

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD  
PÚBLICA**

**SUBSEDE VENUSTIANO CARRANZA**

**TESIS**

**INTERVENCION FISIOTERAPEUTICA A  
TRAVES DE EJERCICIOS DE  
ESTABILIDAD ARTICULAR EN  
PACIENTES POSOPERADOS DE LCA EN  
LA CASA GERIATRICA DEL ISSTECH DE  
TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN FISIOTERAPIA**

PRESENTA

**YANDERI CASTILLEJOS FUENTES  
MONICA YAXATZI AVENDAÑO MORALES**



Venustiano Carranza, Chiapas

Junio 2023

# INDICE

1. RESUMEN.....	5
ABSTRACT .....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. ANTECEDENTES.....	9
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
5. JUSTIFICACIÓN.....	28
6. MARCO TEÓRICO .....	30
6.1. ANATOMIA GENERAL DE RODILLA .....	30
6.1.1. Morfología de ligamento cruzado anterior .....	33
6.1.2. Comportamiento y función del LCA.....	35
6.1.3. Lesión del LCA. ....	37
6.1.4. Mecanismos de lesión.....	39
6.2. ANATOMIA DE LCA .....	45
6.3. ANATOMÍA MACROSCÓPICA .....	45
6.3.1. Anclaje tibial.....	50
6.3.2. Anclaje femoral .....	50
6.3.3. Significado funcional de los puntos de anclaje. Concepto de "isometricidad", ¿realidad o fantasía? Actualmente se da gran importancia al concepto de "isometricidad", pero no se trata de un término nuevo.....	51

6.4. ANATOMÍA FUNCIONAL.....	54
6.5. REHABILITACION TRAS RECONSTRUCCION DE LCA .....	55
7. OBJETIVOS .....	57
8. HIPOTESIS .....	58
9. METODOLOGÍA.....	59
9.1 Tipo de estudio .....	59
9.2 Población .....	59
9.3 Muestra .....	60
9.4 Criterios de inclusión.....	60
9.5 Criterios de exclusión .....	60
9.6 Dosificación de los ejercicios .....	60
9.7 VARIABLES .....	73
10. ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	79
11. CONCLUSIONES .....	92
12. RECOMENDACIONES .....	93
13. ANEXOS .....	94
14. LITERATURA CITADA.....	96
Bibliografía.....	96



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**SECRETARÍA GENERAL**  
 DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
 DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR  
 AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Venustiano Carranza, Chiapas  
 19 de junio del 2024

C. Yanderi Castillejos Fuentes

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en fisioterapia

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

"Intervención fisioterapéutica a través de ejercicios estabilidad posoperados de LCA en la casa

Geríátrica del ISSTECH en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas"

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

**Revisores**

Lic. Claudia Yaneth Hernández Muñoz

Mtro. Roberto Rivera Borraz

Lic. Jesús Arturo Urbina Torres

**Firmas:**

Ccp. Expedient



Pág. 1 de 1  
 Revisión 4

## 1. RESUMEN

En la presente investigación teniendo de referencia y experiencia profesionales de la salud (fisioterapeutas) en rehabilitación del LCA, se pretende incluir un programa de ejercicios terapéuticos, buscando la estabilidad de la rodilla teniendo en cuenta criterios analíticos propio dependiendo el estadio cursante post operatorio de los pacientes de manera individual.

Se tomaron en cuenta a pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente por medio de la técnica artroscópica en la rotura total de ligamento cruzado sin distinción de sexo masculino o femenino al igual que no se estableció un rango de edad para ser testados.

Todos los pacientes cuentan con estudios antes y después de la cirugía y accedieron a ser evaluados y testados en un total de 20 sesiones con cortes de 5 bloques para ir recabando la información y progreso durante la intervención fisioterapéutica.

A través del tiempo se han efectuado estudios inmersos en movilidad, fortalecimiento o propiocepción en pacientes post operados de LCA. Sin embargo, poco ha sido el énfasis a la unidad de estabilidad que pueda generar los ejercicios terapéuticos como abordaje principal en este tipo de pacientes.

El objetivo de la presente investigación es realizar un programa de ejercicios terapéuticos de estabilidad de rodilla en relación con la funcionalidad y evolución de pacientes post operados de ligamento cruzado anterior.

## ABSTRACT

In the present research, having as reference and experience health professionals (physiotherapists) in ACL rehabilitation, we intend to include a program of therapeutic exercises, looking for knee stability, taking into account analytical criteria depending on the individual patients' post-operative stage.

Patients who underwent arthroscopic surgery for total cruciate ligament rupture were taken into account, without distinction of male or female sex, and no age range was established for testing.

All the patients have studies before and after surgery and agreed to be evaluated and tested in a total of 20 sessions with 5-block cuts to collect information and progress during the physiotherapeutic intervention.

Over time, studies have been carried out on mobility, strengthening or proprioception in post-operative ACL patients. However, little emphasis has been placed on the stability unit that can be generated by therapeutic exercises as the main approach in this type of patient.

The aim of the present research is to perform a program of therapeutic exercises of knee stability in relation to the functionality and evolution of post-operated patients of anterior cruciate ligament.

## 2. INTRODUCCIÓN

El ligamento cruzado anterior (LCA) se ubican en la rodilla, en donde su nombre proviene del cruce en forma de “X” con el ligamento cruzado posterior en la zona media de la rodilla y pasa por delante de éste (Yanguas, J., et al., 2011). Es el principal estabilizador de la rodilla, sin él la rodilla es incapaz de aguantar el peso corporal en movimiento o carga. Además, es indispensable para la rotación de rodilla y evita que la tibia se desplace hacia delante en relación con el fémur (Márquez, J., 2011).

La lesión del LCA es una de las lesiones más común en la articulación de la rodilla (Del Bel, M., et al., 2017) y es una de las más reportadas en los individuos activos (Agel, J., et al., 2016) y es más frecuente en mujeres que en hombres, debido a la laxitud de sus ligamentos (Yanguas, J., et al., 2011) (Wordeman, S., et al., 2014).

El motivo causal de esta lesión es multifactorial. Existen diversos estudios en los que pretenden buscar las principales razones de la lesionabilidad de este ligamento, en hombre incurre en más ocasiones en comparativa con las mujeres de manera considerable.

Debido a que la rotura del LCA rara vez se produce de manera aislada; suele ir acompañada de lesiones de estructuras adyacentes como por ejemplo el ligamento lateral interno, meniscos, lesiones óseas etc.; en la mayoría de los casos.

Cuando se presenta una rotura del LCA se pueden encontrar dos tipos de pacientes: los que toleran y los que no toleran la ruptura del LCA. Los tolerantes son aquellos pacientes que realizan de forma asintomática todas las actividades, que incluyen las deportivas que realizaban antes de la ruptura del ligamento. Por otro lado, los no tolerantes son aquellos que

presentan síntomas relacionados con la inestabilidad articular y por lo tanto necesitan de reconstrucción (Del Bel, M., et al., 2017), para regresar a sus actividades de la vida diaria.

La falta de ejercicio de estabilidad articular de rodilla tiende a ser un factor que predispone a la presencia de sensación de inestabilidad por parte del paciente al no sentirse seguro para realizar actividades de fuerza o equilibrio que se efectúan con constancia en la rutina de la vida diaria.



### 3. ANTECEDENTES

Erwin Payr, en Leipzig, conociendo que la porción proximal del LCA roto suele ser corta, realizó la primera reconstrucción del ligamento con una lazada que obtenía de una tira de fascia lata.

En 1913, un cirujano italiano, Nicoletti, fue el primero en realizar experimentalmente una reconstrucción de un LCA en un perro utilizando una plastia con un injerto libre. Paul Wagner leyó su tesis doctoral en 1913, en Leipzig, sobre la reconstrucción con fascia de LCA rotos. (1) (2) (3)

En 1913, Knut Giertz operó a una niña de 13 años con una artritis séptica potenciando los ligamentos colaterales y seccionando la fascia lata para mejorar la estabilidad.

Más interesante fue la aportación de Iván Grekov, en San Petersburgo, quien, estimulado por su ayudante Erich Hesse, realizó la primera reconstrucción conocida de un LCA con injerto libre de fascia fijado, por medio de perforaciones, al fémur y, por el otro lado, suturado al remanente distal del LCA.

En 1918, Hermann Matti, de Berna, utilizó el injerto de fascia lata desde la cara posterior del cóndilo interno del fémur oblicuamente hasta la cara antero-interna de la tibia y en las inestabilidades del LCP invertía el recorrido.

Granville Bennett, en Boston, siguió la técnica de Matti para reforzar el ligamento lateral interno (LLI). Colocaba una tira de fascia lata en la cara interna de la rodilla asociada a un tensado del retináculo extensor medial, pensando que un LCA roto se puede suplir si el resto de los ligamentos articulares están intactos. Los resultados fueron buenos y uno de sus

pacientes jugó como capitán del equipo de fútbol americano, los All American, un año después de la cirugía.

En 1923, Bertocchi y Bianchetti estudiaron las propiedades mecánicas y la evolución histológica de los autoinjertos de fascia lata y del tendón de Aquiles del cerdo. Es el primer estudio experimental de la relación de un sustitutivo ligamentoso. Zanoli, en 1926, tras extraer un trozo de la cintilla iliotibial, la mantuvo durante más de 1 mes subcutánea en el tejido graso del paciente, para implantarla, posteriormente, sustituyendo al LCA.

Un momento importante en la historia de la cirugía del LCA fue la aportación del irlandés Hey-Groves, en 1917 y en 1920, quien desarrolló, en Bristol, la primera técnica de reconstrucción del LCA con la cintilla iliotibial, desinsertaba la fascia lata de la tibia, con sus vasos y nervios, y la pasaba por un túnel en el fémur que seguía con otro túnel oblicuo en la tibia. El éxito dependía de la situación anatómica de la plastia. Había que evitar un injerto demasiado vertical. Fue el primero en describir la subluxación anterolateral de la tibia en una rodilla con un LCA deficiente (pivot-shift), como había señalado Bonnet setenta años antes. Tras ver los resultados, modificó su técnica y en 1920 presentó 14 casos de los cuales 4 no habían mejorado. (4) (5) (6) (7) (8) (9)

En 1918, Alwyn Smith, extrayendo una porción rectangular distal de la cintilla iliotibial, trataba tanto el LLI como el LCA y, como ocurrió con Hey-Groves, obtuvo buenos resultados, aunque debemos resaltar su protocolo de rehabilitación y estimulación eléctrica postoperatoria; además, describió la reparación del LCA con múltiples suturas de seda fijadas con grapas metálicas, pero debido a la fuerte sinovitis que producían fueron pronto desechadas. (10)

Cubbins et al., en 1932, tras diversos estudios anatómicos y mecánicos, llegaron a la conclusión de que la técnica propuesta por Smith utilizando la aponeurosis del músculo bíceps femoral era óptima. inmovilizaban con un yeso a 30° de flexión durante 30 días y después colocaban otro yeso en extensión completa durante otros 3 meses. Putti, en 1920, preconizó la utilización de la fascia lata y poco después recomendó la utilización del tendón del músculo semimembranoso, mientras que Holzel, también en 1920, para reemplazar el ligamento dañado, introducía la parte libre de un menisco roto en asa de cubo. En estos tratamientos siempre había que inmovilizar con un yeso y una férula de movilidad controlada durante un tiempo largo de recuperación. Más tarde, Charles F. Eikenbary, en Seattle, mejoró la técnica de Hey-Groves y Putti, utilizando el injerto libre. (11) (12) (13)

En 1927, Alexander Edwards, en Glasgow, realizó una reconstrucción del LCA con los tendones de la pata de ganso en el cadáver.

En 1934, Ricardo Galeazzi, en Milán, fue el primero en utilizar tendón del músculo semitendinoso que dejaba anclado distalmente a la pata de ganso con una técnica muy parecida a la propuesta por Hey-Groves. Sus publicaciones fueron en revistas italianas, por lo que no tuvo difusión. De hecho, Harry Macey, desconociendo los trabajos de Galeazzi, realizó en la Clínica Mayo de Rochester lo mismo simplificando la técnica con 2 incisiones, técnica que sería modificada en 1974 por James McMaster, en Pittsburgh, que utilizaba el músculo recto interno fijado al cóndilo lateral con una grapa. (14) (15) (16) (17)

En 1957, Merle D'Aubigné, en París, junto con Max Lange, en Múnich, fueron los primeros en analizar los resultados con plastia de tendón semitendinoso de larga evolución. El primero en reconstruir el LCA con el ligamento rotuliano fue Mitchell Langworthy, de

Spokane, Washington, en 1929, en un paciente que no llegó a publicar pues murió ese mismo año por el disparo de un paciente en su consulta. (18) (19) (20)

En 1928, Ernst Gold, de Viena, utilizó el retináculo y la porción interna del tendón rotuliano que pasó por un túnel tibial y lo suturó a la parte posterosuperior del LCP en una esquiadora que se había roto el LCA 2 años antes. Max zur Verth en las roturas crónicas del LCA, reconstruía con una porción pediculada del tendón rotuliano y aunque nunca presentó su técnica, Arnold Wittek, de Graz, la dio a conocer en 16 pacientes con éxito, respetando la autoría de Zur Verth. (21) (22)

Willis C. Campbell, de Memphis, en 1936, describió su técnica intraarticular, mediante túneles en la tibia y el fémur, empleando el borde de interno del tendón cuadricipital y ligamento rotuliano, efectuando un túnel femoral y tibial como había recomendado Hey-Groves y suturando el injerto al periostio del fémur distal.

Destacó, como había hecho antes Dittel, la frecuencia de las lesiones combinadas de menisco interno y LLI en las rodillas con rotura del LCA, que denominó la “tríada terrible” y que, años más tarde, O’Donoghue consideró la “tríada desgraciada”. Ese mismo año, Mauck recomendaba el avance distal de la inserción del LLI, lo cual exigía la resección del menisco interno, para estabilizar una rodilla con el LCA roto. Sin embargo, lo más interesante de su técnica fue la colocación de una ortesis móvil, durante 6-8 semanas. (23) (24)

Cotton y Morrison, así como, en 1936, los hermanos David y Bordman Bosworth, en Nueva York, seguían manteniendo la idea de que la reconstrucción del LLI, con tiras de fascia lata, transformaba una rodilla deficiente por la rotura del LCA en una rodilla estable,

aunque Kennedy y Fowler demostraron que el LCA puede estar lesionado sin que se afecten las estructuras capsulares internas. (25) (26) (27)

De hecho, en España, Moragas et al. en 1956, siguiendo las recomendaciones de las publicaciones internacionales, intervenían las rodillas traumáticas de los futbolistas; aunque resulta llamativo que, en su revisión de 26 casos, 21 correspondían a roturas del LLI y tan solo 4 a roturas del LCA. (28)

El citado trabajo de Palmer, publicado en 1938, fue la base de los conocimientos básicos de las lesiones ligamentosas de la rodilla, pues describió su anatomía, biomecánica y la indicación del tratamiento. Discutió, por primera vez, el “signo del cajón” y dio cuenta de los hallazgos radiográficos e histológicos de sus cirugías.

Palmer utilizó la técnica de Hey-Groves y mencionó la necesidad de efectuar los orificios de los túneles adecuadamente, para lo que desarrolló una guía. (29) (30)

Hauser, en 1947, presentó una nueva reconstrucción extraarticular utilizando una porción distal del ligamento rotuliano; lo fijaba, mediante grapas o agujas, en el punto de inserción femoral del LLI, pensando que así duplicaba la función del LCA y reforzaba las estructuras mediales, tan frecuentemente debilitadas. (31)

Por su parte, el mismo año, Arthur Jacob Helfet, en Ciudad del Cabo, Sudáfrica, para reforzar el complejo interno de la rodilla, desplazaba la tuberosidad tibial medial, controlando así la rotación externa de la tibia. Además, pasaba el tendón del músculo semitendinoso por un canal longitudinal medial, en línea con el LLI, para provocar la rotación interna del fémur con la flexión. Los resultados eran buenos cuando el paciente era capaz de contraer los isquiotibiales y permanecía la inestabilidad pasiva.

Kurt Lindemann, en 1950, propuso la reconstrucción dinámica para reducir la inestabilidad por el efecto estabilizador de la unidad musculo-tendinosa del músculo recto interno. En realidad, equivalía a una trasposición tendinosa. (32)

La plastia de LCA, tomada del músculo recto interno desinsertado, la pasaba por la escotadura para introducirla, a través de un túnel tibial, siendo suturada a su salida con el ligamento rotuliano. Posteriormente, inmovilizaba con un yeso pelvipédico durante 3 semanas y no permitía la carga hasta pasadas 5 o 6 semanas de la cirugía, siempre que la rodilla flexionara activamente de 30° a 40°. A las 8 semanas, la flexión y la extensión debían ser completas o, al menos, llegar hasta los 90°. (33)

Por su parte, Ficat sistematizó esta técnica conservando el fundamento “dinámico” de la estabilización articular con la contracción muscular reflejas ante las tensiones ejercidas por el tendón, fijando el tendón sobre el LLI. Bousquet añadió una función “estática”, al reintroducir distalmente el tendón en la articulación fijándolo, tras realizar un túnel transóseo, en el cóndilo externo (34)

En la línea de las reconstrucciones “dinámicas”, Augustine, después de liberar distalmente el tendón del músculo semitendinoso, lo pasaba por la escotadura intercondílea y hacía un túnel tibial para fijarlo a su salida. Como en el caso de la técnica de Helfet, los resultados dependían de una buena rehabilitación. O'Donoghue, en Oklahoma, popularizó la reparación del LCA en los EE. UU.

En 29 deportistas, modificó la técnica de Hey-Groves y, aunque los resultados fueron buenos, también observó que el índice de éxitos no recomendaba la reconstrucción del LCA de forma rutinaria. Había que seleccionar a cada paciente e insistió en reparar los ligamentos

de la rodilla en las 2 primeras semanas después de la lesión para obtener mejores resultados. En el caso de las lesiones crónicas con inestabilidad articular, recomendaba la técnica de Hey-Groves y, a diferencia de Helfet y Augustine, dudaba de la reconstrucción dinámica con los tendones de los isquiotibiales. (35) (36) (9)

En 1959, Lindstrom publicó el mayor estudio hasta ese momento, con 34 casos de reparación del LCA utilizando el menisco, que era suturado, a través de perforaciones en el fémur y en la tibia. Walsh, en 1972, desechó esta técnica ante los malos resultados obtenidos. Fue en la década de los sesenta cuando Kenneth Jones recomendó el injerto autólogo hueso-tendón-hueso (H-T-H) obtenido del tercio central del ligamento rotuliano que sería popularizada por William Clancy, de Madison, Wisconsin (EE.UU), aunque la idea original había sido de Campbell en 1936. (37) (38) (39) (40)

En el H-T-H pasó de emplearse el tercio medial al injerto del tercio central. Clancy(89) inicialmente la combinaba con técnicas extraarticulares de refuerzo, hasta que O'Brien et al. demostraron que no eran necesarias. Clancy, en 1963, defendió la técnica propuesta por Jones pero extrayendo el tercio central del ligamento vascularizado, es decir, con el tejido adiposo subyacente para mejorar su integración (31) (38) (39) (41) (42) (43).

Brückner, de Rostock (República Democrática de Alemania), en 1966, introdujo la utilización de la porción interna del ligamento rotuliano que pasaba por un túnel tibial y otro femoral y, como la plastia solía quedar corta, la suturaba por el extremo femoral suspendida de un botón externo en el cóndilo femoral (44) (45).

Años después, Enjar Eriksson, de Estocolmo, Suecia, en 1976, apoyado en una idea de Broström, mejoraba la técnica presentando una serie de 72 casos, con buenos resultados

en el 80% de los mismos. Una de las técnicas extraarticulares más utilizadas por aquellos años, empleada todavía hoy, fue la propuesta de Marcel Lemaire, en París, quien basado en la idea de que la función del LCA es principalmente mantener la estabilidad rotatoria, separó una tira de fascia lata y la pasó por debajo del ligamento lateral externo (LLE) para introducirla por un túnel, en la parte posterior del cóndilo externo, la sacaba de nuevo para suturarla en su origen en el tubérculo de Gerdy. Nicholas y Minkoff reorientaron la cintilla iliotibial desinsertada distalmente con un bloque óseo a través de la cápsula posterior a la porción anterointerna de la tibia, por delante de la espina tibial.

La técnica, llamada del “cinco en uno”, buscaba corregir la inestabilidad rotacional anteromedial e incluía una meniscectomía total interna, avance posterior e interno de la inserción del LLI, avance distal y anterior de la cápsula posteromedial, adelantamiento de la parte posterior del músculo vasto medial y transferencia de la pata de ganso. Como se puede ver, al igual que Hughston, consideraron que el ángulo posterointerno era la llave para obtener buenos resultados. Estas técnicas, pasado el tiempo, tampoco obtuvieron los resultados esperados y Ellison et al. modificaron su técnica, asociando el adelantamiento del músculo bíceps femoral para dar mayor estabilidad. (22) (46)

En 1979, Marshall et al. enrollaron la porción central del ligamento rotuliano, como si fuera un cigarrillo, con la fascia prerrotuliana y una tira central del tendón del músculo cuádriceps; un injerto largo que pasaba por un túnel tibial y era llevado, cruzando la articulación, hacia el cóndilo femoral posterolateral over-the-top, por un surco preparado previamente. Kurt Franke, en Berlín, en 1976, fue, siguiendo la técnica de Brückner, el primero en describir un trasplante libre de una porción de ligamento rotuliano con hueso,



tanto de la rótula como de la tibia. Su publicación es la primera en reflejar la experiencia de un injerto H-T-H libre y de larga evolución. (25) (21)

A partir de este trabajo con la aportación de Erikson en Europa, Clancy la popularizó en los EE. UU. Woods et al. tomaban también una porción de hueso rotuliano para conseguir un contacto hueso-hueso en el túnel femoral y después obtenían la longitud suficiente para fijarla en la región supracondílea femoral lateral fijándolo con un hilo guía. Eriksson, como Palmer previamente, utilizó una guía para conseguir un anclaje anatómico.

Walter Blauth(, en Kiel, en 1984, fue el primero en publicar la utilización del tendón cuadricipital en las deficiencias crónicas del LCA. El injerto lo obtenía distalmente con un trozo de hueso de forma triangular, mientras que la porción proximal la dividía en 2 fascículos que permitían una reconstrucción bifascicular; uno de los fascículos pasaba por un túnel femoral y el otro over-the-top del cóndilo femoral externo.

John Fulkerson, en Farmington, Connecticut, fue el promotor de la plastia del tendón cuadricipital que, aunque puede ser de mejor calidad, nunca ha llegado a popularizarse. El tendón del músculo cuádriceps tiene la ventaja de ofrecer un mayor volumen e injertos más uniformes y, técnicamente, permite que un cirujano efectúe la extracción mientras que otro prepara los túneles en la tibia y el fémur. (32) (26) (47)

En 1968, Lam volvió a tomar el tercio interno del ligamento rotuliano, colocando la inserción tibial en una posición más anatómica, con un bloque de hueso y un tornillo interferencial. Además, giraba el injerto 360° para simular la morfología helicoidal del LCA. En 1980, en un intento de efectuar una sola incisión, Jones describió la utilización de un tornillo percutáneo para fijar el hueso rotuliano en el túnel femoral. Ese mismo año, Slocum

et al. definieron la “inestabilidad rotatoria” de la rodilla como consecuencia de la lesión de las estructuras mediales y del LCA. Describieron una prueba para ayudar con el diagnóstico y desarrollaron su técnica con la transferencia de la pata de ganso para controlar la inestabilidad. Considerando que la rotación externa de la tibia era la causa principal de la sintomatología de la inestabilidad pensaron que, cambiando la acción de la pata de ganso de flexora a rotadora interna, controlarían la inestabilidad. John Insall, basado en los trabajos previos de Ellison, de Jeffrey Minkoff y de James Nicholas en el Lenox

Hill Hospital, en 1971, utilizó una tira de la cintilla iliotibial intraarticular, fijándola en la cara anterior de la tibia (bone block iliotibial band transfer). Desinsertaba la parte central de la fascia lata con parte del tubérculo de Gerdy, lo rotaba por fuera del cóndilo externo del fémur, over-the-top, y lo pasaba por un túnel para fijarlo por delante, en la cara anterior de la meseta tibial, aunque reconociendo que reconstruir la anatomía del LCA es una tarea imposible. Brant Lipscomb et al., de Nashville, fue de los primeros en utilizar los dos tendones de la pata de ganso y, 6 años más tarde, Marc Friedman, en Los Ángeles, a la vista de los buenos resultados, utilizó la técnica de Lipscomb por artroscopia. Zarins y Rowe, siguiendo los trabajos señalados de Macey, popularizaron la técnica al publicar sus resultados con tendones de la pata de ganso.

En los años setenta, proliferaron los trabajos experimentales y conceptuales sobre el LCA y su reparación. La reconstrucción del LCA con el ligamento rotuliano es la técnica más frecuente y está considerada como la referencia en la cirugía del LCA.

En 1974, Noyes et al. analizaron en una máquina de ensayos la resistencia del LCA en primates (*Macaca mulatta*) –un trabajo pionero que sirvió de referencia– y vieron que el complejo H-T-H fallaba con altas cargas y con una elongación importante del ligamento.

Además, señalaron que la rotura se producía por una avulsión tibial cuando el ensayo se hacía a baja velocidad y por disrupción de las fibras del ligamento cuando la velocidad era alta. También Clancy et al. presentaron, en 1981, el trabajo experimental de la reconstrucción de ambos ligamentos cruzados en *Macaca rhesus*. En los años ochenta en los pacientes activos y, sobre todo, deportistas de alta competición se recomendaba combinar una técnica extraarticular con otra intraarticular.

Según Marín et al., desaparecía el pivot-shift aunque persistía un cajón neutro o rotatorio externo con la rodilla a 90° de flexión. Bray et al. revisaron, con más de 6 años de seguimiento, la evolución de 47 pacientes, 18 de ellos operados según la técnica de MacIntosh y los 29 restantes, asociando una reparación intraarticular del LCA con una plastia sintética de Dracon®. No vieron diferencias entre ambos grupos. Se mostraron satisfechos con los resultados, aunque el grupo con la plastia sintética presentó mayor número de complicaciones y ambos grupos mostraron un deterioro a partir del tercer año de la cirugía.

Muchos cirujanos tenían claro que la rotura del LCA producía una inestabilidad articular y las técnicas disponibles ofrecían garantías suficientes para solucionarlo. Poco a poco, fueron apareciendo técnicas para reparar la inestabilidad rotacional y prevenir la subluxación de la tibia, manteniendo la rodilla en una posición que reducía la rotación interna, transfiriendo los tendones de la pata de ganso, la retracción capsular o el avance del LLI a una posición más proximal y posterior. Todos los esfuerzos se encaminaron a corregir la inestabilidad residual de la rodilla y, así, McMaster et al. utilizaron el tendón del músculo recto interno. (48)

Cho et al. y Lipscomb et al. publicaron sus técnicas con el tendón del músculo semitendinoso, mientras que Horne y Parsons modificaron el procedimiento pasando el

injerto a través de la cápsula posterior y over-the-top del cóndilo femoral lateral, una ruta más anatómica descrita inicialmente por MacIntosh. Collins et al. y Tillberg volvieron a utilizar el menisco como injerto, demostrando mejores resultados que los ofrecidos por Walsh.

En esta época todavía no se había abandonado la sutura primaria del LCA roto y Feagin, en 1976, sorprendió con sus entusiásticos resultados de la sutura del LCA en cadetes de la Academia Militar de West Point, en un congreso de la American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS). Simultáneamente, MacIntosh describió sus buenos resultados de la reparación primaria suturando el ligamento roto, con una técnica que definió como over-the-top y que, modificada por John Marshall, se convirtió en el tratamiento de elección.

Pero el propio Marshall la abandonó, pasando a efectuar reconstrucciones con fascia lata. Siete años después de su presentación, Feagin reconoció que el 84% de los cadetes operados con sutura directa se encontraron inicialmente bien y volvieron a practicar deporte, pero a los 5 años presentaban una inestabilidad recurrente de su rodilla, dos tercios presentaban dolor y 17 tuvieron una nueva rotura con deterioro progresivo en su función. La conclusión era clara y fue el primero de una línea de trabajos posteriores que demostraron la mala evolución de esta técnica. La cinta iliotibial se hizo más popular para corregir las inestabilidades anterolaterales o combinadas. Losee et al. liberaban la cintilla proximalmente, pasando por un túnel extracapsular, por debajo del músculo gemelo externo, a través del cóndilo femoral lateral, de delante atrás y, después, de nuevo, hacia delante, por debajo del LLE, hasta llegar al tubérculo de Gerdy.

Tanto MacIntosh como Losee desinsertaban la porción proximal de la cintilla. Por su parte, Ellison describió una reconstrucción “dinámica” y para ello desinsertaba la cinta distal y rotando el injerto lo pasaba por debajo del LLE, considerando que la tensión provocada por el tensor de la fascia lata estabiliza el compartimento externo de la rodilla y así controlar la subluxación anterior del platillo tibial externo en extensión, en ausencia del LCA. Sin embargo, una gran mayoría de las rodillas operadas no obtenían buenos resultados. (49) (50) (51)

Unverferth y Bagenstose, en 1979, combinaron la técnica de Ellison con una capsulorrafia anteromedial, una transferencia de la pata de ganso y un avance parcial del músculo bíceps femoral. Youmans et al., además, combinaron una reconstrucción extraarticular medial y lateral.

Andrews defendía la importancia de la isometría y pensaba en una reconstrucción funcional, tanto en flexión como en extensión. Sacaba 2 tiras de la cinta iliotibial y las aseguraba, extraarticularmente, en el cóndilo femoral externo. Este procedimiento, aunque reducía el pivot-shift, no era funcional y perdía consistencia con el tiempo. Galway y MacIntosh y otros dieron a conocer el fenómeno del pivot-shift que Hughston et al. incorporaron a su teoría de la inestabilidad rotacional, también llamada “inestabilidad rotacional anteroexterna”, atribuyendo el fenómeno a la rotura de la cápsula externa que aumenta con la lesión del LCA.

Torg et al. describieron la prueba de Lachman y demostraron su superioridad biomecánica frente a la prueba del cajón anterior. MacIntosh, en el Toronto General Hospital, describió la reconstrucción intraarticular con una tira obtenida de la cintilla iliotibial,

conocida como técnica MacIntosh-1, que Andrews y Sanders modificaron, añadiendo su concepto de isometría, ganando mucha popularidad. (41) (50) (52)

La isometría pretendía mantener el injerto a la misma tensión en flexión y en extensión de la rodilla. Los resultados fueron inicialmente espectaculares, si bien se deterioraban con el tiempo. Esto hizo que MacIntosh cambiase su técnica pasando el injerto intraarticular por un túnel tibial, conocida como MacIntosh-2, y siguió modificando su técnica utilizando injerto de tendón cuadricipital. El extremo proximal pasaba por la escotadura y lo aseguraba en la cara externa del fémur, conocido como quadriceps patellar tendon over-the-top o MacIntosh-3. No era una técnica isométrica y la propia delgadez del injerto provocaba, al cabo del tiempo, fallos. Para evitarlo, aumentó el grosor con una cinta de tendón cuadricipital (técnica de Marshall-MacIntosh) y también con material sintético (150).

Curiosamente, a pesar de la importancia de las técnicas de MacIntosh, son pocos los trabajos originales disponibles de su autor. Amirault et al. y Ostermann et al. consideraron que las técnicas extraarticulares, como la de MacIntosh, eran la alternativa para prevenir un pivote central. Sin embargo, para Amis y Scammell, en las roturas aisladas del LCA no están justificadas y, si se hace una técnica intraarticular correcta, es innecesario acompañarla de métodos extraarticulares. Tampoco Jensen et al. ni Strum et al. encontraron diferencias al añadir un refuerzo extraarticular a una técnica intraarticular, combinación que tiende a producir grandes cajones anteriores, comprometiendo la estabilidad articular. O'Brien et al. señalaron que, además de no aportar ninguna ventaja mecánica, estos pacientes presentan un 40% de sintomatología residual como consecuencia de la técnica extraarticular. Kennedy et al. recomendaron ante una lesión aguda del LCA con arrancamiento femoral o tibial la

reparación, pero cuando la rotura estaba en la porción media del ligamento se debían reseca los extremos. Si la lesión del LCA se asociaba con daños capsulares y de los ligamentos colaterales, consideraban la rotura del LCA secundaria.

Además, cuando en una artrotomía se apreciaba una inestabilidad rotatoria externa asociada a la rotura del LCA, recomendaban una transposición de los tendones de la pata de ganso, pero sabiendo que la transposición podría agravarla. El cajón anterior positivo como prueba clara de rotura del LCA se había asumido desde la publicación de Palmer, en 1938, aunque no faltaron ciertas reticencias con esta prueba. (53)

Por su parte, Hughston et al. propusieron una clasificación de las inestabilidades de los ligamentos de la rodilla correlacionando con la clínica y señalando que un cajón anterior no es patognomónico de rotura del LCA. El cajón anterior aumenta cuando se asocia la rotura del LCA con una lesión del ligamento oblicuo posterior.

Hughston et al. (147) escribieron que en “200 artrotomías observando un LCA normal, no vimos ni un solo LCA tenso a 90° de flexión con el pie apoyado sobre la mesa de operaciones” y terminan, “según nuestras observaciones clínicas, anatómicas y quirúrgicas del LCA, nuestra impresión es que la función más importante del LCA es la prevención de la hiperextensión o del recurvatum. También podría actuar como guía en el mecanismo de rotación durante la extensión de la rodilla”. Toda cirugía intraarticular del LCA precisaba efectuar una artrotomía causando alteraciones de los elementos propioceptores de la cápsula articular, hasta que Rosenberg y Rasmussen (158), en 1984, describieron una técnica endoscópica, aprovechando el artroscopio diseñado por Watanabe e Ikeuchi, hoy perfectamente establecida, utilizada en la mayoría de los centros, que disminuye las complicaciones propias de la técnica y el tiempo de recuperación. (49) (54) (55)

Karl Ludloff, en 1927, señaló que la reconstrucción del LCA exige la colocación de 2 fascículos independientes. Karl Viernstein y Werner Keyl, en Múnich, fueron de los primeros en reconstruir el LCA con un doble fascículo desinsertando el tendón del músculo semitendinoso y del músculo recto interno proximales, en 1973. Los tendones se rotaban y pasaban por un túnel tibial común y 2 túneles femorales separados y suturando uno contra otro a su salida.

En 1983 apareció la primera publicación en inglés con la técnica del doble fascículo, William Mott, de Jackson, Wyoming (EE. UU.), realizaba un doble túnel en tibia y fémur, por donde pasaba el injerto de semitendinoso con la técnica llamada STAR (semitendinosus anatomic reconstruction”), que sería seguida por Walter Blauth, de Kiel, Alemania.

En 1990, Jean Louis Meystre, en Lausana, Suiza, publicó un 77% de buenos y excelentes resultados con una plastia del tendón del músculo semitendinoso y un doble túnel en la tibia y un único túnel en el fémur.



## 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ligamentos cruzados forman parte de la regulación cinemática articular de la rodilla, por lo que es indispensable comprender su complejidad anatómica, fisiológica y biomecánica para efectuar reconstrucciones exitosas cuando se presenta una ruptura. La mayoría de las rupturas del ligamento cruzado anterior (LCA) nativo se producen por lesiones no traumáticas. (56) (57)

En Estados Unidos de América la incidencia es de una en 3,000 pacientes; de ellas, 30% son traumáticas y 70% no traumáticas. Estas lesiones se presentan con mayor frecuencia en mujeres (nueve mujeres: un hombre). (58)

En México la lesión de LCA representa más de la mitad de todas las lesiones de la rodilla, con frecuencia asociadas a la práctica deportiva, presenta una incidencia anual de 30-78/100,000. (59)

Ma y su grupo demostraron en su estudio con 110 revisiones de LCA que en la intervención fisioterapéutica la falta de ejercicio representa uno de los factores principales para que se presente la inestabilidad del LCA y, por lo tanto, su subsecuente falla; no obstante, el factor traumático tiene mayor importancia para la ruptura. (60)

Los síntomas de las rupturas no traumáticas son chasquido súbito con dolor inmediato, aumento de volumen con sensación de inestabilidad y limitación para las actividades cotidianas. La mayoría de los mecanismos de lesión traumática se producen mediante una rotación enérgica en apoyo monopodálico. (57) (58)

Andrews y Axe fueron los primeros en introducir el concepto de sollicitud ligamentosa donde la musculatura de la extremidad inferior no absorbe adecuadamente las fuerzas de reacción del suelo durante gestos, produciendo una excesiva carga en los ligamentos de la rodilla, especialmente en el LCA, el cual se encarga de sujetar la traslación anterior de la tibia y el valgo de rodilla. La dominancia o sollicitación ligamentosa suele producir grandes momentos de valgo de rodilla y un excesivo ángulo de valgo de rodilla. (61) (62)

Varios autores relacionan el valgo funcional de la rodilla durante acciones explosivo-balísticas con la ausencia o déficit de control neuromuscular en la extremidad inferior. (63) (64)

El déficit funcional entre extremidades es considerado como una falta de balance de la fuerza aplicada entre ambas extremidades, donde una de las 2 tiene más control dinámico junto a otros factores de riesgo es responsable de sobrecargas mecánicas y de mecanismos compensatorios que afectan a la técnica del movimiento y a la postura. (65) (66)

## Preguntas de investigación

¿Cuál es el mecanismo de lesión más frecuente en pacientes de la casa geriátrica del ISSTECH de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas?

¿Cuál es la incidencia de casos de pacientes de rotura de LCA en la casa geriátrica del ISSTECH de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas?

¿Qué impacto tienen los ejercicios terapéuticos tienen un impacto positivo con relación a la recuperación de la estabilidad de rodilla?

## 5. JUSTIFICACIÓN

En el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas existen demasiados pacientes post operados por medio de artroscopia debido a una rotura total del ligamento cruzado anterior de la rodilla, gran parte de esta población que presentan las mencionadas características también se han visto con deficiencias en la estabilidad articular. Actualmente en muchas ocasiones los médicos especialistas encargados de su cirugía refieren de manera tardía a terapia física prolongando el tiempo de reposo ocasionando severos daños neurokinesicos y anatómicos, tales como el volumen del vientre muscular en el tren inferior al igual que la estabilidad entre otras.

En la casa geriátrica del ISSTECH de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez estos tipos de pacientes son una causa frecuente de consulta propiamente en un gran porcentaje de ellos referidos por el traumatólogo al no ver mejoría en la estabilidad o movilidad articular, algunos de ellos presentando dolor otros con poco tiempo después de la cirugía.

El presente trabajo es de gran interés ya que se enfoca en el estudio y aplicación de ejercicios terapéuticos para garantizar una óptima estabilidad de la articulación de la rodilla después de una artroscopia de rodilla por rotura total de ligamento cruzado anterior en el cual será llevado a cabo en la institución de la casa geriátrica del ISSTECH de Tuxtla Gutiérrez Chiapas en el área de fisioterapia.

La presente investigación surge de la necesidad de que los fisioterapeutas conozcan los ejercicios de estabilidad de rodilla como tratamiento eficaz y eficiente para poder beneficiar a los pacientes con su aplicación para el alivio de la sintomatología.

La investigación busca proporcionar información que será útil a las personas post operadas de ligamento cruzado anterior y profesionales de la salud para mejorar el conocimiento sobre el alcance del problema en la institución y poder prevenir la falta de estabilidad de rodilla.

Debido a que, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas no cuenta con ningún estudio en ninguna base de datos de fisioterapia de la aplicación del método en la patología, el presente trabajo es conveniente para demostrar sobre las múltiples ventajas y beneficios que conlleva el empleo de esta misma.

El trabajo tiene una utilidad metodológica debido a que podrán realizarse futuras investigaciones en base a ello para poder discernir o comparar con algún otro método u otras intervenciones fisioterapéuticas. El trabajo es viable, pues se dispone de los recursos necesarios para llevarlo a cabo.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. ANATOMIA GENERAL DE RODILLA

Dentro del proceso de recuperación de una lesión de LCA, es necesario conocer dónde se ubica este ligamento, y cuáles son las estructuras que le rodean, para poder determinar las posibles causas de síntomas como el dolor. La articulación de la rodilla es una articulación troclear que une el fémur a la tibia y a la rótula. (67)

Superficies articulares: Presenta tres superficies articulares, la extremidad distal del fémur, la extremidad proximal de la tibia y la rótula o patela (7). La extremidad distal del fémur en su cara anterior presenta la tróclea femoral, superficie articular para la rótula formada por dos superficies convexas con mayor plano de inclinación, amplitud y prominencia externa, que confluyen en el surco troclear, situado en la línea media y que, caudal y dorsalmente, se continúa con la escotadura intercondílea. (67)

Por sus bordes laterales, presenta los cóndilos femorales, siendo estos más planos por delante (zona hecha para la estática) y más curvos por detrás (zona que permite buen desarrollo de la flexión), y a su vez siendo el cóndilo externo más curvado que el interno, separados por la escotadura intercondílea. (51)

La extremidad proximal de la tibia presenta en su cara superior las cavidades glenoideas, que se articulan con los cóndilos femorales. Entre ambas cavidades se halla la superficie interglenoidea, formada a su vez por una eminencia intercondílea media en la que se originan las espinas tibiales, separadas entre sí por la escotadura interespinosa, y por una

superficie retroespinal y otra preespinal, en la cual se inserta el fascículo antero-medial del LCA.

Por último, la rótula es una formación ósea en cuya cara posterior se distinguen dos superficies:

- Inferior: no articular, se relaciona con el paquete adiposo anterior de la rodilla.
- Superior: articular, ocupa los  $\frac{3}{4}$  superiores de su cara posterior, en contacto con la tróclea femoral, a la que sobrepasa cranealmente

Meniscos.

Son dos láminas de fibrocartílago desplazables (figura 4) interpuestas entre tibia y fémur con el objetivo de aumentar la concordancia entre las superficies articulares femorales y tibiorrotulianas y transmitir adecuadamente la compresión a los cóndilos femorales. El menisco lateral presenta una forma de O casi completa, y el medial de C abierta. (51) (67) (68)

Medios de unión:

Las diferentes piezas esqueléticas que intervienen en la articulación de la rodilla se mantienen unidas mediante:

- a) Cápsula articular: vaina fibrosa que se extiende desde el extremo inferior del fémur hasta el extremo superior de la tibia. Es muy laxa por delante, lo que permite un

amplio movimiento de flexión, y más gruesa en la parte posterior, donde forma casquetes condíleos (68).

b) Sistema ligamentario: los principales ligamentos que constituyen la articulación de la rodilla son:

– Ligamentos anteriores: el principal es el ligamento rotuliano, una lámina tendinosa aplanada que constituye la parte subrotuliana del tendón de inserción del músculo cuádriceps femoral.

– Ligamento lateral interno (LLI): del cóndilo medial del fémur, se dirige oblicuo hacia abajo y adelante y termina en la cara interna de la tibia, detrás de la pata de ganso. Estabiliza lateralmente la rodilla, impidiendo el bostezo interno. (68)

– Ligamento lateral externo (LLE): de la cara externa del cóndilo externo del fémur, baja oblicuo hacia abajo y atrás hasta la cabeza del peroné. Impide el bostezo externo.

– Ligamento cruzado posterior (LCP): se inserta en la superficie retroespinal de la tibia y en el cóndilo interno del fémur. Impide el cajón posterior.

– LCA.

Lesiones en ligamento cruzado anterior.

Generalidades.

Los ligamentos cruzados de la rodilla son los encargados de regular la cinemática articular y los “órganos sensores” que informan de la musculatura periarticular, influyendo



sobre la posición de las superficies articulares, la dirección y la magnitud de las fuerzas, y también, de forma indirecta, sobre la distribución de las tensiones articulares. (69)

Las lesiones de rodilla son los problemas más frecuentes del sistema musculoesquelético, produciéndose en el 9% de los casos el daño en los ligamentos, de los cuales el ligamento cruzado anterior (LCA) es el más comúnmente lesionado. Tiene una alta prevalencia en la población general, y puede provocar episodios de inestabilidad e incapacidad importantes, tanto en la práctica deportiva como en las actividades de la vida diaria. Por ello, en personas activas se opta por la reconstrucción del ligamento, con el objetivo de evitar los episodios de inestabilidad articular que puedan aparecer durante las actividades físicas del paciente, y los cambios degenerativos en la rodilla afecta. (51) (48) (70) (71)

#### 6.1.1. Morfología de ligamento cruzado anterior

El ligamento cruzado anterior es un ligamento intraarticular que se inserta distalmente en el área preespinal de la cara superior de la extremidad proximal de la tibia, y se dirige oblicuamente hacia arriba, atrás y afuera para terminar, proximalmente, en la porción posterior de la superficie interna del cóndilo femoral externo, en una fosa elíptica con muchos orificios vasculares (56) (67) (72).

Las inserciones del ligamento suelen ser circulares y ovales, y las áreas de inserción femorales para las fibras ántero-mediales y póstero-laterales son mayores en el hombre que en la mujer, y en las rodillas izquierdas que en las derechas (73) (56).

Tiene una diferente inclinación respecto al LCP, siendo, con la rodilla en extensión, más vertical; es oblicuo respecto a este ligamento y al LLE. Presenta una estructura multifibrilar con diferentes fascículos que mantienen tensiones distintas según el grado de flexión de la articulación. Sus fibras de colágeno absorben las sollicitaciones de tensión durante el arco de movimiento de la rodilla.

En los últimos años, se ha indicado que el LCA está formado por dos fascículos funcionalmente diferentes, el fascículo ántero-medial, estabilizador del cajón anterior de rodilla cuando ésta se encuentra en flexión entre 0° y 90°, y el fascículo posterolateral, el cual se tensa en extensión de rodilla y controla la restricción de la rotación interna (terminología en función de su inserción tibial).

Otros autores en cambio contemplan la existencia de un tercer fascículo intermedio que complementa a los otros dos, y que estaría activo en un amplio rango de flexoextensión (69) (72).

El fascículo antero-medial es el más largo y el que se ve expuesto a la mayor parte de los traumatismos. En cambio, el posteroexterno, y según autores, el intermedio, son los que permiten cierta estabilidad de rodilla en las roturas parciales, resistiendo a ellas.

Su longitud media varía dependiendo del autor, comprendiendo valores entre 1,85 y 3,35 cm (6), o entre 22 y 41 mm de largo y entre 7 y 12 mm de ancho (1). De su irrigación se encargan las arterias que proceden de la arteria genicular media, que envía una sola rama al LCA. Su inserción está libre de vasos, nutriéndose de los vasos sinoviales que se anastomosan con los vasos del periostio. Ambos ligamentos cruzados están recubiertos por la membrana sinovial, y establecen conexiones con la cápsula.

Dentro de los mecanorreceptores de este ligamento, se han identificado terminaciones de Ruffini, Órganos tendinosos de Golgi, Corpúsculos de Pacini, y terminaciones nerviosas libres que ofrecen una información exacta de la posición de la articulación y la interacción entre la articulación y los músculos al sistema nervioso central a través del nervio tibial. Los elementos nerviosos constituyen un 1% del ligamento, y aproximadamente un 3% del área del tejido sinovial y subsinovial que lo rodea (69) (72).

### 6.1.2. Comportamiento y función del LCA.

Los ligamentos cruzados de la rodilla son los encargados de regular la cinemática articular, y los órganos sensores que informan de la musculatura periarticular, influyendo sobre la posición de las superficies articulares, la dirección y la magnitud de las fuerzas, y también, de forma indirecta, sobre la distribución de las tensiones articulares.

El LCA presenta un comportamiento viscoelástico que muestra su capacidad para atenuar las deformaciones bruscas cuando es solicitado, y es característica su relajación de la tensión para reducir el riesgo de lesión en el caso de una deformación prolongada. Su deformación varía a lo largo de su longitud, la cual es máxima cuando se encuentra en extensión completa la rodilla.

Este ligamento es responsable, durante la flexión, del deslizamiento del cóndilo hacia delante. Se tensa durante la flexo-extensión de rodilla, limita la hiperextensión de ésta, previene el deslizamiento hacia atrás del fémur sobre el platillo tibial, y la traslación anterior de la tibia, en la cual los músculos isquiotibiales son sinérgicos del LCA. Además, limita la

rotación interna excesiva de la tibia sobre el fémur y mantiene la estabilidad en carga en valgo-varo (69) (51) (72).

Durante la contracción isométrica del cuádriceps femoral entre 15° y 30° de flexión, la deformación del ligamento es mucho mayor que cuando la rodilla está flexa entre 60° y 90°.

Cuando la rodilla está en extensión las fibras de los dos fascículos están paralelas y tensas, pero el fascículo posterolateral está más tenso que el antero-medial; esta tensión permanece alta hasta los 45° de flexión.

Cuando la rodilla está en flexión de 90° las fibras posterolaterales se encuentran más relajadas, pero las ánteromediales están en máxima tensión.

Existen numerosos artículos con discrepancias acerca de la tensión de la plastia en relación con el rango de movimiento de la rodilla, pero, de manera general, se puede afirmar que el fascículo ántero-medial se tensa durante la flexión, y el posterolateral se relaja, mientras que en la extensión ocurre lo contrario.

Dentro del papel estabilizador del LCA, hay que tener en cuenta el papel propioceptivo que desempeña debido a que contiene mecanorreceptores que proporcionan al sistema nervioso central información aferente sobre la posición de la articulación.

El estiramiento de este ligamento produce modificaciones de las motoneuronas gamma de músculos como el tríceps sural, bíceps crural y semimembranoso. Esto va a determinar la necesidad de preservar al máximo la integridad del LCA o trabajar las habilidades propioceptivas tras una lesión, ya que una alteración sensitivomotora de éste generará la aparición de una inestabilidad cinestésica en la articulación.

Para que el ligamento cumpla su función propioceptiva es necesario tomar en cuenta varios factores (51) (54):

- Grosor del ligamento: el grosor y volumen del ligamento son directamente proporcionales a su resistencia e inversamente proporcionales a sus posibilidades de alargamiento.
- Estructura del ligamento: todas las fibras no poseen la misma longitud, por lo que no se solicita cada fibra en el mismo momento, existiendo así un reclutamiento de éstas durante el movimiento, lo que hace variar su elasticidad y resistencia.
- Extensión y dirección de las inserciones: las fibras se organizan según planos torsionados sobre sí mismos, ya que las fibras de inserción se disponen oblicuas o perpendiculares en el espacio lo cual modifica la dirección de acción del ligamento. Esta acción se realiza en los tres planos del movimiento, y es compleja y simultánea sobre la estabilidad antero-posterior, lateral y rotatoria.

### 6.1.3. Lesión del LCA.

Las lesiones del LCA tienen una alta prevalencia, notablemente mayor en deportes de contacto y los que exigen pivotar sobre la rodilla, torsionado con el pie fijo en el suelo, como

ocurre en el fútbol, el baloncesto o el esquí. Las mujeres que practican actividades deportivas tienen entre 2 y 8 veces más roturas de este ligamento que los hombres que practican los mismos deportes.

Entre las posibles causas se encuentran las diferencias en la morfología de la articulación de la rodilla, las dimensiones pélvicas, el entrenamiento, el estado hormonal, la menor protección que ofrecen los músculos sobre los ligamentos o las diferencias en el ángulo Q.

El ángulo Q es el ángulo que forman los ejes del tendón cuadricipital y rotuliano, que en adultos es de  $15.8^\circ (\pm 4.5^\circ)$  en mujeres y  $11.2^\circ (\pm 3^\circ)$  en hombres, cuyo aumento provoca, entre otros, un aumento de la presión fémoropatelar, sobre todo en su faceta externa (2). Además, se han encontrado diferencias ultraestructurales entre el LCA masculino y femenino que podrían explicar esta mayor frecuencia en mujeres.

En niños y adolescentes jóvenes, los cuales tienen las físis abiertas, ha aumentado en los últimos años la prevalencia de roturas de LCA debido a la participación cada vez más temprana en deportes de competición. (69) (51) (48)

La presencia de hemartros agudo con maniobras de Lachman y Pivot-shift positivas son indicativas de rotura. En este tipo de personas el mecanismo lesional puede provocar una avulsión ósea de la espina tibial, una rotura intersticial del LCA o ambas. Con frecuencia, dicha avulsión se asocia a un estiramiento intersticial del ligamento que implica una laxitud residual en algunos pacientes (74).

#### 6.1.4. Mecanismos de lesión

Los mecanismos de lesión más frecuentes son:

- a) Impacto sobre la cara lateral de la rodilla o la cara medial del antepié:

Cuando el pie está sometido a carga y la rodilla está en semiflexión, y se produce un valgo forzado de rodilla con rotación externa de la tibia, se lesionan el menisco interno y LLI, en la mayoría de los casos simultáneamente debido a su contigüidad anatómica. Si la lesión es más violenta, el LCA se tensa y finalmente se desgarran. El resultado de la combinación lesional de LLI, menisco interno y LCA, con derrame intraarticular (triada de O'Donoghue), es la inestabilidad ánteromedial de la rodilla (51) (71).

- b) Impacto sobre la cara medial de la rodilla o la cara lateral del antepié:

Si se produce cuando la articulación está en semiflexión y el pie bajo carga, se produce varo forzado y rotación interna de la tibia que pueden implicar el desgarro del LLE. En este caso la probabilidad de lesión meniscal es menor. Cuando el impacto es más violento, el LCA se tensa y se desgarran. La lesión combinada de LCA y LLE produce inestabilidad ántero-lateral. Un signo indicativo de lesión combinada es el hemartros simultáneo. Si el impacto es extremadamente violento, puede ponerse en tensión y desgarrarse también el LCP. (51) (50)

- c) Hiperextensión con valgo y rotación interna de la rodilla.

- d) Mecanismo de rotación sin contacto corporal:

La rotación interna forzada de la tibia en relación con el fémur con el pie fijo en el suelo es el mecanismo más común de lesión del LCA, y puede provocar lesiones asociadas de LLI y menisco interno.

e) Mecanismo de desaceleración:

Una deceleración súbita causada por una parada rápida, combinada con un cambio de dirección mientras se está corriendo, girando, aterrizando de un salto o hiperextendiendo la rodilla en cualquier dirección puede causar una lesión de LCA (2). Según Forriol et al, es uno de los mecanismos más frecuente. (69) (51)

Consecuencias de la lesión de LCA:

a) Inestabilidad articular:

La estabilidad de la articulación de la rodilla se basa en los ligamentos, los meniscos, la forma y congruencia de las superficies articulares y la musculatura. Dicha congruencia se encuentra reforzada a su vez por esos ligamentos, que limitan y controlan la movilidad entre el fémur y la tibia, y que si se lesionan conducen a posibles episodios de hipermovilidad e inestabilidad de la articulación. La sección de LCA produce cajón anterior, un desplazamiento anormal de la tibia hacia delante sobre el fémur. (72) (75)

b) Alteración propioceptiva:



La rotura del LCA también va a provocar una pérdida sensitivomotora importante en la rodilla al perder mecanorreceptores. Aparece una inestabilidad articular y la disminución de la capacidad de detectar la posición y el movimiento de la articulación (51).

c) Alteración de la activación muscular:

La inhibición muscular artrogénica (AMI) ha sido identificada en los estudios sobre activación del cuádriceps en todos los pacientes con lesión y reconstrucción de LCA. La pérdida de mecanorreceptores del ligamento lesionado interrumpe el reflejo músculo-ligamentoso entre el LCA y el cuádriceps, produciéndose una incapacidad para reclutar activamente un alto umbral de unidades motoras durante las contracciones voluntarias del músculo. Se produce de forma bilateral (55).

También existe la hipótesis de que los mecanorreceptores dentro del LCA transmiten información aferente que puede ser procesada como un reflejo con el propósito de contraer la musculatura isquiotibial para disminuir la traslación anterior de la tibia en pacientes tras cirugía de LCA.

Por otra parte, otros autores han indicado que las alteraciones de las señales aferentes de los receptores articulares afectan al sistema de las motoneuronas gamma, y de esta forma a la habilidad de producir contracción muscular. Se ha demostrado que esta disfunción se produce de forma bilateral en pacientes con lesión unilateral de LCA, y parece ser que se resuelve aproximadamente a los 18 meses de la lesión en el miembro no afecto, manteniéndose en el afecto. (54)

d) Alteración de la fuerza y masa muscular:

Tras la lesión de LCA se produce un déficit importante de la fuerza y masa muscular de los músculos del miembro inferior afecto. Los estudios que han investigado la atrofia de las diferentes cabezas del cuádriceps han determinado que especialmente el vasto interno y el externo son los que se atrofian más rápidamente tras la lesión de LCA. El déficit de los flexores de rodilla tras la lesión es menor.

En el miembro inferior no afecto también se encuentra atrofiada la musculatura por la falta de actividad; en el cuádriceps además se suma la presencia de AMI. El origen de la atrofia es desconocido, pero parece ser que ésta junto con AMI son los causantes de la debilidad muscular del cuádriceps (15). (54) (55) (76)

e) Alteración del equilibrio:

En la literatura se indica que existe un importante déficit de control postural durante el apoyo monopodal estático en pacientes con lesión unilateral de LCA. Parece ser que la alteración del equilibrio es causada por la disminución o alteración de la información de los mecanorreceptores sobre la posición de la articulación, produciéndose una modificación del control neuromuscular al intentar mantener el equilibrio.

f) Alteración de la marcha:

Se han encontrado alteraciones como la disminución de flexión de rodilla afecta en el contacto inicial de la marcha, que aumenta en el apoyo medio, y la disminución también durante la subida y bajada de escalones. Igualmente se ha descrito una co-contracción de los músculos cuádriceps e isquiotibiales durante la marcha, y disminución de la actividad del cuádriceps en el contacto inicial simultánea a la mayor actividad del sóleo. A su vez, en el apoyo medio la actividad del sóleo es menor pero la del cuádriceps es similar a la del miembro inferior no afecto (54).

g) Lesiones asociadas:

Aunque no se conoce con certeza el mecanismo, se cree que las alteraciones en la cinemática articular de la rodilla que se producen tras la rotura de este ligamento y la capacidad de cada paciente para compensarlas modifican la distribución de sollicitaciones en las distintas zonas del cartílago articular, favoreciendo los cambios degenerativos, lesiones meniscales o defectos en el cartílago (77).

El hecho de que la tibia se desplace medialmente con relación al fémur durante la flexión articular, aumentando la carga en la región cercana a la espina tibial interna, podría justificar la presencia de cambios condrales degenerativos y la aparición de osteofitos en la tibia y el fémur. Por ello, uno de los objetivos de la cirugía de reconstrucción del LCA, además de restaurar la estabilidad de la rodilla y permitir al paciente retomar las actividades previas a la lesión, es normalizar la cinemática articular para prevenir cambios degenerativos precoces (77).

Sin embargo, las roturas del LCA no producen siempre una incapacidad funcional o una inestabilidad en la persona. A este tipo de pacientes se les denomina “pacientes cooperadores” (copers), tienen la capacidad de recuperar la actividad anterior a su lesión sin requerir una intervención, es decir, son tolerantes a dicha lesión. Los pacientes no tolerantes se denominan non-copers, y son los más comunes (48).

## 6.2. ANATOMIA DE LCA

La primera descripción del ligamento cruzado anterior (LCA) se debe a Galeno (1), pero no será hasta el año 1850 cuando Stark (2) describe el primer caso de rotura de este ligamento. En el año 1917, Hey-Groves (3), al que podemos considerar como padre de las ligamentoplastias, describe la primera reconstrucción intraarticular del LCA; desde entonces hasta nuestros días se suceden en la literatura ortopédica artículos que describen técnicas quirúrgicas para reemplazar este ligamento. Se puede afirmar que la reconstrucción o reemplazo del LCA constituye un auténtico desafío y un problema todavía no resuelto en la actualidad. La clave de toda esta problemática es su compleja y particular estructura anatómica y funcional. (78) (79) (8)

## 6.3. ANATOMÍA MACROSCÓPICA

El LCA es una estructura intraarticular y extrasinovial, situada en la escotadura intercondílea de la rodilla, que discurre oblicuamente, desde su inserción a nivel de la región anteromedial del platillo tibial, hacia atrás, arriba y afuera, hasta la porción medial del cóndilo femoral lateral (bien posterior y arriba, cerca de la superficie articular).

La distancia máxima entre las superficies internas de ambos cóndilos femorales (anchura de la escotadura intercondílea) es de  $21 + 3$  mm frente a los  $15 \pm 3$  mm en los casos de roturas inveteradas del LCA, debido a la artrosis secundaria con osteofitosis (52).

Esto se traduce en la necesidad de practicar el ensanchamiento del espacio intercondíleo ("notch plastia") en el tratamiento quirúrgico de las roturas inveteradas del LCA para evitar el atrapamiento ("impingement") del injerto que se utilice como sustituto intraarticular.

El LCA adopta una disposición helicoidal característica que proporciona una tensión adecuada del ligamento a través de todo su rango de movimiento. Está constituido por múltiples fascículos, regular y armónicamente orientados. Cada fibra tiene un único punto de origen e inserción, no son paralelas ni tienen la misma longitud y tampoco está n bajo la misma tensión a lo largo de todo el arco de flexo-extensión de la rodilla.

La longitud del ligamento es de  $31 \pm 3$  mm, el espesor de  $5 \pm 1$  mm y la anchura  $10 + 2$  mm, las dos últimas medidas en el tercio medio del ligamento, siendo el volumen total de  $2.3 \pm 4$  ml. El LCA, al igual que el ligamento cruzado posterior (LCP) y el ligamento lateral externo, es un ligamento "cordonal" a diferencia de los ligamentos del complejo interno de la rodilla que son ligamentos "acintados" (80).

Este dato es de gran importancia práctica pues los ligamentos cordonales, tras la rotura, sufren retracción de sus extremos y nunca restablecen su continuidad. De esto se deduce que el tratamiento de una rotura completa del LCA debe ser la cirugía.

El LCA está envuelto por una membrana sinovial que se hace más evidente por delante del ligamento, formando un meso, conocido como ligamento mucoso, por el que discurren los vasos sanguíneos que se dirigen al LCA.

Esta estructura probablemente es un vestigio del "septum medio" que divide la articulación tibiofemoral en los estadios tempranos del desarrollo embrionario. Cuando este

tabique persiste nos hallamos con la "plica sinovial infrapatelar". Reider y cols. llaman a esta estructura "septum mucosum". Dicho pliegue sinovial está anclado proximalmente al techo del espacio intercondíleo, inmediatamente por delante de la inserción del LCA y distalmente comunica con la grasa a infrapatelar de Hoffa. (81)

En la cara anterior del ligamento, cruzando su tercio distal, encontramos el ligamento yugal, transverso o intermeniscal anterior, interpuesto entre el ligamento y la almohadilla grasa infrapatelar de Hoffa, que cubre la mitad distal del ligamento.

El ligamento yugal se extiende desde el cuerno anterior del menisco medial al margen anterior convexo del menisco lateral. Estas dos estructuras anatómicas, ligamento yugal y grasa infrapatelar, pueden ser la causa de que se observe una mayor proliferación sinovial en el extremo proximal del LCA o de los injertos que lo sustituyen, lo que provocaría, como dice Alm que el número y calibre de las arterias, sea mayor en el extremo proximal, que en el extremo distal del ligamento. (82) (83)

La bolsa adiposa tiene una gran importancia práctica, pues con su rica vascularización contribuye notablemente al aporte vascular al LCA. Guillen y cols., recomienda no adosar al injerto que sustituya al LCA o al propio ligamento tras su sutura la bolsa adiposa, con la idea de aumentar su vascularización. Se debe pues evitar la exéresis de esta grasa y respetar al máximo las partes blandas en general en la cirugía del LCA, aunque ello dificulte en cierta medida la técnica quirúrgica. El LCA está íntimamente relacionado con el LCP, en la zona en que ambos se cruzan, estando cubiertos ambos ligamentos por una capa sinovial continua. (84)

El LCA se cruza en X con el LCP en rotación tibial interna adoptando planos paralelos en rotación externa. En muchas ocasiones fibras del LCA se dirigen por detrás del LCP a la cara medial del surco intercondilar. El LCA, junto con el LCP, ligamento meniscofemoral posterior de Wrisberg y ligamento meniscofemoral anterior de Humphrey, constituyen el "Pivote central" o sistema ligamentoso central de la rodilla. Ahora bien, la presencia de los ligamentos meniscofemorales no es constante; estando ausentes en el 30% de los casos (10). (85)

A pesar de que los estudios sobre la configuración anatómica y espacial del LCA se suceden en la literatura, hoy en día todavía es un tema controvertido. Abbot y cols. (11) fueron los primeros en describir un grupo de fibras anteromediales desde el punto de vista funcional, que estaban tensas en flexión. (46)

Lam describe dos fascículos a los que denomina anteromedial y posterolateral en función de la localización de la inserción tibial. Girgis, Marshall y Monajem , en un estudio sobre 20 rodillas de cadáver y 24 rodillas frescas, encuentra n que el LCA está formado por dos fascículos: fascículo anteromedial (fino) y posterolateral (porción principal). (86)

El fascículo anteromedial está formado por las fibras que se insertan en la parte más proximal de la inserción femoral a la más anterior y medial de la inserción tibial. Las fibras que van de la porción más distal de la inserción femoral y se insertan en la porción posterolateral del anclaje tibial constituyen el fascículo posterolateral. Navarro y cols. también encontraron en todos los casos estudiados por ellos rodillas procedentes de miembros amputados) dos fascículos bien diferenciados anatómica y funcionalmente. Estos dos fascículos también son descritos por Minguet. (82) (47)



En 1979 Norwood y Cross describen un tercer fascículo más pequeño denominado fascículo intermedio, hallazgo también encontrado en el año 1985 por Dawkins y Amis.

Por el contrario, Odensten y Gillquist en un estudio realizado sobre 33 rodillas de cadáver, con una media de edad de 29 años, no encontraron evidencia macroscópica de subdivisión del ligamento en ninguna de ellas. Cuando la rodilla se flexionaba a 90° el LCA se enrollaba aproximadamente 90°. Como resultado de esto las fibras que se originaban de la parte más anterior del área de inserción tibial se insertaban en la parte más proximal del área de inserción en el cóndilo femoral lateral; por el contrario, las fibras que se originaban en la parte más posterior del área de inserción tibial se insertaban en la parte más lateral y distal del área de inserción femoral. (87) (88)

Es decir, aunque anatómicamente no existía subdivisión, funcionalmente se encontraban los dos fascículos descritos por Girgis y cols. Appel y cols. estudian la anatomía del LCA en 50 rodillas no encontrando tampoco separación anatómica del ligamento en los dos fascículos (anteromedial y posterolateral) cuando hacen cortes horizontales del mismo; sin embargo, en las disecciones longitudinales encuentran una configuración cruzada de sus fascículos. (29)

Por último, hay que destacar que observaciones artroscópicas muestra en LCA con fascículos bien individualizados y otros en los que éstos no se pueden distinguir. A la vista de lo reseñado en la literatura consultada, de los resultados de nuestras disecciones y de nuestro material clínico artroscópico, podemos concluir diciendo que si bien no siempre se pueden encontrar dos fascículos anatómicamente bien diferenciados sí que existen siempre dos porciones diferentes desde el punto de vista funcional en el LCA. (89)

Durante la extensión el LCA choca con el techo de la escotadura intercondílea lo cual limita una mayor extensión. A medida que vamos incrementando los grados de flexión de la rodilla los dos fascículos se enrollan rotando las fibras posterolaterales por debajo de las antero-mediales. El ligamento pierde su forma de abanico, que presenta con la extensión de la rodilla, y va asumiendo una forma de cordón redondo y enrollado.

Van Dick demostró que las fibras del LCA no son paralelas en la extensión, sino que presenta en una torsión externa de  $46^\circ$ . Cuando la rodilla se flexiona a  $90^\circ$  el ángulo de torsión se incrementa a  $105^\circ$ , lo que pone de manifiesto ese enrollamiento progresivo que el ligamento sufre con la flexión de la rodilla.

Una vez vista la configuración y orientación espacial del LCA, vamos a centrarnos en el estudio de los puntos de anclaje y su significado funcional. (90)

### 6.3.1. Anclaje tibial

Para Odensten y Gillquist el área de inserción tibial es oval, con su eje mayor orientado en sentido anteroposterior. Su longitud es de  $17 + 3$  mm y su anchura de  $11 \pm 2$  mm. El punto central de la inserción tibial está localizado a  $7 \pm 1$  mm del plano del borde anterior de la superficie articular del cóndilo tibial medial y a  $23 + 4$  mm de la unión meniscocapsular anterior en el cóndilo tibial medial. (52)

### 6.3.2. Anclaje femoral

El LCA se inserta en una fosita situada en la parte posterior de la superficie medial del cóndilo femoral lateral. Para nosotros, al igual que para otros autores el área de anclaje femoral tiene la forma de un segmento de círculo con su borde anterior recto y el posterior convexo, siendo este último paralelo al margen articular posterior del cóndilo femoral lateral.

Por el contrario, Odensten y Gillquist encuentran que el área de inserción femoral es oval, con un diámetro mayor de  $18 \pm 2$  mm y un diámetro menor de  $11 \pm 2$  mm. El ángulo entre el diámetro mayor del óvalo y el eje de la diáfisis femoral es de  $26 + 7^\circ$ . (29) (91)

6.3.3. Significado funcional de los puntos de anclaje. Concepto de "isometricidad", ¿realidad o fantasía? Actualmente se da gran importancia al concepto de "isometricidad", pero no se trata de un término nuevo.

En el año 1942 Blair sugería la elección de un punto de anclaje en el fémur que no modificara la distancia respecto al punto tibial a lo largo de todo el arco de flexo extensión de la rodilla. Este autor cita como fuente un trabajo de Testut de 1911.

Así mismo Blair, refiriéndose al "injerto", dice que en esta situación éste tendrá el mismo grado de tensión a lo largo de todo el recorrido de flexo-extensión de la rodilla. De forma implícita estaba expresando que la "isometricidad" en el anclaje supone una "isotonicidad" del implante, con lo que éste estará sometido a un "stress tensil" uniforme a lo largo de todo el arco de movimiento de flexo-extensión de la rodilla. (92) (93)

Tengamos en cuenta que el "stress tensil" es necesario para la morfogénesis, remodelación y maduración de la colágena. Ahora bien, no hay actualmente ningún autor que nos pueda decir que tensión concreta debe tener el implante para asegurar un buen futuro al mismo.

La mayoría de los autores solo nos hablan de una "tensión firme". Para conseguir la "isometricidad", es condición necesaria la correcta elección de los puntos de anclaje (femoral y tibial), lo cual ya era puesto de manifiesto por Palmer.

La elección del punto de anclaje femoral es crítica a la hora de realizar una reconstrucción isométrica del LCA, pues el punto femoral es el determinante primario de la "isometricidad".

Por otro lado, también se trata de un tema controvertido, habiéndose descrito varios puntos de anclaje transóseos o anatómicos y un anclaje extra-anatómico ("over-the-top").

La reinserción femoral del LCA se debe realizar con la rodilla flexionada  $120^{\circ}$  en un punto lo más posterior y abajo posible del cóndilo externo. Un emplazamiento demasiado anterior del túnel femoral conduce a una tensión y elongación excesiva del injerto en flexión, debido a la orientación vertical del implante, lo cual supondrá una restricción de la flexión y a la larga la rotura del implante. Un estudio comparativo del efecto de la inserción femoral y tibial en la isometría muestra que la inserción femoral es de mayor importancia que la inserción tibial. No obstante, la inserción tibial es fundamental para que la longitud y orientación espacial del injerto en la articulación sea correcta. (10) (46) (64)

Para evitar el "impingement" se recomienda, en estos casos, la realización de la condiloplastia ("notchplasty"). Si el punto de anclaje tibial es demasiado posterior se

producirá un incremento de la distancia entre los puntos de anclaje femoral y tibial cuando la rodilla se extiende, lo cual se traducirá en una rotura del implante.

Si los túneles óseos tibial y femoral se perforan en los centros anatómicos originales, las fijaciones del implante ligamentoso estarán demasiado cerca y tendremos problemas de déficit de extensión y flexión de la rodilla, porque el nuevo ligamento será demasiado corto. Ahora bien, no existe un punto isométrico único o absoluto. Las discrepancias de los hallazgos publicados en la literatura son debidas no sólo a diferencias en las condiciones experimentales sino también al hecho de que cada rodilla tiene sus propios puntos isométricos.

Las rodillas de cada persona, por otro lado, también difieren en las dimensiones óseas y en la resistencia y grosor de sus ligamentos cruzados. De esto se deduce que la isometricidad debe ser evaluada antes de perforar los túneles óseos.

Un emplazamiento isométrico es definido como aquel en que la distancia entre la inserción femoral y tibial no cambia más de 1.5-2 mm cuando la rodilla es flexionada de 0 a 90° (22) (34) (86).

Desde el punto de vista anatómico el LCA no es "isométrico" en el sentido estricto de la palabra. Por otro lado, es incorrecto hablar de "punto isométrico", debiéndose hablar de "área isométrica".

Además, la superficie del "área isométrica" disminuye conforme aumenta la flexión de la rodilla, motivo por el cual la evaluación preoperatoria de la tensión del implante debe ser realizada a lo largo de todo el arco de flexo-extensión de la rodilla.

Si tenemos en cuenta que el "área isométrica" es más pequeña que los sustitutos que normalmente se emplean para reemplazar al LCA lesionado se comprenderá que realmente alcanzar la isometricidad es un objetivo utópico (30) (14).

Se puede concluir diciendo que el concepto de isometricidad es más bien un recurso quirúrgico para aproximarnos a la realidad del papel que desempeña el LCA en la cinemática de la rodilla que una realidad anatómica. Con ello perseguimos un doble objetivo:

a) Protección del implante contra una excesiva elongación y stress, lo que se traducirá en una "sobrevivencia" prolongada del implante y b) Freno contra el cajón anterior femoro-tibial durante la flexo-extensión de la rodilla.

#### 6.4. ANATOMÍA FUNCIONAL

##### Anatomía artroscópica dinámica

La inspección artroscópica del LCA en varias posiciones de flexión de la rodilla ha incrementado considerablemente los conocimientos sobre su función.

En el paciente sometido a anestesia general Johnson estudia la laxitud del LCA entre 90° de flexión y la extensión completa. Encuentra que entre los 90° y 45° el ligamento se encuentra laxo. Más allá de este punto la tensión del ligamento se incrementa gradualmente a medida que aumenta la extensión de la rodilla. Si el estudio se hace con el paciente bajo anestesia local es posible su cooperación, de tal forma que podremos evaluar el efecto de la contracción del cuádriceps en la tensión del LCA.

La tensión del LCA se incrementa cuando se contrae el cuádriceps contra resistencia entre los 45° y 0. Esto tiene una gran relevancia clínica en el proceso de rehabilitación tras cirugía del LCA. Cualquier contracción del cuádriceps con la rodilla en 45° de flexión o menos tensa el LCA. La rehabilitación consistirá idealmente en ejercicios isométricos en 45° de flexión o más junto con ejercicios de isquiotibiales (antagonistas del cuádriceps).

De estos estudios Johnson concluye que el LCA no es funcionalmente isométrico, con lo cual se vuelve a cuestionar el concepto de isometricidad. (2) (82) (10)

## 6.5. REHABILITACION TRAS RECONSTRUCCION DE LCA

La rehabilitación tras la reconstrucción del LCA ha experimentado cambios muy importantes en la última década que han permitido desarrollar protocolos más agresivos para acelerar el proceso de rehabilitación. No obstante, el objetivo de los protocolos de rehabilitación es conseguir el mismo nivel de actividad funcional prelesional. (94) (95) (96)

Actualmente se utilizan protocolos acelerados que siguen estos principios básicos:

- Control del dolor, del derrame y del edema.
- Movilización y carga precoz de la extremidad.
- Cinesiterapia específica que no produzca excesivas tensiones en la plastia.
- Ejercicios en cadena cinética cerrada (CCC).
- Reeduación neuromuscular propioceptiva.

- Reincorporación rápida a las actividades de la vida diaria. (97) (98)

Los protocolos se dividen en fases (días, semanas, meses) adaptadas al proceso de integración de la plastia (ligamentación).

Se recomienda una fase inicial preoperatoria, cuyos objetivos son:

-Disminución del derrame

-Edema

-Dolor,

-Recuperación del balance articular completo

-Cinesiterapia, potenciación del cuádriceps e isquiotibiales,

-Preparación y educación para el proceso postoperatorio. (51) (96)

De esta forma se disminuye la incidencia de artrofibrosis como complicación postoperatoria. La rehabilitación postoperatoria se iniciará de forma precoz,<sup>27</sup> con un buen control del dolor, buscando la rápida recuperación del balance articular, la carga completa y un refuerzo muscular intensivo inicialmente en cadena cinética cerrada y a partir de la sexta semana en cadena cinética abierta, junto con un programa de reeducación neuromuscular propioceptivo. (99) (94) (95) (49)



## 7. OBJETIVOS

### Objetivos Generales

Aplicar ejercicios de estabilidad de rodilla a pacientes post operados de ligamento cruzado anterior.

### Objetivos específicos.

-Conocer cuál es el mecanismo de lesión más frecuente en pacientes de la casa geriátrica del ISSTECH de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

-Investigar la incidencia de casos de pacientes de rotura de LCA en la casa geriátrica del ISSTECH de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas

-Saber que impacto tienen los ejercicios terapéuticos tienen un impacto positivo con relación a la recuperación de la estabilidad de rodilla?

## 8. HIPOTESIS

Hi: Hay evidencias que los ejercicios de estabilidad mejoran la funcionalidad articular de la rodilla

Ho: No hay evidencias que los ejercicios de estabilidad mejoran la funcionalidad articular de la rodilla.

## 9. METODOLOGÍA

### 9.1 Tipo de estudio

Se trata de un estudio longitudinal, clínico y prospectivo.

#### Longitudinal

Implican la recolección de datos en varios cortes de tiempo comprendido entre el mes de agosto a diciembre del 2023 en la casa geriátrica del ISSTECH de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

#### Clínico

Se realiza una intervención a determinada patología y se observan los resultados de los efectos de la intervención.

### 9.2 Población

La población comprendida en el tiempo entre el mes de agosto a diciembre del 2023 es de 100 pacientes referidos al área de mecanoterapia en la casa geriátrica del ISSTECH de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

### 9.3 Muestra

En este estudio de investigación se tomó un total de 40 pacientes post operados de ligamento cruzado anterior en la casa geriátrica del ISSTECH de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

### 9.4 Criterios de inclusión

Pacientes post operados de ligamento cruzado anterior y tratados por médicos especialistas sin importar sexo o edad.

### 9.5 Criterios de exclusión

Pacientes que no acuden con regularidad a terapia física o sin el diagnóstico previo del médico especialista comprobado con estudio de gabinete.

### 9.6 Dosificación de los ejercicios

Sesión de 1-5

Posición del paciente: de cubito supino

Indicaciones:

- Una vez que el paciente este en la postura indicada se le pedirá al paciente que realice el movimiento de flexión y extensión lentamente mientras es asistido.

- Una vez que el paciente llegue hasta su tolerancia mantenemos en esa posición y ejercemos un poco de presión para forzar al movimiento.
- Los movimientos deben ser lentos y se debe corroborar que el paciente presente dolor mínimo e ir de manera progresiva al realizar el aumento del rango de movilidad.
- Se empezará como mínimo con 2 series de 10 repeticiones manteniendo de 10 a 15 segundos, la intensidad o la fuerza aplicada en cada movimiento dependerá de cada paciente, así como el tiempo de descanso entre fases y repeticiones.

Figura 1: En la imagen demuestra la transición de los movimientos de flexión y extensión para cada serie.



Otras indicaciones:

- Se le pide al paciente que este decúbito prono y que flexione la rodilla operada hasta tolerancia mientras es asistido, una vez que logre llegar al punto máximo mantenemos en esa posición por unos segundos.

- Se empezará como mínimo de 2 series de 10 repeticiones, manteniendo de 10 a 15 segundos dependiendo de la tolerancia del paciente
- La intensidad, la fuerza y el forzar el movimiento se irán aumentando progresivamente.

Figura 2: En la imagen demuestra la posición de cubito prono para ejercer flexión en la rodilla.



Otras indicaciones:

- El paciente decúbito prono se le pide que realice el movimiento de flexión y extensión a tolerancia, sin que sea asistido.
- Se empezará como mínimo de 2 series de 12 a 15 repeticiones y manteniendo de 12 a 15 segundos dependiendo de la tolerancia del paciente.

Figura 3: En la imagen se demuestra el movimiento de flexión y extensión a tolerancia.



- El paciente de cubito supino se le pide que realice el movimiento de flexión sin que sea asistido.
- Se empezará como mínimo de 2 series de 12 a 15 repeticiones y manteniendo de 12 a 15 segundos dependiendo de la tolerancia del paciente.

Figura 4: En la imagen demuestra al paciente en posición de cubito supino con rodilla en flexión.



## Sesión 6-10

Posición del paciente: Posición bípeda, el miembro afectado debe colocarse sobre la silla haciendo una flexión de rodilla.

- Se le pide al paciente que intente su pierna sobre un banco o silla, con manos en la rodilla o a la altura del pecho, el paciente debe realizar una flexión, sin despegar el talón.
- El movimiento debe ser lento y cuando llegue al grado máximo mantendrá esa posición por unos segundos.
- El movimiento debe ser de manera progresiva y a tolerancia del paciente, sin provocar dolor.
- Se iniciará con 2 series de 12 a 15 repeticiones, manteniéndose de 12 a 15 segundos a tolerancia del paciente.

Figura 5: En la imagen demuestra el posicionamiento del miembro afectado en la silla para su flexión.





Otras indicaciones:

- Paciente en sedestación con rodillas en flexión de 90° se le pide que realice una sentadilla, y que vuelva al colchón, con el objetivo de hacer descargas progresivamente en el miembro afectado
- Si el paciente requiere ayuda para poder levantarse solo se le toma de las manos.
- Se iniciará con 2 series de 10 a 15 repeticiones, el movimiento será lento.
- El tiempo de descanso entre fases y repeticiones dependerá de cada paciente.

Figura 6: En la imagen demuestra al paciente en sedestación con flexión en rodillas a 90°.



Otras indicaciones:

- Paciente en sedestación con la rodilla a 90°.
- La pelota se encuentra en el hueso poplíteo mientras realiza una contracción de los femorales y de los isquiosurales.

- El movimiento debe ser lento y cuando llegue al grado máximo mantendrá esa posición por unos segundos.
- El movimiento debe ser de manera progresiva y a tolerancia del paciente, sin provocar dolor.
- Se iniciará con 2 series de 12 a 15 repeticiones, manteniéndose de 12 a 15 segundos a tolerancia del paciente.

Figura 7: En la imagen demuestra al paciente en sedestación con rodilla a 90° y pelota posicionada en el hueso poplíteo.



Otras indicaciones:

- Paciente en posición bípeda con pelota en la zona de hueso poplíteo.
- El paciente debe realizar una extensión de rodilla mientras contrae el cuádriceps, al mismo tiempo realizamos una contracción isométrica. Mientras se ejerce una tensión contraria al movimiento con una liga de resistencia.

- Se empezará como mínimo de 2 series de 12 a 15 repeticiones y manteniendo de 12 a 15 segundos dependiendo de la tolerancia del paciente sin llegar a provocar dolor o fatiga muscular.
- Tanto como la resistencia al igual que el mantener el movimiento se irá aumentando progresivamente dependiendo del paciente.

Figura 8: En la imagen se muestra paciente en posición bípeda con pelota en la zona de hueco poplíteo.



Otras indicaciones:

- Paciente de cubito prono, con la rodilla flexionada, se le pide que realice una extensión de rodilla mientras se le aplica una resistencia al movimiento.
- Se empezará como mínimo de 2 series de 12 a 15 repeticiones y manteniendo de 12 a 15 segundos dependiendo de la tolerancia del paciente sin llegar a provocar dolor o fatiga muscular.

- Tanto como la resistencia al igual que el mantener el movimiento se irá aumentando progresivamente dependiendo del paciente.

Figura 9: En la imagen demuestra al paciente de cubito prono con la rodilla flexionada.



#### Sesión 11-15

#### Indicaciones:

- Se le indica a la paciente que levante la pierna manteniendo así el equilibrio, pero como ella no domina aun el ejercicio, se apoya al paciente.
- Se le indica al paciente que haga de 8 a 10 repeticiones.
- El paciente esta solo sin barras.
- Se le indica nuevamente que levante la pierna manteniendo el equilibrio
- Se le indica al paciente que haga de 10 a 12 repeticiones.

- El paciente logra realizar el ejercicio de manera independiente.

Figura 10: En la imagen demuestra al paciente levantando la pierna manteniendo el equilibrio con apoyo y de manera independiente.



Indicaciones:

- Paciente de pie sobre el balancín y con pelota en manos.
- Se le pide flexionar una pierna y sostener la pelota estirando ambos brazos.
- El paciente debe mantener el equilibrio el mayor tiempo posible.
- Alternar las piernas y realizar de 10 a 12 repeticiones.

Figura 11: En la figura se muestra al paciente de pie sobre el balancín y con pelota en manos.



#### Sesión 16-20

#### Indicaciones

- Paciente en posición bípeda
- Se le pide que flexione su rodilla y al mismo tiempo la contracción lo produzca los isquiosurales y los femorales hasta lograr el arco de movimiento máximo, mientras mantiene por unos segundos.
- Se empezará con 2 series de 10 a 15 repeticiones, sosteniendo de 10 a 15 segundos. (a tolerancia del paciente)
- El movimiento es lento, la intensidad, las repeticiones y el mantener se irán aumentando progresivamente

Figura 12: La imagen demuestra al paciente en posición bípeda realizando la serie de flexiones.



Otras indicaciones:

- Paciente en posición decúbito prono
- Se le pide que flexione su rodilla y al mismo tiempo la contracción lo produzca los isquiosurales y los femorales hasta lograr el arco de movimiento máximo, mientras mantiene por unos segundos.
- Se debe cuidar que la posición sea la correcta ya que puede compensar el movimiento levantando la cadera.
- Se empezará con 2 series de 10 a 15 repeticiones, sosteniendo de 10 a 15 segundos. (a tolerancia del paciente)
- El movimiento es lento, la intensidad, las repeticiones y el mantener se irán aumentando progresivamente

Figura 13: La imagen demuestra al paciente flexionando su rodilla, generando contracciones produciendo los isquiosurales y los femorales hasta lograr el arco de movimiento máximo.



Indicaciones:

- Paciente en bipedestación se coloca frente a un banco o plataforma resistente, manteniendo un pie en el suelo y el otro pie flexionado y apoyado en el banco detrás.
- Mantén la espalda recta y el torso erguido mientras te inclinas hacia abajo doblando la rodilla delantera, descendiendo hasta que tu muslo esté paralelo al suelo (o hasta donde sea cómodo y seguro).
- Asegúrate de que la rodilla delantera no sobrepase los dedos de los pies y que la rodilla trasera baje hacia el suelo sin tocarlo.
- Empuja con el talón del pie delantero para volver a la posición inicial.
- Repite el movimiento según el número de repeticiones recomendadas, luego cambia de pierna.
- Realizando series de 12 a 15 repeticiones. Descansando 1 minuto entre series.



Figura 14: Paciente en bipedestación sobre plataforma manteniendo un pie en el suelo y el otro pie flexionado con espalda recta y torso erguido.



## 9.7 VARIABLES

Variable dependiente: Rotura de ligamento cruzado anterior

Definición conceptual: Discontinuidad de la porción y trayecto de tejido blando encargado de la estabilidad y sostén de la articulación de la rodilla.

Definición operacional. Se obtendrá información a través del trabajo de campo en una hoja de recolección de datos.

Variable independiente: Ejercicios de estabilidad.

Definición conceptual: Activación física que consiste en la adaptación neuromuscular y propioceptiva para la fijación de la articulación ante un movimiento controlado o repentino.

Definición operacional. Se obtendrá información a través del trabajo de campo en una hoja de recolección de datos.

#### Descripción de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición textual	Tipo de variable
Ejercicios de estabilidad	Activación física que consiste en la adaptación neuromuscular y propioceptiva para la fijación de la articulación ante un movimiento controlado o repentino.	Se obtendrá información a través del trabajo de campo en una hoja de recolección de datos	Independiente Cualitativo nominal

Rotura total de ligamento cruzado anterior.	Discontinuidad de la porción y trayecto de tejido blando encargado de la estabilidad y sostén de la articulación de la rodilla.	La variable será analizada mediante la obtención de datos a través de la hoja de evolución del expediente clínico del paciente.	Cualitativo ordinal.
Sexo	Condición orgánica que define a la persona en hombre o mujer	Hombre Mujer	Cualitativa ordinal
Edad	Tiempo transcurrido en años desde su nacimiento. Pacientes de 30 a 80 años.	La que refiere el paciente se expresa en números enteros.	Cuantitativa discreta.
Ocupación	La ocupación de una persona hace referencia a lo que ella se dedica; a su trabajo, empleo,	Indistinta	Cualitativa ordinal

	actividad o profesión.		
Dolor	<p>Escala Visual Analógica (EVA)</p> <p>Permite medir la intensidad del dolor que describe el paciente con la máxima reproducibilidad entre los observadores.</p> <p>Consiste en una línea horizontal de 10 centímetros, en cuyos extremos se encuentran las expresiones extremas de un síntoma.</p>	<p>Se pide al paciente que marque en la línea el punto que indique la intensidad y se mide con una regla milimétrica. La intensidad se expresa en centímetros o milímetros.</p> <p>La valoración será:</p> <p>1 Dolor leve si el paciente puntúa el dolor como menor de 3.</p> <p>2 Dolor moderado si la valoración se sitúa entre 4 y 7.</p> <p>3 Dolor severo si la valoración es igual o superior a 8.</p>	Cuantitativo ordinal.

<p>Propiocepción</p> <p>dinámica y estática</p>	<p>Es la fuente sensorial que mejor proporciona la información necesaria para optimizar el control motor y neuromuscular y mejorar la estabilidad articular funcional. (Riemann y lephart,2002)</p>	<p>Test de propiocepción estática, el paciente realiza una bipedestación monopodal y se le indica que realice pequeños saltos sobre su propio eje.</p> <p>Test de propiocepción activa, el paciente realiza una bipedestación monopodal, realiza saltos longitudinales en un cuadro de 3 por 3 sin salir del margen; de acuerdo con ello se califican los resultados dando signos de</p>	<p>Cuantitativa discreta</p>
---	---	--	------------------------------

		inestabilidad propioceptiva.	
--	--	---------------------------------	--

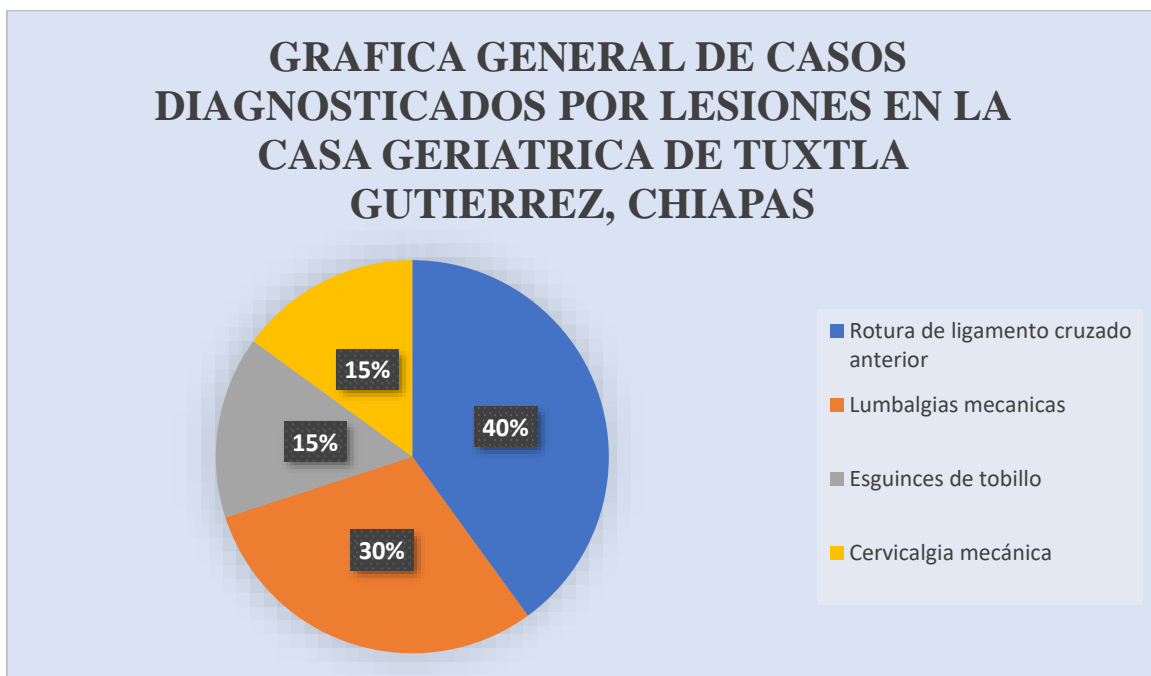
## 10. ANÁLISIS Y RESULTADOS

**Tabla 1.** Casos de lesiones presentados en el periodo agosto – diciembre 2023

Casos	Rotura de ligamento Cruzado Interno	Lumbalgia mecánica	Esguinces de tobillo	Cervicalgia mecánica
No. Pacientes	60	30	15	15

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de la casa geriátrica del isstech en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (2023)

**Gráfico 1.** Prevalencia de lesiones en la casa geriátrica agosto – diciembre 2023



Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo agosto – diciembre del año 2023, se presentaron 100 personas en la casa geriátrica del isstech de Tuxtla Gutiérrez, tras presentar lesiones. Después de ser diagnosticados, entre las posibles lesiones se registraron, 30 pacientes con lumbalgia

mecánica, 15 con esguinces en el tobillo, otros 15 pacientes con cervicalgia mecánica, y los 40 pacientes sobrantes mostraban lesiones en el ligamento cruzado anterior (LCA) con dolor no tolerante, siendo el tipo de lesión más prevalente, y a los cuales se les ofrecieron tratamiento médico inmediato y seguimiento personalizado.

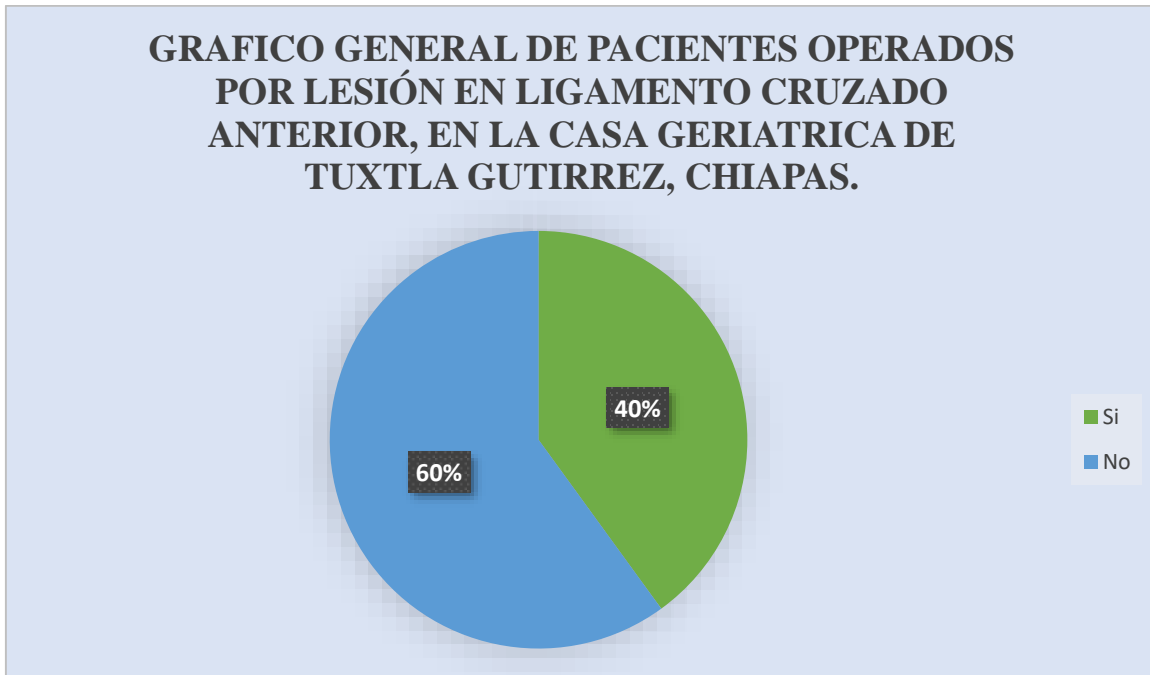


**Tabla 2.** Pacientes operados por lesión de LCA

Paciente	Cirugía por lesión	Paciente	Cirugía por lesión	Paciente	Cirugía por lesión	Paciente	Cirugía por lesión
1	No	26	No	51	No	76	Si
2	No	27	Si	52	Si	77	No
3	Sí	28	No	53	No	78	No
4	No	29	No	54	No	79	No
5	No	30	No	55	Si	80	Si
6	No	31	No	56	Si	81	No
7	Sí	32	Si	57	Si	82	No
8	No	33	Si	58	No	83	Si
9	Sí	34	No	59	Si	84	No
10	Sí	35	Si	60	No	85	Si
11	No	36	No	61	Si	86	Si
12	No	37	Si	62	No	87	No
13	No	38	Si	63	Si	88	Si
14	Sí	39	Si	64	No	89	No
15	No	40	No	65	Si	90	No
16	No	41	No	66	No	91	No
17	No	42	Si	67	Si	92	No
18	No	43	Si	68	No	93	No
19	Sí	44	No	69	No	94	Si
20	Sí	45	No	70	No	95	No
21	No	46	No	71	Si	96	Si
22	Sí	47	No	72	No	97	No
23	No	48	Si	73	Si	98	No
24	No	49	Si	74	No	99	Si
25	No	50	No	75	No	100	Si

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de la casa geriátrica del isstech en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (2023).

**Gráfico 2. Pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente por LCA**



Fuente: Elaboración propia

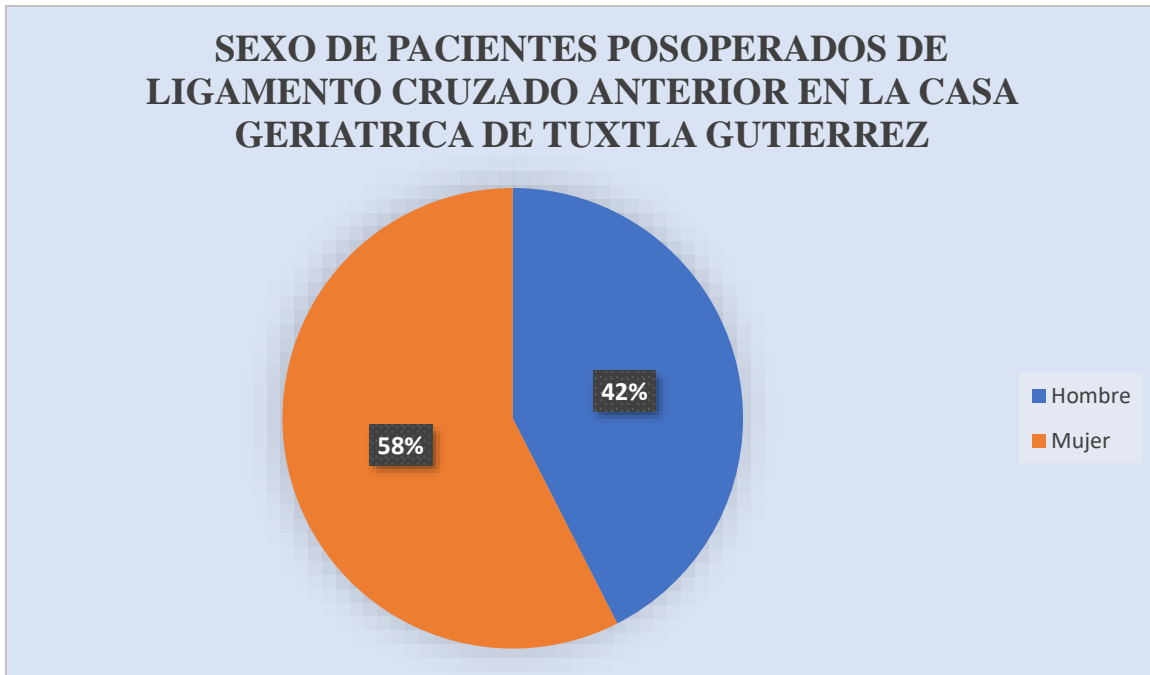
De los 100 pacientes que se presentaron a la casa geriátrica del isstech en Tuxtla Gutiérrez, los cuales acudieron por distinguidas lesiones, al ser diagnosticados, fueron 40 pacientes los que presentaron lesiones en el LCA, tras ser diagnosticados decidieron recurrir a una cirugía debido a lesiones severas que podrían afectar su calidad de vida al no tratarse, y en caso contrario, permitiendo una recuperación completa posoperatoria usando fisioterapia, con rehabilitación activa y ejercicios personalizados. Los otros 60 pacientes fueron excluidos debido a que sus lesiones no fueron por lesiones de LCA, o en menor grado, y otros optaron por no tratarse al ser tolerantes al dolor de su lesión.

**Tabla 3.** Sexo de pacientes post operados de ligamento cruzado anterior

Paciente	Sexo		
1°	H	21°	M
2°	M	22°	H
3°	H	23°	H
4°	H	24°	H
5°	M	25°	M
6°	H	26°	H
7°	M	27°	M
8°	M	28°	M
9°	M	29°	H
10°	H	30°	M
11°	H	31°	M
12°	M	32°	M
13°	H	33°	M
14°	M	34°	M
15°	H	35°	H
16°	M	36°	M
17°	M	37°	H
18°	H	38°	M
19°	M	39°	M
20°	M	40°	H

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de la Casa Geriátrica del isstech de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (2023)

**Gráfico 3. Sexo prevalente en pacientes post operados de LCA**



Fuente: Elaboración propia

En la casa geriátrica del isstech ubicada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas durante el periodo Agosto- diciembre de 2023, se muestran un total de 40 pacientes post operados de ligamento cruzado anterior, de los cuales 23 son mujeres, correspondiendo a un 58% de la muestra total, mientras el 42% restante es presentado por 17 hombres con el mismo caso, al ser intervenidos quirúrgicamente, que después de su recuperación acuden para su tratamiento fisioterapéutico de rehabilitación, tras la reconstrucción del LCA.

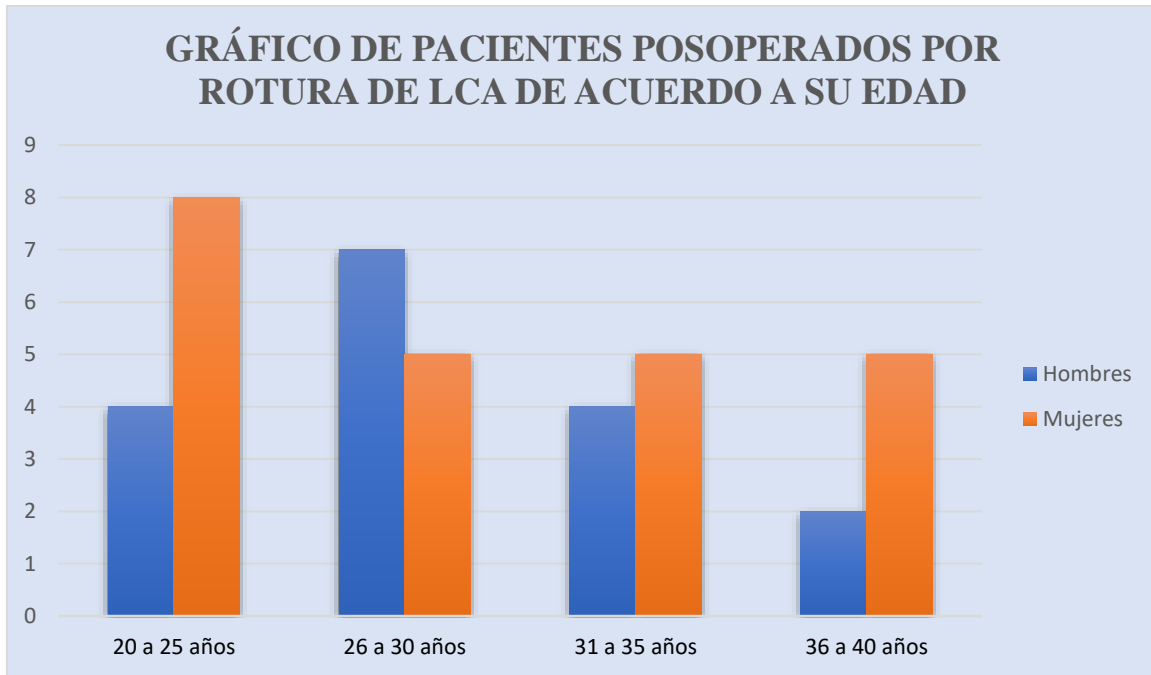
**Tabla 4.** *Edad de pacientes post operados de ligamento cruzado anterior*

<b>Paciente</b>	<b>Edad</b>
1°	31 años
2°	28 años
3°	22 años
4°	26 años
5°	37 años
6°	21 años
7°	24 años
8°	33 años
9°	28 años
10°	39 años
11°	37 años
12°	25 años
13°	29 años
14°	34 años
15°	31 años
16°	24 años
17°	24 años
18°	27 años
19°	38 años
20°	30 años

21°	23 años
22°	35 años
23°	28 años
24°	30 años
25°	22 años
26°	28 años
27°	21 años
28°	36 años
29°	25 años
30°	40 años
31°	31 años
32°	33 años
33°	27 años
34°	33 años
35°	35 años
36°	26 años
37°	27 años
38°	38 años
39°	25 años
40°	23 años

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de la Casa Geriátrica del isstech de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (2023)

**Gráfico 4. Prevalencia de pacientes post operados por edad**



Fuente: Elaboración propia

Entre los 40 pacientes post operados que estuvieron recibiendo tratamiento, dentro de un rango general de edad de 20 a 40 años perteneciente a la muestra. 12 pacientes se encuentran en un rango de edad de 20 a 25 años, 8 mujeres y 4 hombres; otros 12 se encuentran dentro de un rango de edad de 26 a 30 años, 5 mujeres y 7 hombres; además 9 paciente se encuentran entre los 31 a 35 años, 5 mujeres y 4 hombres; siendo los 7 restantes pacientes de 36 a 40 años, 5 mujeres y 2 hombres que oscilan entre esa edad. Siendo los pacientes de entre 20 a 25, los más expuestos durante ese periodo a sufrir una rotura de ligamento cruzado anterior con intervención quirúrgica.

**Tabla 5.** *Incidencia de lesiones en pacientes por actividades*

Incidencia por actividad	Futbol	Basquetbol	Accidente en casa
No. Pacientes	19	8	13

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de la casa geriátrica del isstech en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (2023).

**Gráfico 5.** *Incidencia de lesiones en el LCA por actividad*



Fuente: Elaboración propia

El nivel de incidencias por lesiones puede deberse a la realización en diferentes actividades, en el caso de la muestra representada, las actividades realizadas por los pacientes antes de lesionarse eran: las prácticas deportivas de futbol, basquetbol, y accidentes que sucedieron en sus casas. Del 100% de la muestra, el 47% de los pacientes se lesiono durante partidos o

prácticas de futbol (19 personas), el 20% fue por prácticas de basquetbol (8 personas), mientras que el 33% restante sufrió la lesión por accidente en su hogar. Siendo la práctica de futbol la actividad más propensa por la que una persona tendría una lesión en el ligamento Cruzado Anterior.

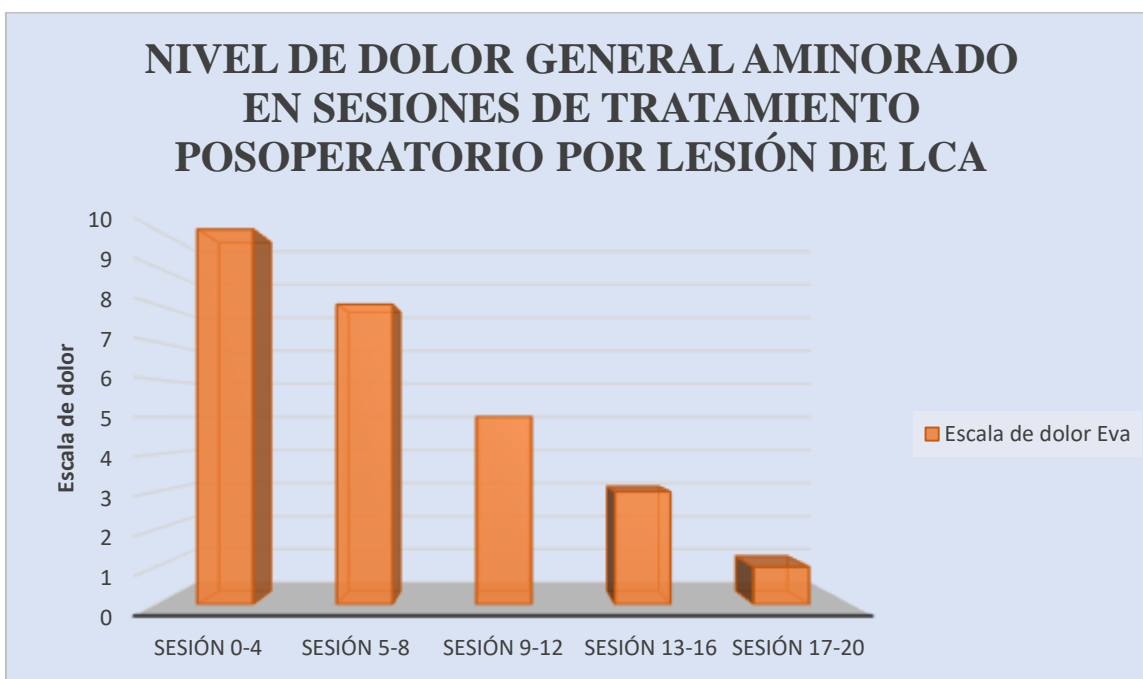


**Tabla 6.** Nivel de dolor en los pacientes posoperados del LCA

No. Sesiones	Sesión 0-4	Sesión 5-8	Sesión 9-12	Sesión 13-16	Sesión 17-20
Aminoración de dolor (Escala EVA)	10	8	5	3	1

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de la casa geriátrica del isstech de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (2023)

**Gráfico 6. Progreso en pacientes post operados en LCA de acuerdo con su nivel de dolor**



Fuente: Elaboración propia

Durante el proceso de fisioterapia realizada en la muestra de los 40 pacientes post operados se analizó la disminución de dolor en 5 bloques durante las 20 sesiones. En su primera sesión presentaron dolor y molestia severa, impidiendo la realización de actividades

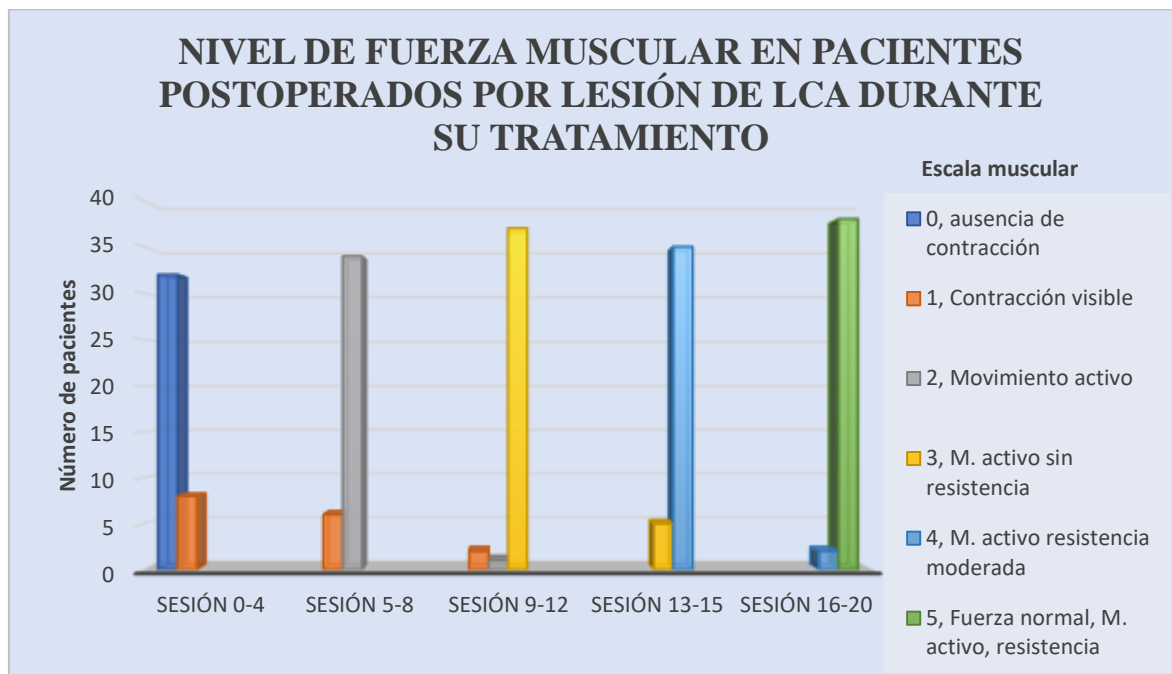
sencillas; durante el primer bloque se presentó un avance poco tolerable al dolor en 37 pacientes, aunque siendo difícil de soportar; para mediados del tratamiento, durante el tercer bloque el dolor se volvió menos intenso generando una reducción de dolor a 5, siendo más tolerante el dolor presentado durante los ejercicios de rehabilitación en 32 pacientes, mientras que en el quinto y último bloque el avance de los pacientes durante la evaluación de dolor promedio fue de 1, en 36 pacientes apenas perceptible; y 4 con dolor menor presente en ocasiones.

**Tabla 7.** Fuerza muscular en pacientes post operados de LCA por lesión

No. Sesión	Sesión 0-4	Sesión 5-8	Sesión 9-12	Sesión 13-16	Sesión 17-20
Grado de fuerza Muscular	0	1	3	4	5

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de la casa geriátrica del isstech de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (2023).

**Gráfico 7. Progreso de fuerza muscular en pacientes post operados de LCA**



Fuente: Elaboración propia

Durante las 20 sesiones programadas como parte del tratamiento de rehabilitación se realizó, una evaluación de fuerza muscular que informa la gravedad de la debilidad muscular de los pacientes después de la operación de LCA cada 5 bloques, para conocer los avances progresivos de movilidad en los pacientes post operados. El primer bloque arrojó 32 pacientes con ausencia de contracción muscular y 8 con contracciones musculares visibles; en el segundo bloque sesión 34 pacientes contaban con movimiento activo y 6 permanecían con contracción visible sin movimiento; para el tercer bloque, eran 37 con movimiento activo sin resistencia, 3 con contracción visible sin movimiento y 1 con movimiento activo sin resistencia; en el cuarto bloque, los avances eran notorios al ser 35 pacientes con movimiento activo, vencimiento de gravedad y resistencia moderada, 5 con movimiento activo pero sin resistencia; para el quinto y último bloque los pacientes con movimiento normal eran 38 y solo 2 movimiento activo y resistencia moderada ante su notoria recuperación.

## 11. CONCLUSIONES

- Al finalizar la recolección de información se puede constatar que el futbol es la causa más frecuente por la cual se rompe un ligamento cruzado anterior, seguido por los accidentes en casa y el basquetbol.

- De igual manera al censar el número de pacientes total atendidos por el servicio de fisioterapia durante el periodo de tiempo descrito se obtuvo una muestra de 40 pacientes de 100 dando una incidencia del 40% de la población en la casa geriátrica del ISSTECH de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

- Durante los bloques de sesiones efectuadas mediante ejercicios terapéuticos se observó mejora en la estabilidad de rodilla.

Cabe destacar que también existen efectos coadyuvantes tales como la fuerza muscular, haciendo hincapié en la musculatura de los cuádriceps, así como isquiotibiales.

- Otra mejoría presente es la reducción de dolor al paso de tiempo mediante la estabilidad de rodilla sobre los atletas.

## 12. RECOMENDACIONES

-Durante la implementación del programa de ejercicios, se detectó la necesidad de garantizar a corto plazo la extensión completa de rodilla, evitando el desarrollo de adherencias y fibrosis que limiten el movimiento de la rodilla.

- También, a su vez, la necesidad de extender el número de sesiones para incrementar los efectos positivos durante la rehabilitación del paciente, devolviendo la fuerza en la rodilla para evitar lesiones a futuro.

-Se considera preciso la incorporación de un tratamiento preoperatorio que permita incrementar la capacidad física y permita una rápida recuperación postoperatoria, disminuyendo la atrofia muscular y pérdida de fuerza.

-De la misma manera, es recomendable establecer estrategias que se puedan aplicar para el manejo del dolor durante el proceso de tratamiento postoperatorio que permitan un aumento progresivo en los rangos de movimiento que incentive a los pacientes a no desistir de su rehabilitación y continuar su tratamiento hasta el final.

## 13. ANEXOS

Figura 15: En la Figura se muestra la escala muscular de Daniels para evaluar la fuerza muscular y comprender el desempeño de los músculos en los pacientes.



Obtenido de: <https://www.youtube.com/watch?v=fGwke96crps>



## 14. LITERATURA CITADA

### Bibliografía

1. Di Matteo B TVFGTPVA. Knee multi-ligament reconstruction a historical note on the fundamental landmarks.. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.. 2015; 23.
2. E. P. Der heutige Stand der Gelenkchirurgie. Arch klin chir. 1927;(48).
3. P. W. Islierte Ruptur des Ligamenta Cruciata Leipzig; 1917.
4. H. M. Ersatz der gerissen vorderen Kreuzbandes durch extrartikuläre freie Fascientransplantation. Munch Med Wschr. 1918;(18).
5. GE. B. The use of fascia for the reinforcement of relaxed joints. Arch Surg. 1923; 13.
6. Bertocchi C BM. Sull evoluzione degli innesti autoplastici transossei e transarticolari di fascia e di tendine con particolare riguardo alla ricostruzione dei legamenti crociati.. Chir Org Mov. 1923; 7.
7. R. Z. Fratture del ginocchio.. Chir Org Mov.. 1928; 12.
8. EW. HG. Operation for the repair of the crucial ligaments. Lancet. 1917; 11.
9. EW. HG. The crucial ligaments of the knee joint: their function, rupture, and operative treatment of the same. Br j Surge. 1920; 7.
10. A. S. The diagnosis and treatment of injuries of the crucial ligaments. Br j surge. 1918; 6.



11. Cubbins WR CACJSC. A new method of operating for the repair of the ruptured crucial of the ligaments knee joint. Surg Gynecol Obstet. 1932 54.
12. V. P. La ricostruzione dei ligamenti crociati del ginocchio.. Chir Org Mov. 1920; 4.
13. P.H. Fall von Zerrissung beider Kreuzbänder des linken Kniegelenks, geheilt durch Ersatz aus dem luxierten äusseren Meniskus.. Munch Med Wochenschr. 1917; 28.
14. AH. E. Operative repair of cruciate ligaments in severe trauma of knee.. Br J Surg. 1926; 13.
15. R G. La ricostituzione dei ligament crociati del ginocchio. Atti e Memorie della Società Lombarda di chirurgia. 1934; 13.
16. HB. M. A new operative procedure for repair of ruptured cruciate ligaments of the knee joint. Surg gynecol Obstet. 1939;(69).
17. McMaster HJ WCSPTd. The diagnosis and management of isolated anterior cruciate tears. A preliminary report on reconstruction with the gracilis tendon. J trauma. 1974; 14.
18. M. D. Les lésions de l'appareil ligamentaire du genou (55 cas opérés). En: Reconstruction surgery and traumatology. Basilea: Karger. 1957; 4.
19. M. L. Tratado de cirugía ortopédica. Barcelona: labor; 1968.
20. H. G. Kniebandverletzungen. Munch Med Wschr. ; 1963.

21. E. G. Volständiger plastischer Ersatz des vorderen Kreuzbandes und funktionell-anatomische Wiederherstellung desselben Dtsch Z Chir: Dtsch Z Chir; 1928.
22. A. W. Kreuzbandersatz aus den lig patellae (nach zur Verth). Schweiz med Wschr. 1935.
23. DH. O. A method for replacement of the anterior cruciate ligament of the knee.. J Bone Joint Surg. 1963; 35.
24. HP. M. A new operative procedure for instability of the knee.. J Bone Joint Surg (Am). 1936; 18.
25. Cotton FJ MG. Artificial ligaments at the knee: technique.. New Eng J Med. 1934.
26. Bosworth DM BB. Use of fascia lata to stabilize the knee in cases of ruptured cruciate ligaments. J bone joint surge. 1936; 18.
27. JC K, PJ. F. Medial and anterior instability of the knee.. J Bone Joint Surg (Am). 1971.
28. J. MB. Lesiones ligamentosas recientes de la rodilla.. Acta Ortop Traumatol Ibérica. 1956;(4).
29. Girgis FG MJAMA. The cruciate ligaments of the knee joint.. Clin Orthop Rel Res.. 1975.
30. F. F. Epónimos 6. Trauma (Mapfre). 2012.
31. EDW. H. Extra-articular repair for ruptured collateral and cruciate ligaments.. Surg Gynecol Obstet. 1974;(84).

32. AJ H. Function of the cruciate ligament of the knee joint. Lancet. 1948; 1.
33. K. L. Über den plastischen Ersatz der Kreuz bander durch gestielte Sehnenverpflanzungen.. Z orthop. 1950.
34. GT. D. Knee joint cruciate ligament substitution.. The Lindemann (Heidelberg) operation. 1967; 5.
35. M. K. Über freie Sehnen und Fascientransplantation.. Bruns Beitr kiln Chir. 1909.
36. DH. O. An analysis of end results of surgical treatment of major injuries to ligaments of the knee. J bone surg (am). 1955.
37. WC. C. Reconstruction of ligaments of the knee. Am J Surg. 1939.
38. N. L. Cruciate ligament plastics with meniscus.. Acta ortho scand. 1959.
39. Jr. WJ. Meniscal reconstruction of the anterior cruciate ligament.. Clin Orthop Rel Res. 1972.
40. KG..J. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. A technique using the central one-third of the patellar ligament.. J Bone Joint Surg (Am).. 1963.
41. O'Brien SJ WRPHPR. Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of the patellar ligament.. J Bone Joint Surg (Am). 1991.
42. W. C. Anterior cruciate ligament functional instability.. Clin Orthop Rel Res. 1963.

43. B. Z. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using free tendon graft. Am J Sport Med. 1983.
44. H. B. Eine neue Methode der Kreuzbandplastik. Chirurg. 1966.
45. Brückner H BH. Bandplastiken im Kniebereich nach dem "Baukastenprinzip".. Zbl Chir. 1972.
46. Abbott LC SsJBFAC. Injuries to the ligaments of the knee joint.. J Bone Joint Surg. 1976.
47. A. NQ. Inestabilidad ligamentosa de la rodilla.. Ponencia Oficial del XXI Congreso de la Sociedad Española. 1983.
48. Vaquero Martín J CJFF. Reconstrucción del ligamento cruzado anterior.. Trauma Fund MAPFRE. 2008.
49. Igual C SMLL. Estudio evolutivo en pacientes intervenidos de plastia de ligamento cruzado anterior. Fisioterapia. 2006.
50. Adersson D SKKJ. Treatment of anterior cruciate ligament injuries with special reference to surgical technique and rehabilitation: an assessment of randomized controlled trial.. Arthroscopy. 2009.
51. Basas García A FdlPCMUIJA. Tratamiento fisioterápico de la rodilla.. Madrid: McGraw-Hill. 2003.

52. Odenstein M GJ. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surge.* 1985.
53. Dandy DJ GA. Anterior cruciate ligament reconstruction with the Leeds-Keio prosthesis plus extra-articular tenodesis. Results after six years.. *J Bone joint surge.* 1974; 36.
54. Ingersoll CD GTPBHJ. Neuromuscular consequences of anterior cruciate ligament injury. *Clin Sports Med.* 2008.
55. Palmieri-Smith R TAW. Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. *Clin Sports Med.* 2008.
56. Forriol F MAVM. The anterior cruciate ligament: morphology and function.. *Trauma Fund MAPFRE.* 2008.
57. Zantop T BPVAZBFF. Intraarticular rupture pattern of the ACL.. *Clin Orthop Relat Res.* 2007.
58. Cimino F VBSD. Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention.. *Am Fam Physician.* 2010.
59. Baawa-Ameyaw J PRABF. Currents concepts in graft selection for anterior cruciate ligament reconstruction.. *EFORT Open Rev.* 2021.
60. Ma Y AYYJ. Failed anterior cruciate ligament reconstruction: analysis of factors leading to instability after primary surgery. *ENGL , editor.: Chin Med J ;* 2013.
61. The classification of knee ligament instability. 1985. *Orthop Clin North Am Jan.* 1985.

62. Understanding and preventing ACL injuries: Current biomechanical and epidemiologic considerations. *North Am J Sports Phys Ther.* 2010.
63. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players.. *Med Sci Sports Exerc.* 2003.
64. Biomechanics laboratory-based prediction algorithm to identify female athletes with high knee loads that increase risk of ACL injury. *Br J Sports Med.* 2011.
65. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques.. *Am J Sports Med.* 1996.
66. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes.. *Am J Sports Med.* 1991.
67. Rouvière H DA. *Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional.* 11th ed. Barcelona: Masson; 2005.
68. B. CG. *Anatomía para el movimiento.* Los Libros de la Liebre de Marzo. ; 1.
69. Forriol F MAVJ. El ligamento cruzado anterior: morfología y función.. *Trauma Fund MAPFRE.* 2008.
70. Maffulli N LUFFKJDV. Reconstrucción de las roturas del ligamento cruzado anterior con un único fascículo o con doble fascículo, ¿está justificado plantear el dilema? *Trauma Fund MAPFRE.* 2008.

71. Van Grinsven S VCRHCVLC. Evidence based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction.. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010.
72. Madrid: KAV25e. Fisiología articular. Miembro Inferior.. 5th ed. Madrid: : Medica panamericana; 1999.
73. Holm L EBMMHHSCHPea. The effect of protein and carbohydrate supplementation on strength training outcome of rehabilitation in ACL patients.. *J Orthop Res.* 2006.
74. Leyes M LGMEGJFM. Roturas del ligamento cruzado anterior en pacientes con fisis abiertas. *Trauma Fund MAPFRE.* 2008.
75. K. B. Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular. Madrid: Masson; 1998.
76. Holm L EBMMHHSCHPea. The effect of protein and carbohydrate supplementation on strength training outcome of rehabilitation in ACL patients.. *J Orthop Res.* 2006.
77. R. A. Historia natural de las roturas del ligamento cruzado anterior. *Trauma Fund MAPFRE.* 2008.
78. C. G. On the usefulness of the parts of the body. May, MT (trans).. Ithaca, Cornell University Press. 1968.
79. J. S. Two cases of rupture of the crucial ligament of the knee-joint.. *Edinb Surg.* 1850.
80. Guillen García P JzCJCLVAMJ. Anatomía quirúrgica de la rodilla. *Rev Orto Traum.* 1984.

81. Reider B MJWR. Persistent vertical septum in the human knee joint.. J. Bone Joint Surg. 1981.
82. JE. MB. Aloinjertos y Autoinjertos de ligamento cruzado anterior de la rodilla: Estudio experimental de su revascularización e histología. Sevilla: Universidad de Sevilla, ; 1990.
83. Aim A SB. Vascular anatomy of the patellar and cruciate ligaments: a microangiographic and histologic investigation in the dog.. Acta Chir Scand. 1974.
84. SP. A. The vascularity of the anterior cruciate ligament and associated structures. Its role in repair and reconstruction. En: Jackson, DW y Drez, D. Mosby company. .
85. Girgis FG MJAMA. The Cruciate Ligaments of the Knee Joint. Anatomical, Functional and Experimental Analysis.. Clin Orthop. 1976.
86. SJS. L. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the Jones procedure and its Guy's Hospital modification.. J Bone Joint Surg. 1968.
87. Norwood LA CM. Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities.. Am J sport med. 1979.
88. Dawkins GPC AA. A functional study of the structure of the anterior cruciate ligament, related to knee stability, injury mechanisms and prosthetic ligament reconstructions.. J Bone Joint Surg. 1985.
89. LL. J. Arthroscopic Surgery.. The CV Mosby Company.. 1986.



90. R. VD. The behaviour of the cruciate ligaments of the human knee.. Niederlande: Universitat Nijmegen.. 1983.
91. SP. A. Anatomy of the anterior cruciate ligament. Clin Orthop. 1983.
92. HC. B. A simple operation for stabilization of the knee joint.. Surg Gynecol Obstet. 1942.
93. Testut L e. Traite d'anatomie humaine.. 6th ed. Paris: Paris: O. Doin & Sons.; 1911.
94. Sanchez A FCLGPESVTL. Rehabilitación tras reconstrucción del LCA con plastia H-T-H. Archivos de medicina del deporte. 2009; 26(133).
95. Ramos JJ LFSJMHLJ. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.. 2008; 8(29).
96. KD S. Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. Am j sports med. 1997.
97. Márquez JJ MW. Lesiones del ligamento cruzado anterior de rodilla. Iatraeia. 2009; 3.
98. García JG CDVADMRT. Valoración funcional en pacientes postoperados de reconstrucción de ligamento cruzado anterior.. Acta Ortopédica Mexicana. 2005; 19(2).
99. Chaler J AMGRMAUCSF. Rehabilitación acelerada de la plastia de ligamento cruzado anterior en el entorno de una mutua de accidentes de trabajo. Rehabilitacion. 2001.