



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE
REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
ESPECIALIDAD EN:

Ortopedia

*Comparación de la resistencia y evolución
clínica de la reconstrucción de ligamento
cruzado anterior con autoinjerto vs
aloinjerto*

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA
DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

ORTOPEDIA

P R E S E N T A:

Gerardo Guerra Jiménez

POFESOR TITULAR

Juan Antonio Madinaveitia Villanueva

ASESOR

Anell Olivos Meza

Luis Sierra Suárez



Ciudad de México

Febrero 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ
SANDOVAL**
DIRECTORA DE EDUCACION EN
SALUD

**DR. JUAN ANTONIO
MADINAVEITIA VILLANUEVA**
PROFESOR TITULAR

**DRA. XOCHIQETZAL HERNANDEZ
LOPEZ**
SUBDIRECTORA DE EDUCACION
MEDICA

DR. LUIS SIERRA SUÁREZ
ASESOR CLINICO

**DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA
GIL**
JEFE DEL SERVICIO DE
EDUCACION MEDICA

DRA. ANELL OLIVOS MEZA
ASESOR METODOLOGICO

DEDICATORIAS

A MI MADRE, MI PADRE Y HERMANOS, POR SU INCANSABLE APOYO, EDUCACIÓN Y CARIÑO. A MI ABUELA POR SU CARIÑO Y REVIVIR LOS RECUERDOS DE MI ABUELO PARA INSPIRARME, A MI ABUELO POR SER PARTE DE MI INSPIRACIÓN EN EL CAMINO DE LA MEDICINA. A MI FAMILIA Y AMIGOS QUE DÍA A DÍA ENRIQUECEN MI VIDA.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES Y PROFESORES POR SU TOLERANCIA, DEDICACIÓN Y POR COMPARTIR CONTINUAMENTE SUS CONOCIMIENTOS, ASI COMO POR SER UN EJEMPLO EN MI VIDA PROFESIONAL.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	V
MARCO DE REFERENCIA	XV
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	XVII
JUSTIFICACIÓN	XVII
OBJETIVO	XVIII
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	XVIII
HIPÓTESIS	XVIII
DISEÑO	XVIII
MATERIAL Y MÉTODOS	XIX
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	XX
RESULTADOS	XX
CONCLUSIONES	XXVI
CONFLICTO DE INTERÉS	XXVI
CONSIDERACIONES ÉTICAS	XXVI
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXVII

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Anatomía

Por mas de 30 años, las características anatómicas del ligamento cruzado anterior (LCA) y sus inserciones óseas han sido investigadas, influyendo los resultados en modificaciones a las técnicas de reconstrucción (R-LCA) posterior a una ruptura. Por ejemplo, cuando la perforación transtibial del tunel femoral en la llamada “cresta del residente” era la técnica principal, se creía mal posicionada 1. Ahora se ha vuelto una referencia importante para la reconstrucción anatómica. El LCA se inserta en la región anterior intercondilar de la tibia y se dirige de forma espiroidea a su inserción en la pared lateral del surco intercondileo femoral. El ligamento nativo se divide en 2 fasciculos o haces, el anteromedial (AM) y el posterolateral (PL). Ésta terminología se escogió de acuerdo a su inserción en la tibia. Las fibras del fascículo AM se inserta en la región más anteromedial de la tibia y se origina en la parte más proximal de su inserción femoral, mientras que el fascículo PL se inserta en la región ás posterolateral de la tibia y se origina en la porción más distal de su inserción femoral. La huella femoral de su inserción presenta forma de media luna, su borde anterior es la cresta lateral intercondílea, su borde posterior está formado por el margen articular posterior del cóndilo lateral femoral. Iwahashi 2 et al, describieron 2 tipos de inserción femoral, la directa e indirecta, con una arquitectura peculiar de la zona para una disipar de forma gradual las fuerzas y en la cual existen fibras de colágeno sin zona transicional en su inserción femoral, respectivamente. Se ha observado una inserción de tipo directa donde las fibras entran al hueso casi en un ángulo recto, interpretándolo así como su huella por la cual las fuerzas atraviesan, o donde surgen micro-lesiones. El ancho promedio a 2mm de su inserción femoral es de 16mm y su espesor de 3.54mm. La porción media del LCA es plana, tiene un aspecto trenzado, el cual desde el punto de vista artroscópico puede desenrollarse al extender la rodilla. Cuando la rodilla se encuentra flexionada a 90°, el LCA se encuentra girado 90°. La inserción tibial presenta forma oval, más ancha en la región posterior y situada anterior a la región intercondílea. El fascículo anteromedial está situado en la

región anteromedial de la inserción tibial donde su borde medial es el margen de la superficie articular del cóndilo femoral medial. El fascículo posterolateral se encuentra localizado en la región posterolateral del área intercondílea, siendo su borde lateral el margen medial de la superficie articular del cóndilo lateral femoral. Su ancho promedio es de 12.6mm y su espesor de 3.3mm. La irrigación se obtiene por medio de 3 arterias del plexo arterial: la arteria geniculada inferolateral, la arteria geniculada inferomedial y la arteria geniculada media. Fibras nerviosas y receptores sensoriales (órganos de Ruffini, corpúsculo de Paccini y terminales nerviosas libres) se encuentran a lo largo del LCA, lo cual sugiere el ligamento juega un papel fundamental en la propiocepción.

1.2 Biomecánica

El LCA es un estabilizador primario a la traslación anterior de la tibia en relación con el fémur proveyendo en promedio una restricción del 87.2% de la fuerza aplicada a 30°. Con la rodilla a 90° la restricción del 87.1% 3. Después de la sección del LCA , las estructuras ligamentarias restantes proveen poca restricción a la traslación anterior, dejando a los tejidos blandos restantes como estabilizadores secundarios. Los ligamentos restantes y la cápsula articular solo contribuyen en un 3% a la traslación anterior. Ambos fascículos contribuyen en diferente medida a proporcionar estabilidad rotacional y anteroposterior de la rodilla. El fascículo AM se tensa en flexión mientras que el fascículo PL se tensa en extensión. El LCA nativo tiene una resistencia de entre 1725 y 2106 N de acuerdo con Shelton y colaboradores.

1.3 Epidemiología

La lesión del ligamento cruzado anterior es altamente prevalente en pacientes jóvenes, aproximadamente el 50% de éstas ocurren entre los 15-25 años, siendo las mujeres las que presentan mayor susceptibilidad de lesión, se estima tienen entre 3-6 veces más probabilidad de lesión. En México se estima que existe 1 lesión ligamentaria por cada 3000 habitantes anualmente, aproximadamente 250000 anualmente sufren lesión de LCA en EUA, con un

costo anual entre 1 y 2 billones de dólares. La reparación del LCA es el procedimiento estándar para éstas lesiones, existe entre un 75-90% de satisfacción. En Estados Unidos de América se realizan aproximadamente 200000 reconstrucciones al año, es uno de los 10 procedimientos ortopédicos más frecuentes a nivel mundial. En el Instituto Nacional de rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” en Ciudad de México se realizan aproximadamente 125 reconstrucciones del LCA por año.

1.4 Mecanismo de lesión

Aproximadamente 70% de las lesiones de LCA son de baja energía o sin contacto y el 30% restante son por contacto. Una desaceleración brusca con cambio de dirección durante el apoyo plantar (cutting maneuver) es el mecanismo de lesión más frecuente para lesión del LCA 5. Otro de los mecanismos conocidos es el pivoteo e hiperextensión con el pie an apoyo. Para las lesiones por contacto, el mecanismo típico es un golpe en la región lateral de la rodilla cuando el pie se encuentra en apoyo, frecuentemente asociado a un mecanismo rotacional. El patrón de lesión de los 2 fascículos varía de acuerdo al mecanismo de lesión, ya que los 2 fascículos funcionales pueden romperse en diferentes niveles, siendo posible observar lesiones aisladas del fascículo AM o PL tal y como lo refiere Chhabra 6. El fascículo anteromedial se rompe más comúnmente a nivel de su inserción femoral mientras que el PL puede romperse a nivel de su inserción femoral, en la sustancia media o en su inserción tibial.

1.5 Factores de Riesgo

De acuerdo a Postma 7 existen factores de riesgo modificables y no modificables. Los factores no modificables son: estenosis de la escotadura femoral, laxitud ligamentaria, slope tibial incrementado, alteraciones hormonales, principalmente durante la fase preovulatoria del ciclo menstrual, maduración neuromuscular. Los factores modificables son: dominancia ligamentaria, dominancia cuadrípital, lado dominante, dominancia del tronco, factores ambientales, fatiga. Por esto la importancia de hacer énfasis en los factores

modificables como método de prevención.

1.6 Cuadro clínico

El cuadro clínico es muy variable, sin embargo es fundamental el interrogatorio e indagar en el mecanismo de lesión, si fue de alta o baja energía, si fue durante la práctica de algún deporte, saber con exactitud cuál fue. Tal y como Staniski 8 lo menciona, existen deportes de alta, moderada y baja demanda (ver tabla 1), los deportes mayormente implicados en la lesión de LCA son el basketball, futbol soccer, futbol americano y rugby en ese orden de importancia. Durante el interrogatorio es importante caracterizar el tipo de mecanismo y su severidad, si existió contacto, si fue durante la desaceleración, o si existió un componente rotacional. Otro de los aspectos importantes es la temporalidad y se determinará como un episodio agudo si tiene menos de 3 semanas, subagudo si se encuentra entre la 3ra y 12va semana y como crónico si tiene más de 12 semanas. Algunas de las ocasiones el paciente refiere sentir o escuchar un “pop” y por lo general son incapaces de continuar realizando su actividad deportiva. En la insuficiencia crónica del LCA, la rodilla es percibida como inestable y los pacientes pueden tener dolor o inflamación asociada a la actividad, dificultad para bajar la cuesta y problemas para detenerse bruscamente.

Alta demanda	Futbol, hockey, basketball, lacrosse, gimnasia, lucha, volleyball.
Moderada demanda	Baseball, softball, track, tennis.
Baja demanda	Natación, jogging

El examen físico es difícil de realizar en la fase aguda debido a hay poca cooperación del paciente. Es importante observar la presencia de rigidez a nivel del ligamento colateral medial, en línea articular, en el retináculo lateral, si existe edema, recordando que la lesión de LCA es una de las causas más frecuente de

hemartrosis. Debe ser evaluado el rango de movilidad de la rodilla, identificar la presencia de laxitud ligamentaria, tanto en el lado sano como en el lado afectado. La traslación anterior de la tibia es la base para realizar el diagnóstico clínico, utilizando la prueba de Lachman y de cajón anterior, y la artrometría KT-1000 o KT-200 (MED-metric, San Diego, California). El test de Lachman fue descrito originalmente por Joseph S. Torg, se debe asegurar que la tibia no se encuentre subluxada hacia posterior para evitar falsos positivos, la tibia debe descansar en posición neutra, la sensibilidad y especificidad reportada es del 95%. Se realiza colocando al paciente en decúbito supino y la rodilla posicionada a 30° de flexión, el examinador estabiliza el fémur distal anterolateral con una mano mientras que con la otra aplica presión en la parte posterior de la tibia proximal para intentar inducir desplazamiento anterior. La traslación anterior con un punto final suave o blando representa un resultado positivo a dicho test, y se puede graduar en 3 estadios según el grado de traslación anterior, 1 a 5 mm representa grado I, de 6 a 10 mm grado II y mayor de 10 mm grado III. El test de cajón anterior tiene un origen oscuro, si embargo es de los primeros en haberse descritos, las lesiones de cuerno posterior de menisco puede interferir con éste así como la presencia de un cuadro agudo de inestabilidad debido al proceso inflamatorio, el espasmo de los músculos isquiotibiales y dolor que limita al paciente para colocar la rodilla a 90° de flexión. El paciente se coloca en decúbito supino con la rodilla flexionada a 90° de flexión y la tibia en rotación neutra, los cóndilos femorales se palpan 1 cm posterior en relación a la meseta tibial anteromedial normalmente, una vez relajado el paciente el examinador sujeta la tibia proximal con ambas manos colocando ambos pulgares a lo largo de la línea articular. Un resultado positivo es indicado cuando hay aumento de la traslación anterior y se percibe un tope final suave tal y como en el test de Lachman, graduándolo de la misma manera. Galway y McIntosh fueron los primeros en describir el fenómeno de “pivot shift”, éste término es utilizado para describir un fenómeno durante la exploración física de la rodilla inestable, caracterizando aquella sensación que refiere el paciente como “se me va”. El objetivo del test es observar un desplazamiento súbito de la tibia proximal en relación al fémur cuando la rodilla va de una posición de

extensión a una posición levemente flexionada. Algunos estudios reportan una sensibilidad que va del 84 al 98.4% y la especificidad desde los 35% hasta los 98.4%. En éste test se coloca al paciente en decúbito supino, se intenta relajar los músculos lo mayor posible, el examinador sostiene la pierna afectada en extensión completa y rotación interna mientras eleva la pierna de la mesa de exploración, la rodilla se flexiona mientras se aplica de forma concomitante estrés en valgo. En presencia de un LCA deficiente, la meseta tibial lateral se subluxará hacia anterior durante el inicio del test, a medida que incrementa la flexión de 30 a 40°, ésta meseta tibial anterolateral se reducirá de forma espontánea. El KT-1000 es un método de cuantificación objetiva de la traslación anterior, Sanmiguel 10 reporta una sensibilidad del 77% y una especificidad del 90%. Se coloca al paciente en decúbito supino, se recomienda mantener los muslos apoyados sobre el soporte para mantener las rodillas en 30° de flexión con los talones apoyados con firmeza manteniendo la tibia en rotación externa de 15°, el examinador verifica que los cuádriceps se encuentren relajados, el artrómetro cuenta con 2 almohadillas, una se coloca sobre la rótula y la otra sobre la tuberosidad anterior de la tibia y se asegura a la pierna con las cintas de velcro, se calibra hasta establecer el verdadero punto cero. El sistema de tracción permite establecer la fuerza aplicada por tonos consecutivos a 15, 20 y 30Lb, por último se realizará una medición con la fuerza máxima aplicada a la pantorrilla proximal hacia anterior de forma manual, se registran los datos obtenidos en el reloj del aparato y se realiza en la pierna contralateral. Una diferencia menor de 3mm se considera normal, de 3 a 5mm se considera dudosa y una diferencia mayor a 5mm se considera diagnóstica de lesión de ligamento cruzado anterior.

1.7 Diagnóstico

El diagnóstico de lesión de ligamento cruzado anterior debe ser sospechado clínicamente en base a al interrogatorio, mecanismo de lesión y la exploración física. Los paciente se presentan frecuentemente con lesiones agudas del LCA, el diagnóstico debe ser sospechado ante la presencia de hemartrosis, más del 70% de los pacientes con hemartrosis aguda postraumática tienen lesión del LCA

11. Radiografías en proyecciones anteroposterior (AP) y lateral son el primer paso para descartar una fractura y lesiones asociadas. Las fracturas de las eminencias tibiales visibles en radiografías son equivalentes a lesión del ligamento cruzado anterior y a fractura de Segond, la cual es una fractura avulsión de la meseta tibial por la cápsula latera, siendo patonogmónica de lesión de LCA. Kaeding et al 12 reporta una sensibilidad y especificidad diagnóstica de lesión de LCA por RMN de 82 y 100% respectivamente. Para mejorar la exactitud, más radiólogos solicitan cortes sagitales y coronales donde se observe todo el trayecto del LCA. La resonancia magnética simple es suficiente para confirmar y realizar el diagnóstico de lesión del ligamento cruzado anterior, ya sea parcial o sea completa, los cortes sagitales son fundamentales debido a que en ellos es posibles valorar toda la longitud del ligamento y determinar el sitio de la lesión, encontrándose la mayoría de los casos a nivel de la inserción femoral y el tercio medio. La artrometría KT-1000 es una herramienta fundamental para realizar el diagnóstico de inestabilidad anterior de rodilla, su uso se encuentra bien fundamentado y como ya fue mencionado en las pruebas clínicas posee una sensibilidad y especificidad muy alta. Es posible también que en algunos casos sea necesaria la tomografía computarizada (TC), sobre todo en aquellos casos donde se trata de una nueva lesión posterior a una reconstrucción del LCA previa, siendo útil para determinar la posición de los túneles previos y su diámetro y así poder determinar si la nueva reconstrucción es posible realizarla en un tiempo quirúrgico o si se requieren 2 tiempos.

1.8 Tratamiento

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior vía artroscópica es el gold standard del tratamiento. Es bien sabido que dicho procedimiento no representa una urgencia ortopédica, sin embargo debido al aumento de la práctica de diversos deportes y el ímpetu por la competencia, muchos pacientes demandan un retorno prematuro a la actividad física. Los pacientes deben entender el proceso de rehabilitación y respetar el tiempo necesario para cada una de las opciones de tratamiento. El tratamiento conservador consisten en un programa

de 3 fases: la fase I dura aproximadamente de 7 a 10 días e incluye marcha sin apoyo de la extremidad afectada con apoyo de muletas, movilidad pasiva, la fase II es un programa de rehabilitación bien documentado y monitoreado que restaura el balance muscular teniendo énfasis a normalizar la fuerza del cuádriceps y de los músculos isquiotibiales, así como restablecer los rangos de movilidad normales de forma activa, con una duración aproximada de 6 semanas, y por último la fase III consiste en el uso de una ortésis funcional y continuar con el programa de rehabilitación para regresar de forma paulatina a la actividad física de baja a moderada demanda. El objetivo del tratamiento es prevenir una lesión recurrente así como evitar daño intra-articular y artrosis degenerativa prematura.

El tratamiento quirúrgico consta principalmente de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, ya se por vía artroscópica o por abierta. Actualmente se opta si es posible por la vía artroscópica, existen 3 técnicas principales: la técnica transtibial, portal medial y All-inside (Arthrex Inc, Naples, Florida). La reconstrucción del LCA se ha hecho comúnmente con técnica transtibial en la cual el túnel femoral es perforado a través de la perforación tibial en la mitad posterior de la inserción nativa del LCA. Sin embargo para conseguir una adecuada posición del túnel femoral y evitar el pinzamiento en la escotadura se tenía como resultado un túnel femoral colocado muy alta y profundo, fuera de la inserción nativa del LCA. La posición anatómica del injerto de LCA es considerada crítica para conseguir resultados clínicos favorables y exitosos posterior a la reconstrucción. La colocación anatómica del injerto de LCA es definida como la colocación central del túnel femoral y tibial en la inserción nativa femoral y tibial respectivamente. La colocación anatómica del injerto de LCA tiene una importancia vital, motivo por el cual se ha extendido su uso y actualmente es el método preferido aunque no el más utilizado a nivel mundial. Ésta técnica es muy versátil y puede ser utilizada con cualquier tipo de injerto y tanto en reconstrucciones primarias como en revisiones. Lubowitz describe en los años 90's la técnica All-Inside, con la cual sugería menor dolor posoperatorio, atribuible a una incisión tibial más pequeña y menor irritación perióstica tibial 14.

Los tipos de injertos que se utilizan se dividen en autoinjertos y aloinjertos. Existen diversos sitios de donde se realizan la toma de injertos autólogos: tendones isquiotibiales, tendón cuadriceps, tendón de Aquiles, tendón rotuliano etc. Los aloinjertos son cadavéricos principalmente de tendones peroneos y tibial comúnmente, sin embargo también existen injertos alogénicos de tendón de Aquiles y de tendón patelar y cuadriceps. 15

1.9 Escalas funcionales

El manejo quirúrgico de las rodillas con deficiencias ligamentarias ha cambiado drásticamente con el paso de las dos últimas décadas, y la reconstrucción ha probado ser efectiva en el restablecimiento de la estabilidad en estas rodillas. Sin embargo, valorar los resultados de la reconstrucción ligamentaria ha sido difícil debido a la multitud de sistemas de clasificación, cada uno de los cuales subraya criterios diferentes, y la consistencia inherente a evaluaciones subjetivas y objetivas entre varios observadores. Entre las escalas mayormente utilizadas se encuentran la de Lysholm, Tegner, Kujala, KOOS e IKDC. La escala de Lysholm fue introducida en 1982 por Lysholm y Gillquist, ésta incluye el concepto de inestabilidad. Enfatiza los síntomas que aparecen durante las actividades diarias y atléticas, de las ocho categorías, la única objetiva incluye la atrofia muscular. Hallaron que la puntuación final se correlacionaba con la percepción global que tenían los pacientes de su rodilla.

La escala de Tegner de 10 puntos se introdujo en 1985 por Tegner y Lysholm. Esta escala categoriza el nivel de actividad relativo de varios deportes de ocio y competición y tipos de trabajo (suave, moderado y pesado). Ambos descubrieron que el 20% de los pacientes que tenían baja actividad tenían altas puntuaciones en la escala de rodilla de Lysholm.

En 1987 se creó el Comité Internacional de Documentación de Rodilla (International Knee Documentation Committee, IKDC), el cual consistió en 11 miembros norteamericanos y 11 europeos de la sociedad de artroscopia de rodilla, quienes desarrollaron y definieron una terminología estándar para utilizar

en las publicaciones y en las escalas de clasificación.

1.10 Autoinjertos vs aloinjertos

El objetivo de la reconstrucción de ligamento cruzado anterior es obtener una resistencia adecuada, reproducir la inserción nativa del LCA, permitir una fijación segura y promover la revascularización y maduración del injerto. Minimizar la morbilidad del sitio donante del injerto es un factor importante, sin embargo los aloinjertos se asocian a un alto costo, mayor tiempo de incorporación y un riesgo incrementado de transmisión de enfermedades y una mayor tasa de falla, tal y como le refiere Shelton¹⁷. Mayoría de los autoinjertos utilizados son tendones patelares, isquiotibiales o cuadrícipitales. El injerto perfecto reproduciría las características del ligamento nativo. Los factores principales que afectan los resultados son: el tamaño del injerto, tanto en su longitud como en el diámetro, dirección de la fuerza aplicada, edad del donador y método de fijación. El LCA nativo tiene una resistencia de 1725 N. A continuación se muestran las resistencias de los autoinjertos antes mencionados (ver Tabla 2).

Tabla Autoinjerto	2.	Resistencia	Ancho	Espesor
BPTP		2977 N	10 mm	4 mm
ST		1216 N		
G		838 N		
CT		2352 N	10 mm	7 mm

Una de las desventajas principales de los autoinjertos es la morbilidad del sitio donador. La cosecha del injerto incluye dolor anterior, dolor al hincarse, crepitantes patelofemorales, adormecimiento de la región anterior, fractura de patela, ruptura del tendón patelar y debilidad muscular¹⁸. Las ventajas más significativas de los autoinjertos incluyen el menor tiempo de incorporación y que son libre de transmisión de enfermedades. Según Zeng¹⁹, las potenciales ventajas de los aloinjertos incluye su mayor longitud, evitar morbilidad del sitio

donador, evita la debilidad del aparato flexor, sin embargo sus desventajas incluye su alto costo, su mayor riesgo de transmisión de enfermedades, mayor tiempo de incorporación, debilidad a largo plazo de injerto.

1.11 Método *Clearant*

El método *Clearant* del Banco de tejidos Biograft de México S.A. de C.V. consiste en una solución radiocrioprotectora que permite la esterilización de los injertos por medio de altas dosis de rayos gamma (60kGrays) preservando las propiedades biomecánicas de los injertos al no alterar su estructura microscópica²³.

2. MARCO DE REFERENCIA.

En el deseo de evitar sacrificar tejidos autologos y minimizar el trauma quirúrgico así como la morbilidad del sitio donador, se han promovido considerar otras fuentes de injertos. Los aloinjertos tienen ciertas ventajas sobre los autoinjertos incluyendo además de los ya mencionados en la introducción, menor tiempo de cirugía, incisiones más pequeñas, menor dolor, mejores resultados cosméticos, mejor rehabilitación, menor incidencia de artrofibrosis posquirúrgica y la disponibilidad de injertos de mayor diámetro. Muchos estudios han publicado que la irradiación gamma altera dosis dependiente las propiedades biomecánicas de los aloinjertos. K. Sun *et al*¹⁹, realizaron un estudio prospectivo randomizado donde compararon los resultados de la reconstrucción de LCA con autoinjerto de isquiritibiales y la reconstrucción con aloinjertos irradiados. Su hipótesis fue que los resultados clínicos demostrarían resultados significativos en términos de la evaluación subjetiva y objetiva. Al observar sus resultados ellos concluyeron que los resultados clínicos de la reconstrucción con autoinjerto es satisfactoria, mientras que la laxitud entre ambos grupos fue significativa y los resultados funcionales no presentaron diferencia significativa.

A pesar de los altos porcentajes de éxito con autoinjertos, muchos cirujanos continúan favoreciendo a los aloinjertos para evitar la morbilidad del sitio donador. La efectividad de los aloinjertos continúa siendo controversial de acuerdo a la literatura. Lowhorn *et al* 20 realizó un estudio prospectivo randomizado donde incluyó 147 pacientes sometidos a reconstrucción de LCA con autoinjerto de isquiotibiales ó aloinjerto de tendón de tibial anterior fresco congelado asignados aleatoriamente. El objetivo del estudio fue comparar los resultados clínicos y la estabilidad ligamentaria, manteniendo la hipótesis la función objetiva y subjetiva, así como la estabilidad medida sería similar. Lowhorn concluyó que el uso de aloinjerto fresco congelado de tendón de tibial anterior presenta una estabilidad y resultados funcionales similares al uso de autoinjerto de isquiotibiales.

La selección del injerto influye los resultados, la progresión a osteoartrosis, complicaciones y fallas de una reconstrucción de LCA primaria. Así mismo la selección correcta del injerto podría también afectar los resultados de las revisiones. Grassi *et al* 21 reporta los resultados de un meta-análisis de 32 estudios. El propósito del estudio fue comparar los resultados clínicos de las revisiones de reconstrucciones de LCA con autoinjerto *versus* aloinjerto con el objetivo de determinar si la selección del injerto pudiera afectar los resultados. Concluyeron que los autoinjertos tuvieron mejores resultados en comparación con aloinjertos en revisiones de reconstrucciones de LCA, presentando menor laxitud y menor tasa de reoperaciones, sin embargo si sólo hubiesen incluido aloinjertos no irradiados los resultados serían similares.

La tasa de falla de una revisión de R-LCA es 3 a 4 veces mayor a la tasa en reconstrucciones primarias, cuando falla es definida como una re-revisión, laxitud mayor a 5 mm o mayor pivot shift. El injerto más utilizado para revisiones es un autoinjerto de otro sitio diferente al utilizado para la reconstrucción primaria. Los aloinjertos son frecuentemente utilizados para revisión de R-LCA por muchas razones, como son, falta de opciones de autoinjerto restantes, evitar morbilidad de sitio donador, necesidad de rellenar los túneles óseos por ensanchamiento o por

la necesidad de injertos de mayor largo o mayor diámetro. Nissen et al 22 realiza un estudio con el propósito de investigar los resultados clínicos y tasas de fallas en revisiones de R-LCA realizadas con autoinjerto o aloinjerto. La hipótesis mencionada fue que la tasa de re-revisión sería 5% para autoinjerto y 10% para aloinjerto. El hallazgo más importante en su estudio fue que el uso de aloinjerto resultó en 2.2 veces más riesgo de re-revisión comparado con autoinjerto, así como que uso de aloinjerto se asocia con mayor laxitud a 1 año de seguimiento.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La lesión del ligamento cruzado anterior es una patología altamente prevalente en pacientes jóvenes deportistas en nuestro medio. En México se estima que 1 de cada 3000 personal presenta una lesión ligamentaria anualmente, aproximadamente se realizan entre 200 000 y 250 000 reconstrucciones al año en Estados Unidos de América. Existe un 75 a 90% de satisfacción después de la reconstrucción de LCA, en el Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” se realizan entre 125 y 250 reconstrucciones ligamentarias por año, esto lo coloca como el décimo procedimiento ortopédico realiza más frecuente. En la literatura se encuentran reportadas múltiples desventajas del uso de autoinjertos de los tendones isquiotibiales entre los cuales destacan diámetros pequeños (<7mm), dolor posquirúrgico, adormecimiento de la zona de toma del injerto y debilidad del aparato flexor, entre otros.

4. JUSTIFICACIÓN.

La obtención de autoinjertos cortos y diámetro menor de 7.5mm incrementa el riesgo de re-ruptura, el aumento de las cirugías de revisión disminuye la disponibilidad de los autoinjertos, ha motivo a encontrar otro tipo de injerto como lo son los injerto alogénicos. Estudios reportan que los aloinjertos irradiados con rayos gamma *versus* los autoinjertos tienen menor resistencia, así como sus propiedades biomecánicas son inferiores debido al proceso de esterilización.

5. OBJETIVO.

5.1 Objetivo general

Comparar la resistencia de la R-LCA con autoinjerto *versus* aloinjerto mediante artrometría KT-1000.

5.2 Objetivo específico

Comparar la evolución clínica de la R-LCA con autoinjerto *versus* aloinjerto mediante escalas funcionales de rodilla.

Comparar clínicamente los signos de inestabilidad anterior de rodilla (cajón anterior, Lachman y pivot shift) en la R-LCA con autoinjerto *versus* aloinjerto.

6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La reconstrucción de LCA (R-LCA) con aloinjertos irradiados con método Clearant proporciona una resistencia biomecánica igual o mayor a la de los autoinjertos al evaluarse con artrometría (KT-1000)?

7. HIPÓTESIS.

La reconstrucción de ligamento cruzado anterior (R-LCA) con aloinjertos irradiados con método Clearant proporciona una resistencia biomecánica igual o mayor que a la de los autoinjertos al evaluarse con artrometría KT-1000.

8. DISEÑO.

Estudio clínico cuasi-experimental prospectivo longitudinal

9. MATERIALES Y MÉTODO.

9. MATERIALES Y MÉTODO

9.1. Universo de estudio

Pacientes de la consulta del servicio de Artroscopia y Ortopedia del Deporte del Instituto Nacional de rehabilitación LGII.

9.2 Población de estudio

Pacientes con diagnóstico de lesión de ligamento cruzado anterior del servicio de Artroscopia y Ortopedia del Deporte del INR LGII.

9.3. Criterios de selección

9.3.1. Criterios de Inclusión

- Pacientes con diagnóstico de ruptura de LCA
- Lesión aislada o asociada (meniscal, condral, ligamento colateral medial, esquina posterolateral)
- Pacientes entre 15 y 45 años.
- Ambos géneros

9.3.2. Criterios de exclusión

- Lesión multiligamentaria
- Revisión de R-LCA
- Fractura de espina tibial
- Presencia de deformidad angular severa
- Enfermedades autoinmunes concomitantes
- Gonartrosis

9.3.3 Criterios de eliminación.

- Fractura trans o posquirúrgica de la extremidad intervenida
- Artrofibrosis

9.4. Definición de variables

Las variables dependientes e independientes se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Variables dependientes	Variables independientes
<ul style="list-style-type: none"> • ESCALAS FUNCIONALES • KT-1000 • EDAD • GENERO • LESIONES ASOCIADAS 	<ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE INJERTO (ALO VS AUTO)

9.5. Descripción de procedimientos.

Los datos fueron obtenidos por medio de aplicación de escalas, la medición de la estabilidad ligamentaria con artrometría KT-1000 tanto preoperatorias como posoperatorias en la consulta externa del servicio de Artroscopía y ortopedia del Deporte por el residente de ortopedia.

10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 22. Se analizaron las variables demográficas, se realizó comparación de medias entre grupos, tomando en cuenta como un valor de $p < 0.05$

11. RESULTADOS.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas (ver tabla 4, 5 y 6).

Tabla 4.

	ALOINJERTO (n=10)	AUTOINJERTO (n=10)	TOTAL (n=20)
EDAD (Min=25/Max=56)	44.6±9.8	30.6±6	37.6±10.6
DIÁMETRO DE INJERTO (Min=6/Max=10)	7.89±1.2	7.25±0.8	7.59±1.12
SEXO	2 F(20%) / 8 M(80%)	3 F(30%) / 7 M(70%)	5 F(25%) / 15 M(75%)
LADO	7 D(70%) / 3 I(30%)	2 D(20%) / 8 I(80%)	9 D(45%) / 11 I(55%)

Tabla 5.

	ALOINJERTO	AUTOINJERTO	TOTAL
LYSHOLM	80.2±18.7	90.1±15.6	85.1±15.6
KUJALA	84.6±8.4	94.7±4.4	89.6±12.3

Tabla 6.

KOOS

	ALOINJERTO	AUTOINJERTO	TOTAL
SÍNTOMAS	81.9±17.8	89.0±6.5	85.4±13.6
DOLOR	86.5±13.8	92.1±5.7	89.3±10.7
ACT. VIDA DIARIA	92.6±9.4	96.6±4.4	94.6±7.4
ACT. DEPORTIVAS	66.0±25.9	87.5±11.3	76.5±22.3
CALIDAD DE VIDA	49.1±32.0	72.7±18.9	60.9±28.3
TOTAL	81.2±15.4	90.6±5.9	85.9±12.3

En las siguientes gráficas se muestran los resultados obtenidos del análisis entre grupos de los resultados de la medición de la resistencia con artrometría KT-1000 (ver gráfico 1, 2, 3 y 4)

Gráfico 1.

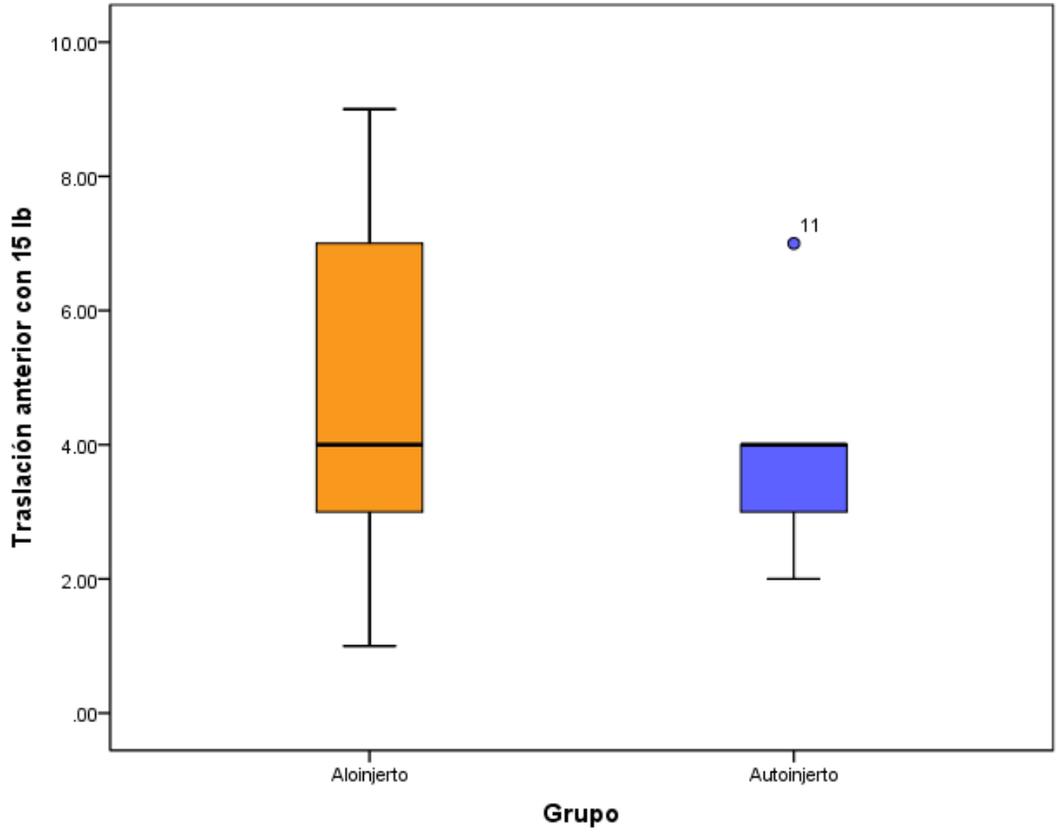


Gráfico 2.

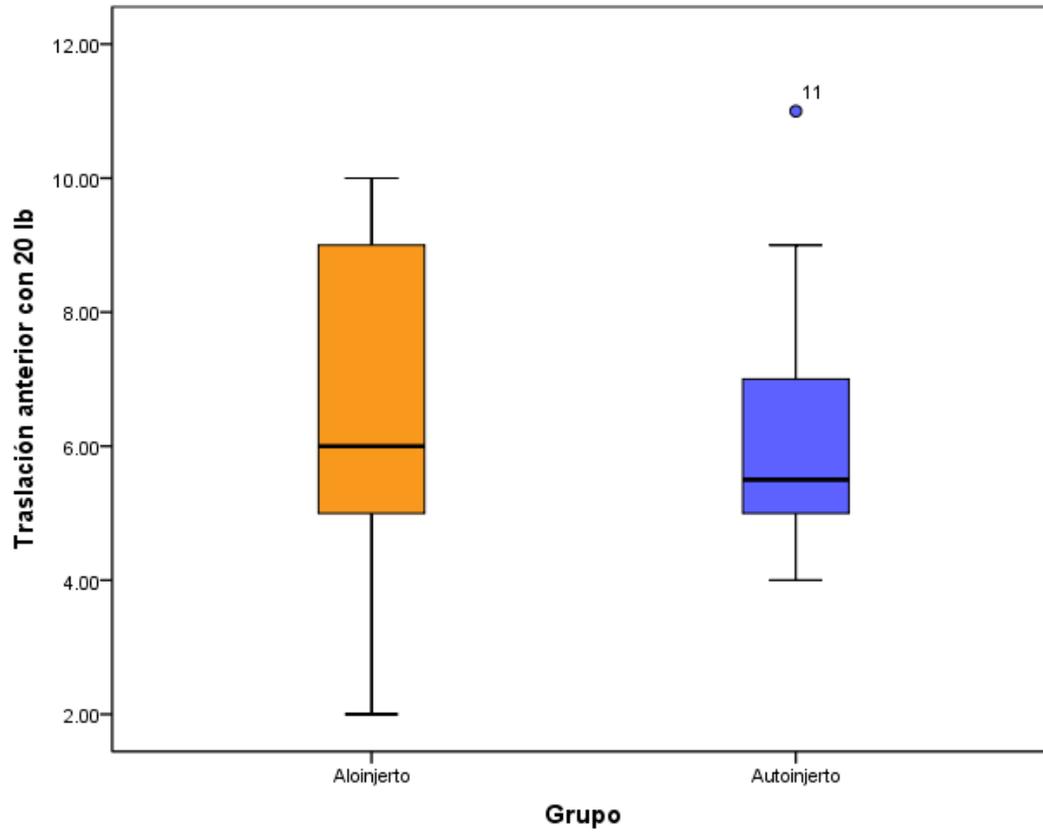


Gráfico 3.

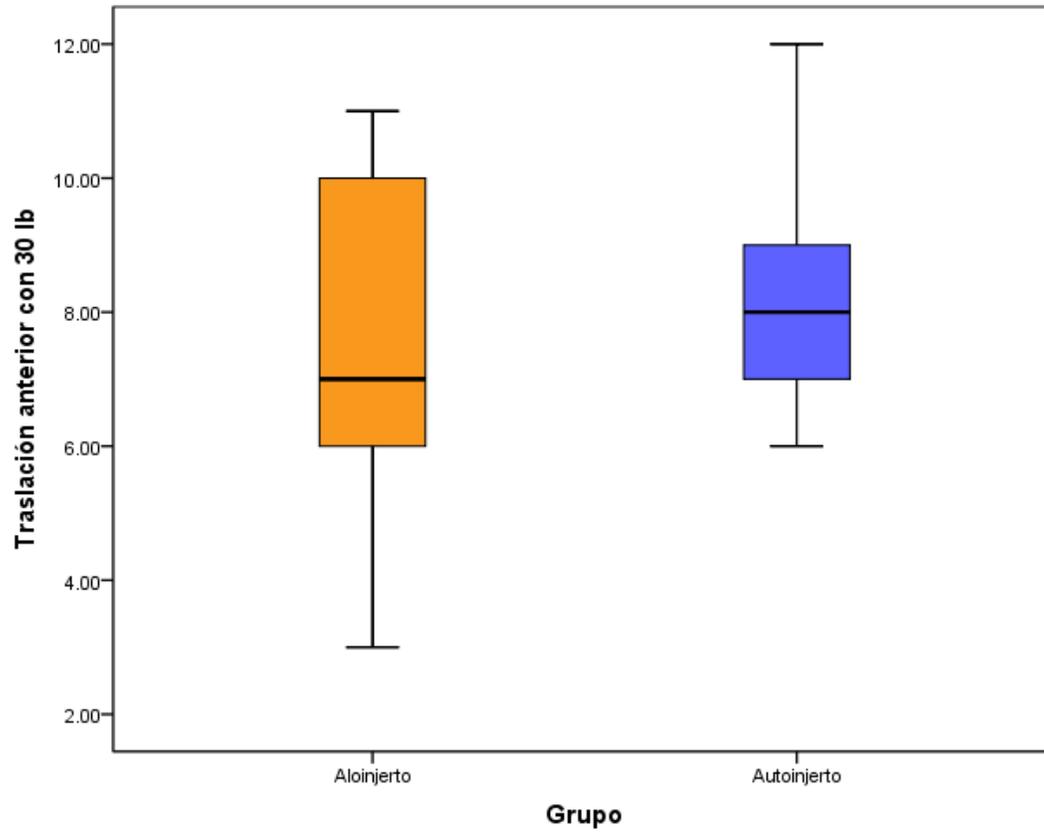
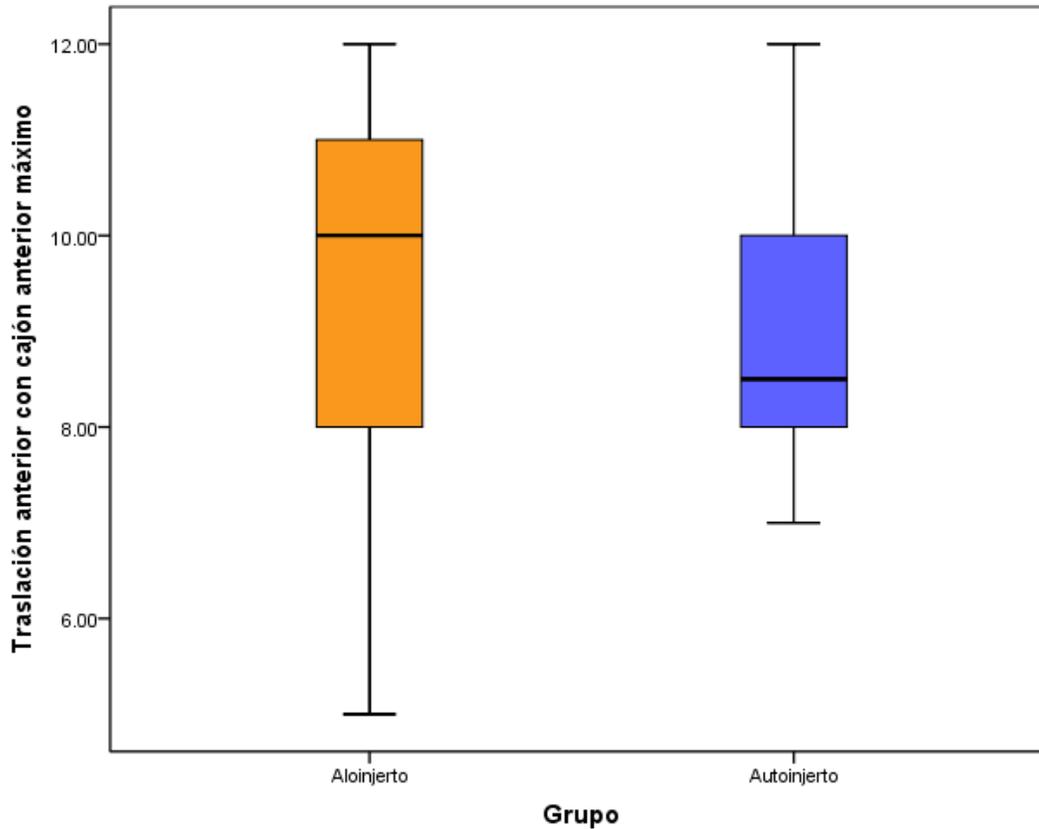


Gráfico 4.



12. CONCLUSIONES.

No se observaron resultados estadísticamente significativos en la comparación entre ambos grupos.

La evolución clínica en ambos grupos es satisfactoria y no se encontraron resultados estadísticamente significativos.

13. CONFLICTO DE INTERÉS.

Los aloinjertos fueron donados por el Banco de tejidos Biograft de México S.A. de C.V.

14. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

"Todos los procedimientos estarán de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Título segundo, capítulo I, Artículo 17, Sección II, investigación con riesgo mínimo, se anexa hoja de consentimiento informado

Título segundo, Capítulo VI De la investigación en órganos, tejidos y sus derivados, productos y cadáveres de seres humanos artículos 59 (obtención, conservación, utilización preparación suministro y destino final.) y 60 (además del debido respeto al cadáver humano, la observación del título decimocuarto en cuanto a la materia de control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de seres humanos.)

15. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. R. Smigielski, U. Zdanowicz, M. Drwiega, B Cizek, A. Williams. The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction. The bone and joint journal. Vol. 98-B, No. 8, August 2016, pág, 1020-1026.
2. Iwahashi T, Shino K, Nakata K, et al. Direct anterior cruciate ligament insertion to the femur assessed by histology and 3-dimensional volume-rendered computed tomography. Arthroscopy 2010;26(Suppl):S13–S20.
3. F. Malagelada, J. Vega, P. Golanó, B. Beynnon, F. Ertem. Knee Anatomy and Biomechanics of the Knee, DeLee & Drez's Orthopaedic Sports Medicine, 91, 1047-1072.e4.
4. Walter Shelton, "Autografts commonly used in ACL reconstruction", JAAOS, Vol 19, No 5, May 2011
5. K. Sutton, J. M. Bullock, Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. JAAOS, Vol. 21, No 1, January 2013, pág. 41-50.

6. M. Chhabra, J. Starman, M. Ferreti, A. Vidal, T. Zantop, F. Fu. Anatomic, Radiographic, Biomechanical, and Kinematic Evaluation of the Anterior Cruciate Ligament and Its two Functional Bundles, *The Journal of The Bone and Joint Surgery*, Vol. 88-A, Suplemento 4, 2006.
7. W. Postma, R. West. Anterior cruciate ligament Injury-Prevention programs. *Journal Bone and Joint Surgery American*, volume 95-A, No. 7, April 3 2013.
8. Carl Staniski. Anterior Cruciate ligament injury in the Skeletally Immature Patient: Diagnosis and treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, vol. 3, No. 3, May/June 1995.
9. James Lubowitz, B. Bernardini, J. Reid. Comprehensive Physical Examination for Instability of the Knee. *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 36, No. 3, 2008.
10. Alexander H. Sanmiguel. Inestabilidad anterior de la rodilla: utilidad el artrómetro KT-1000. *Repertorio de medicina y cirugía*, vol. 20, No. 1, 2011.
11. N. Perera, J. A. Bunola. Anteriro cruciate Ligament Rupture. *Injury International Care Injured*. Vol. 44, 2013, págs 1862-1865.
12. Cristopher Kaeding, B. Léger, R. Magnussen. Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clinical Sports Medicine*, Vol 36, 2017, págs. 1-8.
13. Charles Brown, T. Spalding, C. Rubb. Medial Portal Technique for single-bundle anatomical Anterior Cruciate Ligament (ACL) reconstruction. *International Orthopaedics, SICOT*, 2013.
14. Darren de Sa, A. Shanmugaraj, M. Wiedman, D. Peterson, N. Simunovic, V. Musahl, O. Ayeni. All Inside Anterior Cruciate Ligament reconstruction, a Systematic Review of Techniques, Outcomes and Complications. *Journal Knee surgery*, December 2017.
15. Rachel Frank, J. Higgins, E. Bernardoni, G. Cvetanovich, C. Bush, N. Verma, B. Bach. Anterior Cruciate Ligament Basics, Bone patellar tendon bone autograft

harvest. *Arthroscopic Techniques*, Vol. 6, No. 4 (August), 2017, págs e1189-e1194.

16. John Insall. *Knee*, Marbán, Vol. 1, 1994.

17. Walter Shelton, B. Fagan. Autografts commonly used in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *Journal American Academy of Orthopaedic Surgeons*, vol. 19, No. 5, May 2011.

18. Robin West, C. Harner. Graft selection in Anterior Cruciate Ligament. *Journal American Academy of Orthopaedic Surgeons*. Vol. 13, No. 3, May/June 2005.

19. Chao Zeng, S. Gao, H. Li, T. Yang, W. Luo, Y. Li, G. Lei. Autograft versus Allograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials and a Systematic Review of Overlapping Systematic Reviews. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 2015, pág. 1-11.

20. Keith Lawhorn, S. Howell, S. Traina, J. Gottlieb, T. Meade, H. Freedberg. The Effect of Graft Tissue on Anterior Cruciate Ligament Outcomes: A Multicenter, Prospective Randomized Controlled Trial Comparing Autograft Hamstrings with Fresh-Frozen Anterior Tibialis Allograft. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, Vol. 28, No. 8, August, 2010, pág. 1079-1086.

21. A. Grassi, M. Nitri, S. Moulton, G. Marcheggiani, A. Bondi, M. Romagnoli, S. Zaffagnini. Does the type of graft affect the outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction? *The Bone and Joint Surgery*, vol. 99-B, No. 6, June 2017.

22. Kare Nissen, N. Eysturoy, T. Nielsen, M. Lind. Allograft Use Result in Higher Re-revision rate for Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The Orthopaedic Journal of Sport Medicine*, vol. 6, 2018.

23. Matus-Jiménez J et al, *Acta Ortopédica Mexicana*; 27(3): Mayo-Junio 2013, pags.182-189.