntuación es 1 y si hay hiperpigmentación la puntuación es 2.

- La vascularización nos permite evaluar la velocidad del suministro de sangre capilar a la cicatriz. Cuando el color de la piel es normal la puntuación es 0, si hay un ligero aumento y la piel es rosada entonces la puntuación es 1, si la cicatriz es roja entonces la puntuación es 2, y si el suministro de sangre es excesivo entonces ponemos la puntuación de 3.
 - La flexibilidad se refiere a la movilidad funcional de la cicatriz en relación con las contracturas y la textura de la piel circundante. Su puntuación es de 0 a 5 dependiendo de la flexibilidad que es normal en caso de contractura.
 - El grosor de la cicatriz se evalúa y dependerá del contenido de colágeno de la cicatriz, así como del edema postoperatorio, ya sea que se resuelva o no con el tiempo. Su evaluación se basa en la máxima elevación vertical de la cicatriz en comparación con la piel normal. Si la elevación es cero entonces la puntuación es 0, sin embargo, si la elevación excede los 5 mm entonces la puntuación puede aumentar a 3.
- Evaluación del cuádriceps y de la fuerza muscular isquiotibial con la máquina isocinética CYBEX.
- En la prueba de flexión y extensión de la rodilla, los resultados de esta prueba se muestran en forma gráfica con un valor numérico. La línea de esta curva corresponde al movimiento de flexión y extensión de la rodilla durante el ensayo concéntrico o excéntrico, también podemos realizar un ensayo isométrico sin movimiento con una resistencia que se adapta a la fuerza proporcionada por el paciente.
 - Primero utilizaremos la prueba isométrica y tomaremos los valores mostrados con el software que se suministra con el Cybex.
 - Después de un cierto período de rehabilitación podemos hacer pruebas concéntricas y pasar a pruebas excéntricas con las personas de cada grupo para comparar los resultados de cada una.

- Podemos analizar en este software varios parámetros importantes tales como:
 - El par de fuerza máxima: el momento de fuerza más alto durante el movimiento
 - La posición angular: corresponde al ángulo de flexión de la rodilla, donde el pico de par de fuerza es mayor.
 - Potencia: reflejo de la fuerza desarrollada y de la velocidad de movimiento.
 - Relación de par máximo entre grupos homólogos: para comprobar si existe una asimetría entre los músculos homólogos y los riesgos traumáticos para los grupos musculares más débiles.
 - La relación de par máximo entre los grupos antagonistas: la relación de fuerza entre los tendones de la corva y los cuádriceps.
 - La fase ascendente: tiempo entre el inicio de la contracción y el par máximo.
 - Ensayos de resistencia o de fatiga: permite medir la fatiga a lo largo de una larga serie de repeticiones.
 -

4.5.2 Protocolo de tratamiento para el grupo control

Para el grupo de control realizaremos un tratamiento de fisioterapia convencional tal y como explicamos en la introducción con diferentes fases. Dedicaremos 3 sesiones por semana a cada paciente.

- En la primera fase de la primera semana después de la operación a principios de la tercera semana (D1-D21) pasaremos las primeras horas tratando la cicatriz y haciendo la rodilla más indolora posible. Y trabajar para obtener una extensión activa y fija. También será necesario alcanzar los 60° de flexión de la rodilla durante este mismo período. Para lograr un determinado resultado utilizaremos herramientas sencillas de rehabilitación:
 - Trabajar para movilizar la rodilla en extensión pasiva con la ayuda de un fisioterapeuta o con una rodillera arthromotriz Kinetec.
 - Extensión activa y bloqueo de la rodilla mediante ejercicios isométricos como el aplastamiento del cojín.
 - Trabajo pasivo de movilización en flexión con la ayuda de un fisioterapeuta o una rodillera artromotriz Kinetec.

- Masaje relajante de los componentes de la rodilla y sus músculos para aliviar el dolor y las contracturas.
 - Aplicación de crioterapia y presoterapia para reducir la presencia de edema en la cicatriz y la rodilla.
 - Propiocepción de trabajo en cadena abierta ligera.
- En la segunda fase, desde el inicio de la sexta semana hasta el inicio de la quinta semana (D21-D42), estaremos en una fase de recuperación progresiva del soporte y recuperación de las amplitudes de flexión. Podemos empezar a caminar sin muletas y apoyarla de forma moderada. Las amplitudes de la articulación de la rodilla deben estar alrededor de 120° de flexión y 0° de extensión. Se debe observar una progresión al nivel muscular. Para llegar a esta etapa podremos utilizar varias herramientas de rehabilitación:
- Masaje y cuidado de las cicatrices si es necesario de acuerdo a la evolución para limitar posibles adherencias.
 - Crioterapia y presoterapia para reducir el edema y el dolor que aún puede estar presente en la rodilla y la cicatriz.
 - Uso de técnicas manuales activas y pasivas en la recuperación de la movilidad de la rodilla en flexión y extensión si es necesario.
 - Bloqueo de la rodilla en extensión contra la resistencia de forma isométrica (podemos utilizar el Cybex en modo isométrico a partir de este momento).
 - Rehabilitación progresiva al caminar con apoyo en la pierna operada con bloqueo activo de la rodilla en extensión.
 - Aumento de la actividad muscular de los tendones y cuádriceps a través de la electroestimulación y el ejercicio de baja carga.
 - Aumento de las actividades estáticas de propiocepción en unipodal o bipodal dependiendo del progreso del paciente.
 - Recuperación de la actividad deportiva limitada únicamente a la bicicleta estática sin resistencia si las amplitudes articulares lo permiten.
 - Uso de balneoterapia si la cicatriz lo permite para reducir el dolor y aumentar la recuperación de las amplitudes articulares.
- A partir de la sexta semana y hasta el cuarto mes de rehabilitación, entramos en una fase de consolidación de la articulación de la rodilla. Será necesario asegurar la

fuerza del injerto y aumentar el trabajo de resistencia a medida que avancen las sesiones de rehabilitación.

- Realización de trabajos de contracción del cuádriceps en diferentes ángulos de flexión de rodilla.
- Trabajo de la fuerza de contracción y de la velocidad de contracción con la máquina Cybex.
- Utilización de cuádriceps en cadena cinética cerrada con resistencia progresiva según la evolución del paciente con la máquina Cybex.
- Evolución del control neuromuscular y propiocepción de la rodilla a través del trabajo en planos inestables como el balón, la tabla inestable, el trampolín o el trabajo manual con el paciente con los ojos cerrados y el fisioterapeuta.
- Recuperación de actividades deportivas con aumento de la frecuencia cardíaca, como el ciclismo con resistencia o la natación (evitar el brazalete). O la recuperación de la carrera sobre terreno llano y flexible al final de este período.

Durante este mismo período de rehabilitación, proporcionaremos a los pacientes, con la ayuda de nuestro asistente de farmacia, placebos que se tomarán por la mañana y por la noche a horas fijas cada día con el fin de mantener un estudio confiable. Estos placebos preparados en las farmacias no serán más que lactosa en polvo que se utiliza regularmente en el estudio y la fabricación de placebos.

4.5.3 Protocolo de tratamiento para el grupo experimental

Para aquellos que estarán en el grupo experimental, podemos referir el tratamiento de fisioterapia al grupo de control porque este tratamiento no variará para ambos grupos. Se someterán a la misma rehabilitación con un fisioterapeuta y tendrán que realizar las mismas pruebas físicas durante el mismo período que el grupo de control para no distorsionar el resultado.

La diferencia en el protocolo entre los dos grupos se debe a la ingesta de vitamina C. Este grupo experimental tendrá que ingerir dos veces al día (8h-20h) las vitaminas C reales proporcionadas por el asistente de farmacia para mantener la imparcialidad del tratamiento durante todo el estudio.

Para este estudio utilizaremos pastillas de la marca farmacéutica "UPSA Vitamina C 500MG" (Anexo 12). La composición de estas píldoras masticables es de 500 mg de vitamina C, la

cual producirá una dosis diaria de 1 gramo. El grupo control recibirá unos comprimidos iguales a los del grupo experimental sin el principio activo. Para ello se solicitará a la farmacia su preparación y su dispensación.

4.6 Variables

4.6.1 Variables independientes

Las variables independientes de este estudio son 3 :

- Ingestión de placebos o vitamina C
- Masculino o femenino
- Edad
- Número de lesiones del ligamento cruzado
- Número de actividades físicas por semana

4.6.2 Variables dependientes

Las variables dependientes de este estudio son 10:

- Intensidad del dolor según la escala EVA
- Grado de flexión
- Grado de extensión
- Aspecto de la cicatriz según la escala de Vancouver
- Pico de fuerza máxima
- Posición angular
- Máxima relación de picos entre grupos homólogos (cuádriceps y tendones de la corva)
- Máxima relación de pico entre los grupos antagonistas
- Tiempo entre el inicio de la contracción y la fuerza máxima de pico
- Resistencia a la fatiga

4.7 Análisis de los registros

El análisis de todos los datos se realizará gracias a una base de datos que habremos codificado antes del estudio y que estará presente en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 23 para Windows. Este programa nos permitirá identificar las diferencias entre los dos grupos en todos los datos que habremos obtenido durante el estudio y así analizar los resultados e interpretarlos.

Todos los resultados se pondrán en una tabla separando los dos grupos, haremos una media, moda y mediana de cada grupo y de cada información recogida para su comparación entre ellos.

Con este software podremos responder a nuestra pregunta inicial analizando las diferencias o no entre los dos grupos de estudios a través de una comparación.

4.8 Limitaciones del estudio

Este estudio puede tener algunas limitaciones porque no podemos permitirnos el lujo de realizar un estudio sin excluir algunos puntos difíciles de abordar, en la lista de abajo los problemas pueden ser resueltos en estudios futuros sobre el tema :

- Una pequeña muestra de participantes. Para un estudio más fiable habría sido más apropiado incluir un mayor número de participantes en este estudio, pero el tiempo y los recursos no lo permiten en este contexto porque primero debemos proporcionar un servicio de atención.
- Ingesta incontrolada de vitaminas y placebo. Sería prudente establecer un control para la ingesta correcta de vitaminas en este estudio, pero no podemos estar seguros de la buena fe de los participantes si han consumido bien sus comprimidos todos los días a una hora determinada o si se han olvidado de tomarlos.
- El costo de este estudio. Probablemente será alto porque debemos usar un dispensador de farmacia para este estudio y proporcionar equipo de tratamiento para todos los pacientes. Así como el centro de rehabilitación que puede ser una barrera porque no sólo son los pacientes en el estudio y podemos estar avergonzados por nuestras pruebas.

- Las dietas específicas de cada persona. Es posible que las personas en el estudio sigan una dieta especial que distorsiona los resultados porque pueden comer principalmente de una manera saludable consumiendo una alta cantidad de vitamina C.
- Los medios de administración que pueden incomodar al paciente porque la ingestión de píldoras puede ser restrictiva para algunas personas, se debe considerar otra forma de administración intravenosa local para estudios futuros con el fin de lograr un efecto más inmediato en los pacientes y una mejor eficacia si es posible.

4.9 Aspectos éticos

Antes de poder comenzar nuestro estudio, debemos proponer nuestro proyecto a un grupo de ética científica que validará nuestro proyecto desde un punto de vista ético al verificar que los derechos de los pacientes y los sujetos estén bien protegidos. Los grupos de ética reúnen a varios profesionales de la salud y permiten garantizar la ética de los protocolos de investigación que involucran a la persona humana.

El estudio debe tener en cuenta cuatro principios fundamentales de la ética:

- Ventaja: cada persona que componga los grupos de control y experimentación recibirá un tratamiento de fisioterapia tradicional que es la base del tratamiento después de la cirugía del ligamento cruzado. Ningún grupo se beneficiará más que otro porque el suplemento de vitamina C es solo una adición al tratamiento básico.
- No perjudicial: las dosis que administraremos al grupo experimental no son peligrosas para los humanos porque permanecemos dentro de los límites aceptables para el hombre y sin repercusiones perjudiciales para los humanos.
- Justicia: la elección de los grupos se realiza de forma aleatoria desde el principio del estudio. De manera similar, los fisioterapeutas no están informados de la membresía del grupo de pacientes para permitir que todos reciban el mismo tratamiento y no favorecer a un grupo más que a otro.
- Autonomía: los sujetos del estudio son libres de aceptar participar o no. Los pacientes también pueden abandonar el estudio en cualquier momento sin afectar su tratamiento actual en el centro de fisioterapia.

Garantizamos el derecho del paciente a la información mediante la firma de un formulario de consentimiento informal para garantizar que el paciente entienda el propósito de la experiencia y esté consciente de estos derechos y obligaciones. durante el experimento

Los pacientes en el estudio serán protegidos por la sección del "código de ética de los fisioterapeutas de Francia R.4321-55" El secreto profesional instituido en los intereses de los pacientes debe ser el fisioterapeuta en las condiciones establecidas.

5. Utilidad práctica de los resultados

El estudio realizado nos permitirá identificar un resultado que podamos analizar. Si los resultados de este estudio son favorables, teniendo en cuenta que no hubo errores y que el estudio se completó con suficientes sujetos, podríamos considerar la posibilidad de replicar este estudio a mayor escala y diversificar el programa de rehabilitación para que a largo plazo se ponga en marcha un nuevo mecanismo de rehabilitación que permita un mejor manejo de la cirugía de rodilla.

Además, si se obtiene un resultado favorable en este estudio, podríamos diversificar los estudios siguientes y permitir un mayor avance en la ciencia de la fisioterapia y los tratamientos postoperatorios. Y así proponer una mayor aplicación a la vitamina C.

De esta manera, el tratamiento postoperatorio ya no se limitaría a una simple fisioterapia, sino a una combinación de dieta y fisioterapia.

Si seguimos los diferentes datos que podemos extraer de nuestro estudio, tendríamos varias pistas: si vemos una disminución del dolor que es diferente entre los dos grupos, entonces mostrará una efectividad en la reducción del dolor en el paciente. Si la puntuación de la escala de Vancouver es más favorable, entonces podríamos tener un efecto positivo sobre la curación en las personas que se han sometido a una cirugía de curación. Así como los grados de amplitud son datos muy importantes que demostrarían su eficacia con varios estudios que los avalan. Los datos de fuerza muscular nos permitirán mostrar un efecto en la recuperación del estrés de pacientes y músculos que a menudo son los más difíciles de recuperar después de la cirugía.

Con todos estos datos tendremos todos los beneficios que pueden resultar de este estudio.

Sin embargo, si el estudio no proporcionara ningún resultado favorable a la ingesta de vitamina C, esto también sería un paso adelante en sí mismo. Porque esta vitamina es muy polémica en el mundo actual, y esto sería una prueba de que su eficacia no es tan poderosa y que tiene limitaciones. Ciertamente es una vitamina que el cuerpo humano no puede prescindir, pero algunas personas no dudan en utilizarla para curarlo todo, se necesita evidencia científica para probar la validez o no de los alimentos y vitaminas.

6. Bibliografía

- Drake, R., Vogl, A., Mitchell, A., Duparc, F., Duparc, J., Co, J., Coquerel-Béghin, D., Duparc, F., Duparc, J., Muller, J. and Tobenas-Dujardin, A. (2015). *Gray's Anatomie pour les étudiants*. 3rd ed. Paris: Elsevier Masson, p.Membre inférieur. 7.
- Duthon, V.B., Barea, C., Abrassart, S. et al. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2006) 14: 204. <https://doi.org/10.1007/s00167-005-0679-9>
- Bertrand Tamalet, Pierre Rochcongar (2016) *Epidémiologie et prévention de la rupture du ligament croisé antérieur du genou*. *Revue du Rhumatisme Monographies*, Volume 83, Issue 2, Pages 103-107 (<https://doi.org/10.1016/j.monrhu.2016.01.004>.)
- C. Bonnard, F. Chotel (2007) *Les lésions ligamentaires et méniscales du genou de l'enfant et de l'adolescent*, Volume 93, Issue 6, Supplement 1, Pages 95-99 ([https://doi.org/10.1016/S0035-1040\(07\)92714-2](https://doi.org/10.1016/S0035-1040(07)92714-2).)
- Dr. Nicolas Bouquennec, (2017) *Rupture du ligament croisé antérieur (LCA)* Extracto de : <http://www.ccos.fr/entorse-rupture-ligament-croise-antérieur-lca-genou>
- Maria Teresa Pereira (2003) *Epidemiologia de las lesiones del ligamento cruzado anterior en el futbolista profesional*. *Archivos de Medicina del Deporte*, Volumen XX, N°96, Pages 299-303 (http://femede.es/documentos/Original_ligamento-cruzado_299_96.pdf)
- Romain Seil (2018), *L'épidémie des lésions du ligament croisé antérieur : comment vaincre un fléau ?*, Centre Hospitalier de Luxembourg (https://www.sport-sante.lu/images/Flyer/Flyer_LCA.pdf)
- Anne Fältström, Joanna Kvist, Håkan Gauffin, Martin Hägglund (2018) *Femal Soccer Players With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Have a Higher Risk of New Knee Injuries and Quit Soccer to a Higher Degree Than Knee-Healthy Controls*, *The American Journal of Sports Medicine*, 47(1), 31-40. <https://doi.org/10.1177/0363546518808006>

- Plas, C.G. & Opstelten, Wim & Deville, Walter & Bijl, D & Bouter, Lex & Scholten, R.J.P.M.. (2005). *Physical diagnosis - The value of some common tests for the demonstration of an anterior cruciate-ligament rupture: Meta-analysis. Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde.* 149. 83-88.

- Regis, A & Loffroy, R & Guiu, Boris & Mejean, N & Trodi, N & Ben Salem, Douraied & Lerais, Jm & Cercueil, Jean-Pierre & Krause, D. (2007). *Les ruptures du ligament croisé antérieur « revisités » en IRM 3.0 Tesla.*
https://www.researchgate.net/publication/266093775_Les_ruptures_du_ligament_croise_anterieur_revisitees_en_IRM_30_Tesla.

- G. Bressy, S. Lustig, P. Neyret, E. Servien (2015) *Instabilités du genou*, EMC – Appareil locomoteur, Volume 10, Numero 4, [http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0521\(15\)66293-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0521(15)66293-3)

- Guenoun, D., Corroller, T. L., Amous, Z., Pauly, V., Sbihi, A., & Champsaur, P. (2012). *The contribution of MRI to the diagnosis of traumatic tears of the anterior cruciate ligament.* Diagnostic and Interventional Imaging,93(5), 331-341.
doi:10.1016/j.diii.2012.02.003

- Trojani C., Remi M., Neyret Ph., Boileau P. (2004) *Histoire naturelle du genou après rupture du ligament croisé antérieur chez l'adulte.* Cahiers d'enseignement de la SOFCOT N°86, p 8-16

- Victoria B. Duthon, Guy Messerli, Jacques Menetrey (2008) *Reconstruction du ligament croisé antérieur : indications et techniques*, Rev Med Suisse 2008; volume 4. 2744-2748

- Philippe M. Tscholl, Virginie M. Haldemann, Arne De Smet, Suzanne Gard, Ryan Burgan, Viken V. Yerganyan, Jacques Ménétrey (2017) *Comment choisir le type de greffe pour la reconstruction du ligament croisé antérieur?* Rev Med Suisse 2017; volume 13. 1339-1342 (<https://www.revmed.ch/RMS/2017/RMS-N-569/Comment-choisir-le-type-de-greffe-pour-la-reconstruction-du-ligament-croise-anterieur>)

- S. Plaweski , J. Rossi, P. Merloz, (2009) *Anterior cruciate ligament reconstruction: Assessment of the hamstring autograft femoral fixation using the EndoButton CL* Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research (2009) 95, 606—613, DOI of original article:10.1016/j.rcot.2009.10.010.

- Has-sante.fr. (2008). *Critères de suivi en rééducation et d'orientation en ambulatoire ou en SSR Après ligamentoplastie du croisé antérieur du genou*. Disponible en : https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/reeducation_genou_ptg_-_synthese_des_recommandations.pdf

- Balz Frei, Ines Birlouez-Aragon & Jens Lykkesfeldt (2012): *Authors' Perspective: What is the Optimum Intake of Vitamin C in Humans?*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 52:9, 815-829

- J. Lykkesfeldt, A. J. Michels, and B. Fre (2014) *Vitamin C*, American Society for Nutrition. Adv. Nutr. 5: 16–18, 2014; doi:10.3945/an.113.005157.

- S.Parreau, S.Palat, A.Cypierre, K.H.Ly, F.X.Lapébie, G.Gondran, E.Liozon, H.Bezanahary, S.Nadalon, A.Fauchais (2015) ; *Scorbut, la maladie des corsaires toujours d'actualité*. La Revue de Médecine Interne, Volume 36, Supplement 2, December 2015, Page A211

- Pernille Tveden-Nyborg and Jens Lykkesfeldt (2013) *Does Vitamin C Deficiency Increase Lifestyle-Associated Vascular Disease Progression? Evidence Based on Experimental and Clinical Studies*, Antioxidants & Redox Signaling Volume 19, Number 17, doi: 10.1089/ars.2013.5382

- DePhilipo NN, Aman ZS, Kennedy MI, Begley JP, Moatshe G, LaPrade RF. (2018) *Efficacy of Vitamin C Supplementation on Collagen Synthesis and Oxidative Stress After Musculoskeletal Injuries: A Systematic Review*. Orthop J Sports Med. 2018 Oct 25;6(10):2325967118804544. doi: 10.1177/2325967118804544.

- Dr Pallure Louis, (2013) *Rééducation isocinétique en traumatology du sport*. Disponible en : <https://www.la-clinique-des-fascias.com/cybex/>

7. Anexos

7.1 Anexo 1 : Recuerdo anatómico de la rodilla

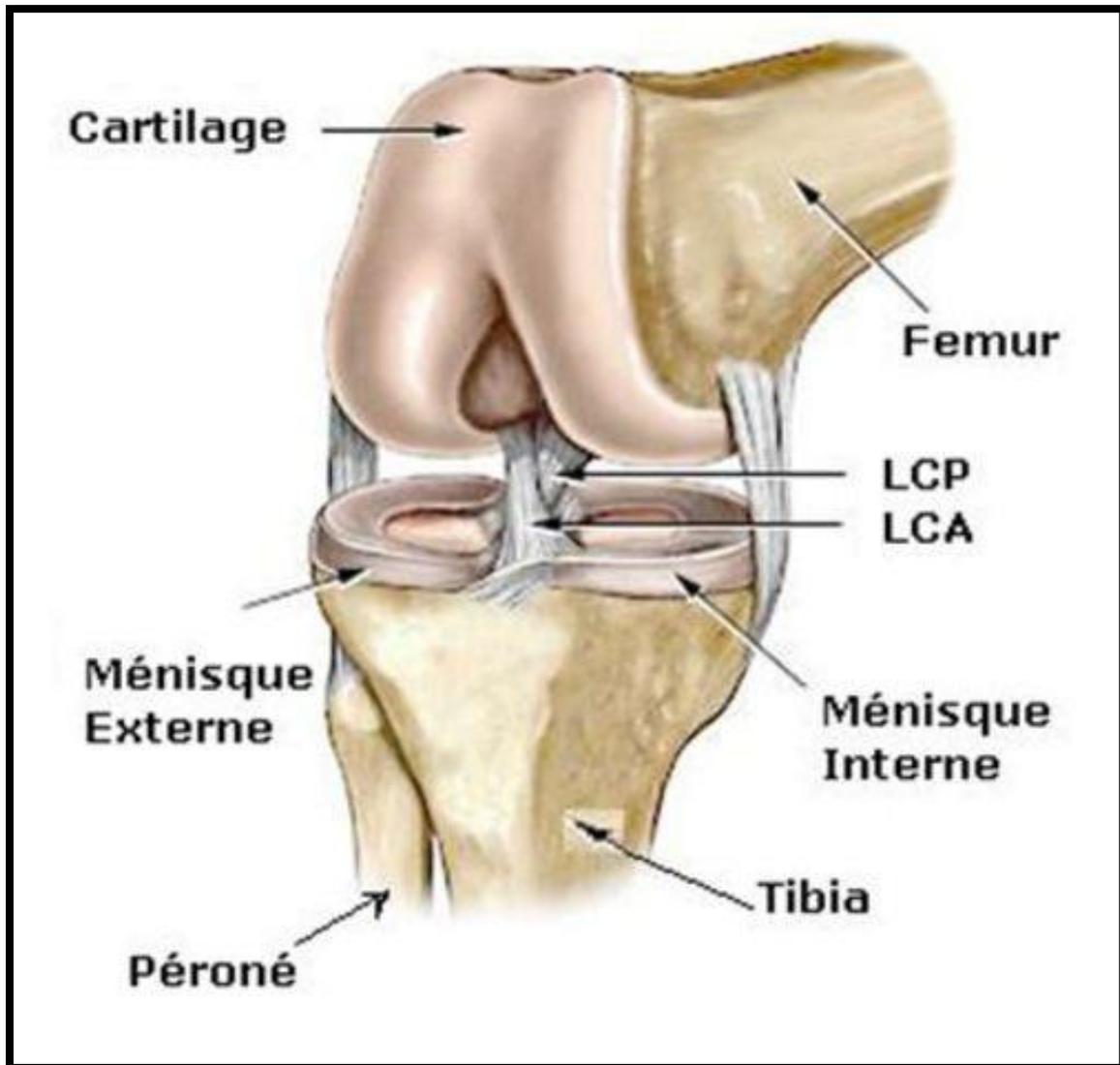


Figura 1 : Estructura ósea de la rodilla. Recuperado de : <http://www.centredugenou.com/douleur-au-genou/anatomie-et-fonction-du-genou/>

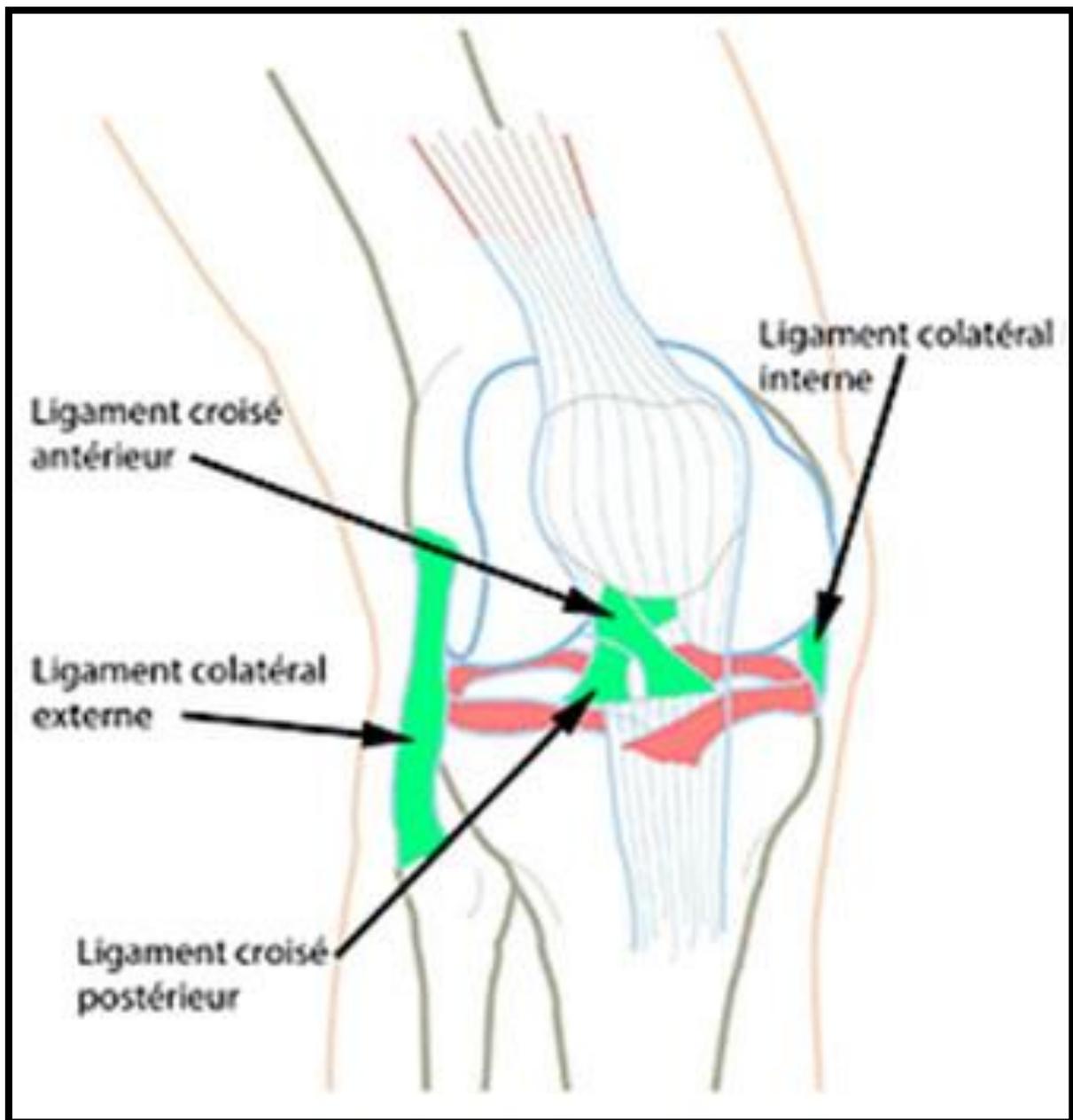


Figura 2 : Estructura ligamentosa de la rodilla. Recuperado de : <http://www.orthosudmontpellier.com/les-pathologies/genou/anatomie-du-genou.html>

7.2 Anexo 2 : Datos de PMSI MCO

Approche pour une racine donnée :
 - caractérisation des 25 principaux actes en 2017

Choix d'une racine : 08C34 Interventions sur les ligaments croisés sous arthroscopie
 Racine avec un J : non
 Racine avec un T : non

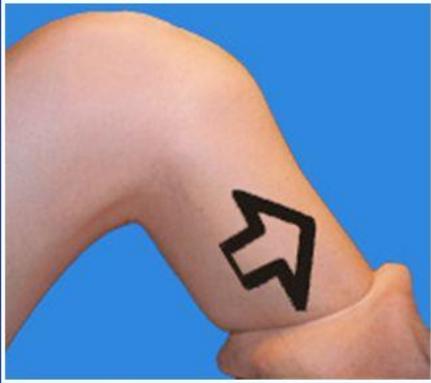
Acte classant	Libellé	Nombre total de séjours	Nombre de séjours sans nuitée	Taux d'ambulatoire	Nombre de séjours avec nuitée			
					niveau 1	niveau 2	niveau 3	niveau 4
NFMC0030	Reconstruction du ligament croisé antérieur du genou par autogreffe, par arthroscopie	44 408	20 705	46,6%	23 260	397	20	1
NFMC0010	Reconstruction des ligaments croisés du genou, par arthroscopie	434	157	36,2%	261	12	3	1
NFCC0020	Suture ou réinsertion du ligament croisé antérieur du genou, par arthroscopie	329	105	31,9%	213	8	3	-
NFMC0020	Reconstruction du ligament croisé postérieur du genou par autogreffe sans renforcement synthétique, par arth	309	60	19,4%	235	11	1	-
NFMC0060	Reconstruction itérative du ligament croisé postérieur du genou par ligament synthétique, par arthroscopie	45	6	13,3%	37	2	-	-
NFCC0010	Suture ou réinsertion du ligament croisé postérieur du genou, par arthroscopie	30	7	23,3%	21	2	-	-

Figura 1 : Datos de PMSI MCO sobre el ligamento cruzado y las intervenciones de menisco para 2017. Recuperado de : <https://www.scansante.fr/applications/analyse-activite-nationale>

7.3 Anexo 3 : Test de Lachman.

Mise en évidence d'une laxité ligamentaire

Tiroir antérieur



En flexion



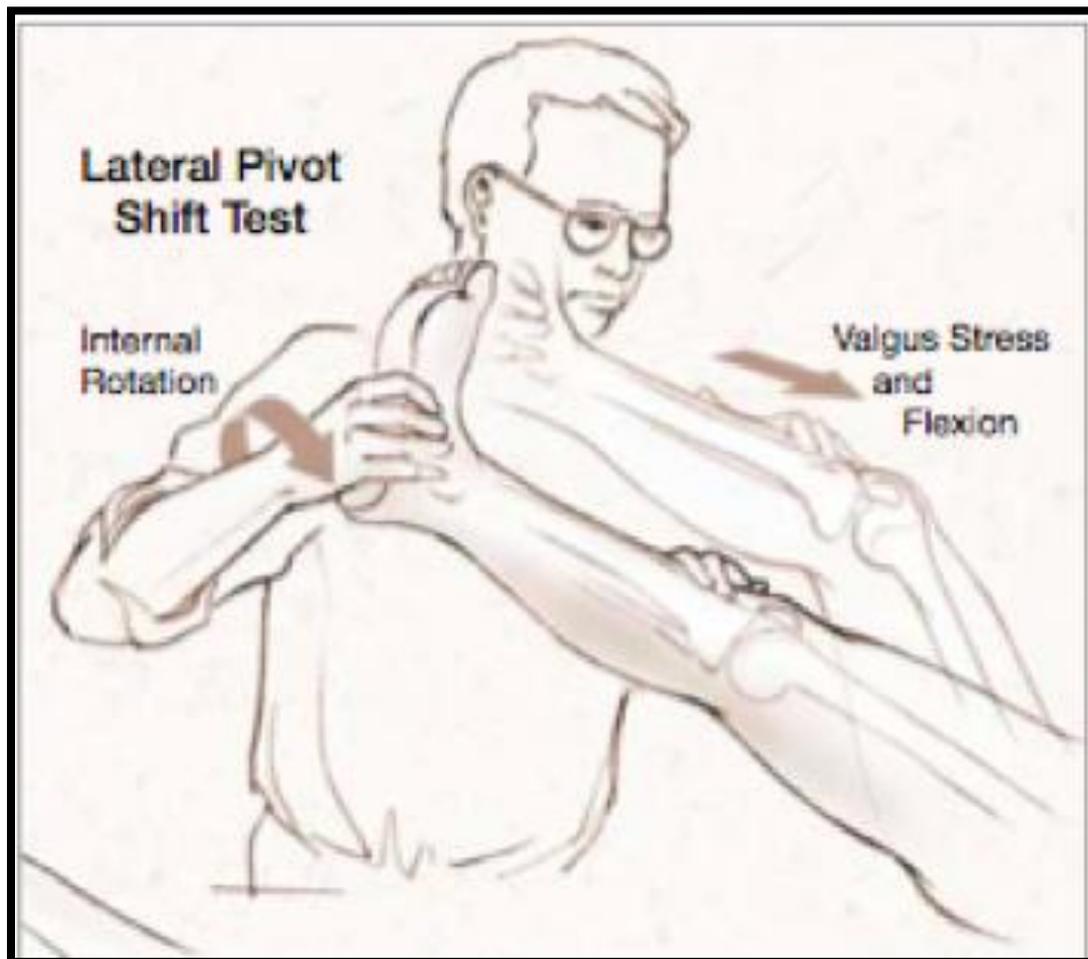
Trillat-lachman test



**"LACHMAN test" introduit par TORG 1976
pratiqué en France par TRILLAT (1963)**

Recuperado de : "Ruptures des ligaments du genou » (<https://slideplayer.fr/slide/11453142/>)

7.4 Anexo 4 : Test “Pivot Shift.”



Recuperado de : « Lateral pivot shift test: Valgus stress on knee plus internal/external rotation of knee during knee flexion » (<https://img.grepmed.com/uploads/810/lateralpivotshift-diagnosis-sports-aliem-ortho-original.png>)

7.5 Anexo 5 : Caractéristiques biomécaniques y operativas

	Avantages	Inconvénients
BPTB	<p>Charge à la résistance supérieure (2977N vs. 2160N pour le LCA natif)</p> <p>Consolidation rapide par guérison osseuse</p> <p>Longueur idéale du tendon</p> <p>Ratio ischio-jambiers/quadriceps respecté en postopératoire</p>	<p>Greffe tendineuse fine et non adaptable</p> <p>Douleurs antérieures de genou fréquentes</p> <p>Perte de sensibilité prépatellaire</p> <p>Vulnérabilité structurelle de l'appareil extenseur</p> <p>Tendinite patellaire</p> <p>Patella infera ou fracture patellaire</p>
DIDT	<p>Charge à la résistance supérieure (4SHT : 4090N)</p> <p>Intégrité de l'appareil extenseur</p> <p>Longueur et épaisseur adaptable</p> <p>Possibilité d'associer la technique à double faisceau (double-bundle)</p> <p>Possibilité d'associer une reconstruction du ligament antéro-latéral (ALL)</p>	<p>Consolidation os-tendon plus lente</p> <p>Elargissement du tunnel par effet élastique (bungee-effect)</p> <p>Perte de sensibilité (nerf saphène)</p> <p>Perte de flexion en actif</p> <p>Effet négatif sur le ratio ischio-jambiers/quadriceps</p> <p>Effet défavorable sur le contrôle dynamique de la rotation interne du tibia</p> <p>Greffe variable (longueur et épaisseur)</p>
TQ	<p>Charge à la résistance supérieure (2174N)</p> <p>Hautement polyvalent (diamètre, longueur, pastille osseuse)</p> <p>Préservation de la force de l'appareil extenseur</p> <p>Ratio ischio-jambiers/quadriceps respecté en postopératoire</p> <p>Faible incidence de douleur antérieure du genou</p> <p>Pas de perte de sensibilité</p> <p>Faible influence sur la mobilité de la patella et sur la cicatrisation de la région infrapatellaire</p>	<p>Variation anatomique (couches tendineuses et graisseuses entre les feuillets, hautement variables)</p> <p>Risque de formation de large tissu cicatriciel</p> <p>Risque d'hématome postopératoire</p> <p>Risque de fracture patellaire lors de greffe avec pastille osseuse</p>

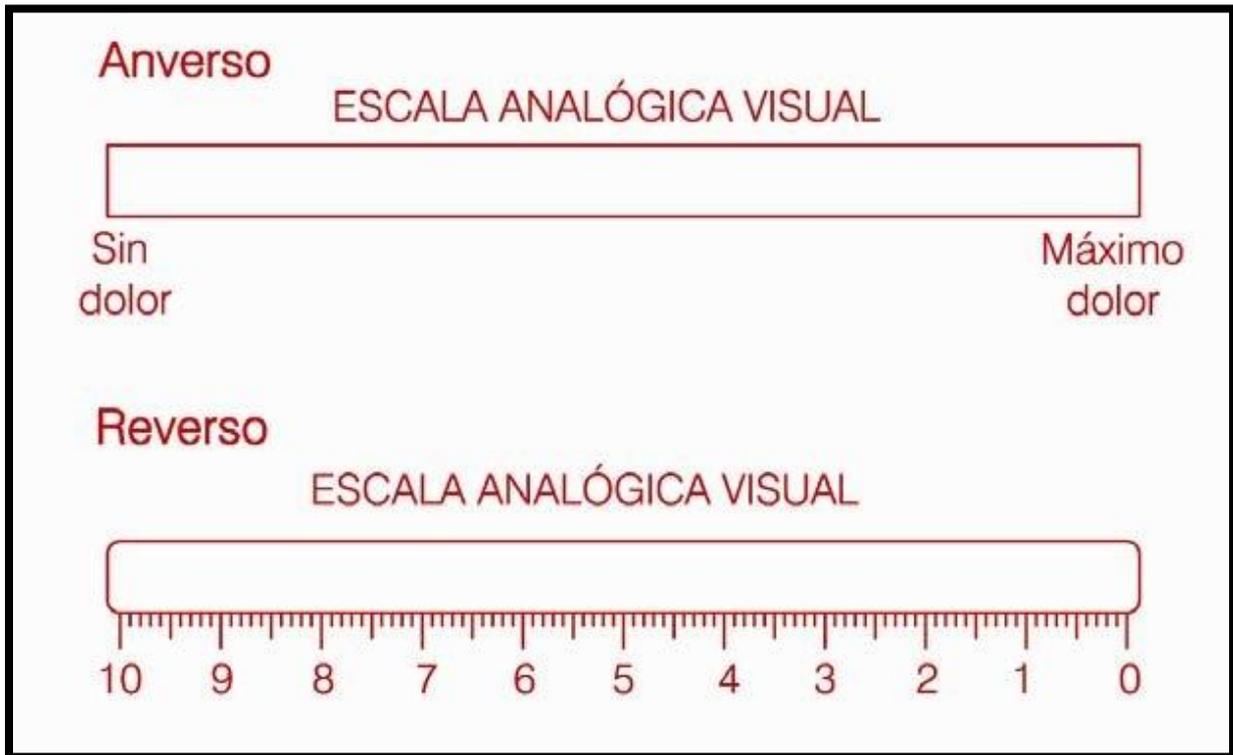
Recuperado de : <https://www.revmed.ch/RMS/2017/RMS-N-569/Comment-choisir-le-type-de-greffe-pour-la-reconstruction-du-ligament-croise-anterieur>

7.6 Anexo 6 : Lista previa aleatorizada

1	Grupo 1		35	Grupo 1	
2	Grupo 1		36	Grupo 1	
3	Grupo 2		37	Grupo 2	
4	Grupo 2		38	Grupo 2	
5	Grupo 1		39	Grupo 1	
6	Grupo 1		40	Grupo 2	
7	Grupo 2		41	Grupo 1	
8	Grupo 1		42	Grupo 2	
9	Grupo 2		43	Grupo 1	
10	Grupo 2		44	Grupo 1	
11	Grupo 2		45	Grupo 1	
12	Grupo 1		46	Grupo 2	
13	Grupo 2		47	Grupo 1	
14	Grupo 2		48	Grupo 2	
15	Grupo 1		49	Grupo 1	
16	Grupo 2		50	Grupo 1	
17	Grupo 2		51	Grupo 2	
18	Grupo 2		52	Grupo 2	
19	Grupo 1		53	Grupo 1	
20	Grupo 2		54	Grupo 2	
21	Grupo 2		55	Grupo 2	
22	Grupo 1		56	Grupo 1	
23	Grupo 2		57	Grupo 2	
24	Grupo 1		58	Grupo 2	
25	Grupo 2		59	Grupo 1	
26	Grupo 1		60	Grupo 1	
27	Grupo 1		61	Grupo 1	
28	Grupo 1		62	Grupo 1	
29	Grupo 1		63	Grupo 2	
30	Grupo 2		64	Grupo 2	
31	Grupo 1		65	Grupo 2	
32	Grupo 2		66	Grupo 2	
33	Grupo 2		67	Grupo 1	
34	Grupo 1		68	Grupo 1	

Recuperado de : Elaboración personal

7.7 Anexo 7 : Escala Visual Analógica (EVA)



Ramon Eizaga Rebollar (2015) Escalas de Valoración del Dolor. Recuperado de :
https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Escala-visual-analogica_fig5_321462394

7.8 Anexo 8 : The Vancouver Scar Scale

Scar characteristic	Score
Vascularity	
Normal	0
Pink	1
Red	2
Purple	3
Pigmentation	
Normal	0
Hypopigmentation	1
Hyperpigmentation	2
Pliability	
Normal	0
Supple	1
Yielding	2
Firm	3
Ropes	4
Contracture	5
Height (mm)	
Flat	0
<2	1
2~5	2
>5	3
Total score	13

Jin Kyung Chae, Jeong Hee Kim, Eun Jung Kim, Kun Park (2016) Values of a Patient and Observer Scar Assessment Scale to Evaluate the Facial Skin Graft Scar, DOI: 10.5021/ad.2016.28.5.615

Recuperado de :

https://www.researchgate.net/publication/309137791_Values_of_a_Patient_and_Observer_Scar_Assessment_Scale_to_Evaluate_the_Facial_Skin_Graft_Scar

7.9 Anexo 9 : CSMI Human Norm Cybex

Les rapports HUMAC

Humac permet une lecture et une interprétation facile de chaque rapport. Les données sont systématiquement sauvegardées. Elles peuvent être imprimées, et exportées sous format Excel ou PDF.

Plusieurs types de rapports sont disponibles permettant ainsi de cibler les valeurs adaptées à chaque situation :

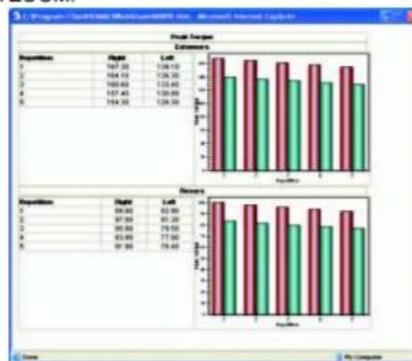
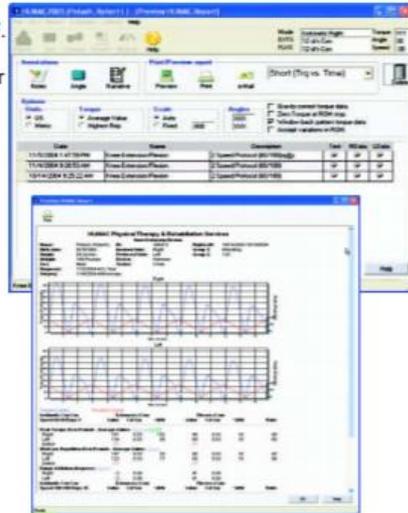
- ❖ Rapport Couple / Position
- ❖ Rapport Couple / Temps
- ❖ Rapport Position / Temps
- ❖ Etc..... En version court ou détaillé

Les options du rapport HUMAC permettent:

- Tests
- Courbes
- Graphiques
- Exercices
- Explications écrites et détaillées
- Rappels
- Progrès
- Analyse groupées

Déficits & Problèmes

Tout déficit (ratio ou valeur) est automatiquement surligné. Chaque valeur peut être analysée en utilisant la fonction ZOOM.



Le Genou

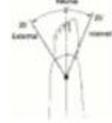
Extension/ flexion en position assise



Extension/ flexion en position allongée



Rotations tibiales interne et externe



HUMAC NORM Description matérielle. Recuprado de : <https://www.medimex.fr/humac-norm-by-csmi.html>

7.10 Anexo 10 : Instalación del goniómetro



Recuperado de : <https://www.revmed.ch/RMS/2013/RMS-N-411/Mesurer-l-amplitude-articulaire-du-genou-goniometre-universel-ou-smartphone>

7.11 Anexo 11: Consentimiento informado

Consentimiento Informado para el paciente que forma parte del ensayo clínico "Efectos de la vitamina C en la rehabilitación después de la operación de reconstrucción del ligamento cruzado anterior"

Apellido y nombre :

Edad :

Número de identidad :

Entiendo que mi participación es voluntaria. Entiendo que puedo retirarme del ensayo cuando quiera. Sin tener que dar explicaciones. Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Entiendo el uso de mis datos personales en una base de datos y el propósito de estos datos para el estudio y su comparación con otras personas de forma anónima.

Confirmando con la presencia de este documento que estaba bien informado sobre el progreso del estudio y el procedimiento de rehabilitación por parte de mi fisioterapeuta, quien estará a cargo de seguir y proceder a mi rehabilitación. También confirmo que soy consciente de los efectos secundarios que pueden ocurrir como resultado de la entrevista con mi fisioterapeuta.

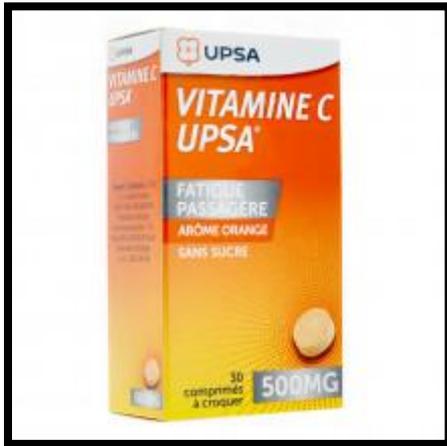
Comprendo por la presencia de este documento y después de mi entrevista con mi fisioterapeuta mis obligaciones durante este estudio y me comprometo a cumplirlas.

Fecha :

Firma del participante :

Firma del fisioterapeuta en carga del paciente :

7.12 Anexo 12 : Vitamina C UPSA 1000MG



Composition du médicament VITAMINE C UPSA

	p cp à croquer
Acide ascorbique (vitamine C)	500 mg
Aspartam	+
Saccharose	
Sodium	

Recuperado de : <https://eurekasante.vidal.fr/medicaments/vidal-famille/medicament-ovitcu01-VITAMINE-C-UPSA.html>

8. Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres el apoyo que me han brindado a lo largo de mis estudios y sin los cuales mi sueño de convertirme en fisioterapeuta no habría sido más que un sueño, una realidad. Si he llegado al final de mis estudios es sobre todo gracias a ellos y a su sacrificio. Agradezco a mi hermana por apoyarme todo el tiempo. Mis viejos amigos que han estado conmigo en los buenos y en los malos tiempos.

Agradezco a la Universidad de Vic y a todos estos profesores por su tiempo y conocimientos, gracias por enseñarme los valores de la fisioterapia de los que me ocuparía a lo largo de mi carrera, estos cuatro años han sido ricos en experiencia.

Gracias a mi tutor Pere Roura Poch por seguirme en este proceso de redacción de la tesis y por asesorarme.

También agradezco a mis tutores de prácticas que me enseñaron el oficio de fisioterapeuta y me dieron consejos para mi próxima vida activa.

9. Nota final del autor. El TFG como experiencia aprendizaje.

Este trabajo fue largo y tedioso, pero increíblemente rico. No creía que pudiera hacerlo, pero he desarrollado un gusto por la investigación y me gustaría realizar un estudio de este tipo en el futuro. Aprendí a hacerme las preguntas correctas, también cometí errores y aprendí de ellos. Pero este trabajo me abrió el camino a otra perspectiva de la fisioterapia, que es la investigación. Porque mucho más que tratar a una persona, el propósito de este trabajo sería llevar un beneficio a toda la población, al mayor número de personas posible, y este es el verdadero proyecto.

Es importante en el futuro que nos centremos más en la investigación para la ciencia y la salud, porque todavía nos queda un largo camino por recorrer antes de saberlo todo, ya que también es importante saber cómo cuestionar las ciencias que creíamos que habíamos adquirido.

Este tema de la memoria es importante para mí porque puede romper el mito de la vitamina C o reforzarlo. No es raro en nuestra época ver el uso de la ciencia sin pruebas reales y nos corresponde a nosotros llevarlas al mayor número posible para evitar cualquier riesgo para la población.

Este trabajo realmente me ha permitido descubrir el camino en el que quiero florecer después porque quiero tratar a la mayor cantidad de personas posible y, en mi opinión, no creo que deba reducirse a tratar a los pacientes en un centro de rehabilitación, siempre hay que apuntar cada vez más alto para uno mismo y para los demás.

Este trabajo es la culminación de mis 4 años en Vic, es mi último trabajo para la Universidad de Vic, pero mi primer trabajo de investigación e investigación en salud.