



Trabajo Fin de Grado

El ligamento cruzado posterior en la prótesis total de rodilla: conservación versus sacrificio.
Comparación a 20 años.

The posterior cruciate ligament in total knee arthroplasty: conservation versus sacrifice.
Comparison at 20 years.

Autor

Juan Apellániz Antón

Directora

María Jesús Caballero Burbano

Facultad de Medicina
2020

A Chus, por su trabajo,
por su dedicación y por su ayuda.

A mi familia y futuros colegas, por ser, por estar.
Porque el camino no se recorre solo.

A la abuela Elsa,
porque desde ahí arriba,
me estás viendo dar este gran paso.

“Saber gozar y sufrir, y no dormir sin soñar.

Descansar, es empezar a morir.” – D. Gregorio Marañón

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS	4
1.1.1 ANATOMÍA DE LA RODILLA.....	4
1.1.2 BIOMECÁNICA DE LA RODILLA.....	5
1.1.2.1 <i>ARCOS DE MOVILIDAD</i>	5
1.1.2.2 <i>ESPLAZAMIENTO ARTICULAR</i>	6
1.1.2.3 <i>EJES Y ÁNGULOS</i>	7
1.1.3 INDICACIONES DE LA PRÓTESIS TOTAL DE RODILLA	7
1.1.4 TIPOS DE PRÓTESIS SEGÚN LA ESTABILIDAD DEL IMPLANTE	8
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	10
3. MATERIAL Y MÉTODOS	10
3.1 POBLACIÓN A ESTUDIO	10
3.2 PROTOCOLO DE ESTUDIO	11
3.2.1. ESTUDIO FUNCIONAL.....	12
3.2.2 ESTUDIO RADIOLÓGICO	12
3.2.3 ESTUDIO ESTADÍSTICO	13
4. RESULTADOS.....	14
4.1 ESTUDIO DE LA EDAD	14
4.2 SUPERVIVENCIA	17
4.3 SUPERVIVENCIA DEL IMPLANTE	18
4.4 EVALUACIÓN FUNCIONAL	21
4.5 ESTUDIO RADIOLÓGICO	31
4.6 ESTUDIO DEL ÁNGULO DE VALGO DEL COMPONENTE TIBIAL	35
4.7 ESTUDIO DEL ÁNGULO DE VALGO DEL COMPONENTE FEMORAL	39
4.8 ESTUDIO DEL ÁNGULO DE FLEXIÓN DEL COMPONENTE TIBIAL	43
5. DISCUSIÓN	47
5.1 EVALUACIÓN FUNCIONAL	47
5.2 EVALUACIÓN RADIOLÓGICA	49
6. CONCLUSIONES	51
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

RESUMEN

La cirugía de prótesis total de rodilla (PTR) consiste en el reemplazo tanto anatómico como funcional de dicha articulación. La indicación de una PTR se debe basar principalmente en tres causas: dolor persistente incontrolable con fármacos, deformidades o limitaciones de movilidad y deterioro funcional. El aumento de la esperanza de vida de nuestra sociedad comporta una gran incidencia de ciertas enfermedades como la artritis, provocando el creciente aumento de esta cirugía.

En este trabajo se ha realizado un análisis de la supervivencia de la PTR, su situación funcional y radiológica, teniendo en cuenta la indicación primaria de conservar o no el ligamento cruzado posterior (LCP). La población a estudio ha estado constituida por pacientes que fueron intervenidos entre febrero de 1999 y junio de 2000 por la Unidad de Rodilla del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario Miguel Servet. Anteriormente, formaron parte de un estudio similar a los dos años de seguimiento. Estos datos, junto con los existentes a los quince años de evolución, han permitido realizar numerosas comparaciones de valoración clínica, funcional y radiológica entre los dos modelos de prótesis, conservando o sacrificando el LCP.

Los resultados obtenidos reflejan que la supervivencia del implante a los 20 años es del 87,5%. Además, el deterioro funcional de los pacientes se ve intensificado entre los 15 y los 20 años. Sin embargo, las escalas de valoración empleadas no tienen en cuenta exclusivamente la funcionalidad del implante, sino que están influenciadas por numerosos factores, suceso también a tener en cuenta con los datos de supervivencia. Hay que destacar los resultados mostrados radiológicamente, que fueron excepcionales tanto a los 2 como a los 15 años. El eje mecánico neutro y los componentes de la prótesis han mantenido su correcta posición en los diferentes planos. Finalmente, podemos concluir que la indicación de cada modelo protésico ha sido el apropiado, debido a que en la comparación entre estos se ha observado un comportamiento similar.

PALABRAS CLAVE: “Prótesis total de rodilla”, “Ligamento Cruzado Posterior”, “Knee Society”.

ABSTRACT

Total knee arthroplasty (TKA) surgery consists of both anatomical and functional replacement of the knee joint. The indication for a TKA should be based primarily on three causes: persistent pain that is uncontrollable with drugs, deformities or mobility limitations and functional impairment. The increase in life expectancy in our society leads to a high incidence of certain diseases such as arthritis, causing the growing increase of this surgery.

In this study an analysis has been made of the survival of the TKA, its functional and radiological situation, taking into account the primary indication of whether or not to conserve the posterior cruciate ligament (PCL). The population under study consisted of patients who underwent surgery between February 1999 and June 2000 at the Knee Unit of the Traumatology and Orthopaedic Surgery Service of the Miguel Servet University Hospital. Previously, they were part of a similar study after two years of follow-up. These data, together with those existing after fifteen years of evolution, have allowed numerous comparisons of clinical, functional and radiological assessment between the two models of prosthesis, conserving or sacrificing the PCL.

The results obtained reflect that the survival of the implant at 20 years is 87.5%. In addition, the functional deterioration of patients is intensified between 15 and 20 years. However, the assessment scales used do not exclusively take into account the functionality of the implant, but are influenced by numerous factors, an event that should also be taken into account with the survival data. It is important to highlight the results shown radiologically, which were exceptional at both 2 and 15 years of age. The neutral mechanical axis and the components of the prosthesis have maintained their correct position in the different planes. Finally, we can conclude that the indication of each prosthetic model has been the appropriate one, due to the fact that a similar behaviour has been observed in the comparison between them.

KEY WORDS: "Total Knee Arthroplasty", "Posterior Cruciate Ligament", "Knee Society".

1. INTRODUCCIÓN

En Cirugía, artroplastia significa reemplazo total o parcial de una articulación por un implante artificial o prótesis. La palabra artroplastia procede de las palabras griegas, arthron (articulación) y plastos (formado, modelado) y el sufijo -ia (cualidad).

La artroplastia total de rodilla (ATR), o prótesis total de rodilla (PTR), es uno de los procedimientos quirúrgicos que más se realizan en los servicios de Cirugía Ortopédica y Traumatología de los hospitales, (1) no sólo a nivel nacional, sino también internacional y, a consecuencia de esta frecuencia, sobre uno de los que más artículos científicos se publican. Podemos basarnos para hacer esta afirmación en datos estadísticos como el que nos confirma que solo en Estados Unidos en 2010 se realizaron más de 600.000 intervenciones anuales de prótesis de rodilla y este número ha ido aumentando con el paso de los años, estimándose que en 2050 se alcance un aumento del 143% respecto a las que se realizaron en 2012. (2)

En nuestro país como es lógico, el número de artroplastias totales que se practican también va en aumento año tras año. La expectativa de vida de los ciudadanos españoles se sitúa actualmente en torno a los 82,83 años de media, consecuencia del gradual incremento de la calidad de vida. La población, y por consiguiente nuestros pacientes, son cada vez más longevos, y esto es un gran condicionante de las enfermedades que padecen. Entre estas enfermedades nos encontramos la artritis (3), que es una de las indicaciones apropiadas de la prótesis total de rodilla.

Simplificando el procedimiento quirúrgico y centrándonos en generalidades, la prótesis total de rodilla consiste en una sustitución total, tanto anatómica como funcional, de la propia articulación. Para ello se resecan ambas superficies articulares (fémur y tibia), sustituyéndolas por componentes protésicos cuyos principales materiales son una aleación metálica de cromo-cobalto en fémur, (aunque esta composición es variable, apareciendo otros componentes como aluminio, vanadio, molibdeno, níquel...), titanio en tibia y el polietileno de peso molecular ultra alto en la superficie articular.

La prótesis total de rodilla como intervención, debe ser considerada solamente cuando el resto de alternativas terapéuticas hayan resultado ser ineficaces y/o descartadas. (4)

1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

1.1.1 ANATOMÍA DE LA RODILLA (5-7)

La articulación de la rodilla está constituida por tres estructuras óseas: fémur, tibia y rótula. La relación entre estas se lleva a cabo a través de las articulaciones femorotibial y femoropatelar. A groso modo, remarcamos la presencia de los cóndilos femorales en su porción más distal (cóndilo medial y lateral, separados por la escotadura intercondílea), los cuales, a través de los meniscos (interno y externo), están en contacto con la superficie o platillos tibiales.

Estructura de la rodilla

Podemos dividir la rodilla en tres compartimentos distintos:

- **Interno:** está constituido por las estructuras mediales de la rodilla, que son el cóndilo femoral medial, el platillo tibial interno y el menisco interno (con forma de "C" o haz).

En cuanto a los músculos, encontramos el vasto medial que actúa a nivel de la rótula mediante el retináculo patelar medial y el retináculo patelar longitudinal medial, que se encarga de unir el vasto medial, la rótula y el retináculo patelar medial con la porción anterior de la tibia. Así mismo forma parte del compartimento interno la pata de ganso, que está constituida por la inserción de los tendones del sartorio, el gracilis y el semitendinoso. Posteriormente a esta, nos encontramos con el tendón del músculo semimembranoso.

Los ligamentos que constituyen el compartimento interno son, el colateral medial y el oblicuo posterior.

- **Externo:** está constituido por las estructuras más laterales: el cóndilo femoral externo, el menisco externo (tiene forma de círculo casi completo y cubre mayor superficie tibial que el interno) y el platillo tibial externo.

En este compartimento también encontramos dos retináculos (patelar lateral y patelar longitudinal lateral). A nivel muscular están, la fascia lata, que distalmente se engrosa longitudinalmente y divide su inserción entre el cóndilo externo del fémur, la patela y el tubérculo de Gerdy en la tibia. Otros músculos constituyentes del compartimento externo son el bíceps femoral, el poplíteo y el gastrocnemio o gemelo externo.

En cuanto a ligamentos, nos encontramos con el ligamento colateral lateral, el ligamento anterolateral y el oblicuo poplíteo.

- **Femoropatelar:** es el más sencillo de los tres, y está constituido por la tróclea femoral y la rótula, ambas unidas a través del cuádriceps y el tendón rotuliano.

Además de estos tres compartimentos, la rodilla también posee un **pivote central** constituido por ambos ligamentos cruzados (anterior y posterior) y meniscos (unidos por el ligamento transverso).

El ligamento cruzado anterior (LCA), asciende desde la espina tibial anterior hasta su inserción en la parte posterior de la cara interna del cóndilo externo. Su función consiste en limitar desplazamientos anteriores de la tibia (junto con el semimembranoso y el ligamento femorotibial anterolateral). Anatómicamente está constituido por dos fascículos, uno anteromedial y otro posterolateral.

El ligamento cruzado posterior (LCP), va de la cara interna del cóndilo medial a la zona más posterior del área intercondílea tibial. Evita desplazamientos posteriores de la tibia actuando sinérgicamente en extensión con el ligamento oblicuo posterior y en flexión con el cuádriceps.

1.1.2 BIOMECÁNICA DE LA RODILLA (8-10)

La rodilla es la articulación más grande del cuerpo humano. Por su situación se encarga de la transmisión de las fuerzas de carga y, además, toma parte en el movimiento del cuerpo a través de la marcha, lo que la convierte en una articulación compleja. Su complejidad reside fundamentalmente en la biomecánica. Ninguna de las superficies de carga es perfectamente congruente con su contraria, lo que genera una combinación de movimientos de rotación y de translación determinados y regulados por una compleja red de ligamentos, estructuras capsulares y el propio contorno óseo.

1.1.2.1 ARCOS DE MOVILIDAD (11)

Los movimientos vienen determinados por el deslizamiento de las superficies articulares de la tibia y el fémur y la orientación de los cuatro ligamentos principales de la rodilla.

En el **plano sagital** los grados de movilidad son los más amplios. Varían de 0° en extensión, a 140° en flexión completa (160° de forma pasiva). En este plano, la parte posterior de la pierna se acerca o se aleja del muslo. Al realizar el movimiento de flexión, hay una combinación de rotación y deslizamiento del fémur sobre la tibia en sentido posterior.

Estos movimientos se ejecutan de forma simultánea, pero dependiendo de los grados de flexión en los que se encuentre la rodilla, habrá un mayor componente de rotación o de deslizamiento o sólo uno de los dos. Los meniscos están comprimidos entre los dos huesos cuando están extendidos, y cuando se realiza el movimiento de flexión, se desplazan también posteriormente.

En el **plano frontal** la rodilla se desplaza en valgo o varo. Si está en extensión completa apenas si existen estos movimientos. Conforme nos acercamos a los 30° de flexión en el plano sagital, estos empiezan a surgir desapareciendo cuando superemos los 30°.

En el **plano transversal** ocurre algo similar, pero en torno a los 90° de flexión. Con estos grados se puede realizar rotación interna de la tibia y rotación externa (unos 15° menos que la interna). A partir de los 90° va decreciendo de forma progresiva.

En **1964** Murray (12) realizó un estudio con 60 pacientes con la finalidad de establecer los grados de la rodilla necesarios para un correcto ciclo de marcha. Llegó a la conclusión de que en ningún momento se extiende de forma completa, y la flexión mínima requerida era de 75°. Otros datos de interés de su estudio son el arco de movimiento necesario para sentarse que está comprendido entre 0° y 93° y el necesario para subir o bajar escaleras entre 0° y 90° (en el caso de bajar escaleras es algo menor, de 83°).

1.1.2.2 ESPLAZAMIENTO ARTICULAR (13,14)

Como hemos comentado anteriormente, en el movimiento de flexión y extensión de la rodilla están implicados un movimiento de rotación y otro de desplazamiento antero-posterior (dependiendo del grado de flexión predominará uno u otro). Sin embargo, debido a las diferencias anatómicas de ambos cóndilos, el movimiento de rotación no es igual en uno que en otro. En el caso del cóndilo interno persiste hasta los 15° iniciales y en el externo hasta los 20°, de tal modo que la extensión siempre va acompañada de rotación externa y la flexión con rotación interna.

1.1.2.3 EJES Y ÁNGULOS (15)

Es muy importante conocer los ejes que constituyen la articulación de la rodilla porque de estos dependerán básicamente el correcto posicionamiento de la prótesis. Un punto importante a tener en cuenta es que el eje anatómico no tiene por qué coincidir con el eje mecánico.

En la articulación de la rodilla podemos distinguir cuatro ejes fundamentales:

- Eje anatómico del fémur: línea que une la punta del trocánter mayor con el centro de la escotadura intercondílea.
- Eje anatómico de la tibia: línea que une el medio de las espinas tibiales hasta el centro de la mortaja tibio-peronea.
- Eje mecánico del fémur: línea que une el centro de la cabeza femoral hasta el centro de la escotadura intercondílea.
- Eje mecánico de la tibia: coincide con el eje anatómico.
- El eje mecánico del miembro inferior está constituido por la línea que une la cabeza femoral, el centro de la rodilla y el centro de la mortaja tibio-peronea.

Los ángulos del miembro inferior están constituidos por los siguientes ejes, a saber:

- Ángulo femoro-tibial mecánico: formado entre el eje mecánico femoral y el eje mecánico tibial (180° de media).
- Ángulo femoro-tibial anatómico: formado entre el eje anatómico femoral y el anatómico tibial (suele medir entre 5° y 7° de valgo).
- Ángulo femoral mecánico: formado entre el eje mecánico femoral y la línea tangente a los cóndilos femorales (medido en externo: 88° de media).
- Ángulo tibial mecánico: formado entre el eje mecánico tibial y la línea tangente a los platillos tibiales (medido en externo: 92° de media).

1.1.3 INDICACIONES DE LA PROTESIS TOTAL DE RODILLA (2-4)

La indicación de una PTR se debe basar en tres parámetros fundamentales que son:

1. Dolor persistente no controlable con medicación.
2. Deformidades axiales y limitación de la movilidad.

3. Deterioro funcional.

Teniendo en cuenta estas tres premisas, las principales alteraciones a tratar mediante una PTR serían:

- Gonartrosis.
- Artritis reumatoide.
- Artritis post- traumática y otras enfermedades inflamatorias.
- Deformidades congénitas.
- Osteonecrosis.

1.1.4 TIPOS DE PRÓTESIS SEGÚN LA ESTABILIDAD DEL IMPLANTE (16-18)

Las prótesis de rodilla las podemos englobar en dos grupos principales: totales o parciales/unicompartmentales. Dentro de las totales, según la estabilidad del implante, nos podremos encontrar a su vez con:

1. Prótesis Anatómicas (aquellas que conservan el LCP).
2. Prótesis posteroestabilizadas (aquellas que sacrifican el LCP).
3. Prótesis constreñidas.
4. Prótesis de charnela.

En cuanto a la opción de la sustitución o conservación de la rótula, depende principalmente de la calidad que ésta presente, aunque en algunos países, como es el caso de Estados Unidos, y debido a su actual sistema legal en relación con este tema, se opta directamente por la sustitución.

En la artritis reumatoide y otras enfermedades inflamatorias, debe ser protetizada siempre con el fin de eliminar la totalidad del cartílago patológico.

Merece destacar como caso curioso, el hecho de que en un estudio reciente (2019), realizado en Birmingham, se ha llegado a la conclusión de que aquellos pacientes a los que se les había sustituido la rótula, presentaban una mejor capacidad para arrodillarse (con un grado de flexión mayor de 100°), que aquellos otros pacientes a los que se les había conservado, no encontrándose entonces diferencias estadísticas significativas en cuanto a la conservación o sustitución del LCP. (19)

- **Prótesis Anatómicas o con conservación del LCP:** Es lógico que en aquella intervención en la cual se conserva el LCP, éste debe conservar su estructura anatómica y funcional, ya que por el contrario se produciría una inestabilidad posterior. La estabilidad del implante nos la da el propio LCP, y para evitar su daño, habrá que reducir a nivel tibial el grado de resección ósea (plátanos tibiales). Los ligamentos colaterales deben conservar su función.
- **Prótesis estabilizadas posteriores:** En este caso la estabilidad se consigue mediante la ubicación de un tetón intercondíleo en la superficie articular que articula con su correspondiente cajetín femoral. Esta prótesis está indicada en aquellos casos en los que existe inestabilidad posterior (por incompetencia o ausencia de LCP) o por presentar grandes deformidades en varo o valgo, ya que para corregir la misma, se tendrá que sacrificar mayor proporción tibial, lo cual condiciona la imposibilidad de mantener el LCP.
- **Prótesis constreñidas:** estas prótesis son similares a las estabilizadas posteriores, pero dan un punto extra de estabilización ya que no solo mejoran la misma en el plano anteroposterior, sino también en el medio-lateral. Por lo tanto, estarán indicadas en aquellos casos en los que los ligamentos colaterales no realizan correctamente su función.
- **Prótesis de charnela:** suponen el máximo grado de estabilización. Están indicadas en todos aquellos casos en los que la pérdida ósea sea muy significativa, la inestabilidad ligamentosa sea importante y con grandes deformidades. Los componentes femoral y tibial se encuentran unidos a través de una bisagra.

En nuestro estudio nos vamos a centrar en las prótesis estabilizadas posteriores y en aquellas que conservan el cruzado posterior.

Existen múltiples defensores y detractores de los distintos métodos y técnicas que pueden establecerse en relación con el tratamiento y cura de la articulación que nos ocupa. En estas discusiones son de destacar por su constante perseverancia, las que se refieren al ligamento cruzado posterior, discusiones en las que unos cirujanos ortopédicos se posicionan a favor de su sacrificio y otros en cambio a favor de su conservación.

Las razones argumentadas por unos y otros giran en torno a las consecuencias derivadas de su resección o liberación (15).

Estas pueden resumirse en los cuatro puntos siguientes:

1. La incidencia de un mayor grado de fuerza transmitido a la rótula durante la flexión.
2. La tendencia a la reducción del momento de flexión de la rodilla que es compensado mediante el adelantamiento del centro de gravedad del cuerpo, porque el fémur se desplaza menos en sentido posterior sobre la tibia conforme aumenta la flexión y, por lo tanto, el centro de rotación de la rodilla es más anterior.
3. La inexistencia de LCP provoca que en movimientos tales como subir escaleras, el componente tibial tenga que soportar toda la fuerza de cizallamiento que de otro modo sería absorbido por aquél.
4. Los pacientes tratados de esta forma tenderán a subir las escaleras con una mayor inclinación hacia adelante.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Dada la relevancia de la cirugía de la PTR, el objetivo de este trabajo es **valorar la evolución de un modelo de prótesis total de rodilla con la finalidad de objetivar la supervivencia del mismo**. Se comparará para ello la situación tanto funcional como radiológica de los pacientes a los 15 y a los 20 años tras esta intervención.

Debido al continuo debate existente entre la conservación o el sacrificio del LCP en esta cirugía, se evaluarán ambas situaciones según la indicación primaria de conservar o no este ligamento.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 POBLACIÓN A ESTUDIO

La población está constituida por pacientes intervenidos por la Unidad de Rodilla del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario Miguel Servet a los que se les implantó una prótesis total de rodilla. Estos pacientes fueron operados

entre Febrero de 1999 y Junio de 2000 y anteriormente formaron parte de un estudio similar de dos años de seguimiento.

Los criterios que debían cumplir los pacientes son los siguientes:

Criterios de inclusión:

- Pacientes incluidos en el estudio anterior actualmente vivos.

Criterios de exclusión:

- Defunción.
- Negación ante la posibilidad de formar parte del estudio.
- Incapacidad de cooperar en el programa de seguimiento (demencia y otras enfermedades que incapaciten la correcta adhesión a los protocolos del estudio).

Nuestro estudio comenzará dividiendo a los pacientes en dos grupos dependiendo del tipo de prótesis que se les implantó: PTR conservando el LCP (CR) o PTR sacrificando el LCP (LPS).

3.2 PROTOCOLO DE ESTUDIO

El sistema de baremo utilizado fue el de la Knee Society para los parámetros funcionales: KSSS (Knee Society Scoring System) desarrollado por Insall JN et al en 1989. (20)

Facultativos responsables de la Unidad de Rodilla realizaron una base de datos a partir de la valoración funcional del paciente en la que se incluyeron los siguientes datos:

- Edad.
- Lado.
- Puntuación KSSS funcional a los 15 años y a los 20 años.
- Incidencias.
- CR/LPS.

A los 15 y 20 años se realizó la valoración funcional, así como el análisis de supervivencia de la prótesis. En los siguientes puntos se presenta la valoración realizada.

3.2.1. ESTUDIO FUNCIONAL

1. FUNCIÓN: CAMINAR

- Sin límite = 50 puntos
- 1600 m = 40 p
- 800 m = 30 p
- 400 m = 20 p
- En casa = 10 p
- Incapaz = 0 p

2. FUNCIÓN: ESCALERAS

- Normal = 50 puntos
- Normal arriba/abajo con barandilla = 40 p
- Arriba y abajo con barandilla = 30 p
- Arriba con barandilla/imposible abajo = 15 p
- Imposible = 0 p

3. FUNCIÓN: APOYOS (deducción)

- Nada = 0 puntos
- 1 bastón = 5 p
- 2 bastones = 10 p
- Muletas = 20 p
- Andador = 20 p
- Silla de ruedas = 20 p

3.2.2 ESTUDIO RADIOLÓGICO

Se pretendió llevar a cabo un estudio radiológico a los 20 años de evolución. Los pacientes fueron citados para la realización de las pruebas radiológicas, pero debido a la declaración del Estado de Alarma por la emergencia sanitaria del Covid-19, fue imposible la realización de estas.

Por esta razón y con el fin de que el presente trabajo no quedase mermado, dado que teníamos los mismos datos radiológicos recogidos a los 15 años de evolución, se realizó el estudio previsto (funcional y radiológico) a los 15 años y únicamente funcional a los 20 años, y se comparó el estado funcional a los 15 años con el de los 20 años.

Gracias al estudio realizado 18 años atrás, ya disponíamos de un estudio radiológico preoperatorio y postoperatorio de todos estos pacientes. Los datos que se recogieron son los siguientes:

- Alineación: ángulo femoro-tibial mecánico (AFTM).
- Ángulo de valgo femoral y tibial en proyección Antero-Posterior.
- Ángulo de flexión del componente tibial (Pendiente posterior).

3.2.3 ESTUDIO ESTADÍSTICO

Con las distintas variables se llevó a cabo un estudio estadístico descriptivo e inferencial.

1) Estadística descriptiva

Se hallaron las siguientes medidas de tendencia central y de dispersión:

- Tendencia central:

- Media
- Mediana

- Dispersión:

- Rango
- Desviación Típica

2) Estadística inferencial

Para cuantificar la relación existente entre variables cuantitativas y cualitativas es fundamental conocer si la muestra con la que se trabaja presenta una distribución normal (o gaussiana) de los valores de la variable cuantitativa. La distribución gaussiana es aquella en que los valores se agrupan de manera simétrica en torno a la media y que presenta una única moda. Cuando la población a estudiar presenta un número de casos suficientemente elevado (generalmente >30 casos) se toma como distribución normal. En caso de que no sea así, se aplicará la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se trata de una prueba de bondad de ajuste, es decir, sirve para verificar si las puntuaciones que hemos obtenido de la muestra siguen o no una distribución normal.

Si nuestra población sigue una distribución normal/gaussiana se aplican los test estadísticos paramétricos. Por el contrario, si no sigue una distribución gaussiana, deben emplearse los test no paramétricos.

El empleo de los distintos test dependerá del número de grupos que se intenten comparar (dos o más de dos). Dentro de los test paramétricos, si comparamos 2 grupos (bien sean pareados o no pareados) se utiliza la prueba T de Student. Si son más de dos grupos se emplea Análisis de la Varianza. En cuanto a los test no paramétricos, si se comparan dos grupos pareados se usa Rangos de Wilcoxon y si son no pareados U de Mann-Whitney. Si se trata de comparar más de dos grupos no paramétricos se usará Kruskal-Wallis.

Así el empleo de los diferentes test estadísticos queda esquematizado de la siguiente manera:

Distribución Normal TEST PARAMETRICOS		Distribución No Normal TEST NO PARAMETRICOS	
Grupos = 2 Pareados No Pareados Distribución t de Student	Grupos > 2 Análisis de la Varianza	Grupos = 2 Pareados No Pareados Rangos de Wilcoxon	Grupos > 2 "U" de Mann-Whitney Kruskal - Wallis

4. RESULTADOS

4.1 ESTUDIO DE LA EDAD

▪ EDAD DEL GRUPO GENERAL

Las medidas de tendencia central y de dispersión del grupo general estudiado se recogen a continuación:

15 AÑOS

TENDENCIA CENTRAL		DISPERSIÓN	
Media	83,35	Rango	93 - 42
Mediana	84	Desviación típica	7,27

Tabla 1: Edad Grupo General a los 15 años.

20 AÑOS

TENDENCIA CENTRAL		DISPERSIÓN	
Media	85,76	Rango	96 - 47
Mediana	87	Desviación típica	8,10

Tabla 2: Edad Grupo General a los 20 años.

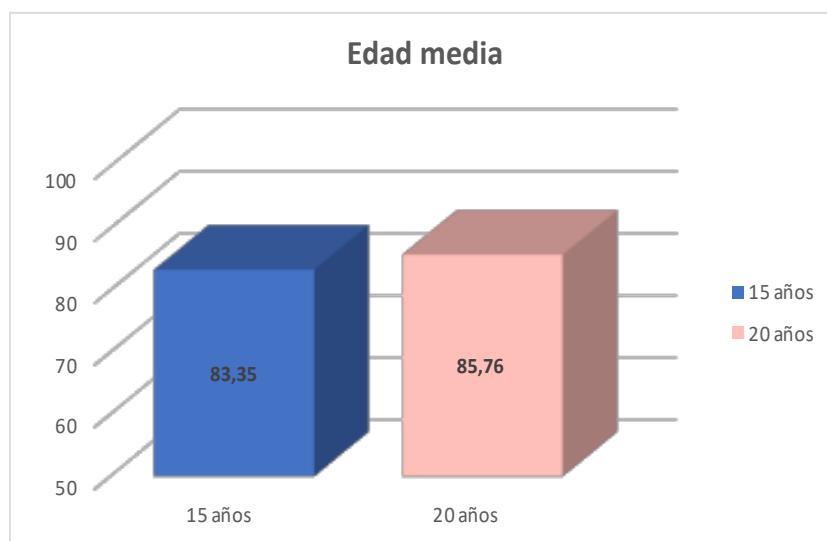


Gráfico 1: Edad media

■ ESTUDIO DE LA EDAD EN LOS DOS GRUPOS

La edad en cada grupo presentaba las siguientes características:

15 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
CR	28	81,11	82	9,76	92-42
LPS	46	84,72	85,50	4,85	93-75

Tabla 3: Edad por grupos a los 15 años.

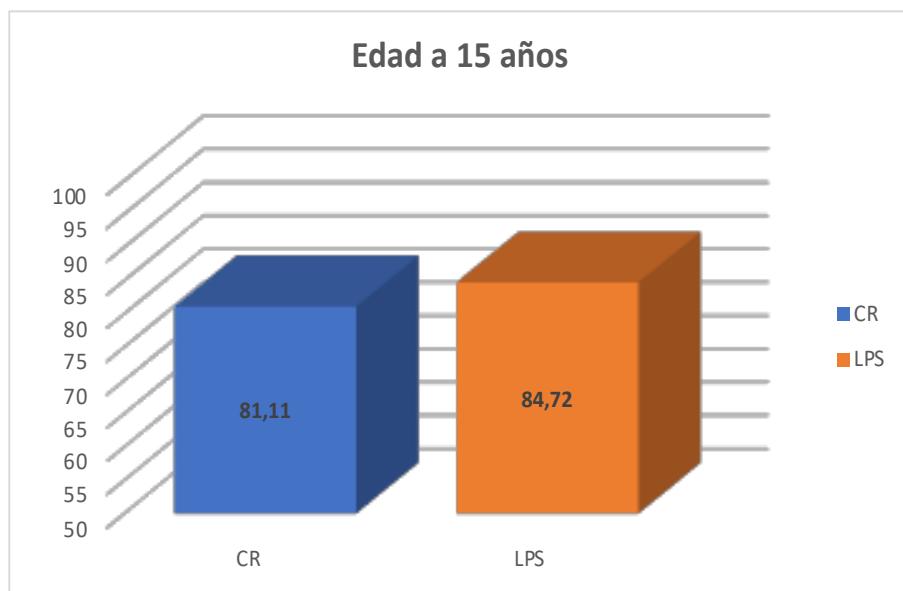


Gráfico 2: Edad media por grupos a los 15 años.

20 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
CR	21	84,10	86	10,52	95-47
LPS	21	87,33	88	4,55	96-80

Tabla 4: Edad por grupos a los 20 años.

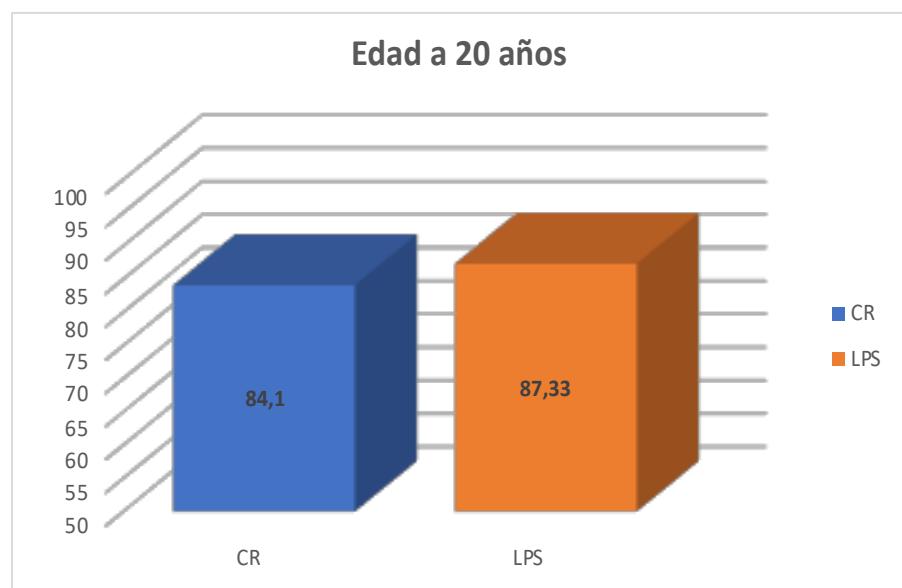


Gráfico 3: Edad media por grupos a los 20 años.

4.2 SUPERVIVENCIA

■ SUPERVIVENCIA DEL GRUPO GENERAL

A los 15 años vivían 74 pacientes de los 163 pacientes iniciales, lo que supone que la supervivencia del grupo general fue del 45,4%:



Gráfico 4: Supervivencia 15 años.

A los 20 años los pacientes vivos eran 42, por lo que la supervivencia fue del 25,76%:



Gráfico 5: Supervivencia 20 años.

■ SUPERVIVENCIA POR GRUPOS

Como se puede observar en la Tabla 5 inferior, a los 15 años, del grupo “CR” vivían 28 pacientes de los 72 que formaban parte del grupo inicial, es decir, un 38,89%. Del grupo “LPS” vivían 46 pacientes, lo que supone un 50,5% de los 91 pacientes iniciales.

A los 20 años, del grupo “CR” eran 21 pacientes los que estaban vivos, es decir, el 29,17% del grupo inicial. Del grupo “LPS” vivían 21 pacientes a los 20 años, un 23,07% del grupo inicial.

GRUPO	15 AÑOS	20 AÑOS
CR	38,89%	29,17%
LPS	50,54%	23,07%

Tabla 5: Supervivencia por años y grupos.

Los resultados anteriores, gráficamente:

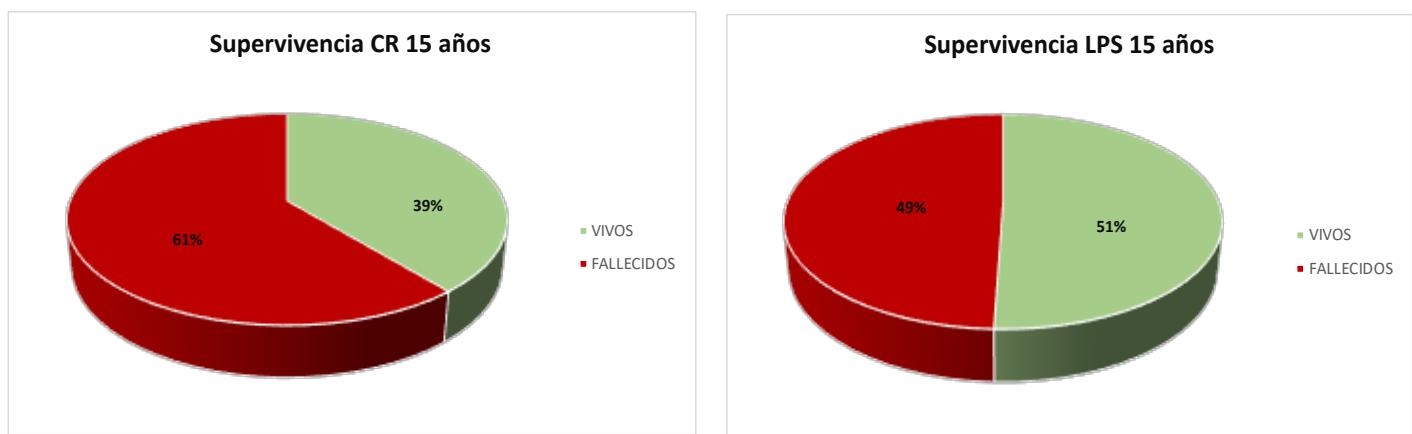


Gráfico 6: Supervivencia CR 15 años.

Gráfico 7: Supervivencia LPS 15 años.

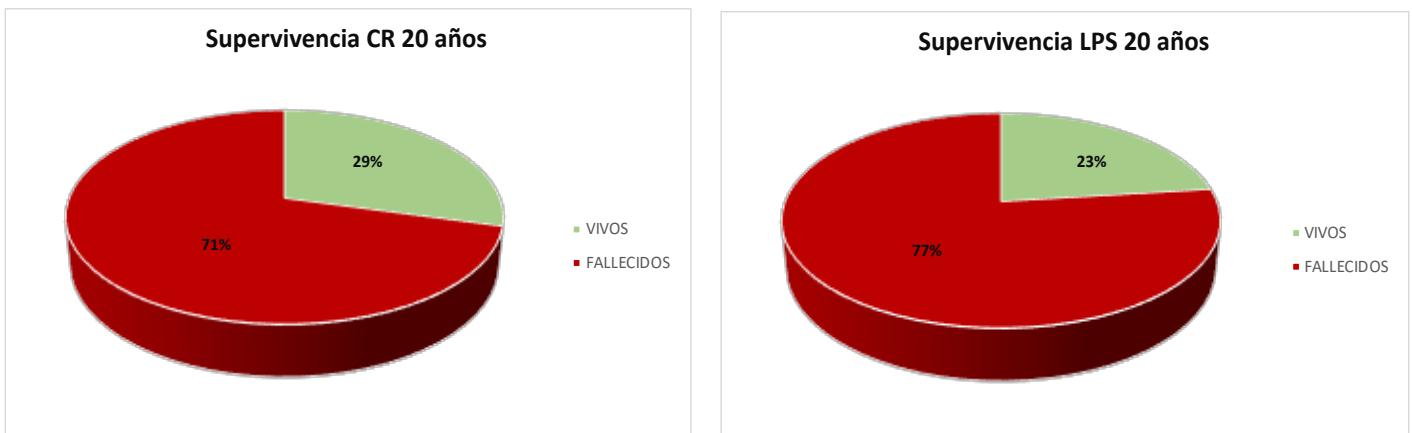


Gráfico 8: Supervivencia CR 20 años.

Gráfico 9: Supervivencia LPS 20 años.

4.3 SUPERVIVENCIA DEL IMPLANTE

■ SUPERVIVENCIA DEL IMPLANTE EN EL GRUPO GENERAL

En este apartado se va a analizar el porcentaje de prótesis sin recambiar.

Hay documentadas 4 incidencias a los 15 años de la intervención; 3 de ellas fueron recambios: 2 recambios asépticos por presentar dolor y un tercer recambio por infección. El cuarto paciente sufrió una fractura supracondílea de fémur pero la supervivencia del implante no se vio afectada. Como se puede ver en el Gráfico 10, esto supone una supervivencia del implante a los 15 años del 95,95%.



Gráfico 10: Supervivencia implante 15 años.

A los 20 años se sumaron 3 recambios. Teniendo en cuenta que uno de los pacientes que fue recambiado a los 15 años murió, suman un total de 5 recambios a los 20 años. Esto se traduce en una supervivencia del implante del 87,5%.



Gráfico 11: Supervivencia del implante a los 20 años.

■ SUPERVIVENCIA DEL IMPLANTE POR GRUPOS

Los 3 recambios realizados a los 15 años fueron de prótesis PS. A los 20 años, de los 3 recambios que se produjeron, 1 fue en el grupo “CR” y 2 en el grupo “LPS”.

Los resultados obtenidos en cuanto a la supervivencia del implante por grupos se recogen en la Tabla 6 siguiente:

GRUPO	15 AÑOS	20 AÑOS
CR	100%	95,24%
LPS	93,48%	80,95%

Tabla 6: Supervivencia del implante por años y grupo.



Gráfico 12: Supervivencia implante CR a los 15 años.



Gráfico 13: Supervivencia implante LPS a los 15 años.



Gráfico 14: Supervivencia implante CR a los 20 años.

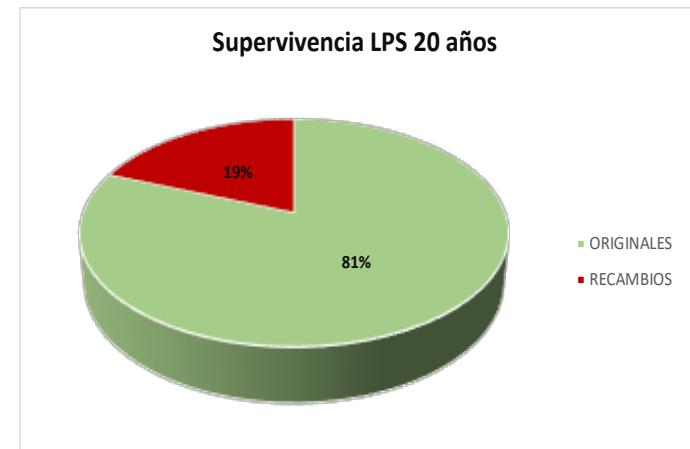


Gráfico 15: Supervivencia del implante LPS a los 20 años.

4.4 EVALUACIÓN FUNCIONAL

▪ EVALUACION FUNCIONAL GRUPO GENERAL

En este apartado se incluyen los resultados de la evaluación funcional a los 2 años de la intervención quirúrgica, para su posterior comparación con los resultados a 15 años y a 20 años.

Tras la valoración de todos los parámetros funcionales la evaluación funcional total (KSSS funcional), los resultados obtenidos se presentan en las Tablas 7, 8 y 9:

KSSS 2 AÑOS

TENDENCIA CENTRAL		DISPERSIÓN	
Media	75,98	Rango	100-15
Mediana	80	Desviación típica	19,002

Tabla 7: KSSS 2 años.

KSSS 15 AÑOS

TENDENCIA CENTRAL		DISPERSIÓN	
Media	67,04	Rango	100-5
Mediana	75	Desviación típica	27,33

Tabla 8: KSSS 15 años.

KSSS 20 AÑOS

TENDENCIA CENTRAL		DISPERSIÓN	
Media	38,92	Rango	90 - (-20)
Mediana	40	Desviación típica	32,90

Tabla 9: KSSS 20 años.

A continuación, se presentan las comparaciones de los valores de KSSS entre los 2 y los 15 años post-operatorios, los 2 y los 20 años y los 15 y los 20 años. En todas estas comparaciones se pudo usar t de Student para datos pareados ya que $n>30$. Los resultados obtenidos se exponen a continuación:

- **2 vs. 15 años:**

KSSS 2 años	KSSS 15 años	Diferencia media	p
77,4648	67,0423	10,4225	0,005

Tabla 10: KSSS 2 y 15 años.



Gráfico 16: KSSS 2 y 15 años.

Al aplicar la t de Student para datos pareados se observó que las diferencias entre KSSS a los 2 años y a los 15 años de la intervención eran estadísticamente significativas (Tabla 10).

- **2 vs. 20 años:**

KSSS 2 años	KSSS 20 años	Diferencia media	p
75,1351	38,9189	36,2162	0,000

Tabla 11: KSSS 2 y 20 años.

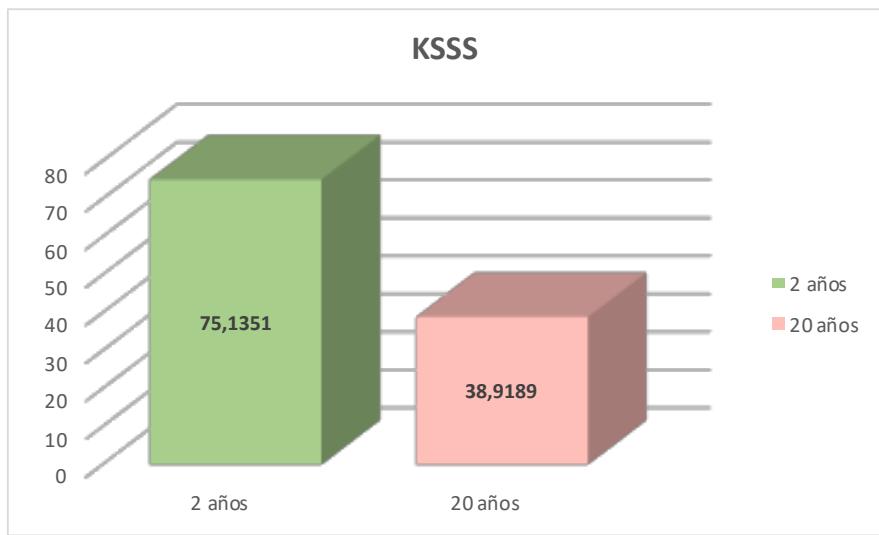


Gráfico 17: KSSS 2 y 20 años.

Al aplicar la t de Student para datos pareados se observó que las diferencias entre KSSS a los 2 años y a los 20 años de la intervención eran estadísticamente significativas (Tabla 11).

- **15 vs. 20 años:**

KSSS 15 años	KSSS 20 años	Diferencia media	p
72,7027	38,9189	33,7838	0,000

Tabla 12: KSSS 15 y 20 años.



Gráfico 18: KSSS 15 y 20 años.

Al aplicar la t de Student para datos pareados se observó que las diferencias entre KSSS a los 15 años y a los 20 años de la intervención eran estadísticamente significativas (Tabla 12).

■ EVALUACION FUNCIONAL POR GRUPOS

A continuación, se presentan los valores obtenidos mediante la evaluación con el KSSS:

KSSS 2 AÑOS

Grupo	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
CR	72	77,36	80	37,06	100-15
LPS	91	74,89	75	19,34	100-40

Tabla 13: KSSS por grupos a los 2 años.

KSSS 15 AÑOS

Grupo	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
CR	28	73,75	80	28,92	100-15
LPS	43	62,67	70	25,64	100-5

Tabla 14: KSSS por grupos a los 15 años.

KSSS 20 AÑOS

Grupo	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
CR	20	40,50	52,50	33,24	80-(-20)
LPS	17	37,06	30	33,40	90-(-20)

Tabla 15: KSSS por grupos a los 20 años.

A continuación, se compararán los valores KSSS por grupos.

- **Comparación grupo CR a los 2 y a los 15 años:**

Como $n < 30$ en el grupo CR a los 15 años ($n=28$), se realiza la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobar si presenta una distribución normal o no. Al hacerlo se obtiene el valor de $p > 0,05$ ($p = 0,312$), es decir, sigue una distribución normal. Por lo tanto, se puede aplicar T de Student para datos pareados.

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		FUNCION 15A	AFTM15A	VALGOTIB15
N		28	28	28
Parámetros normales ^{a,b}	Media	73,7500	,2143	89,4643
	Desviación típica	28,91959	2,40920	1,75293
	Absoluta	,182	,179	,273
Diferencias más extremas	Positiva	,182	,178	,273
	Negativa	-,177	-,179	-,181
Z de Kolmogorov-Smirnov		,963	,946	1,444
Sig. asintót. (bilateral)		,312	,332	,031

Tabla 16: Kolmogorov-Smirnov KSSS CR a los 2 y 15 años. FUENTE: SPSS

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
2 años	72	78,5714	19,76047	3,73438
15 años	28	73,7500	28,91959	5,46529

Tabla 17: KSSS CR 2 y 15 años.



Gráfico 19: KSSS CR 2 y 15 años.

Como $p > 0,05$ ($p = 0,447$), las diferencias encontradas al comparar KSSS de CR a los 2 y a los 15 años no son estadísticamente significativas.

- Comparación grupo CR a los 2 y a los 20 años.

Como $n < 30$ en el grupo CR a los 20 años ($n=20$), se realiza Kolmogorov-Smirnov para comprobar si la distribución es normal o no. Al hacerlo se obtiene el valor de $p > 0,05$ ($p = 0,620$), es decir, sigue una distribución normal. Por lo tanto, se puede aplicar T de Student para datos pareados.

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		VALGOFEM15	PENDIENTE POST 15A	FUNCION 20 A
N		28	28	20
Parámetros normales ^{a,b}	Media	96,7857	86,2143	40,5000
	Desviación típica	1,13389	1,31535	33,24154
	Absoluta	,218	,185	,169
Diferencias más extremas	Positiva	,139	,136	,157
	Negativa	-,218	-,185	-,169
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,153	,980	,754
Sig. asintót. (bilateral)		,140	,292	,620

Tabla 18: Kolmogorov-Smirnov KSSS CR a los 2 y 20 años. FUENTE: SPSS

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
2 años	72	82,0000	21,60653	4,83137
20 años	20	40,5000	33,24154	7,43303

Tabla 19: KSSS CR 2 y 20 años.



Gráfico 20: KSSS CR 2 y 20 años.

Como $p < 0,05$ ($p = 0,000$), las diferencias encontradas al comparar KSSS de CR a los 2 y a los 20 años son estadísticamente significativas.

- **Comparación grupo CR a los 15 y a los 20 años.**

Como $n < 30$ en CR a los 15 y a los 20 años, se realiza Kolmogorov-Smirnov para comprobar si la distribución es normal o no (mostrados anteriormente). Al hacerlo se obtiene el valor de $p > 0,05$, por lo que se puede usar T de Student para datos pareados.

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
15 años	28	78,2500	23,46750	5,24749
20 años	20	40,5000	33,24154	7,43303

Tabla 20: KSSS CR 15 y 20 años.



Gráfico 21: KSSS CR 15 y 20 años.

Como $p < 0,05$ ($p = 0,000$), las diferencias encontradas al comparar KSSS de CR a los 15 y a los 20 años son estadísticamente significativas.

- **Comparación grupo LPS a los 2 y a los 15 años:**

Como $n > 30$ en ambos casos se puede aplicar T de Student para datos pareados.

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
2 años	91	75,3488	17,77489	2,71065
15 años	43	62,6744	25,64290	3,91051

Tabla 21: KSSS LPS 2 y 15 años.

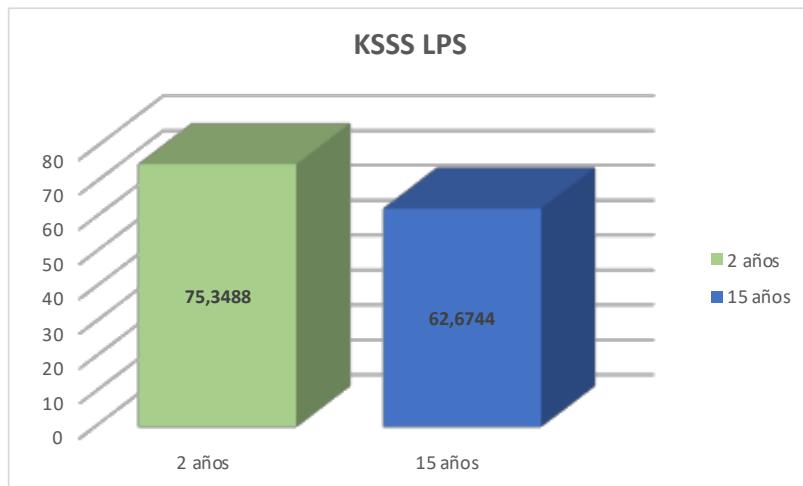


Gráfico 22: KSSS LPS 2 y 15 años.

Como $p < 0,05$ ($p = 0,011$), las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

- Comparación grupo LPS a los 2 y a los 20 años:

Como $n < 30$ en el grupo LPS a los 20 años ($n=17$), se debe aplicar Kolmogorov-Smirnov para comprobar si la distribución es normal o no. Al hacerlo se obtiene el valor de $p > 0,05$ ($p = 0,830$), es decir, sigue una distribución normal. Por lo tanto, se puede aplicar T de Student para datos pareados.

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		VALGOFEM15	Pente15	FUNCION 20A
N		43	43	17
Parámetros normales ^{a,b}	Media	6,6977	4,9302	37,0588
	Desviación típica	1,65522	1,43751	33,40372
	Absoluta	,288	,225	,151
Diferencias más extremas	Positiva	,288	,225	,113
	Negativa	-,244	-,171	-,151
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,889	1,474	,625
Sig. asintót. (bilateral)		,002	,026	,830

Tabla 22: Kolmogorov-Smirnov KSSS LPS a los 2 y 20 años. Fuente: SPSS

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
2 años	91	77,6471	17,68807	4,28999
20 años	17	37,0588	33,40372	8,10159

Tabla 23: KSSS LPS 2 y 20 años.

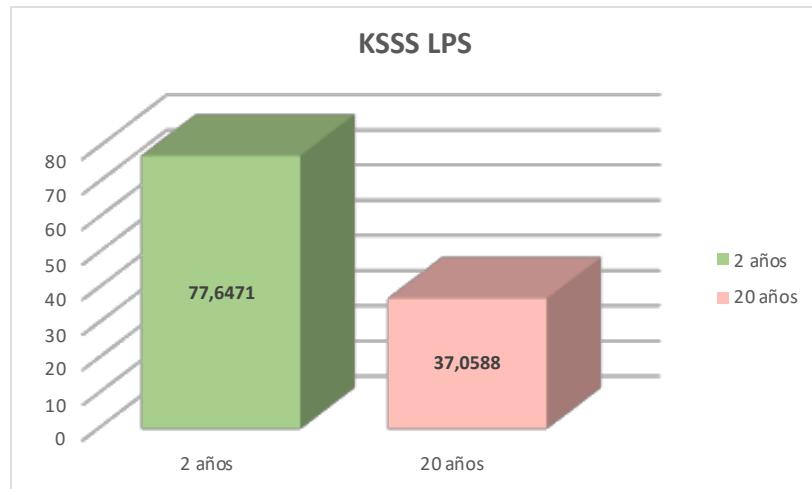


Gráfico 23: KSSS LPS 2 y 20 años

Como $p < 0,05$ ($p = 0,001$), las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

- Comparación grupo LPS a los 15 y a los 20 años:

Ya se ha comprobado que LPS a los 20 años sigue una distribución normal. Se aplica T de Student para datos pareados.

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
15 años	43	66,1765	24,65572	5,97989
20 años	17	37,0588	33,40372	8,10159

Tabla 24: KSSS LPS 15 y 20 años.

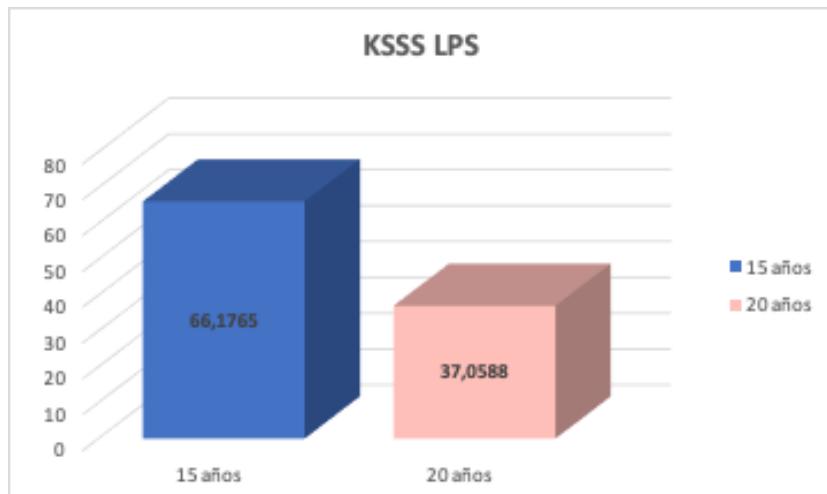


Gráfico 24: KSSS LPS 15 y 20 años.

Como $p < 0,05$ ($p = 0,000$), las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

- **Comparación grupo CR y grupo LPS a los 15 años:**

En este caso las muestras son independientes por lo que se debe aplicar T de Student para datos independientes donde el valor de $p = 0,095$ ($p > 0,05$). Se puede afirmar que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
CR	28	73,7500	28,91959	5,46529
LPS	43	62,6744	25,64290	3,91051

Tabla 25: KSSS 15 años CR y LPS

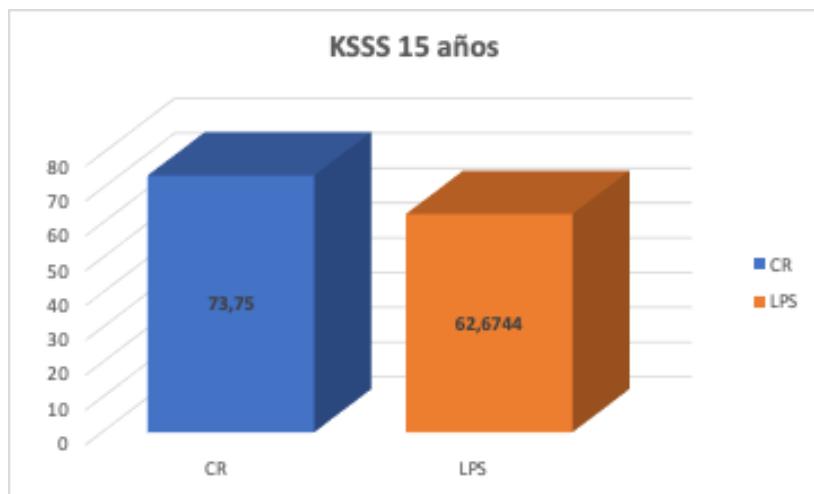


Gráfico 25: KSSS 15 años CR y LPS

- **Comparación grupo CR y grupo LPS a los 20 años.**

Aplicando T de Student para datos independientes se observa que $p > 0,05$ ($p = 0,756$). Por lo tanto, las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
CR	20	40,5000	33,24154	7,43303
LPS	17	37,0588	33,40372	8,10159

Tabla 26: KSSS 20 años CR y LPS



Gráfico 26: KSSS 20 años CR y LPS.

4.5 ESTUDIO RADIOLÓGICO

En este apartado aparecen los parámetros obtenidos mediante pruebas radiológicas tanto a los 2 como a los 15 años de las intervenciones. Como ya hemos comentado anteriormente, nuestra idea hubiese sido poder obtener también los datos a los 20 años de evolución, hecho que ha sido imposible por la situación actual del Covid-19.

■ ESTUDIO DEL AFTM POSTOPERATORIO

2 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
GENERAL	163	-0,043º	0	3,27	-9º-10º
CR	72	-0,37º	0	2,976	-5º- 10º
LPS	91	0,22º	0	3,48	-9º-10º

Tabla 27: AFTM 2 años.

15 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
GENERAL	71	0,52º	0	3,09	-12º-10º
CR	28	0,21º	0	2,41	-5º-4º
LPS	43	0,72º	1	3,47	-12º-10º

Tabla 28: AFTM 15 años.

A continuación, se realizan las comparaciones.

- **Comparación de AFTM grupos generales a los 2 y a los 15 años:**

AFTM 2 años	AFTM 15 años	Diferencia media	p
-0,3803	0,5211	-0,90141	0,028

Tabla 29: AFTM 2 y 15 años.

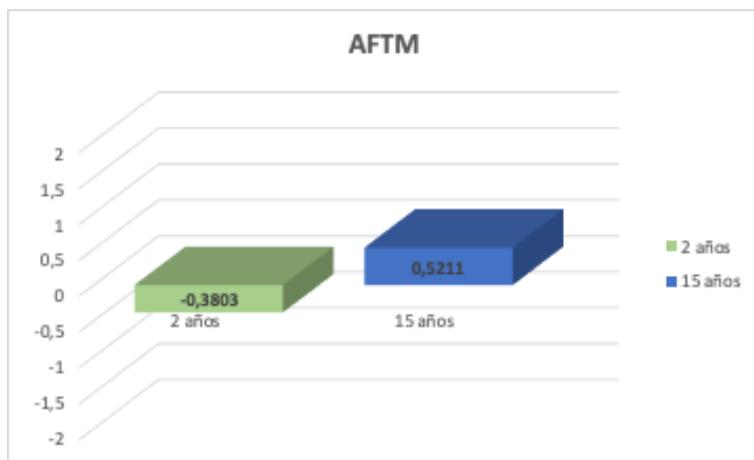


Gráfico 27: AFTM 2 y 15 años.

Se aplicó el test de la t de Student para datos pareados. Como se recoge en la Tabla 29, las diferencias halladas presentaron significación estadística.

- **Comparación de AFTM grupo CR a los 2 y a los 15 años:**

Como $n < 30$ en CR a los 15 años ($n = 28$), se aplica Kolmogorov-Smirnov para comprobar si sigue la normalidad o no. Al hacerlo se obtiene un resultado de $p >$

0,05 ($p = 0,332$), por lo que se puede afirmar que presenta una distribución normal. Se aplica T de Student para datos pareados.

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		FUNCION 15A	AFTM15A	VALGOTIB15
N		28	28	28
Parámetros normales ^{a,b}	Media	73,7500	,2143	89,4643
	Desviación típica	28,91959	2,40920	1,75293
	Absoluta	,182	,179	,273
Diferencias más extremas	Positiva	,182	,178	,273
	Negativa	-,177	-,179	-,181
Z de Kolmogorov-Smirnov		,963	,946	1,444
Sig. asintót. (bilateral)		,312	,332	,031

Tabla 30: Kolmogorov-Smirnov AFTM grupo CR a los 2 y 15 años. Fuente: SPSS

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
2 años	72	-0,3929	1,19689	0,22619
15 años	28	0,2143	2,40920	0,45530

Tabla 31: AFTM CR 2 y 15 años.

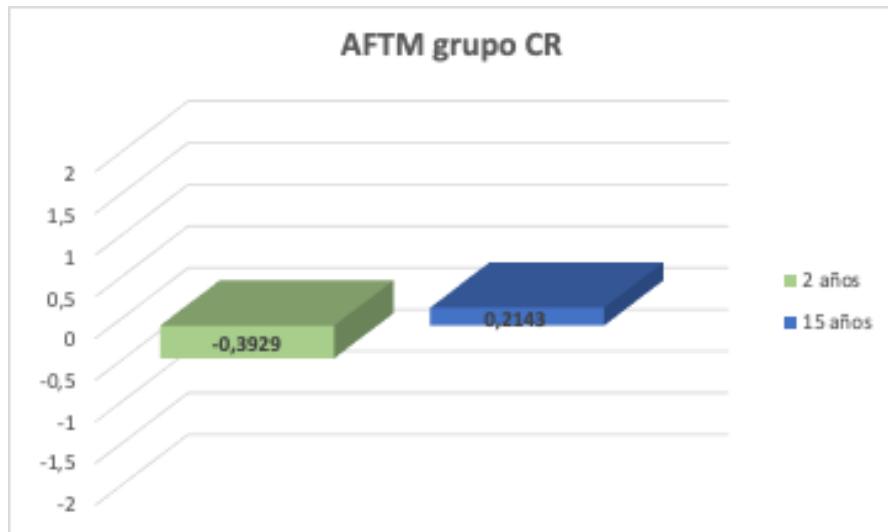


Gráfico 28: AFTM grupo CR 2 y 15 años.

El valor de p obtenido es de 0,159. Como $p > 0,05$, las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas.

- **Comparación de AFTM grupo LPS a los 2 y a los 15 años:**

A pesar de que $n>30$ en el grupo LPS a los 15 años, al realizar Kolmogorov-Smirnov se comprueba que no sigue una distribución normal porque $p < 0,05$ ($p = 0,003$).

Por lo tanto se realiza prueba de Rangos de Wilcoxon, ya que son muestras dependientes.

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		FUNCION 15A	AFTM15A	VALGOTIB15
N		43	43	43
Parámetros normales ^{a,b}	Media	62,6744	,7209	89,3953
	Desviación típica	25,64290	3,47320	2,71801
Diferencias más extremas	Absoluta	,187	,278	,179
	Positiva	,133	,163	,179
	Negativa	-,187	-,278	-,164
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,228	1,825	1,177
Sig. asintót. (bilateral)		,098	,003	,125

Tabla 32: Kolmogorov-Smirnov AFTM grupo LPS a los 2 y 15 años. Fuente: SPSS

El valor de p obtenido es de 0,967 ($p > 0,05$). Se puede concluir que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

- **Comparación de AFTM grupo CR y grupo LPS a los 15 años.**

En este caso se aplica la prueba “U” de Mann Whitney por no presentar distribución normal y ser muestras independientes.

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica
CR	28	0,2143	2,40920
LPS	43	0,7209	3,47320

Tabla 33: AFTM CR y LPS a 15 años.

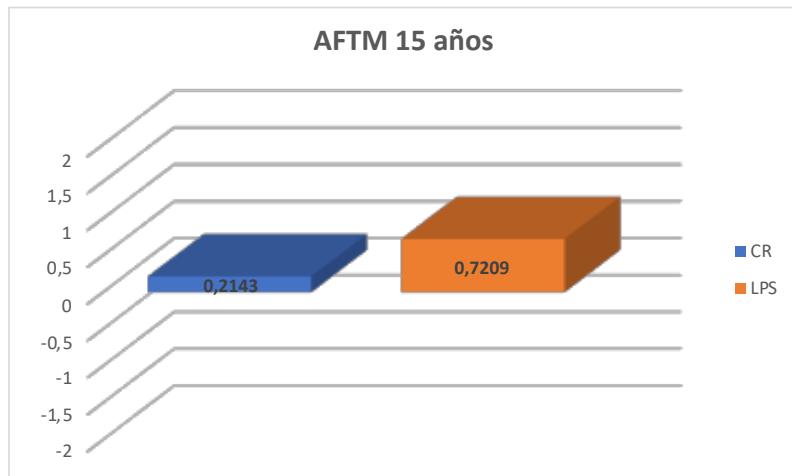


Gráfico 29: AFTM CR y LPS a 15 años.

El valor de p obtenido es de 0,219, es decir, $p > 0,05$. Las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

4.6 ESTUDIO DEL ÁNGULO DE VALGO DEL COMPONENTE TIBIAL

El ángulo de valgo del componente tibial se midió en una proyección antero-posterior de la rodilla intervenida en placa de 30x40cm.

2 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
GENERAL	163	89,58º	90º	1,44	82º-95º
CR	72	89,59º	90º	1,33	82-95º
LPS	91	89,56º	90º	1,49	87º-92º

Tabla 34: Ángulo Valgo TIBIAL 2 años.

15 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
GENERAL	71	89,42 ^a	90º	2,37	82º-97º
CR	28	89,46º	90º	1,75	85º-94º
LPS	43	89,40º	90º	2,72	82º-97º

Tabla 35: Ángulo Valgo TIBIAL 15 años.

Siguiendo el ejemplo de las comparaciones de AFTM, en el caso de Valgo TIB también realizaremos las comparaciones entre grupos generales y entre los tipos de prótesis.

- **Comparación de Valgo TIBIAL en grupos generales**

Valgo TIB 2 años	Valgo TIB 15 años	Diferencia media	p
89,5915	89,4225	0,16901	0,625

Tabla 36: Valgo TIBIAL 2 y 15 años.

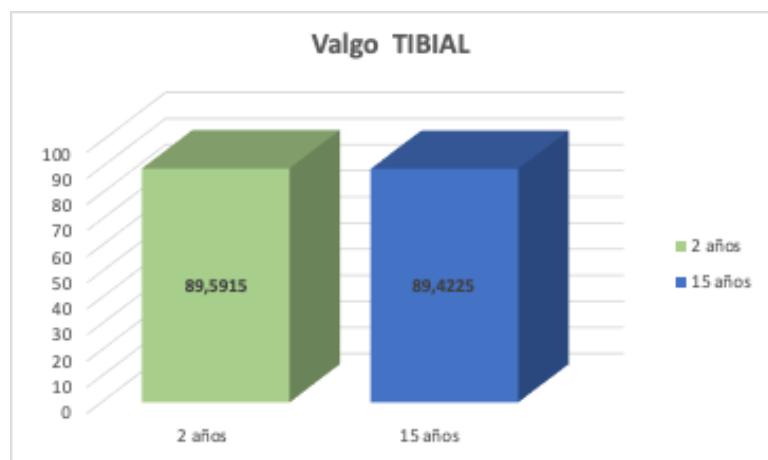


Gráfico 30: Valgo TIBIAL 2 y 15 años.

Al aplicar T de Student para datos pareados se comprueba que las diferencias halladas no son estadísticamente significativas ($p = 0,625$).

- **Comparación de Valgo TIBIAL grupo CR a los 2 y a los 15 años:**

Como $n < 30$ en CR a los 15 años ($n = 28$), al realizar Kolmogorov-Smirnov para comprobar si sigue la normalidad o no. Al hacerlo se obtiene un resultado de $p < 0,05$ ($p = 0,031$), se puede concluir que no sigue la normalidad. En este caso se aplica la prueba de rangos de Wilcoxon, ya que son muestras relacionadas.

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		FUNCION 15A	AFTM15A	VALGOTIB15
N		28	28	28
Parámetros normales ^{a,b}	Media	73,7500	,2143	89,4643
	Desviación típica	28,91959	2,40920	1,75293
	Absoluta	,182	,179	,273
Diferencias más extremas	Positiva	,182	,178	,273
	Negativa	-,177	-,179	-,181
Z de Kolmogorov-Smirnov		,963	,946	1,444
Sig. asintót. (bilateral)		,312	,332	,031

Tabla 37: Kolmogorov-Smirnov Valgo TIBIAL grupo CR a los 2 y 15 años. Fuente: SPSS

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
2 años	28	89,5714	2,16758	,40963
15 años	28	89,4643	1,75293	,33127

Tabla 38: Valgo TIBIAL grupo CR a los 2 y 15 años.

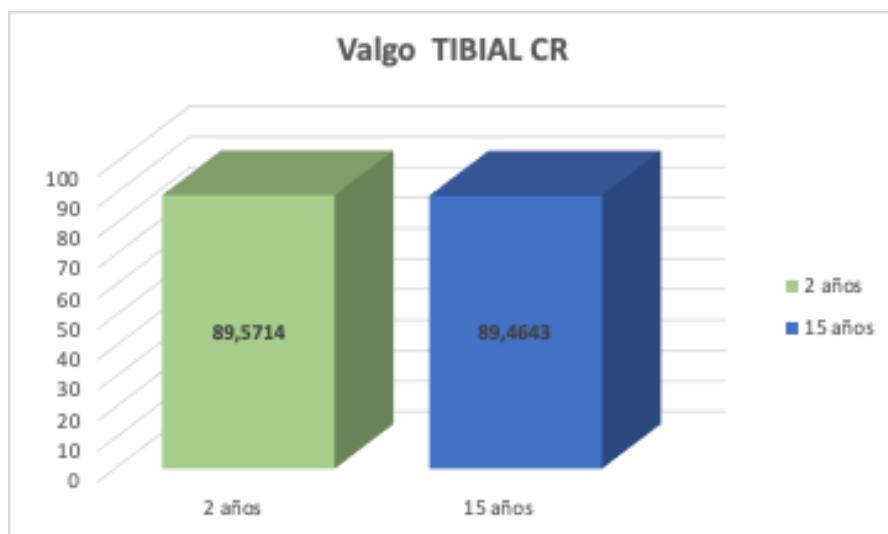


Gráfico 31: Valgo TIBIAL CR a los 2 y 15 años.

En este caso $p = 0,857$ ($p > 0,05$), se puede concluir que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

- **Comparación de Valgo TIBIAL grupo LPS a los 2 y a los 15 años:**

Como $n > 30$ se aplicará T de Student para datos pareados.

Valgo TIB 2 años	Valgo TIB 15 años	Diferencia media	p
89,6744	89,3953	0,27907	0,513

Tabla 39: Valgo TIBIAL LPS a los 2 y 15 años.

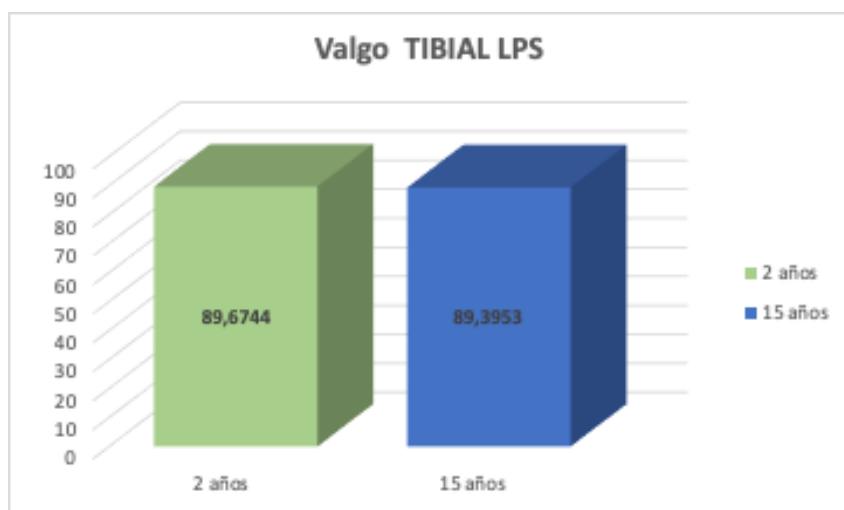


Gráfico 32: Valgo TIBIAL LPS a los 2 y a los 15 años.

Las diferencias que se encuentran no son estadísticamente significativas.

- **Comparación de Valgo TIBIAL grupo CR y grupo LPS a los 15 años**

En este caso se aplica la prueba “U” de Mann Whitney porque en ninguno de los dos casos siguen una distribución normal. y son muestras independientes.

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica
CR	28	89,4643	1,75293
LPS	43	89,3953	2,71801

Tabla 40: Valgo TIBIAL CR y LPS a 15 años.

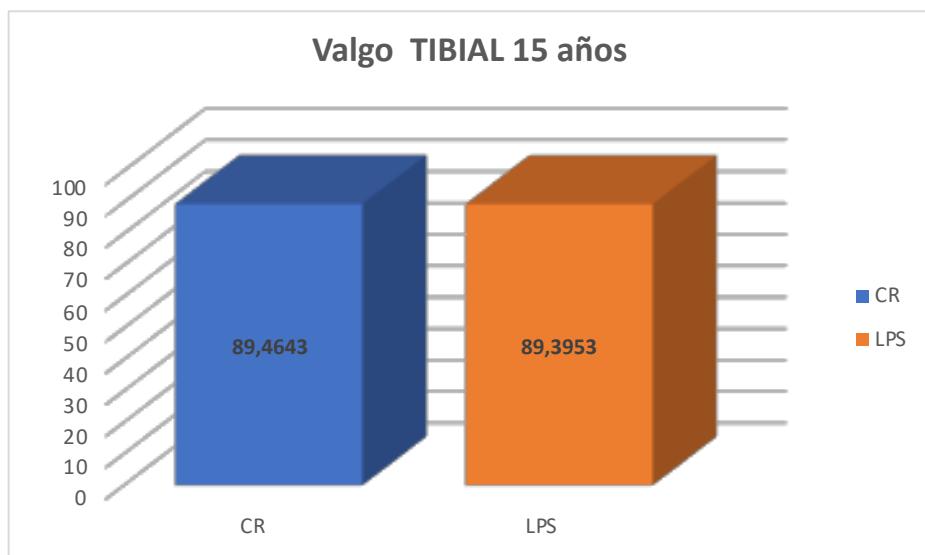


Gráfico 33: Valgo TIBIAL CR y LPS a 15 años.

El valor de p obtenido es de 0,794, es decir, $p > 0,05$. Las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

4.7 ESTUDIO DEL ÁNGULO DE VALGO DEL COMPONENTE FEMORAL

De la misma forma que el tibial, el ángulo valgo del componente femoral se midió en una proyección antero-posterior de la rodilla operada.

2 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
GENERAL	163	97,11º	97º	2,16	93º-108º
CR	72	96,98º	97º	2,29	93º-108º
LPS	91	97,20º	97º	2,06	96º-99º

Tabla 41: Ángulo Valgo FEMORAL 2 años.

15 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
GENERAL	71	96,73º	7º	1,46	3º-13º
CR	28	96,79º	7º	1,13º	5º-9º
LPS	43	96,69º	6º	1,66º	3º-13º

Tabla 42: Ángulo Valgo FEMORAL 15 años.

- Comparación de Valgo FEM en grupos generales:

Valgo FEM 2 años	Valgo FEM 15 años	Diferencia media	p
96,9859	96,7324	0,25352	0,250

Tabla 43: Valgo FEMORAL 2 y 15 años.

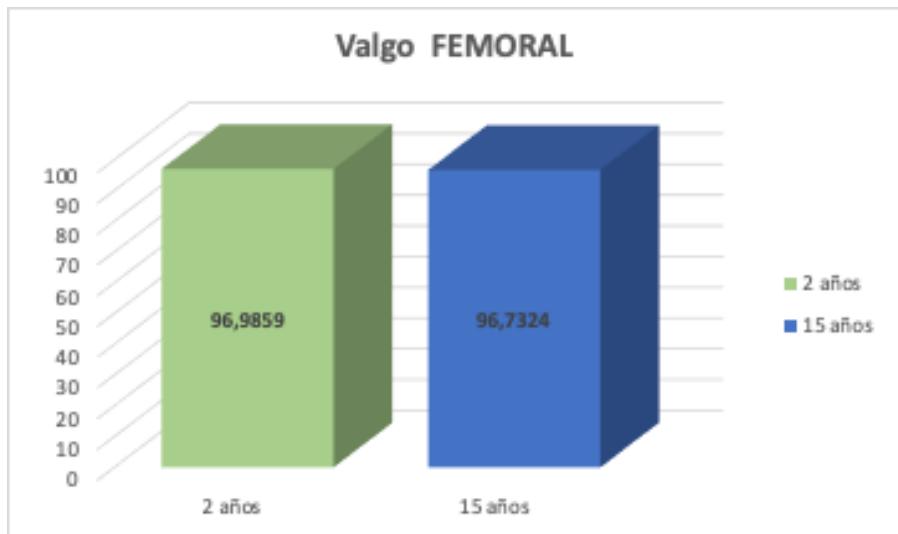


Gráfico 34: Valgo FEMORAL 2 y 15 años.

Al aplicar T de Student para datos pareados se comprobaba que las diferencias halladas no son estadísticamente significativas ($p = 0,250$)

- Comparación de Valgo FEMORAL grupo CR a los 2 y a los 15 años:

Como $n < 30$ en CR a los 15 años ($n = 28$), se aplica Kolmogorov-Smirnov. Al hacerlo se obtiene un resultado de $p > 0,05$ ($p = 0,140$), por lo que se puede afirmar que sigue la normalidad. Se puede usar T de Student para datos pareados.

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		VALGOFEM15	PENDIENTE POST 15A	FUNCION 20 A
N		28	28	20
Parámetros normales ^{a,b}	Media	96,7857	86,2143	40,5000
	Desviación típica	1,13389	1,31535	33,24154
Diferencias más extremas	Absoluta	,218	,185	,169
	Positiva	,139	,136	,157
	Negativa	-,218	-,185	-,169
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,153	,980	,754
Sig. asintót. (bilateral)		,140	,292	,620

Tabla 44: Kolmogorov-Smirnov de ángulo Valgo FEMORAL CR a los 2 y 15 años. Fuente: SPSS

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
2 años	72	96,8929	2,48461	0,46955
15 años	28	96,7857	1,13389	0,21429

Tabla 45: Valgo FEMORAL CR a los 2 y 15 años.

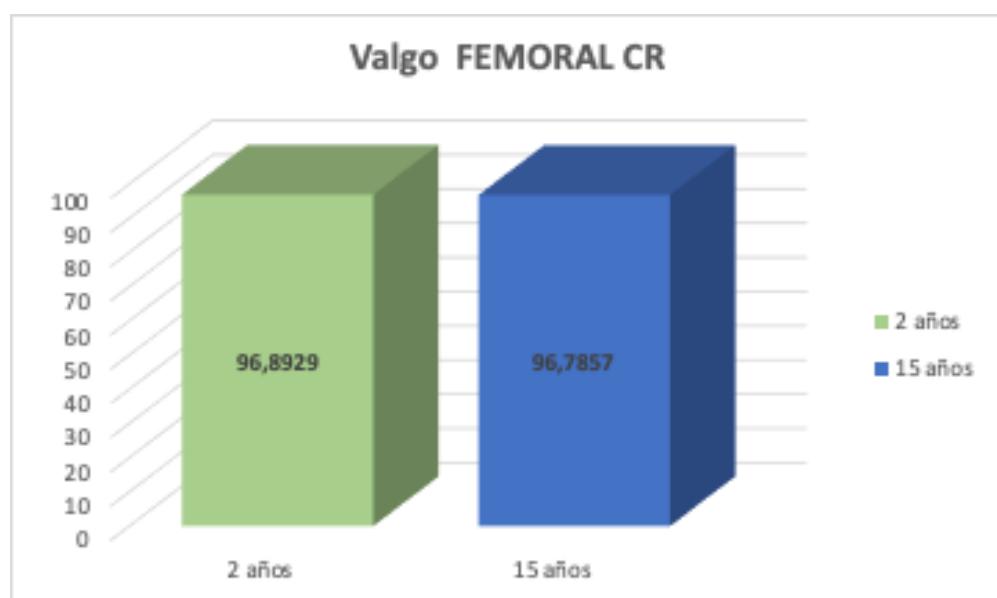


Gráfico 35: Valgo FEMORAL CR 2 y 15 años.

El valor de p obtenido es de 0,824, lo que quiere decir que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

- **Comparación de Valgo FEMORAL grupo LPS a los 2 y a los 15 años:**

Aunque $n > 30$ en el grupo LPS a los 15 años, al hacer Kolmogorov-Smirnov se observa que $p < 0,05$, por lo que se debe aplicar la prueba de rangos de Wilcoxon (no sigue la distribución normal).

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		VALGOFEM15	Pente15	FUNCION 20A
N		43	43	17
Parámetros normales ^{a,b}	Media	6,6977	4,9302	37,0588
	Desviación típica	1,65522	1,43751	33,40372
	Absoluta	,288	,225	,151
Diferencias más extremas	Positiva	,288	,225	,113
	Negativa	-,244	-,171	-,151
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,889	1,474	,625
Sig. asintót. (bilateral)		,002	,026	,830

Tabla 46: Kolmogorov-Smirnov ángulo Valgo FEMORAL LPS a los 2 y 15 años. Fuente: SPSS

El valor de p obtenido es de 0,000 ($p < 0,05$), por lo que las diferencias que se encuentran son estadísticamente significativas.

- **Comparación de Valgo FEMORAL grupo CR y grupo LPS a los 15 años :**

En este caso se aplica la prueba "U" de Mann Whitney porque en ninguno de los dos casos siguen una distribución normal y son muestras independientes.

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica
CR	28	96,7857	1,13389
LPS	43	96,6977	1,65522

Tabla 47: Valgo FEMORAL CR y LPS a 15 años.

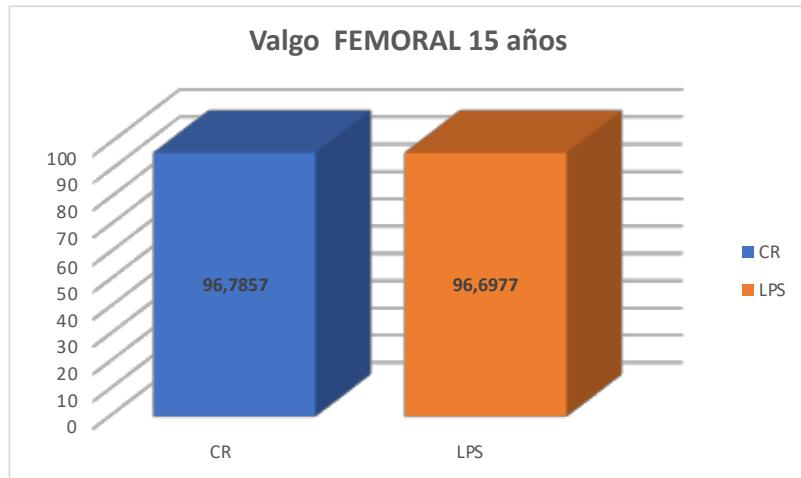


Gráfico 36: Valgo FEMORAL CR y LPS a 15 años.

El valor de p obtenido es de 0,291, es decir, $p > 0,05$. Las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

4.8 ESTUDIO DEL ÁNGULO DE FLEXIÓN DEL COMPONENTE TIBIAL

El ángulo de flexión del componente tibial (pendiente posterior) reproduce la inclinación posterior fisiológica de la tibia. Se midió en una proyección lateral de la rodilla intervenida en una placa de 30x40cm.

2 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
GENERAL	163	85,056º	84º	2,244	80º-92º
CR	72	85,042º	84,5º	2,045	80-92º
LPS	91	85,067º	84º	2,402	83º-89º

Tabla 48: PENDIENTE POSTERIOR tibial a 2 años.

15 AÑOS

GRUPO	Tamaño	Media	Mediana	Desviación Típica	Rango
GENERAL	71	85,52º	86º	1,49º	2º-10º
CR	28	86,21º	86º	1,32º	2º-7º
LPS	43	85,07º	85º	1,44º	2º-10º

Tabla 49: PENDIENTE POSTERIOR tibial a 15 años.

Siguiendo el ejemplo de las comparaciones anteriores, a continuación se realizarán las comparaciones entre grupos generales y entre los tipos de prótesis.

- Comparación de PENDIENTE POSTERIOR en grupos generales:

PEND. POST 2 años	PEND. POST 15 años	Diferencia media	p
84,7746	85,8028	-1,02817	0,006

Tabla 50: PENDIENTE POSTERIOR tibial 2 y 15 años

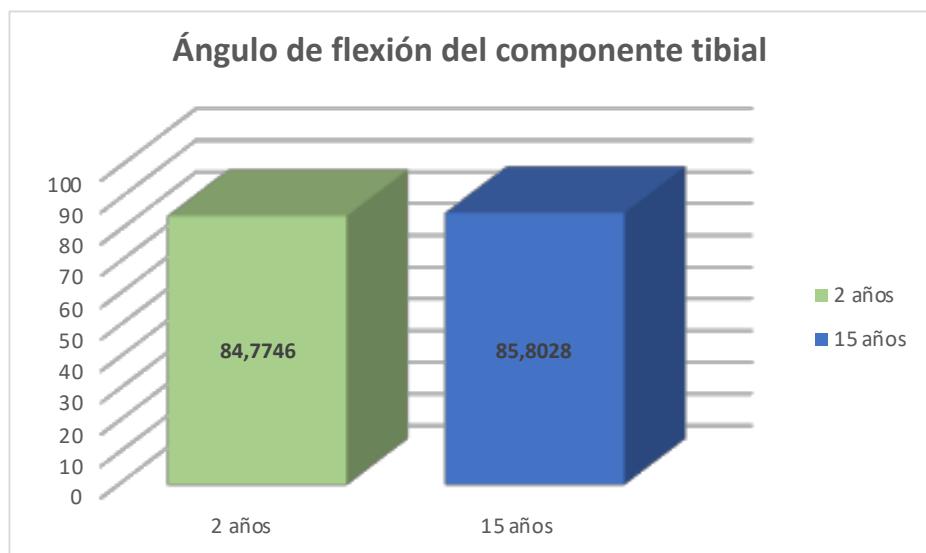


Gráfico 37: PENDIENTE POSTERIOR tibial 2 y 15 años.

Al aplicar T de Student para datos pareados se comprueba que las diferencias halladas son estadísticamente significativas $p = 0,006$ ($p < 0,05$).

- Comparación de PENDIENTE POSTERIOR grupo CR a los 2 y a los 15 años:

Como $n < 30$ en CR a los 15 años ($n = 28$), se aplica Kolmogorov-Smirnov. Al hacerlo se obtiene un resultado de $p > 0,05$ ($p = 0,292$), por lo que se puede afirmar que sigue la normalidad. Se puede usar T de Student para datos pareados.

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		VALGOFEM15	PENDIENTE POST 15A	FUNCION 20 A
N		28	28	20
Parámetros normales ^{a,b}	Media	96,7857	86,2143	40,5000
	Desviación típica	1,13389	1,31535	33,24154
	Absoluta	,218	,185	,169
Diferencias más extremas	Positiva	,139	,136	,157
	Negativa	-,218	-,185	-,169
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,153	,980	,754
Sig. asintót. (bilateral)		,140	,292	,620

Tabla 51: Kolmogorov-Smirnov PENDIENTE POSTERIOR tibial CR 2 y 15 años. Fuente: SPSS

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica	Err. Típico de la media
2 años	72	85,1429	1,84017	0,34776
15 años	28	86,2143	1,31535	0,24858

Tabla 52: PENDIENTE POSTERIOR tibial CR 2 y 15 años.

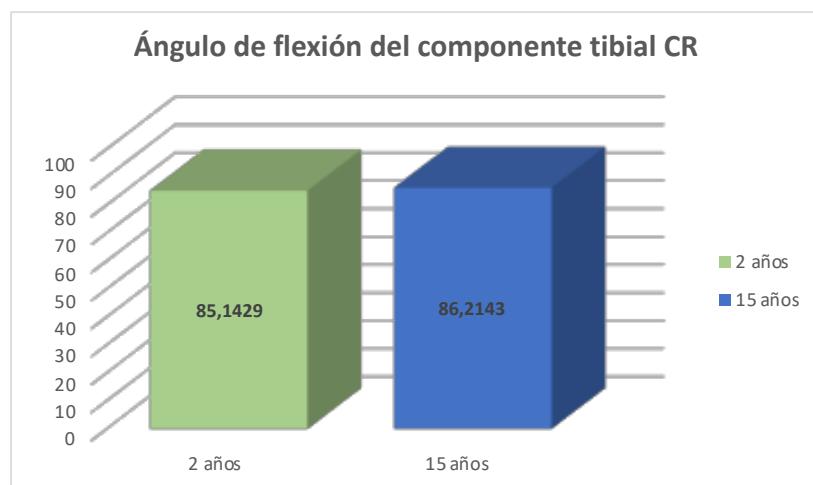


Gráfico 38: PENDIENTE POSTERIOR tibial CR 2 y 15 años.

El valor de p obtenido es de 0,025, lo que quiere decir que las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

- **Comparación de PENDIENTE POSTERIOR grupo LPS a los 2 y a los 15 años:**

Aunque $n > 30$ en el grupo LPS a los 15 años, hacemos Kolmogorov-Smirnov. Se observa que $p < 0,05$, por lo que se debe aplicar la prueba de rangos de Wilcoxon (no sigue la distribución normal).

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA

		VALGOFEM15	Pente15	FUNCION 20A
N		43	43	17
Parámetros normales ^{a,b}	Media	6,6977	4,9302	37,0588
	Desviación típica	1,65522	1,43751	33,40372
	Absoluta	,288	,225	,151
Diferencias más extremas	Positiva	,288	,225	,113
	Negativa	-,244	-,171	-,151
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,889	1,474	,625
Sig. asintót. (bilateral)		,002	,026	,830

Tabla 53: PENDIENTE POSTERIOR tibial LPS 2 y 15 años. Fuente: SPSS

El valor de p obtenido es de 0,000 ($p < 0,05$), por lo que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

- **Comparación de PENDIENTE POSTERIOR grupo CR y grupo LPS a los 15 años:**

En este caso se aplica la prueba "U" de Mann Whitney porque en ninguno de los dos casos siguen una distribución normal y son muestras independientes.

Grupo	Tamaño	Media	Desv. Típica
CR	28	86,2143	1,31535
LPS	43	85,0698	1,43751

Tabla 54: PENDIENTE POSTERIOR tibial CR y LPS a los 15 años.

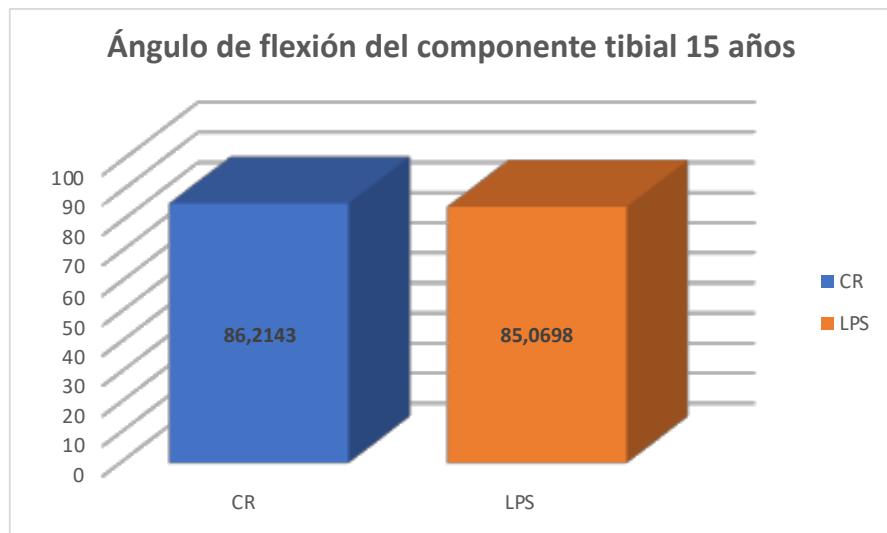


Gráfico 39: PENDIENTE POSTERIOR tibial CR y LPS 15 años.

El valor obtenido de p es de 0,001 ($p<0,05$), es decir, se puede concluir que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

5. DISCUSIÓN

En primer lugar, consideramos que debemos analizar las limitaciones del estudio. La principal es que, al ser un estudio retrospectivo, en un periodo de evolución tan largo, se han perdido muchos pacientes debido al fallecimiento de estos. Por la misma razón, la valoración funcional de los pacientes depende también de otros parámetros relacionados con su avanzada edad y en este estudio no han sido tenidos en cuenta excepto a la hora de la presente discusión. Esto se presenta como una dificultad a la hora de valorar la supervivencia del implante basándonos meramente en la situación funcional.

Por la misma razón, la valoración del dolor se descartó por estar muy presente en las personas de avanzada edad, como son las del presente estudio. Si bien, por regla general, se puede afirmar que subjetivamente, el grado de satisfacción con el resultado de la cirugía tras 20 años es alto, tanto desde el punto de vista funcional como en la percepción de su calidad de vida.

Para que dicha valoración a los 20 años hubiese aportado unos resultados más acordes, estaba planteado el estudio radiológico que, debido al estado de alarma por la pandemia por el COVID 19, no se pudo llevar a cabo.

5.1 EVALUACION FUNCIONAL

Al realizar la evaluación funcional total a los 15 años de la intervención, observamos una diferencia de 10 puntos con la obtenida en la serie global a los 2 años. Esta diferencia que estadísticamente es significativa, hay que interpretarla con cautela, ya que clínicamente, una diferencia de 10 puntos puede ser debida por ejemplo, al uso de la barandilla para subir o bajar escaleras, o por recorrer 400m más a la hora de caminar. Teniendo en cuenta que la edad media del grupo global a los 15 años es de 83 años, esta diferencia tras 15 años de evolución es clínicamente irrelevante.

A los 20 años la diferencia con la obtenida a los 2 años en la evaluación funcional es de 37 puntos. Obviamente es una diferencia con relevancia clínica, aunque debemos incidir en la importancia de la edad a la hora de evaluar la función. Con una edad media de 85 años, no podemos afirmar que la evaluación funcional esté determinada exclusivamente por la funcionalidad de su rodilla. La utilización de apoyos para la marcha, para subir o bajar escaleras o la limitación en el recorrido de la marcha, están determinados en edades avanzadas por una gran cantidad de parámetros.

Esta diferencia se observa entre los 15 y los 20 años (34 puntos), por lo que podemos decir que el deterioro funcional se produce en este periodo de tiempo.

Al comparar la evaluación funcional por grupos según se haya sacrificado o no el ligamento cruzado posterior (LCP) encontramos que a los 15 años, en el grupo CR, en el que se mantiene el LCP, la situación funcional se mantiene respecto a la evaluada a los 2 años, no existiendo significación estadística. Sin embargo, nuevamente a los 20 años esta diferencia (42 puntos) se hace significativa, al igual que entre los 15 y los 20 años (38 puntos), lo que repite el mismo patrón de deterioro que en el grupo general en este mismo periodo.

En el grupo LPS, a los 15 años hay una diferencia de 13 puntos respecto a los 2 años del postoperatorio. Tal como se afirma en la evaluación del grupo general, podríamos poner en duda, con la misma argumentación, su relevancia clínica a la hora de evaluar la supervivencia/evolución del implante. A los 20 años de nuevo se magnifica esta diferencia, como ocurre entre los 15 y los 20 años. Se mantiene así el mismo patrón.

Haciendo la comparación tanto a los 15 años como a los 20 años entre CR y LPS, vemos que se comportan de la misma manera sin que existan diferencias entre ellos, lo que nos permite corroborar la adecuada indicación de cada modelo.

5.2 EVALUACIÓN RADIOLÓGICA

La evaluación radiológica es la forma más objetiva de valorar la supervivencia del implante, ya que, en los casos estudiados, nos va a determinar si el implante que permanece lo hace en condiciones óptimas o no. No se ve afectado por otros factores.

Tras 15 años de la intervención, podemos esperar que las medidas tomadas hayan variado respecto de las tomadas en el control radiológico realizado a los 2 años de la intervención. Si, contrariamente a lo deseable, estas medidas variaran de forma significativa, esto nos va a poner de manifiesto una movilización de los componentes, lo que se traduce en la “no supervivencia” del implante.

ANGULO FEMORO-TIBIAL MECANICO (AFTM)

En el grupo general, esta medida presenta una inapreciable variación de 0,9º respecto de la obtenida a los 2 años, resultando ser estadísticamente significativa. A pesar de ello consideramos que se puede atribuir a múltiples factores externos como la proyección radiográfica, el trazado de la medida..., pero no es en absoluto significante desde el punto de vista clínico. Al comparar por grupos, sin embargo, se observa que una diferencia de 0,6º en CR y de 0,4º en LPS, no es en ningún caso estadísticamente significativo. Clínicamente, por las razones mencionadas, no tiene relevancia.

Observamos también que no existe ningún tipo de diferencia al comparar los 2 grupos a los 15 años, en los que la variación de uno respecto al otro es de 0,4º. Esto no representa una variación clínica apreciable.

Así pues, con estos resultados, podemos constatar que el eje mecánico de la extremidad inferior, tras 15 años de evolución, sea el modelo que sea, coincide prácticamente con el eje de carga de la extremidad.

ANGULO DE VALGO DEL COMPONENTE TIBIAL

A los 15 años, la posición en valgo del componente tibial, obtenida mediante la realización de la osteotomía perpendicular al eje mecánico de la tibia, permanece con un ángulo de prácticamente 90º (89,42º). Lo mismo ocurrió con los dos grupos, cuya posición del implante tibial no difiere de la media global y, naturalmente, tampoco la diferencia entre ellos.

Estos resultados, después de 15 años de la colocación del implante, adquieren mayor relevancia, ya que nos indican, no sólo la correcta colocación del componente en la intervención, sino también la permanencia de esta con el paso del tiempo, lo que es fundamental para mantener la óptima alineación de la extremidad.

ANGULO DE VALGO DEL COMPONENTE FEMORAL

El ángulo valgo del componente femoral en el grupo general fue a los 15 años de 96,73º, lo que traduce un valgo de 6,73º. Se puede afirmar que este implante permanece en una posición correcta tras 15 años de evolución, con una irrelevante diferencia de 0,25º. Al realizar el análisis estadístico del grupo CR se demostró que las diferencias obtenidas fueron debidas al azar. En el grupo PS existió significación estadística con una diferencia menor de 1º (0,4º).

Como hemos dicho para el componente tibial, estos resultados nos indican la óptima colocación del implante y su permanencia con el paso del tiempo, lo que conlleva a un reparto uniforme de la carga, y así, a una mayor duración de la prótesis. (21)

ANGULO DE FLEXION DEL COMPONENTE TIBIAL

El ángulo de flexión del componente tibial reproduce la inclinación posterior fisiológica de la tibia. Durante el movimiento de flexión de la rodilla existe un deslizamiento posterior del fémur sobre la tibia. Este movimiento relativo del fémur se ve favorecido por la inclinación posterior que presenta el platillo tibial, lo que aumenta el espacio para dicho deslizamiento durante la flexión.

En la serie global, el ángulo de inclinación de corte medio en este plano a los 15 años, fue de 85,52º, lo que indica una pendiente posterior de 5º. Estos valores se mantuvieron

en ambos grupos, (86,21º CR y 85,07º LPS). Las diferencias halladas fueron en todos los casos estadísticamente significativas al compararlas con las obtenidas a los 2 años de la cirugía. Sin embargo, nuevamente se puede afirmar, que la mayor diferencia es de 1º y se puede atribuir a múltiples factores externos como la proyección radiográfica, el trazado de la medida..., pero no es en absoluto significante desde el punto de vista clínico.

La osteotomía en el plano coronal es un tema controvertido en la literatura. Hay autores que defienden la osteotomía perpendicular al eje de la tibia también en este plano, aunque reconocen que con dicha inclinación, algunos sistemas, sobre todo en los que se conserva el LCP, presentan mejor resultado funcional (22). Otros autores defienden que una pendiente posterior favorece la estabilidad del componente tibial y la flexión, si bien no hay acuerdo en el ángulo a realizar la osteotomía. (23,24)

En este estudio la osteotomía tibial con pendiente posterior se llevó a cabo en todos los pacientes.

La realización de la osteotomía tibial con ligera inclinación posterior influye en el mantenimiento de la biomecánica normal de la rodilla y de la marcha. Si bien es verdad que la inclinación posterior la presenta la superficie subcondral del platillo tibial, y que dicho platillo, cuando consideramos los meniscos, es prácticamente paralelo al suelo, hay que tener en cuenta que en una PTR no existen los meniscos. (25)

6. CONCLUSIONES

1. La escala de valoración funcional utilizada no refleja la funcionalidad estrictamente del implante, ya que los parámetros evaluados están influenciados por otros factores debido a la avanzada edad de los pacientes.
2. El deterioro funcional de los pacientes se produce en el periodo entre los 15 años y los 20 años de la intervención.

3. Los resultados funcionales obtenidos a los 15 años de la intervención se consideran muy buenos, teniendo en cuenta la edad de los pacientes y la mínima diferencia con los obtenidos a los 2 años.
4. Tanto en el conjunto de la serie, como en cada uno de los grupos por separado, se mantiene el eje mecánico neutro, así como la posición de cada uno de los componentes en todos los planos estudiados.
5. El estudio radiológico, tras 15 años de evolución, confirma los excelentes resultados mostrados en el postoperatorio inicial.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fingar KR, Stocks C, Weiss AJ, Steiner CA [Internet]. Most Frequent Operating Room Procedures Performed in U.S. Hospitals. In: HCUP Statistical Brief. Agency for Healthcare Research and Quality (US);2014:1–15. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25695123>
2. M Martin G, Roe J. Total knee arthroplasty. [Monografía en Internet]. Sidney (AU): UpToDate: 2019 [acceso 14 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://www.uptodate.com/>
3. Jüni P, Reichenbach S, Dieppe P. Osteoarthritis: rational approach to treating the individual. *Best Pract Res Clin Rheumatol*.2006;20(4):721–740.
4. Alle Deveza L, Bennell K. Management of knee osteoarthritis. [Monografía de Internet]. Sidney (AU): UpToDate: 2019 [acceso 14 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://www.uptodate.com/>
5. Putz R y Pabst R, editores. Sobotta, atlas de anatomía humana. Vol 2. 22^a ed. Madrid: Médica Panamericana;2006.
6. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, editores. Prometheus, texto y atlas de anatomía. Tomo1. 3^a ed. Madrid: Médica Panamericana;2014.
7. Beutler A, Alexander A. Physical examination of the knee. [Monografía de Internet]. UpToDate: 2005 [acceso 20 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://www.uptodate.com/>
8. Vaienti E, Scita G, Ceccarelli F, Pogliacomi F. Understanding the human knee and its relationship to total knee replacement. *Acta Biomed* [Internet]. 2017; 88(Suppl 2):6-16.
9. Ruano Caicedo L, Salazar Posso J, Saa Gonzalez D, Osorio Roa D. Clasificación de la articulación femorotibial, arcos de movimientos y grados de libertad: Revisión de la literatura. SSS [Internet]. 2018 [acceso 25 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/salutemscientiaspirititus/article/view/1927>

10. Miralles R, Puig M. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona: Masson, S.A. 1998.
11. Góngora LH, Rosales CM, Gonzalez I, Pujals N. Articulación de la rodilla y su mecánica articular. MEDISAN. 2003;7(2):100-109.
12. Murray MP, Drought AB, Kory RC. Walking patterns of normal men. J. Bone Joint Surg. 1964;46A(2):335-360.
13. Ratto DG, Cascales M, Fernández-Villacañas M, Alemán CA, Asensi DP. Anatomía y biomecánica de la articulación de la rodilla. Patología Degenerativa de la Rodilla. 2013;1(1):1-10.
14. Philippot R, Chouteau J, Testa R, Moyen B. In vitro analysis of patellar kinematics: validation of an opto-electronic cinematic analysis protocol. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18(2):161.
15. Caballero Burbano MJ, Herrera Rodríguez A (dir), Martínez Delgado F (dir). El ligamento cruzado posterior en la prótesis total de rodilla: conservación versus sacrificio [tesis doctoral]. Zaragoza: Universidad de Zaragoza;2002.
16. Cymet Ramírez J, Villalobos Garduño E, Torres Méndez L. Modelos estructurales de las prótesis de rodilla. Rev Mex Ortop Traumatol. 1996;10: 99-103.
17. Kane RL, Saleh KJ, Wilt TJ, Bershadsky B. The functional outcomes of total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2005;87(8):1719-1724.
18. Lavernia C, Alcerro J. Artroplastia total de rodilla. Act Pos Méd Gen. 2008;13(7):6-11.
19. Wilding CP, Snow M, Jeys L. Which factors affect the ability to kneel following total knee arthroplasty? An outpatient study of 100 postoperative knee replacements. J. Orthop Surg. 2019;27(3).
20. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society Clinical Rating System. Clin Orthop Relat Res. 1989;248:13-14.
21. Hsu HP, Garg A, Walker PS, Spector M, Ewald FC: Effect of knee component alignment on tibial load distribution with clinical correlation. Clin Orthop 1989 Nov;(248):135-144

22. Insall JN, Easley ME: Surgical techniques and instrumentation in total knee arthroplasty. In: Insall, J.N.; Scott, W.N., eds: *Surgery of the knee*. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2001: 1553-1620
23. Matsuda S, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Ikenoune T, Okazaki K, Iwamoto Y: Posterior tibial slope in the normal and varus knee. *Am J Knee Surg* 1999 Summer;12(3):165-168
24. Singerman R, Dean JC, Pagan HD, Goldberg VM: Decreased posterior tibial slope increases strain in the posterior cruciate ligament following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1996 Jan;11(1):99-103
25. Jenny JY, Rapp E, Kehr P: Proximal tibial meniscal slope: a comparison with the bone slope. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1997;84(5):435-438