UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

DOLOR ANTERIOR DE RODILLA POSTOPERATORIO TRAS PRÓTESIS TOTAL DE RODILLA

Nerea Goicoechea Sádaba

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

Tesis Doctoral 2024

DOLOR ANTERIOR DE RODILLA POSTOPERATORIO TRAS PRÓTESIS TOTAL DE RODILLA

Nerea Goicoechea Sádaba

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

DOLOR ANTERIOR DE RODILLA POSTOPERATORIO TRAS PRÓTESIS TOTAL DE RODILLA

Nerea Goicoechea Sádaba

TESIS DOCTORAL

DOLOR ANTERIOR DE RODILLA POSTOPERATORIO TRAS PRÓTESIS TOTAL DE RODILLA

Nerea Goicoechea Sádaba

Barcelona, 2024

DIRECTORES:

Prof. Dr. Joan Carles Monllau Garcia

Dr. Pedro Angel Hinarejos Gómez

TUTOR:

Prof. Dr. Joan Carles Monllau Garcia

Programa de Doctorado en Cirugía y Ciencias Morfológicas
Departamento de Cirugía

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

"Pasioa da hemen exigitzea
zilegi den gutxieneko hori"
Berri Txarrak

AGRADECIMIENTOS

A mi aita, motor de todo. Se que nadie podría estar más orgulloso de mi que tú. Por haberme hecho ser quien soy y saber cómo quiero llegar a ser. Por todo lo que me gustaría poder decirte, aunque probablemente ya sepas. Por todo lo que me gustaría vivir contigo y solo puedo imaginar.

A mi ama, por seguir siendo mi pilar fundamental, el timón de un barco que a veces va a la deriva. Te admiro. Por tu fortaleza, tu valentía y tu energía.

A Javier, porque aprendo de ti más de lo que tú piensas, porque nos parecemos en tantas cosas como las que nos diferencian, y porque sigamos esperando juntos, después de cada tormenta, a que llegue la calma.

A la familia que se fue demasiado pronto, y a la que por suerte sigue aquí, intentando disfrutar como a los otros les hubiera gustado.

Al Dr. Hinarejos por guiarme en esta línea de trabajo y por su dedicación y constancia.

Al Dr. Monllau por su afán de fomentar nuestra implicación en la investigación y su plena entrega al mundo de la cirugía ortopédica y traumatología.

A Raul Torres, quien nunca ha dudado en echarme un cable durante esta tesis y en cada uno de los trabajos publicados.

A todos y cada uno de los compañeros y compañeras del Hospital del Mar y Esperança, por haberme formado y acompañado en un camino tan intenso y por transmitirme la pasión por esta profesión.

A las amistades de siempre, incondicionales, y a las que se han ido sumando por el camino; a las que forman parte de mi día a día, creciendo a mi lado, acompañándome; pero también a las que están menos de lo que me gustaría; y a todos que de alguna forma habéis dejado algo vuestro en mí.

LISTADO DE ABREVIATURAS

PTR	Prótesis total de rodilla
KSS	Knee Society Score
OKS	Oxford Knee Score
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
EVA	Escala visual analógica
UDP	Umbral de dolor a la presión
IMC	Índice de masa corporal
SRL	Sección del retináculo lateral
AP	Anteroposterior
CCI	Coeficiente de correlación intraclase
FP	Escala femoropatelar
DE	Desviación estándar
n.s.	No significativo

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS **9**

LISTADO DE ABREVIATURAS **11**

RESUMEN / ABSTRACT **15**

RESUMEN 17

ABSTRACT 19

1. INTRODUCCIÓN **21**

1.1. GONARTROSIS 23

1.1.1. AFECTACIÓN ESPECÍFICA DE LA ARTICULACIÓN FEMOROPATELAR 26

1.2. PRÓTESIS TOTAL DE RODILLA (PTR) 28

1.2.1. REEMPLAZO DEL COMPONENTE ROTULIANO 29

1.2.2. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS TRAS UNA PTR 30

1.2.3. COMPLICACIONES TRAS UNA PTR 32

1.3. DOLOR ANTERIOR TRAS PTR 33

1.4. PREVENCIÓN DEL DOLOR ANTERIOR TRAS PTR 35

1.4.1. DENERVACIÓN ROTULIANA 35

1.4.2. SECCIÓN DEL RETINÁCULO ROTULIANO LATERAL 36

2. HIPÓTESIS DE TRABAJO **39**

2.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 41

3. OBJETIVOS DEL TRABAJO **43**

3.1. OBJETIVO PRINCIPAL 45

3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS 45

4. COMPENDIO DE PUBLICACIONES **47**

4.1. PUBLICACIÓN 1 49

4.2. PUBLICACIÓN 2 57

4.2.1. ANEXO A LA METODOLOGÍA 65

5. RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS **67**

6. RESUMEN GLOBAL DE LA DISCUSIÓN **73**

7. CONCLUSIONES **79**

8. LÍNEAS DE FUTURO **83**

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **87**

10. ANEXOS **99**

10.1. PUBLICACIÓN PREVIA PARA VALIDACIÓN DE ALGOMETRÍA 101

10.2. KNEE SOCIETY SCORE 107

10.3. ESCALA FEMOROPATELAR DE FELLER 109

RESUMEN / ABSTRACT

RESUMEN

Introducción

El dolor anterior de rodilla es un síntoma frecuente tras la implantación de una prótesis total de rodilla (PTR). Se han descrito diversos tratamientos para prevenir este síntoma, entre otros, la denervación rotuliana y la sección del retináculo rotuliano lateral. Sin embargo, sus efectos no han sido evaluados en combinación con la sustitución del componente rotuliano.

Justificación Científica

La elevada incidencia de dolor anterior tras PTR y la dificultad de encontrar técnicas efectivas para su tratamiento, permiten profundizar en el estudio de esta patología y de la utilidad de gestos quirúrgicos cuyo beneficio terapéutico es motivo de controversia en la literatura actual, como son la denervación rotuliana y la sección del retináculo rotuliano lateral.

Hipótesis y objetivos

Se hipotetizó que la denervación rotuliana y la sección del retináculo lateral disminuyen la incidencia de dolor anterior tras la implantación de una PTR con reemplazo del componente rotuliano.

El objetivo del presente proyecto es evaluar el efecto de estas dos técnicas sobre el dolor anterior de rodilla, y sobre los resultados funcionales, tras una PTR con sustitución rotuliana, comparado con los resultados del mismo procedimiento sin asociar ningún gesto quirúrgico adicional (denervación rotuliana o sección de retináculo lateral respectivamente).

Diseño del estudio

Se desarrollaron dos estudios aleatorizados prospectivos, incluyendo pacientes programados para la implantación de una PTR con sustitución rotuliana, en un centro.

En un primer trabajo, se aleatorizaron 202 pacientes al grupo de denervación rotuliana o al grupo de no denervación. Se practicó una denervación perirotuliana con electrocauterio durante la cirugía, previo al corte rotuliano, en el grupo denervación. Se evaluaron el umbral de dolor a la presión (UDP) cuantificado por algometría de presión, la escala visual analógica (EVA), la escala femoropatelar de Feller y el cuestionario Knee Society Score (KSS), en el preoperatorio y al año postoperatorio.

En un segundo trabajo, se aleatorizaron 220 pacientes al grupo de sección del retináculo rotuliano lateral o al grupo sin sección retinacular. Las variables UDP, EVA, escala femoropatelar de Feller, KSS, altura rotuliana e inclinación rotuliana, fueron recogidos en el preoperatorio y al año de seguimiento.

Para el análisis estadístico se empleó el test de la U de Mann-Whitney para la comparación entre grupos, y para determinar las diferencias intragrupo, en ambos estudios.

Resultados

En el primer estudio, se incluyeron 169 pacientes en el análisis final. Al año de seguimiento, se encontraron ligeras diferencias entre los grupos denervación y no-denervación en los valores de UDP (494,4 kPa vs. 552,3 kPa, p=0,047) y en los valores de EVA en escaleras (2,9 vs. 1,5, p=0,003), a favor del grupo sin denervación rotuliana. No se encontraron diferencias en la mejora entre grupos en la escala femoropatelar de Feller y el KSS, con valores ligeramente superiores en la mejora del grupo sin denervación en el UDP (94,1 kPa vs. 160 kPa, p=0,047), EVA caminando (5,3 vs. 6,2, p=0,041) y EVA en escaleras (4,6 vs. 5,7, p=0,022).

En el segundo estudio, se incluyeron 198 pacientes en el análisis final. En cuanto a las variables clínicas y escalas específicas, no se encontraron diferencias entre grupos al año de seguimiento (p=n.s.). Sin embargo, se observó una ligera diferencia en la inclinación rotuliana (0,1º vs. 1,4º, p=0,044), con valores superiores en el grupo sin sección retinacular. No se encontraron diferencias en la mejora clínica ni radiológica entre los dos grupos (p=n.s.)

Conclusiones

Las técnicas evaluadas, denervación rotuliana y liberación del retináculo rotuliano lateral, no mejoran el dolor anterior de rodilla ni los resultados funcionales en una PTR primaria con sustitución rotuliana, comparado con esta técnica sin denervación o liberación retinacular, respectivamente. La denervación rotuliana no se recomienda en los casos en los que se protetice la rótula durante una PTR. La sección del retináculo lateral tampoco se recomienda de manera rutinaria durante la implantación de una PTR con reemplazo rotuliano, y debería ser realizado únicamente en los casos en los que se detecte una alteración del recorrido rotuliano intraoperatoriamente.

ABSTRACT

Introduction

Anterior knee pain is a frequent symptom after a total knee arthroplasty (TKA). Different surgical techniques or gestures have been proposed with the aim of preventing this symptom. Patellar denervation or lateral retinacular release have been put forth as techniques to reduce this pain, however, their effects have not been assessed in combination with patellar resurfacing.

Hypothesis and Purpose

It was hypothesized that patellar denervation and lateral retinacular release would reduce anterior knee pain incidence after a TKA when they are associated to patellar component replacement.

The aim of this project is to evaluate the effect of patellar denervation and systematic lateral retinacular release on anterior knee pain, as well as the impact of these techniques on functional outcomes, after TKA with patellar resurfacing, compared to the results of this surgical procedure without associating any additional technique.

Design and Methods

Two prospective randomized studies were designed, including patients scheduled for TKA with patellar resurfacing, in one centre.

In a first study, 202 patients were recruited and randomized into either the patellar denervation group or the non-denervation group. During the surgery, before the patellar cut, a peripatellar denervation with electrocautery was performed in the first group. Pressure pain threshold (PPT) assessed by pressure algometry, visual analogue scale (VAS), patellofemoral Feller score and the Knee Society Scores (KSS) were recorded preoperatively and at the 1-year follow-up.

In a second study, 220 patients were recruited and randomized into either the lateral retinacular release group or the non-release group. PPT assessed by pressure algometry, VAS, patellofemoral Feller score, the KSS, patellar height and patellar tilt were recorded both preoperatively and at the 1-year follow-up.

For the statistical analysis, the Mann–Whitney U test was performed to determine comparisons between both groups as well as to determine intragroup differences in both studies performed.

Results

In the first study, 169 patients were included in data analysis. At the 1-year follow-up, there were mild differences between denervation and non-denervation group in PPT value (494.4 kPa vs. 552.3 kPa, p=0.047) and in VAS at stairs (2.9 vs. 1.5, p=0.003) in favour of the non-denervation group. There was no difference in the improvement between groups in patellofemoral Feller score and KSS, but slightly higher improvement in non-denervation group in PPT (94.1 kPa vs. 160 kPa, p=0.047), VAS walking (5.3 vs. 6.2, p=0.041) and VAS at stairs (4.6 vs. 5.7, p=0.022).

In the second study, 198 patients were included in the final analysis. Relative to the clinical variables and scores, no difference was detected between the two groups at the 1-year follow-up (p=n.s.). However, there was a slight difference in patellar tilt (0.1° vs. 1.4°, p=0.044), with higher tilt values in the non-release group. There was no difference in terms of improvement in the clinical and radiological scores and variables recorded between the two groups (p=n.s.).

Conclusion

None of the techniques evaluated, patellar denervation or lateral retinacular release, improve anterior knee pain and functional outcomes in primary TKA with patellar resurfacing compared to patellar replacement without denervation or lateral retinacular release, respectively. Patellar denervation cannot be recommended when patellar replacement is performed in TKA. Lateral retinacular release cannot be routinely recommended and it should only be performed in selected cases where a maltracking is intraoperatively perceived.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. GONARTROSIS

La artrosis de rodilla o gonartrosis es una enfermedad degenerativa articular que afecta a los compartimentos de la rodilla. Consiste en una pérdida progresiva e irreversible del cartílago articular entre el fémur distal y la tibia proximal, así como entre la rótula y la tróclea femoral, siendo el compartimento femorotibial medial el de mayor incidencia de afectación.

Su etiología es multifactorial, interviniendo en el desarrollo de la gonartrosis primaria factores genéticos, biomecánicos, cambios asociados al envejecimiento, y factores modificables como la actividad de sobrecarga o la obesidad, entre otros. Posibles causas de la gonartrosis secundaria serían las postraumáticas, infecciosas o en el contexto de enfermedades inflamatorias articulares[1].

Se trata de una patología con un importante impacto negativo en la calidad de vida de los pacientes[2], y con una notable repercusión en los sistemas de salud y socioeconómicos, derivada de su creciente prevalencia, en gran parte debida al envejecimiento de la población y al aumento de la obesidad[3].

Su presentación clínica más habitual es el dolor y la pérdida de funcionalidad, afectando a la deambulación y a la capacidad de subir y bajar escaleras, limitación en la movilidad articular, así como afectación progresiva en las actividades de la vida diaria[4].

La principal prueba complementaria para su diagnóstico es la radiología simple, donde los hallazgos característicos son la disminución del espacio articular, la aparición de esclerosis subcondral y la formación de osteofitos periarticulares [4,5] **(Figura 1)**.

Figura 1. Gonartrosis tricompartimental. Proyecciones radiológicas anteroposterior (AP), lateral y axial.

En sus estadios iniciales se propone un tratamiento conservador basado en cambios de hábitos del paciente, ejercicio físico, pérdida de peso y ayudas en la deambulación. El tratamiento farmacológico de primera línea se basa en el uso de medicación analgésica y antinflamatoria oral, pudiendo estar indicada en algunos casos la administración intraarticular de corticoides o la visco-suplementación[6].

Cuando el tratamiento conservador fracasa está indicado el tratamiento quirúrgico. Dentro de las opciones quirúrgicas, las osteotomías correctoras estarían indicadas en aquellos pacientes más jóvenes con una artrosis unicompartimental asociada a una alteración del eje mecánico de la extremidad, con el objetivo transferir el eje de carga de un compartimento afectado a otro sano y enlentecer así el ritmo de progresión de la degeneración articular[7] **(Figura 2)**. En pacientes de edad más avanzada, con afectación de un único compartimento se puede indicar una prótesis parcial que sustituya exclusivamente el compartimento afecto[8]

(Figura 3). El tratamiento quirúrgico de elección para la gonartrosis con afectación de varios compartimentos de la articulación es la prótesis total o artroplastia total de rodilla (PTR) **(Figura 4)**.

Figura 2. Imagen radiológica en AP y perfil de una osteotomía valguizante tibial de apertura medial.

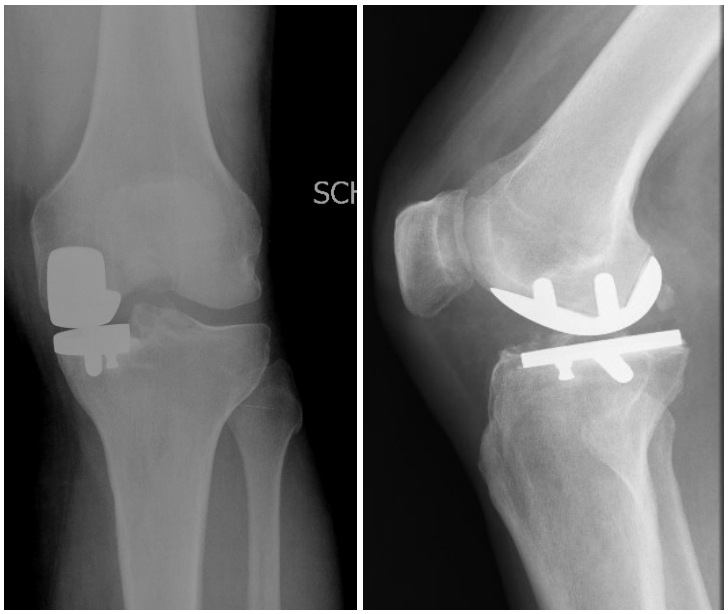


Figura 3. Imagen radiológica de una prótesis unicompartimental medial. Proyecciones AP y lateral.

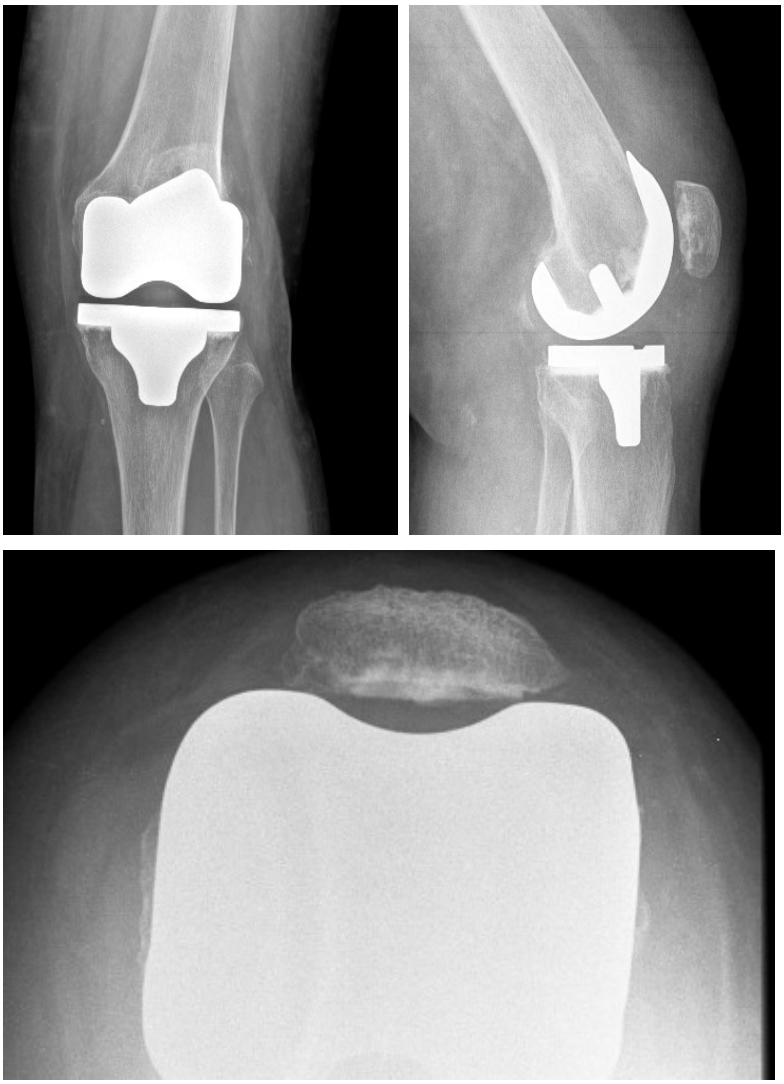


Figura 4. Prótesis total de rodilla. Proyecciones radiológicas AP, lateral y axial de rótula.

1.1.1. AFECTACIÓN ESPECÍFICA DE LA ARTICULACIÓN FEMOROPATELAR

La artrosis femoropatelar es una causa común de dolor anterior de rodilla[9]. Las lesiones del cartílago de la rótula han sido descritas como uno de los hallazgos más frecuentes durante las artroscopias de rodilla[10]. Algunos autores describen que la afectación de este compartimento es incluso más prevalente que la afectación del compartimento femorotibial en la población de mediana edad[11].

Los pacientes jóvenes con síntomas y lesiones en el cartílago de la rótula deben ser correctamente evaluados para descartar una mala alineación, un desequilibrio muscular – como el originado por una debilidad del vasto medial con aumento de activación del vasto lateral, o una

debilidad de los aductores de cadera, que deriven en un valgo dinámico y generen una desalineación del aparato extensor contribuyendo al desarrollo de dolor anterior[12] –, una displasia rotuliana o troclear, o una inestabilidad femoropatelar. En edades más avanzadas el dolor anterior de rodilla puede ser la primera presentación de una gonartrosis[13].

El síntoma más común es el dolor anterior, generalmente asociado a la flexión de rodilla[14], siendo frecuentes, por tanto, el dolor o dificultad al levantarse de una silla o al subir y bajar escaleras.

En cuanto al estudio radiológico, la proyección lateral de rodilla aporta una primera aproximación al grado de artropatía femoropatelar[15]. Esta sería también la proyección de elección para el cálculo de la altura rotuliana, para el que se han descrito numerosos índices, entre ellos el de Caton-Deschamps[16], que se define como la razón entre la distancia del margen inferior articular de la rótula al borde anterosuperior de la tibia y la longitud de la superficie articular de la rótula **(Figura 5)**.

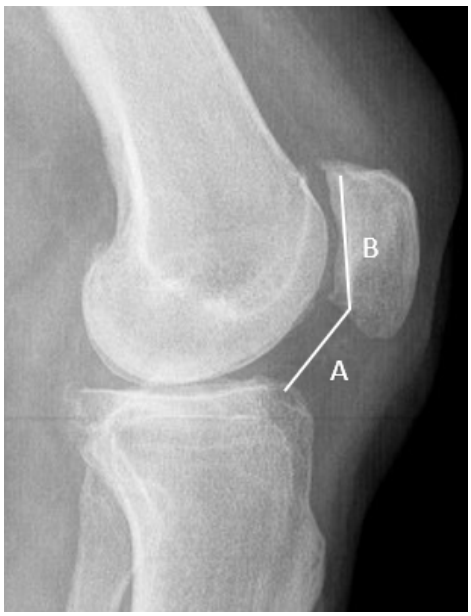


Figura 5. Proyección lateral estricta de rodilla y cálculo de altura rotuliana (A/B) según el índice de Caton-Deschamps.

De notable interés es la proyección axial de rótula, en flexión de 30º, que permite evaluar la relación de este hueso con el surco troclear, en la que se puede calcular la inclinación o báscula rotuliana, definida como el ángulo entre la línea intercondílea anterior y la línea ecuatorial de la rótula[17] **(Figura 6)**.

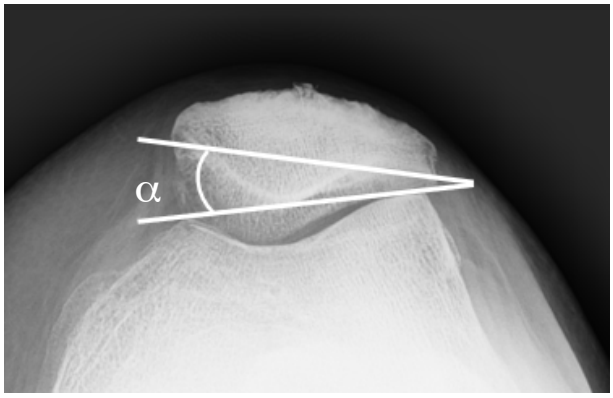


Figura 6. Proyección axial de rótula y cálculo de inclinación rotuliana (ángulo α).

El tratamiento de la artropatía femoropatelar aislada es motivo de discusión en la literatura médica, e incluye diversas opciones que van desde el tratamiento conservador al quirúrgico. Este último, oscila desde la cirugía de preservación articular[18], a la sustitución protésica del compartimento femoropatelar[19]. El presente trabajo se centra en el tratamiento quirúrgico de esta articulación en el contexto de la gonartrosis. Más concretamente, en dos gestos quirúrgicos que se han asociado con frecuencia a la implantación de las PTR, desde el inicio de esta técnica, y que pueden tener un efecto sobre el dolor anterior de rodilla **(apartado 1.4.)**. Además, en el **apartado 1.2.1** se desarrolla la discusión en torno al reemplazo rotuliano.

1.2. PRÓTESIS TOTAL DE RODILLA (PTR)

La PTR es uno de los procedimientos más frecuentes en Cirugía Ortopédica dada la alta prevalencia de la artrosis de rodilla y la mejora en la calidad de vida que esta intervención aporta al paciente, principalmente debida a la disminución del dolor percibido[20].

La PTR supone la sustitución de las superficies articulares del fémur distal y la tibia proximal **(Figura 7)**. La sustitución de la superficie articular rotuliana, o protetización patelar, es un tema de controversia habitual en las últimas décadas **(apartado 1.2.1)**. No obstante, la sustitución del componente rotuliano parece reducir la necesidad de reintervenciones tras una PTR y podría estar relacionada con una discreta mejor puntuación en escalas funcionales[21].

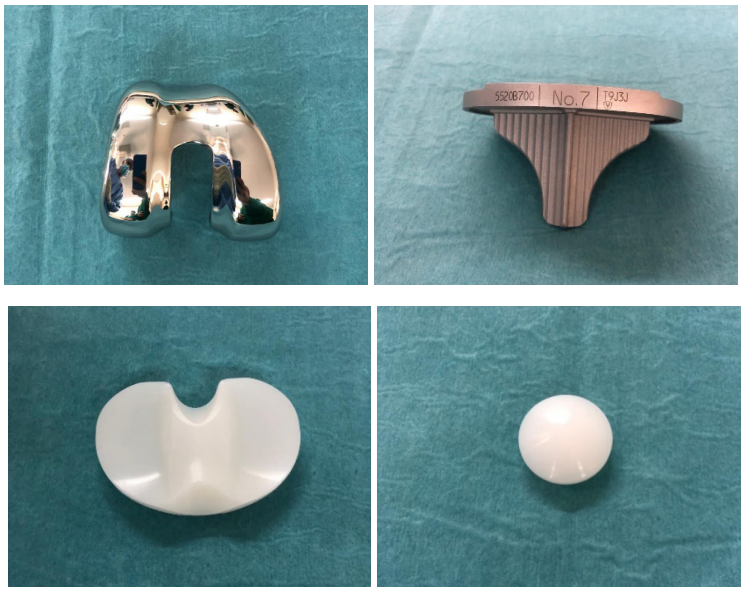


Figura 7. Componentes protésicos de una PTR estándar, componente femoral (arriba izquierda), bandeja tibial (arriba derecha), polietileno-componente removible (abajo izquierda) y botón patelar (abajo derecha).

1.2.1. REEMPLAZO DEL COMPONENTE ROTULIANO

Si bien la artroplastia total de rodilla es un procedimiento quirúrgico aceptado y de elección para la gonartrosis avanzada, la sustitución del componente rotuliano continúa siendo un tema controvertido.

Aquellos que abogan por su reemplazo sistemático, sostienen que proporciona una disminución del dolor anterior de rodilla y de la necesidad de cirugías de revisión, asumiendo posibles complicaciones derivadas de este gesto quirúrgico, como fractura de rótula, aflojamiento, osteonecrosis o inestabilidad del componente[22,23,24]. Por otro lado, los defensores de no reemplazar el componente rotuliano, se apoyan en la preservación ósea, menor tiempo quirúrgico y reducción de costes materiales. Sin embargo, estos pacientes asocian un mayor riesgo de dolor anterior de rodilla y necesidad de cirugía de revisión, implicando un aumento de riesgo de infección o complicaciones derivadas de este segundo acto quirúrgico [25].

El metaanálisis de Chen et al. observa que la sustitución rotuliana reduce la tasa de reintervención y aumenta las escalas funcionales y el KSS, si bien no evidencia una mejora en los resultados de dolor anterior, rango de movilidad, *Oxford score*, escala femoropatelar de Feller, inclinación rotuliana o satisfacción del paciente[21]. Similares resultados respecto a la disminución de la tasa de reintervención con la sustitución sistemática del componente rotuliano son observados en diversos trabajos[26,27].

Un metaanálisis posterior, que incluye 50 estudios prospectivos y aleatorizados, encuentra una reducción significativa de la tasa de revisión tras la sustitución del componente patelar, tanto para revisión de la rótula como por causa no-rotuliana, una disminución significativa de la tasa de dolor anterior y de *"clunk"* patelar, y mejora en las escalas funcionales rotulianas. Con el reemplazo rotuliano, se observan asimismo diferencias en los resultados reportados por el paciente, si bien son inconsistentes y sin relevancia clínica demostrable, así como prolongación del tiempo quirúrgico sin asociarse éste a un aumento del riesgo de infección[25].

Respecto a las posibles complicaciones derivadas de la sustitución del componente rotuliano, la necesidad de un seguimiento a largo plazo para observar complicaciones como aflojamiento aséptico, fracturas de rótula y osteonecrosis, es imprescindible, si bien la mayoría de trabajos registran complicaciones puntuales que sobrevienen a corto plazo[28,29].

En términos de coste-efectividad, son diversos los trabajos defienden la sustitución del componente rotuliano de manera sistemática[30,31]. Weeks et al. defienden un beneficio coste-efectivo del reemplazo rotuliano sistemático, explicado principalmente por una tasa aproximada de un 1,3% de reintervención para protetizar secundariamente el componente rotuliano, durante los primeros 5 años de seguimiento, en los pacientes en los que no se había realizado en la cirugía inicial. Sin embargo, es posible que las revisiones que pueda necesitar el grupo con reemplazo rotuliano se den a más largo plazo[31].

Por el contrario, algunos autores determinan como no coste-efectiva la sustitución rutinaria del componente rotuliano y defienden la sustitución selectiva del mismo, con el objetivo de minimizar las posibles complicaciones derivadas de este gesto quirúrgico[32].

Así, a la luz de la literatura actual, no hay una recomendación clara y uniforme para la sustitución del componente rotuliano como medida preventiva del dolor anterior postoperatorio.

Apoyados en la evidencia científica derivada de la literatura expuesta previamente, en nuestro centro se practica el reemplazo rotuliano de forma sistemática, excepto si existe una contraindicación para el mismo.

1.2.2. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS TRAS UNA PTR

Diversos trabajos que comparan el tratamiento de la gonartrosis mediante PTR con el tratamiento conservador, muestran un mayor control del dolor y un mayor beneficio funcional en los pacientes intervenidos quirúrgicamente[33,34].

No obstante, los resultados de la cirugía protésica no siempre son los deseados, y diversos estudios fijan la tasa de insatisfacción de los pacientes tras la implantación de una PTR entre el 15-20%[35,36]. Uno de los motivos de esta insatisfacción es la persistencia de dolor, que puede responder a múltiples causas.

Con el objetivo de valorar los resultados de un procedimiento quirúrgico se emplean diversos instrumentos, tests de funcionalidad, dolor, satisfacción o calidad de vida, que junto con el registro de complicaciones y reintervenciones permiten analizar el éxito o fracaso de dicho procedimiento[37].

Existen diferentes cuestionarios para evaluar la funcionalidad de la rodilla, siendo los más ampliamente utilizados el *Knee Society Score* (KSS)[38,39], el *Oxford Knee Score* (OKS)[40], o el *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC)[41].

El KSS está conformado por dos escalas, una correspondiente a las características funcionales y otra correspondiente al examen clínico de la rodilla, cada una de ellas con una puntuación de 0 a 100, siendo 0 el peor y 100 el mejor resultado posible. Su versión validada al castellano[39] se incluye en el **anexo 11.2**.

Ninguno de los cuestionarios previamente citados evalúa de manera específica el dolor anterior de rodilla. Con este objetivo, se han propuesto otros instrumentos de valoración, aunque ninguno tiene una validación ampliamente aceptada[42].

La escala visual analógica (EVA) es uno de los métodos más comunes para valorar el dolor en la rodilla, y a pesar de intentos de emplearlo para discriminar el dolor anterior específicamente, comparando los valores de EVA en reposo o caminando, frente a los valores de EVA subiendo y bajando escaleras (situaciones que aumentan la presión en la articulación femoropatelar), solo se ha logrado demostrar una débil correlación de esta valoración con otras escalas específicas femoropatelares, lo que cuestiona su capacidad para discriminar el dolor anterior[42]. La puntuación del EVA varía entre 0 (no dolor) y 10 (máximo dolor imaginable).

La algometría de presión es una herramienta desarrollada para evaluar el dolor en diferentes localizaciones, aplicando una presión creciente sobre el punto de estudio, hasta el momento en que causa dolor, definiendo así el umbral de dolor a la presión (UDP). Este método ha sido validado, con excelente fiabilidad, para la evaluación del dolor de rodilla tanto en pacientes sanos como en pacientes con gonartrosis[43]. Asimismo, ha demostrado ser una herramienta adecuada para cuantificar el dolor anterior de rodilla en pacientes con gonartrosis[42].

Dentro de las escalas que evalúen específicamente el dolor y función femoropatelar, una de las más frecuentemente empleadas, es la escala femoropatelar de Feller[44], incluida en el

anexo 11.3., que otorga una puntuación de entre 3 y 30, siendo 30 el mejor resultado posible. Dicha puntuación se distribuye con un máximo de 15 puntos para la intensidad del dolor anterior de rodilla, 5 puntos para la fuerza del cuádriceps, 5 puntos para la capacidad de levantarse de un asiento y 5 puntos para la capacidad de subir escaleras.

1.2.3. COMPLICACIONES TRAS UNA PTR

Las complicaciones asociadas a la artroplastia total de rodilla incluyen las propias de un procedimiento quirúrgico de estas características (problemas de herida quirúrgica, hematoma postoperatorio, trombosis venosa profunda, etc.) y específicas de la cirugía de reemplazo articular (infección protésica, fractura peri-implante y aflojamiento aséptico, fundamentalmente).

Las complicaciones médicas generales son relativamente escasas[45], si bien los pacientes de edad avanzada pueden presentar con más frecuencia patología de base asociada, como enfermedades cardiovasculares, enfermedades pulmonares crónicas, diabetes mellitus o hipertensión arterial, que deben ser tenidas en cuenta durante todo el proceso peri-operatorio.

Cabe una mención especial, como complicación sistémica, para la trombosis venosa profunda, ya que su incidencia tras la implantación de una PTR es del 50-84% sin tromboprofilaxis[45]. Por ello se han construido consensos internacionales con objeto de determinar las medidas, tanto físicas como farmacológicas, más indicadas en cada modalidad de procedimiento quirúrgico ortopédico.

En cuanto a las complicaciones del procedimiento quirúrgico, cobran especial relevancia las relacionadas con la herida quirúrgica, que pueden presentarse en forma de hematoma que comprometa la viabilidad de la piel y pueda derivar en un drenaje persistente que dificulte la correcta cicatrización, dolor postoperatorio de difícil control o incluso necrosis cutánea por excesiva tensión[46]. Esta situación podría derivar en la necesidad de un procedimiento quirúrgico secundario para el desbridamiento de la herida, o incluso para realizar eventuales coberturas de defectos cutáneos, así como generar una infección superficial, complicación con una incidencia que varía entre el 0,31 y el 10% en la literatura disponible[47,48,49].

Dentro de las complicaciones específicas de la PTR estarían las mecánicas, que puedan derivarse de una inestabilidad ligamentosa y predisponer al aflojamiento precoz y necesidad de revisión quirúrgica[45], o las que implican al aparato extensor, como la avulsión de la tuberosidad tibial anterior, la ruptura del tendón rotuliano o del cuadricipital, o la inestabilidad de la rótula, en forma de luxación o subluxación[50].

Las fracturas peri-protésicas también pueden complicar la evolución de una PTR e incluso derivar en un acto quirúrgico secundario. Estas se pueden producir tanto en el periodo intraoperatorio como durante el postoperatorio, tanto a corto como a largo plazo[45].

Probablemente, la complicación más importante tras una PTR sea la infección protésica. Si bien su incidencia no es elevada, con una tasa comprendida entre un 0,4-2%[51,52], la complejidad y duración del tratamiento, derivadas de la necesidad de múltiples intervenciones quirúrgicas y meses de tratamiento en muchas ocasiones, suponen un gasto elevado para el sistema y una comorbilidad destacable para el paciente[45].

Otra complicación que supone un reto tanto diagnóstico como terapéutico para los cirujanos ortopédicos, son los pacientes que experimentan una persistencia de dolor tras la implantación de una PTR, estimándose la incidencia de este problema en torno al 20%. Este puede estar generado por múltiples factores, por lo que es esencial una evaluación clínica, radiológica y analítica exhaustiva, así como un conocimiento de los diagnósticos diferenciales intraarticulares, periarticulares o extraarticulares. La revisión quirúrgica de una prótesis dolorosa debe ir precedida de un diagnóstico plausible, ya que una revisión por un dolor sin explicación o sin diagnóstico claro tiene un pronóstico desfavorable[53,54].

1.3. DOLOR ANTERIOR TRAS PTR

El dolor anterior de rodilla es una de las causas de dolor persistente tras la implantación de una PTR. Su incidencia varía desde un 8%[12,55] hasta valores incluso superiores al 50%[56], en estudios que analizan específicamente este síntoma en PTR sin sustitución del componente rotuliano. Supone un claro impacto negativo en la calidad de vida y satisfacción del paciente[57,58,59].

El mecanismo etiológico y el tratamiento del dolor en la cara anterior de la rodilla tras una PTR continúan siendo inciertos[60,61,62,63].

Hasta un 50% de las cirugías de revisión tras una PTR primaria son por complicaciones femoropatelares, de las cuales entre un 1,9 y un 7,8% se relacionan con dolor femoropatelar[36]. Indicar la sustitución del componente rotuliano de manera secundaria para solucionar el dolor anterior tiene una tasa de éxito no muy elevada, de entre el 50 y el 60%[64,65,66], lo que sugiere que la afectación de la superficie articular de la rótula no es su único origen y que la indicación de un procedimiento secundario debe ser una decisión cuidadosa.

El dolor anterior puede verse como el síntoma de un problema multifactorial[61], con implicación de tanto factores funcionales, como serían desequilibrios musculares que puedan condicionar el desarrollo de un valgo dinámico que contribuya a un incorrecto recorrido rotuliano sobre la

tróclea femoral (como en el caso de la debilidad del vasto medial o de los aductores de cadera), como de factores mecánicos, que afecten a la estabilidad articular, a las presiones articulares o a los diferentes brazos de palanca musculares (como serían los errores de dimensionamiento o rotación de los componentes protésicos, la inestabilidad, la alteración del recorrido rotuliano, la alteración de la altura rotuliana o el aflojamiento aséptico)[12].

Es conocido que la articulación femoropatelar es especialmente sensible al dolor, posiblemente por el elevado número de terminaciones nerviosas libres tipo IV, nociceptores y fibras que contienen sustancia P, presentes en las diferentes estructuras en torno a la articulación, como son la plica sinovial, la grasa infrapatelar, los tendones rotuliano y cuadricipital, el retináculo lateral y la capsula articular, así como el propio periostio y el hueso subcondral de una rótula afectada por una patología degenerativa[67]. Cualquier alteración de la mecánica de la articulación, de las partes blandas circundantes, de las presiones óseas, entre otras, podrían activar estas terminaciones nerviosas e inducir un dolor anterior tras una PTR.

La identificación de los factores que influyen en el desarrollo de dolor anterior tras una PTR es esencial para poder elaborar estrategias efectivas que lo prevengan. Numerosos estudios tratan de evaluar la influencia de diferentes factores sobre el dolor anterior, como el diseño de los componentes protésicos, la técnica quirúrgica, determinadas características del paciente o el grado de condromalacia rotuliana[68,69,70,71]. Sin embargo, los resultados obtenidos son controvertidos, y en muchos casos, se estudian las complicaciones femoropatelares y no el dolor anterior de forma aislada, lo que complica la obtención de conclusiones sólidas, con una evidencia elevada.

Una revisión sistemática y metaanálisis de 2018[55] que trata de recoger los estudios potencialmente relevantes sobre factores de riesgo de dolor anterior de rodilla tras PTR, encontró una asociación beneficiosa entre la denervación rotuliana y la sustitución del componente rotuliano con la disminución del dolor anterior. Del mismo modo, observó un aumento de la tasa de dolor anterior con la escisión total de la grasa infrapatelar[72]. Por el contrario, no encontró ninguna relación entre otros factores propuestos como potenciales factores de riesgo para dolor anterior tras PTR, como serían el tipo de abordaje, comparando entre parapatelar medial, *mid-vastus* o subvasto, y el diseño del implante, comparando implantes de polietileno fijo o móvil[55].

Probablemente, el aspecto más estudiado en relación al dolor anterior tras PTR es la sustitución del componente rotuliano, con resultados dispares en la literatura y con una controversia aun claramente presente en la actualidad, tal y como se ha presentado en el **apartado 1.2.1.**

La influencia del posicionamiento de los componentes protésicos también ha sido ampliamente estudiada como posible causa de dolor anterior de rodilla tras PTR, observándose una clara asociación entre el aumento de la presión femoropatelar y cambios en la interlinea articular, la

sobredimensión del componente femoral[73,74] o la inestabilidad femorotibial[75]. Probablemente el aspecto que ha suscitado más interés es la influencia de la malrotación de los componentes. Así, la rotación interna del componente femoral ha sido señalada como fuente de problemas femoropatelares por diversos autores[76,77,78,79], dado que puede derivar en un deslizamiento lateral, con inclinación rotuliana, y eventual subluxación o luxación rotuliana, así como un fallo temprano de este componente protésico[77]. Sin embargo, su asociación directa con el dolor anterior no presenta una evidencia tan clara, aunque Barrack et al. encontraron un riesgo relativo de dolor anterior cinco veces superior en casos con una rotación interna combinada de los componentes[76].

La mala alineación rotuliana o el *maltracking* han sido considerados como factores de riesgo para el dolor anterior[80,81], así como factores que incrementan la carga femoropatelar[82]. No obstante, de nuevo, no ha sido posible correlacionar este hecho con la incidencia de dolor anterior, con suficiente evidencia[55].

Se han propuesto otras estrategias de manejo peripatelar para prevenir el dolor anterior, como serían la pateloplastia[83,84], o la descompresión rotuliana mediante perforaciones subcondrales[85]. Sin embargo, sus resultados tampoco han sido suficientemente contrastados por la literatura.

1.4. PREVENCIÓN DEL DOLOR ANTERIOR TRAS PTR

Con todo lo expuesto previamente se evidencia la necesidad de controlar múltiples factores para intentar prevenir el dolor anterior tras una PTR. A continuación, se presentarán con más detalle dos de las estrategias propuestas, objeto de la presente línea de trabajo y variables a estudio en las publicaciones que conforman este compendio, a saber, la denervación rotuliana y la liberación del retináculo rotuliano lateral.

1.4.1. DENERVACIÓN ROTULIANA

La inervación de la rótula comprende una red de múltiples nervios superficiales sensitivos, que incluyen el nervio femorocutáneo anterior, los nervios femorocutáneos lateral y medial y los nervios retinaculares lateral y medial[86,87].

Basándose en la presencia de fibras aferentes ricas en sustancia-P nociceptiva en el tejido peripatelar[87,88,89], se desarrolló la idea de desactivar dichos receptores e inhibir la señal dolorosa denervando la región anterior de la rodilla y, por tanto, mejorando el dolor en el área femoropatelar[86,90].

Las primeras publicaciones en torno a este gesto quirúrgico surgen en los años 80, donde se emplea tanto como tratamiento de la condropatía rotuliana[91], como para el tratamiento propiamente del síndrome de dolor anterior[92], aunque probablemente su práctica sea muy anterior a estas fechas.

La descripción de esta técnica se repite a lo largo de la literatura de manera bastante uniforme, comprendiendo una sección mediante electrocauterio monopolar, a 40-50W, de toda la periferia de la rótula[62,93].

Numerosos estudios han intentado determinar el efecto de la denervación rotuliana mediante electrocauterización, en el contexto de la artroplastia total de rodilla sin sustitución del componente rotuliano[59,91,93,94,95,96,97,98]. Algunos metaanálisis concluyen que la denervación rotuliana mejora los resultados reduciendo la incidencia de dolor anterior y logrando mejores resultados en escalas específicas de rodilla, al menos, a corto plazo, en un seguimiento de 12 meses tras la intervención[63], siendo un procedimiento seguro y sin aumento de la tasa de complicaciones[99].

Sin embargo, ningún trabajo de la literatura actual evalúa el papel de la denervación rotuliana en una PTR con sustitución del componente rotuliano.

1.4.2. SECCIÓN DEL RETINÁCULO ROTULIANO LATERAL

Otra de las propuestas como opciones quirúrgicas en la prevención del dolor anterior de rodilla es la liberación del retináculo rotuliano lateral[100]. Este procedimiento se basa en la teoría de que el aumento de presión lateral por la tensión ejercida por el retináculo lateral contribuye al desarrollo de problemas femoropatelares[100,101].

Merchant y Mercer, en 1974, hablaron por primera vez en la literatura médica, de una técnica quirúrgica a la que denominan *"lateral patellar release"*, que consistía en seccionar el retináculo rotuliano lateral y la cápsula[102]. Un año más tarde, Ficat et al. publicaron en la literatura francesa, la sección de lo que denominaron "ligamento rotuliano lateral"[103]. El objetivo de esta técnica era el tratamiento del "síndrome de hiperpresión externa de la rótula", entidad descrita por este mismo autor en 1972[104].

Desde entonces, la liberación del retináculo rotuliano lateral ha sido una técnica ampliamente utilizada en la cirugía ortopédica de rodilla[105]. Dada la alta prevalencia del síndrome de dolor anterior y del abuso de esta técnica quirúrgica, comenzaron a aparecer las primeras complicaciones[106], entre ellas, la inestabilidad rotuliana medial[107]. A raíz de esto, se fueron refinando tanto las indicaciones como la propia técnica quirúrgica. Así, por ejemplo, se consideraron contraindicaciones los casos de displasia troclear, rótula alta o hiperlaxitud, y se evitó seccionar el

vasto lateral[108]. Actualmente, la sección del retináculo rotuliano lateral de manera aislada, no es una práctica habitual[105].

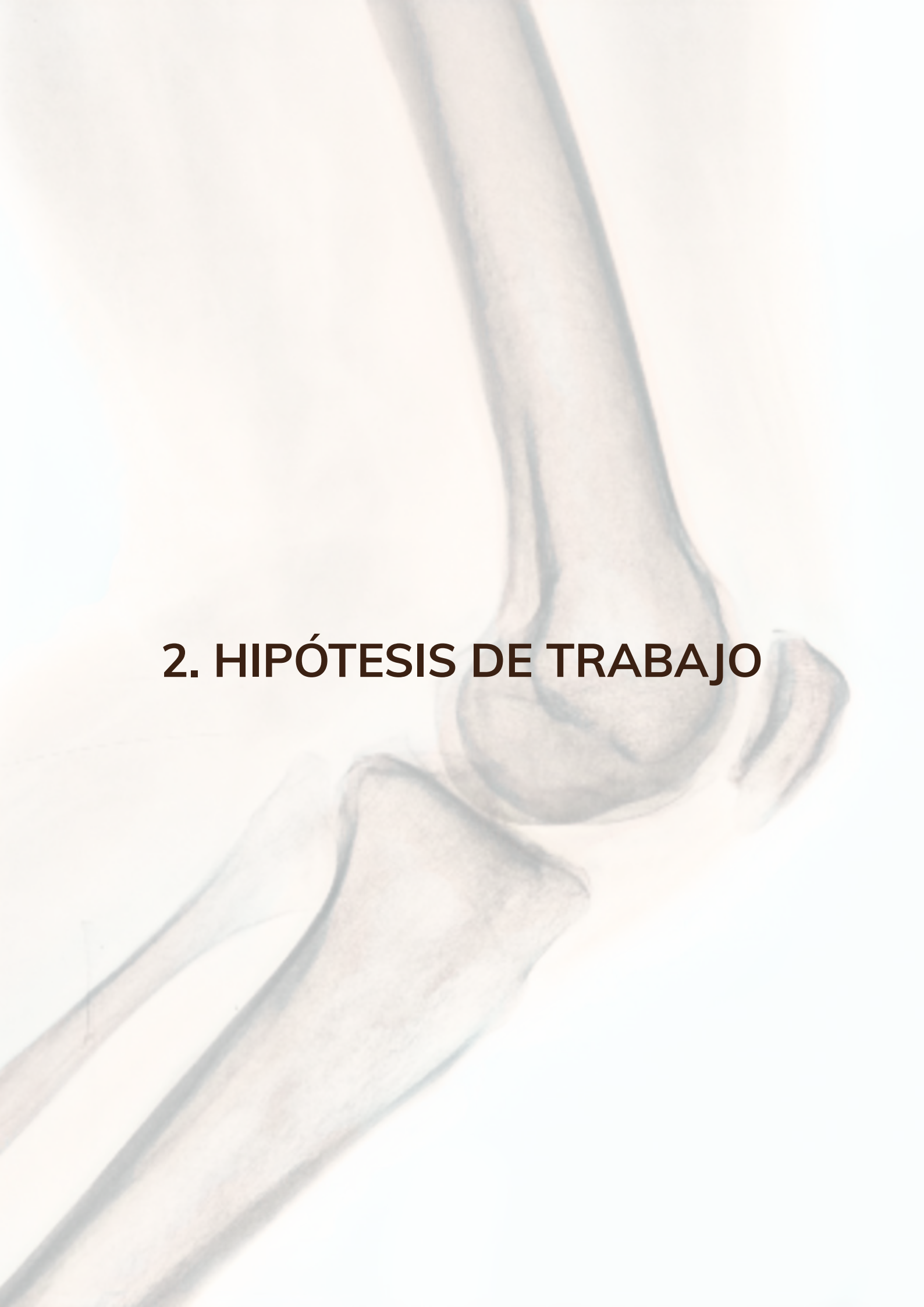
Mori et al. sugirieron que el origen del dolor anterior de rodilla podría explicarse por la neuropatía degenerativa que se observa en el retináculo lateral de pacientes sintomáticos[109]. De manera similar, Sanchis-Alfonso et al. encontraron que los pacientes con dolor anterior tenían un aumento en la densidad de nociceptores en el retináculo lateral[110].

Estos hallazgos sugieren que el mecanismo por el cual la liberación del retináculo lateral mejora el dolor anterior sería doble. Por una parte, la disminución de la presión de superficie en el compartimento femoropatelar, debida a la reducción de la tensión lateral al seccionar la estructura. Por otra, el inherente efecto de la denervación del retináculo que sucede al escindirlo quirúrgicamente.

La sección del retináculo lateral y sus variantes o modificaciones han sido descritas ampliamente en la literatura médica. La técnica que se describe a continuación es la empleada, como variable de estudio, en la segunda publicación de la presente tesis. Se trata de una técnica fuera a dentro, en la que se libera el retináculo desde la parte más distal del vasto lateral hasta el polo inferior de la rótula, manteniendo la sinovial subyacente intacta, evitando así el contacto directo de la articulación con el plano subcutáneo[111,112].

Tras la implantación de una PTR, la presión aumenta de manera significativa en articulación femoropatelar[12,101]. Por este motivo, algunos autores practican de manera sistemática una liberación del retináculo lateral con el objetivo de aliviar el dolor anterior de rodilla, incluso en aquellos casos que presentan un correcto recorrido rotuliano[85,113]. Un ensayo clínico publicado recientemente por Zha et al. sugiere que la sección rutinaria del retináculo lateral puede disminuir el dolor anterior de rodilla tras una PTR sin sustitución del componente rotuliano[113].

Sin embargo, no se han encontrado estudios aleatorizados en la literatura anglosajona que analicen el efecto de este gesto quirúrgico sobre el dolor anterior de rodilla, en una PTR con reemplazo del componente rotuliano.



2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

2. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

La utilización de técnicas como la denervación rotuliana con electrocauterio o la sección del retináculo rotuliano lateral disminuyen la incidencia de dolor anterior de rodilla tras una PTR con sustitución del componente rotuliano.

2.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Tal y como se ha expuesto de manera extensa en la introducción, el dolor anterior de rodilla es una causa importante de persistencia de dolor tras la implantación de una PTR primaria, con una incidencia estimada que varía desde un 8%[55] hasta más de un 50%[56], lo que condiciona negativamente tanto la satisfacción como la calidad de vida de los pacientes[57,58].

Como citan textualmente Sanchis-Alfonso et al.: "el paciente con dolor anterior de rodilla es un candidato ideal para realizar técnicas quirúrgicas con poca o ninguna base científica, simplemente, porque es una de las entidades patológicas musculoesqueléticas con menos conocimiento en relación a su etiopatogenia"[114].

De estas reflexiones surgió la idea de investigar a fondo un síntoma frecuente y de difícil tratamiento, como es el dolor anterior de rodilla tras una PTR, así como justificar la utilidad de dos gestos quirúrgicos habituales en la práctica quirúrgica diaria, como son la denervación rotuliana y la sección del retináculo rotuliano lateral, cuyo beneficio terapéutico es motivo de controversia en la literatura actual.

Si bien numerosos estudios intentan determinar cuál es el efecto de la denervación rotuliana en casos en los que no se reemplaza la superficie articular de la rótula [60,62,93,94,95,96,98], los efectos de esta no han sido evaluados en combinación con la sustitución del componente rotuliano en una PTR. Así, el primer trabajo de este compendio, pretende verificar la utilidad de la denervación con electrocauterio en el contexto de la PTR con reemplazo de rótula.

Por otro lado, la liberación del retináculo rotuliano lateral es una técnica empleada en la prevención del dolor anterior[100]. Sin embargo, solo encontramos un trabajo que justifique su uso de manera rutinaria en el contexto de la implantación de una PTR sin sustitución del componente rotuliano[113]. Ningún estudio prospectivo aleatorizado justifica su uso sistemático tras una PTR con reemplazo rotuliano, lo que motiva la elaboración del segundo trabajo.

3. OBJETIVOS DEL TRABAJO

3. OBJETIVOS DEL TRABAJO

3.1. OBJETIVO PRINCIPAL

Estudiar el efecto de la denervación rotuliana mediante electrocauterio y de la liberación del retináculo rotuliano lateral sobre la incidencia del dolor anterior de rodilla, tras la implantación de una PTR con sustitución patelar, comparado con el mismo procedimiento sin estos gestos quirúrgicos adicionales (denervación rotuliana o sección retinacular, respectivamente).

3.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

Evaluar y comparar los resultados funcionales y los valores específicos de evaluación rotuliana, entre los pacientes intervenidos de una PTR con reemplazo rotuliano a los que se les practica una denervación rotuliana y aquellos sin denervación, al año de seguimiento postoperatorio.

Estudiar y comparar los resultados funcionales y radiológicos, entre los pacientes intervenidos de una PTR con sustitución rotuliana a los que se les realiza una liberación del retináculo rotuliano lateral y aquellos sin sección retinacular, al año de seguimiento postoperatorio.

4. COMPENDIO DE PUBLICACIONES

4. COMPENDIO DE PUBLICACIONES

4.1. PUBLICACIÓN 1

Goicoechea N, Hinarejos P, Torres-Claramunt R, Leal-Blanquet J, Sánchez-Soler J, Monllau JC. Patellar denervation does not reduce post-operative anterior knee pain after primary total knee arthroplasty with patellar resurfacing. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2021 Oct;29(10):3346-3351

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy
https://doi.org/10.1007/s00167-020-06164-5

KNEE

Patellar denervation does not reduce post-operative anterior knee pain after primary total knee arthroplasty with patellar resurfacing

Nerea Goicoechea[1] · Pedro Hinarejos[1] · Raul Torres-Claramunt[1] · Joan Leal-Blanquet[1] · Juan Sánchez-Soler[1] · Joan Carles Monllau[1]

Received: 6 May 2020 / Accepted: 14 July 2020
© European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery, Arthroscopy (ESSKA) 2020

Abstract

Purpose Anterior knee pain (AKP) is a frequent symptom after a total knee arthroplasty (TKA). Patellar denervation (PD) has been put forth as a technique to reduce this pain; however, its effects have not been assessed in combination with patellar resurfacing. The aim of this study is to evaluate the effect of PD on AKP and functional outcomes after TKA with patellar resurfacing.

Methods A prospective study was designed that included patients scheduled for TKA with patellar resurfacing. The 202 recruited patients were randomized into either the PD group or the non-denervation group [mean age 72.7 years (SD 8.2); 119 (70.4%) women and 50 (29.6%) men; average body mass index 31.4 kg/m^2 (SD 4.9)]. Pressure pain threshold (PPT) assessed by pressure algometry (PA), visual analogue scale(VAS), patellofemoral Feller score and the Knee Society Scores (KSS) were recorded preoperatively and at the 1-year follow-up.

Results 169 patients were included in data analysis. At the 1-year follow-up, there were mild differences between denervation and non-denervation group in PPT value (494.4 kPa vs. 552.3 kPa, $p = 0.047$) and in VAS at stairs (2.9 vs. 1.5, $p = 0.003$) in favour of the non-denervation group. There was no difference in the improvement between groups in patellofemoral Feller score and KSS, but slightly higher improvement in non-denervation group in PPT (94.1 kPa vs. 160 kPa, $p = 0.047$), VAS walking (5.3 vs. 6.2, $p = 0.041$) and VAS at stairs (4.6 vs. 5.7, $p = 0.022$).

Conclusion Patellar denervation does not improve AKP and clinical outcomes in primary TKA with patellar resurfacing compared to patellar replacement without denervation. PD cannot be recommended when patellar replacement is performed in TKA.

Level of evidence II.

Keywords Knee replacement · Patella · Resurfacing · Denervation · Anterior knee pain syndrome

Abbreviations

AKP	Anterior knee pain
TKA	Total knee arthroplasty
PD	Patellar denervation
PTT	Pressure pain threshold
PA	Pressure algometry
VAS	Visual analogue scale
KSS	Knee society score
PFS	Patellofemoral feller score
SD	Standard deviation

✉ Nerea Goicoechea
62225@parcdesalutmar.cat

[1] Department of Orthopaedic Surgery, Parc de Salut Mar, Hospital de la Esperanza, Universitat Autònoma de Barcelona, Sant Josep de la Muntanya 12, 08024 Barcelona, Spain

Introduction

Anterior knee pain (AKP) is an important cause of persistent pain after total knee arthroplasty (TKA). The reported incidence varies from 8% [7, 20] to more than 50% [16]. Moreover, it has a negative effect on patient satisfaction and quality of life [9, 13, 22].

Many studies have evaluated factors that may contribute to AKP. However, there is no clear consensus with regards to its aetiology and treatment [1, 5, 23, 32]. One of the proposed causes is related to the presence of substance-P nociceptive afferent fibers in peripatellar tissue [8, 29, 30].

Published online: 05 August 2020

Disabling these pain receptors by diathermy might theoretically result in denervation of the anterior knee region and relieve pain in the patellofemoral area [15, 27].

Several studies have been conducted to determine the effect of patellar denervation (PD) with electrocautery without replacement of the patellar component [1, 4, 11, 21, 23, 25, 26, 33]. Some meta-analyses have concluded that PD improves outcomes in terms of reducing the incidence of AKP after TKA without patellar resurfacing and achieving better scoring on specific knee scales, at least at short-term follow-up over the first 12 months after surgery [32], being a safe procedure with no increase in complication rates [6].

Additionally, systematic reviews and meta-analysis in current literature suggest a significant protective effect of patellar resurfacing on AKP [7, 14].

No studies have been performed assessing the role of PD in resurfaced patella after TKA. The primary objective of this prospective randomized double-blind trial was to evaluate the effect of PD on AKP after TKA with patellar resurfacing when compared to resurfaced patella without PD. The secondary objectives were to assess and to compare the functional outcomes between the 2 groups after 12 months. It was hypothesized that PD would decrease the incidence of AKP after TKA with patellar replacement, due to the combined effect of these two techniques, and have no clear impact on the final outcomes.

Materials and methods

Study design and eligibility criteria

A prospective, randomized, double-blind (both patient and clinical evaluator) trial was designed that included patients scheduled to undergo a primary TKA in one centre from January to December 2017. The inclusion criteria were patients aged 18–90 years with knee osteoarthritis who accepted to participate in the study. The exclusion criteria were patients with a prior major surgery on the involved knee (i.e. patellar realignment, patellar fracture, high tibial osteotomy), patellar thickness after cutting that do not fall within the recommended values between 11 and 15 mm and those patients on whom patellar resurfacing had not been performed.

The study was approved by the Research Ethics Committee of our institution (2017/7192/I). Written informed consent was obtained from all the participants included.

202 patients were randomized into either the patellar denervation group (Group A) or non-denervation group (Group B). Of these 202 patients 33 were excluded for the final analysis (8 because reinterventions, 1 exitus and 24 because of incomplete follow-up) (Fig. 1). The most common reason for exclusion was incomplete follow-up. Finally, 169 patients were included in the data analysis.

The mean age was 72.7 years (SD 8.2). There were 119 (70.4%) women and 50 (29.6%) men. The average body

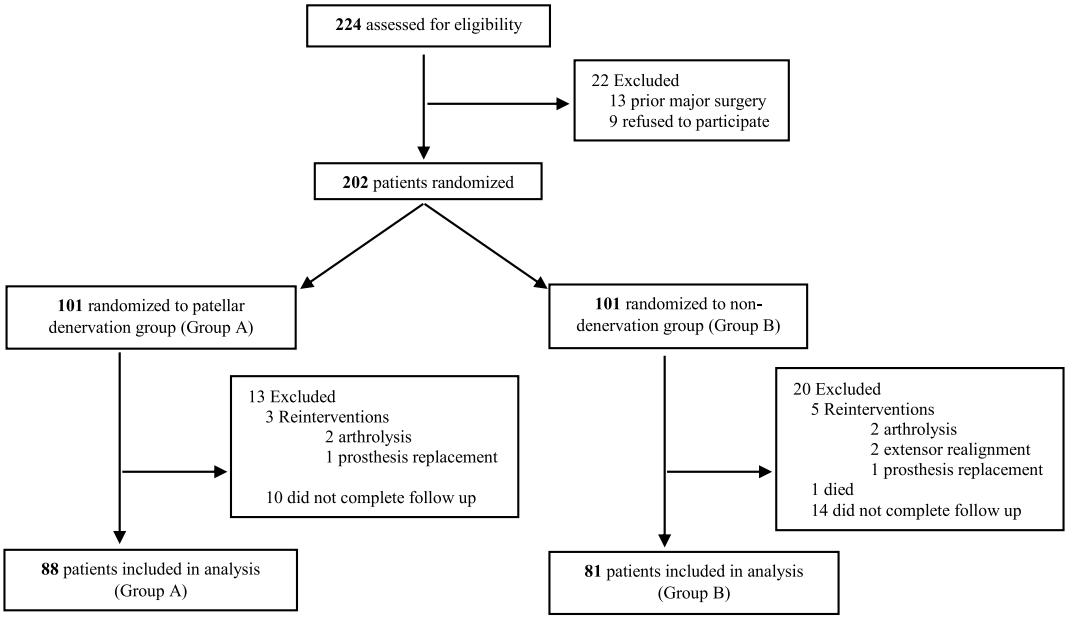


Fig. 1 Patient flow chart

mass index (BMI) was 31.4 kg/m^2 (SD 4.9). There were no statistically significant differences between groups.

Surgical procedure

Before surgery, randomization was carried out by a computer-generated randomization sequence.

The surgical technique was performed by the same surgical team and standardized in all cases, using as approach a central anterior incision and a medial parapatellar arthrotomy. The prosthesis models used were: Triathlon® (Stryker, Kalamazoo, MI, USA), Genutech® (Surgival, Valencia, Spain) or U2 Knee® (United Orthopedic Corporation, Taiwan). The decision to use a postero-stabilizing (PS) or cruciate-retaining (CR) model depended on the surgeon's criteria. CR was used in 32% and PS in 68% of the cases. An extramedullary guide was used for tibial cutting and intramedullary guide for femoral cutting. The patella was always replaced. The synovium around the patella was removed by knife to identify the margin and the marginal osteophytes were also removed. The articular surface was cut by saw on the parallel plane (onlay patella), being controlled by a patellar resection guide adjusted to achieve a 11–15 mm thickness. Before performing the cut, a circumferential patellar denervation was performed in the patellar denervation group (Group A). It was done all around the periphery of the patella at approximately 50% of its depth [21, 23, 26] using monopolar electrocautery set to 40 W. The regular resurfacing technique without patellar denervation was performed in the control group (Group B). After cleaning and drying the bone cut surfaces, a one-stage cementing technique was used.

The postoperative rehabilitation protocol began with continuous passive movement of the knee 24 h after surgery. Full weight bearing was allowed at 48 h after surgery. Hospital discharge was on the 4th postoperative day. Subsequently, patients came for additional physiotherapy daily over a 2-week period. Outpatient clinic follow-up was at the 1st, 3rd, 6th and 12th month.

Data collection and outcome measures

Demographic data regarding age, gender, body mass index and laterality were recorded preoperatively.

At the preoperative visit and at the 1-year follow up, the following data was evaluated:

- Patellar pain and function were evaluated according to the specific patellofemoral score designed by Feller et al. Scoring goes from 1 to 30, being 30 the best value. The score is distributed with a maximum of 15 points for the intensity of anterior knee pain, 5 points for quadriceps strength, 5 points for the ability to rise from a chair and 5 points for stair-climbing ability [10].
- The Knee Society Score (KSS) in its Spanish version for both the Knee and the Function scores was evaluated, 0 being the worst and 100 the best possible result [2].
- Pressure pain threshold (PPT) using pressure algometry (PA). It is a method that has been validated to evaluate knee pain with excellent reliability in knee osteoarthritic patients [31] and also to specifically assess AKP [12, 18, 19, 24]. PPT was assessed 3 times in each knee. This was done with a calibrated electronic algometer (Algometer, Somedic Sales, Hörby, Sweden) with a 1cm^2 probe, placed perpendicular to the skin in the centre of the anterior aspect of patella. The evaluator increased the pressure 20 kPa/s until the sensation became painful and the patients said "stop." The final PPT value taken was the average of the 3 measurements.
- Visual Analogue Scale (VAS) referred by the patients at rest, when walking and when going up and downstairs were registered, scored between 0 (no pain at all) and 10 (maximum possible pain the patient could imagine).

Statistical analysis

The sample size calculation of 101 patients in each group was based on assuming a minimum difference of 1 point in the VAS value with a standard deviation of 2.25 (based on a previous study [12]). A probability level of 0.05, a power of 80% and a drop-out rate of 20% were assumed.

Descriptive statistics were used for the demographic data. Continuous variables and measured scores were presented as mean and standard deviations and categorical variables as number and percentage. Between groups comparisons were tested with the Mann–Whitney *U* test. These comparisons were performed with the preoperative and postoperative measurements. Between group differences on changes or improvements (post vs. pre) were also tested with the Mann–Whitney *U* test.

STATA version 15.1 (StataCorp, College Station, TX, USA) was used for the statistical analysis with p values of 0.05 being considered statistically significant.

Results

There were no differences between groups in the data recorded preoperatively (Table 1).

When comparing both groups after 1-year of follow-up, it was observed that there were no differences in the patellofemoral Feller score and KSS. However, there were mild differences in the PPT value ($p = 0.047$) and in the VAS for stairs ($p = 0.003$) in favour of the non-denervation group (Table 1).

Table 1 Preoperative and postoperative scores in the groups with and without patellar denervation

	Preoperative			One-year follow-up		
	Group A ($n=88$)	Group B ($n=81$)	p value	Group A ($n=88$)	Group B ($n=81$)	p value
PPT	393.5 (SD 171.8)	382.5 (SD 153.9)	0.535	494.4 (SD 169.3)	552.3 (SD 179.1)	**0.047**
PFS-anterior pain	6.5 (SD 4.5)	7.1 (SD 4.8)	0.363	12.6 (SD 3.5)	13.6 (SD 2.7)	0.074
PFS-total score	14.9 (SD 5.9)	15.8 (SD 6.3)	0.443	24.3 (SD 5.2)	25.9 (SD 4.5)	0.051
VAS-rest	3.9 (SD 3.1)	3.8 (SD 2.9)	0.861	0.7 (SD 1.9)	0.4 (SD 1.1)	0.217
VAS-walking	6.9 (SD 2.2)	7.1 (SD 2.1)	0.506	1.5 (SD 2.4)	0.8 (SD 1.6)	0.084
VAS-stairs	7.4 (SD 2.2)	7.5 (SD 2.3)	0.570	2.9 (SD 2.8)	1.5 (SD 2.1)	**0.003**
KSS-knee	52.7 (SD 13.2)	51.6 (SD 10.7)	0.666	91.5 (SD 8.6)	92.9 (SD 7.14)	0.409
KSS-function	52.2 (SD 11.3)	48.36 (SD 15.2)	0.146	80.9 (SD14.6)	84.4 (SD 13.1)	0.145

p values in bold when < 0.05

PPT Pressure Pain Threshold, *PFS* Patellofemoral Feller Scale, *VAS* Visual Analogue Score, *KSS* Knee Society Score, *SD* standard deviation

Table 2 Differences between postoperative and preoperative scores in the groups with and without denervation

	Improvement		
	Group A ($n=88$)	Group B ($n=81$)	p value
PPT	94.1 (SD 202.5)	160 (SD 176)	**0.047**
PFS-anterior pain	6.1 (SD 5.1)	6.3 (SD 5.2)	0.652
PFS-total score	9.2 (SD 6.6)	9.7 (SD 6.9)	0.602
VAS-rest	2.9 (SD 3.3)	3.2 (SD 3.3)	0.440
VAS-walking	5.3 (SD 2.6)	6.2 (SD 2.6)	**0.041**
VAS-stairs	4.6 (SD 3.0)	5.7 (SD 3.0)	**0.022**
KSS-knee	38.8 (SD 16.4)	41.8 (SD 12.2)	0.277
KSS-function	28.9 (SD 16.1)	34.5 (SD 18.7)	**0.036**

p values in bold when < 0.05

PPT pressure pain threshold, *PFS* patellofemoral feller scale, *VAS* visual analogue score, *KSS* Knee Society Score, *SD* standard deviation

Both groups improved at the 1-year follow-up with respect to the preoperative evaluation in all the analysed scores. There was no difference in improvement between the patellar denervation group and the non-denervation group relative to the Feller's patellofemoral score and KSS-Knee. Nonetheless, slightly greater improvement was seen in the non-denervation group in terms of the PPT ($p=0.047$), VAS walking ($p=0.041$), VAS at stairs ($p=0.022$) and KSS-function ($p=0.036$) (Table 2).

Discussion

The main finding of the present study is that PD did not reduce the incidence of AKP measured with PA, and it did not improve scores (Feller's patellar score and KSS) at 1-year follow-up when compared to patellar resurfacing without denervation.

Several randomized controlled trials have shown that PD reduces the incidence of AKP [1, 26] in TKA without patellar resurfacing. Altay et al. [1] found that PD decreases AKP and improves clinical outcomes measured with KSS, Feller's patella score and the VAS. Similarly, Van Jonbergen et al. [26] reported a lower incidence of AKP and better WOMAC scores in TKA without patellar resurfacing when PD was performed. In contrast, other studies found no clear advantage of PD in TKA [4, 25]. Baliga et al. [4] conducted a trial where no beneficial effect of patellar electrocautery in TKA was found in terms of the incidence or improvement in AKP and Oxford Knee Score outcomes. Controversy around the effect of PD still arises even in non-resurfaced patella TKA.

Because of this controversy, Fan et al. [9] conducted a meta-analysis that included six randomized controlled trials. It concluded that circumferential electrocautery of the patella is beneficial to the outcome of primary TKA surgery without patellar replacement as it can significantly improve knee function even though it does not affect the incidence of AKP. However, no differences were found in scores (Feller's score and KSS) between groups after TKA with patellar replacement in this study.

Similarly, another meta-analysis study by Arirachakaran et al. [3] compared clinical outcomes between PD, resurfacing and no-resurfacing, finding that PD improves postoperative function when compared to patellar resurfacing and non-resurfacing, but no differences in AKP were found between those treatments. None of the trials of the meta-analysis included cases where PD was performed on resurfaced patella.

A meta-analysis conducted by Xie et al. [32] found that PD can significantly improve clinical outcomes for the first 12 months after TKA relative to the incidence of AKP, the VAS, patellar score, KSS and range-of-motion. However, no difference was found for any score studied beyond the 12-month follow-up, showing that the initial advantages of PD seem to disappear. One of the trials included performed

assessments at 3, 12 and 24 months after surgery [21]. It found that the AKP incidence was significantly lower after PD compared with non-denervation at 3 months, but not at 12 or 24 months, showing that the duration of follow-up might have a powerful influence on the association between PD and AKP incidence. In the present study, the clinical evaluation and functional scoring were performed at the 1-year follow-up. Therefore, earlier outcomes regarding the effect of PD in TKA with resurfaced patella cannot be assessed.

One of the reasons proposed to explain the results of the current investigation could be that the patella was replaced in all the patients. Resurfacing requires some degree of peripatellar synovectomy to allow an accurate resection and this may result in at least partial denervation [26]. Moreover, many studies have shown that resurfacing itself improves AKP after a TKA [17, 28].

The present study has some limitations. Firstly, data were only collected at 1-year follow-up. Even if there is no difference in the long run, some studies [21, 32] found better outcomes with PD during the first 12 months after surgery that could translate into less pain and a faster return to normal life in those patients. Longer follow-up was not included because previous studies state that AKP rates do not change beyond the 12-month follow-up. Secondly, no satisfaction or quality of life outcome assessment have been done. Therefore, it is not known whether these slight differences in favour of the non-denervation group have an influence on the quality of life or the satisfaction of the patient. Third, different implants were used; however, the design of the implant did not have an effect on AKP and including diverse models provides a conclusion that could be applicable to different TKA-systems. Finally, limb alignment and TKA component position after surgery have not been assessed separately and they could act as possible confounding factors. However, these variables were homogeneously distributed between groups.

Conclusions

Patellar denervation does not improve AKP (assessed by pressure algometry and VAS) or clinical outcomes (KSS and patellofemoral Feller score) in primary TKA with patellar resurfacing when compared to patellar replacement without denervation.

Therefore, the current results suggest PD is not beneficial in TKA with patellar resurfacing and so its use cannot be recommended when patellar replacement is performed in TKA.

Acknowledgements The authors would like to thank Xavier Duran for his assistance in the statistical analysis. This study has been carried out within the framework of the Doctorate in Surgery and Morphological Sciences of the Universitat Autònoma de Barcelona.

Funding The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors state that they have no conflict of interest.

Ethical approval The study was approved by the Research Ethics Committee of our institution (2017/7192/I).

Informed consent Written informed consent was obtained from all the participants included.

References

1. Altay MA, Ertürk C, Altay N, Akmee R, Ikan UE (2012) Patellar denervation in total knee arthroplasty without patellar resurfacing: a prospective, randomized controlled study. Orthop Traumatol Surg Res 98:421–425
2. Ares O, Castellet E, Maculé F, León V, Montañez E, Freire A, Hinarejos P, Montserrat F, Amillo JR (2013) Translation and validation of 'The Knee Society Clinical Rating System' into Spanish. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 21:2618–2624
3. Arirachakaran A, Sangkaew C, Kongtharvonskul J (2015) Patellofemoral resurfacing and patellar denervation in primary total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 23(6):1770–1781
4. Baliga S, McNair CJ, Barnett KJ, MacLeod J, Humphry RW, Finlayson D (2012) Does circumpatellar electrocautery improve the outcome after total knee replacement?: a prospective, randomised, blinded controlled trial. J Bone Jt Surg Br 94:1228–1233
5. Breugem SJM, Haverkamp D (2014) Anterior knee pain after a total knee arthroplasty: What can cause this pain? World J Orthop 5(3):163–170
6. Cheng T, Zhu C, Guo Y, Shi S, Chen D, Zhang X (2014) Patellar denervation with electrocautery in total knee arthroplasty without patellar resurfacing: a meta-analysis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 22(11):2648–2654
7. Duan G, Liu C, Lin W, Shao J, Fu K, Niu Y, Wang F (2018) Different factors conduct anterior knee pain following primary total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. J Arthroplasty 33(6):1962–1971
8. Dye SF (2005) The pathophysiology of patellofemoral pain: a tissue homeostasis perspective. Clin Orthop Relat Res 436:100–110
9. Fan L, Ge Z, Zhang C, Li J, Yu Z, Dang X, Wang K (2015) Circumferential electrocautery of the patella in primary total knee replacement without patellar replacement: a meta-analysis and systematic review. Sci Rep 5:9393
10. Feller JA, Bartlett RJ, Lang DM (1996) Patellar resurfacing versus retention in total knee arthroplasty. J Bone Jt Surg Br 78:226–228
11. Gupta S, Augustine A, Horey L, Meek RM, Hullin MG, Mohammed A (2010) Electrocautery of the patellar rim in primary total knee replacement: beneficial or unnecessary? J Bone Jt Surg Br 92:1259–1261
12. Hinarejos P, Goicoechea N, Gidi RM, Leal-Blanquet J, Torres-Claramunt R, Sánchez-Soler JF, Monllau JC (2019) Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients. Eur J Orthop Surg Traumatol 29(5):1089–1093

13. Li T, Zhou L, Zhuang Q, Weng X, Bian Y (2014) Patellar denervation in total knee arthroplasty without patellar resurfacing and postoperative anterior knee pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Arthroplasty 29:2309–2313
14. Longo UG, Ciuffreda M, Mannering N, D'Andrea V, Cimmino M, Denaro V (2018) Patellar resurfacing in total knee arthroplasty: systematic review and meta-analysis. J Arthroplasty 33(2):620–632
15. Maralcan G, Kuru I, Issi S, Esmer AF, Tekdemir R, Evcik D (2005) The innervation of patella: anatomical and clinical study. Surg Radiol Anat 27:331–335
16. Metsna V, Vorobjov S, Lepik K, Märtson A (2014) Anterior knee pain following total knee replacement correlates with the OARSI score of the cartilage of the patella. Acta Orthop 85(4):427–432
17. Migliorini F, Eschweiler J, Niewiera M, El Mansy Y, Tingart M, Rath B (2019) Better outcomes with patellar resurfacing during primary total knee arthroplasty: a meta-analysis study. Arch Orthop Trauma Surg 139(10):1445–1454
18. Nussbaum EL, Downes L (1998) Reliability of clinical pressure-pain algometric measurements obtained on consecutive days. Phys Ther 78(2):160–169
19. Pelfort X, Torres-Claramunt R, Sánchez-Soler JF, Hinarejos P, Leal-Blanquet J, Valverde D, Monllau JC (2015) Pressure algometry is a useful tool to quantify pain in the medial part of the knee: an intra- and inter-reliability study in healthy subjects. Orthop Traumatol Surg Res 101:559–563
20. Petersen W, Rembitzki IV, Brüggemann GP, Ellermann A, Best R, Koppenburg AG, Liebau C (2014) Anterior knee pain after total knee arthroplasty: a narrative review. Int Orthop 38(2):319–328
21. Pulavarti RS, Raut VV, McLauchlan GJ (2014) Patella denervation in primary total knee arthroplasty—a randomized controlled trial with 2 years of follow-up. J Arthroplasty 29(5):977–981
22. Shervin D, Pratt K, Healey T, Nguyen S, Mihalko WM, El-Othmani MM, Saleh KJ (2015) Anterior knee pain following primary total knee arthroplasty. World J Orthop 6(10):795–803
23. Spencer BA, Cherian JJ, Margetas G, Chughtai M, Harwin SF, Elmallah RK, Mont MA (2016) Patellar resurfacing versus circumferential denervation of the patella in total knee arthroplasty. Orthopedics 39(5):e1019–1023
24. Torres-Claramunt R, Pelfort X, Hinarejos P, Gil-González S, Leal J, Sánchez-Soler JF, Monllau JC (2018) Pressure algometry is an excellent tool to measure knee pain relief after a closing-wedge high tibial osteotomy. Orthop Traumatol Surg Res 104:193–196
25. Van Jonbergen HP, Scholtes VA, Poolman RW (2014) A randomised, controlled trial of circumpatellar electrocautery in total knee replacement without patellar resurfacing. A concise follow-up at a mean of 37 years. Bone Jt J 96-B:473–478
26. Van Jonbergen HP, Scholtes VA, Van Kampen A, Poolman RW (2011) A randomised, controlled trial of circumpatellar electrocautery in total knee replacement without patellar resurfacing. J Bone Jt Surg Br 93:1054–1059
27. Vega J, Golanó P, Perez-Carro L (2006) Electrosurgical arthroscopic patellar denervation. Arthroscopy 22(9):1028.e1–1028.e3
28. Waters TS, Bentley G (2003) Patellar resurfacing in total knee arthroplasty. A prospective, randomized study. J Bone Jt Surg Am 85(2):212–217
29. Witonski D, Wagrowska-Danielewicz M (1999) Distribution of substance-P nerve fibers in the knee joint in patients with anterior knee pain syndrome: a preliminary report. Knee Surg Sports Trauamatol Arthosc 7(3):177–183
30. Wojtys EM, Beaman DN, Glover RA, Janda D (1990) Innervation of the human knee joint by substance-P fibers. Arthroscopy 6(4):254–263
31. Wylde V, Palmer S, Learmonth ID, Dieppe P (2011) Test-retest reliability of quantitative sensory testing in knee osteoarthritis and healthy participants. Osteoarthr Cartil 19:655–658
32. Xie X, Pei F, Huang Z, Tan Z, Yang Z, Kang P (2015) Does patellar denervation reduce post-operative anterior knee pain after total knee arthroplasty? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 23(6):1808–1815
33. Yim SJ, Jang MS, Kim WJ, Lee SH, Kang HK (2012) The effect of electrocautery around the patellar rim in patellar non-resurfacing total knee arthroplasty. Knee Surg Relat Res 24:104–107

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

4.2. PUBLICACIÓN 2

Goicoechea N, Hinarejos P, Gasol B, Torres-Claramunt R, Sánchez-Soler J, Perelli S, Monllau JC. Systematic lateral retinacular release does not reduce anterior knee pain after total knee arthroplasty with patellar resurfacing. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2023 Oct;31(10):4213-4219

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy
https://doi.org/10.1007/s00167-023-07456-2

KNEE

Systematic lateral retinacular release does not reduce anterior knee pain after total knee arthroplasty with patellar resurfacing

Nerea Goicoechea[1] · Pedro Hinarejos[1] · Berta Gasol[1] · Raul Torres-Claramunt[1] · Juan Sánchez-Soler[1] · Simone Perelli[1] · Joan Carles Monllau[1]

Received: 29 December 2022 / Accepted: 13 May 2023
© The Author(s) under exclusive licence to European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery, Arthroscopy (ESSKA) 2023

Abstract

Purpose The aim of this study was to assess the effect of systematic lateral retinacular release (LRR) on anterior knee pain (AKP), as well as its impact on the functional and radiological outcomes after total knee arthroplasty (TKA) with patellar resurfacing.

Methods A prospective randomized study was designed. It included patients scheduled for a TKA procedure with patellar resurfacing, who were recruited and randomized into either the LRR group or the non-release group. 198 patients were included in the final analysis. The pressure pain threshold (PPT) assessed by pressure algometry (PA), the visual analogue scale (VAS), Feller's patellar score, the Knee Society Score (KSS), patellar height, and patellar tilt were recorded both preoperatively and at the 1-year follow-up. The Mann–Whitney *U* test was performed to determine comparisons between both groups as well as to determine differences' intragroup.

Results Relative to the clinical variables and scores, no difference was detected between the two groups at the 1-year follow-up (p = n.s.). However, there was a slight difference in patellar tilt (0.1° vs. 1.4°, $p = 0.044$), with higher tilt values in the non-release group. There was no difference in terms of improvement in the clinical and radiological scores and variables recorded between the two groups (p = n.s.).

Conclusion LRR in primary TKA with patellar resurfacing does not show an improvement in AKP and functional outcomes over patellar resurfacing without release.

Level of evidence I.

Keywords Total knee arthroplasty · TKA · Patellar resurfacing · Lateral retinacular release · Anterior knee pain · Functional outcomes · Clinical outcomes · Randomized-controlled trial · RCT

Abbreviations

AKP	Anterior knee pain
TKA	Total knee arthroplasty
LRR	Lateral retinacular release
PPT	Pressure pain threshold
PA	Pressure algometry
VAS	Visual analogue score
KSS	Knee society score
PFS	Patellofemoral feller score
SD	Standard deviation

✉ Nerea Goicoechea
ngoicoechea@psmar.cat

[1] Department of Orthopaedic Surgery, Parc de Salut Mar, Hospital de la Esperanza, Universitat Autònoma de Barcelona, Sant Josep de la Muntanya 12, 08024 Barcelona, Spain

Introduction

Anterior knee pain (AKP) remains a common cause of persistent pain after total knee arthroplasty (TKA). The reported incidence varies from 8% [5, 26] to more than 50% [20], and it has a negative effect on patient quality of life and satisfaction [7, 16, 28].

Lateral retinacular release (LRR) has been proposed as a surgical option to prevent AKP syndrome [29]. This is based on the fact that excessive lateral patellofemoral pressure due to a tight lateral retinaculum contributes to patellofemoral disorders [9, 29]. Mori et al. suggested that the origin of AKP can be found in the degenerative neuropathy seen in the lateral retinaculum of symptomatic patients [21]. Therefore, the mechanism by which LRR relieves pain may be the reduction of lateral tension decreasing the surface pressure, as well as the denervation of the retinaculum.

Published online: 03 June 2023

With TKA, forces and peak pressures significantly increase in the patellofemoral joint [9, 25]. For that reason, some authors perform a LRR systematically with the intent to ease AKP, even if the tracking is correct [15, 37]. A clinical trial conducted by Zha et al. suggested that routine LRR can reduce AKP in TKA without patellar resurfacing [37]. No other prospective trial analyzing the result of this surgical gesture during a TKA with patellar resurfacing was found in the English literature.

The primary purpose of the present study was to evaluate the effect of LRR on AKP after TKA with patellar resurfacing when compared to the resurfaced patella without release. The secondary objectives were to assess and compare the functional and radiological outcomes between the groups after 12 months. The hypothesis was that LRR would decrease the incidence of AKP after TKA with patellar resurfacing, as well as it would improve functional outcomes.

Materials and methods

Study design and eligibility criteria

A prospective, randomized, and double-blinded clinical trial was designed. All the patients scheduled for a TKA in one center from October 2019 to December 2020 were included. The inclusion criteria were patients aged 40–90 years with a diagnosis of knee osteoarthritis who signed written informed consent. The exclusion criteria were patients with a prior major surgery on the same knee (high tibial or distal femoral osteotomy, and patellar realignment), preoperative varus or valgus > 15º (hip–knee–ankle angle (HKA) < 165º or > 195º), or flexion deformity > 15º, and an inability to sign informed consent.

The study was approved by the Research Ethics Committee (2019/8993/I).

A total of 220 patients were randomized by computer generated randomization sequencing, conducted before the surgery, into either the LRR group (Group A) or non-release group (Group B). As 22 patients were excluded, 198 patients remained available for the final analysis (Fig. 1).

The mean age was 71.8 years (SD 8.5). There were 145 (73.2%) women and 53 (26.8%) men. The average BMI was 31.4 kg/m2 (SD, 5.5). The demographic data did not differ between the two groups (p = n.s.). The distribution of the knee phenotypes in coronal plane was homogeneous between groups, including 12% normal alignment, 9% valgus, 79% varus in group A and 10% normal alignment, 8% valgus, 82% varus in group B.

Surgical procedure

All the procedures were performed by five experienced surgeons from the knee unit of our institution, using a midline anterior approach and a medial parapatellar arthrotomy. The prosthesis model used was Triathlon® (Stryker, Kalamazoo, MI, USA). The decision to use a postero-stabilizing (PS) or cruciate-retaining (CR) model depended on the surgeon's criteria. An extramedullary guide was used for tibial cutting and intramedullary guide for femoral cutting, following mechanical alignment technique. The patella was always replaced with a symmetric implant. The articular surface was cut by saw on the parallel plane (onlay patella), being

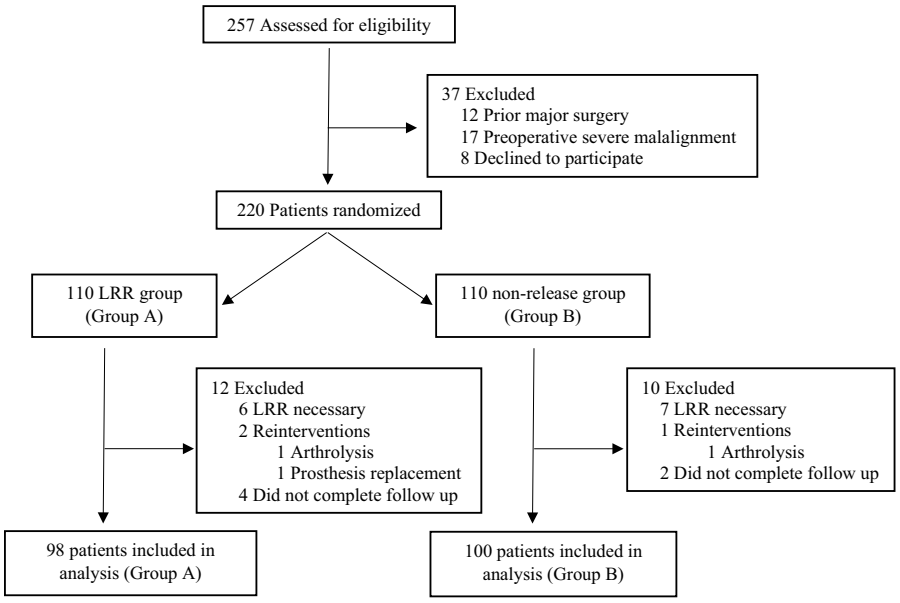


Fig. 1 Flow of patients. *LRR* lateral retinacular release

controlled by a patellar resection guide adjusted to achieve a 12–15 mm thickness. The prosthetic components were implanted in a one-stage cementing technique.

In the release group (Group A), an LRR was performed 2 cm lateral to the lateral margin of the patella. An outside-in technique was used while keeping the synovial cover intact under the retinaculum, which was released from the most distal part of the vastus lateralis to the level of the patellar distal pole [18, 31].

Thirteen patients (6.5%) required a lateral release because of maltracking. An LRR was always performed in those cases, and they were excluded from the final analysis.

The postoperative rehabilitation protocol began with continuous passive movement of the knee at 24 h after surgery. Full-weight-bearing with crutches was allowed at 48 h after surgery. After discharge, patients came for additional daily physiotherapy over a 2-week period. The outpatient clinic follow-up was at the 1st, 3rd, 6th, and 12th months.

Data collection and outcome measures

Preoperatively, demographic data regarding age, gender, body mass index (BMI), and laterality were recorded. At the preoperative visit and at the 1-year follow-up, the following clinical and radiological data was assessed, collected by an examinator blinded to the surgical technique performed:

Patellar pain and function were evaluated with the patellofemoral score designed by Feller et al. The scoring goes from 1 to 30, with 30 being the best value [8].

The Knee Society Score (KSS) in its Spanish version for both the Knee and the Function scores was evaluated, 0 being the worst and 100 the best possible result in each section [1].

The pressure pain threshold (PPT) was determined using pressure algometry (PA). It is a method that has been validated to evaluate knee pain [24, 32]. It has demonstrated excellent reliability in osteoarthritic knee patients [34]. It is also a useful tool to assess AKP specifically [12]. The PPT was assessed three times in each knee with a calibrated electronic algometer (Somedic Sales, Hörby, Sweden) with a 1 cm^2 probe placed perpendicular to the skin in the center of the patella. The evaluator increased the pressure 20 kPa/s until the patients feel pain. The final PPT value taken was the average of the three measurements.

The Visual Analogue Scale (VAS) referred by the patients at rest, when walking and when going up and downstairs were registered. It is scored between 0 (no pain at all) and 10 (maximum pain).

The radiographic protocol preoperatively and at last follow-up included: full leg-length X-ray, anteroposterior view, lateral view, and axial view of the knee. All radiographic measurements were performed by two different orthopaedic surgeons. For each case, measurements were taken twice, with a 3-week interval between them, keeping the result of the first measurement blind.

Patellar height was measured in the lateral view using the Caton–Deschamps index and its application in TKA [35] (Fig. 2). Its normal range varies between 0.6 and 1.2.

Patellar tilt was measured in the axial view (Fig. 3). Values of 5° or less were defined as the neutral range [11].

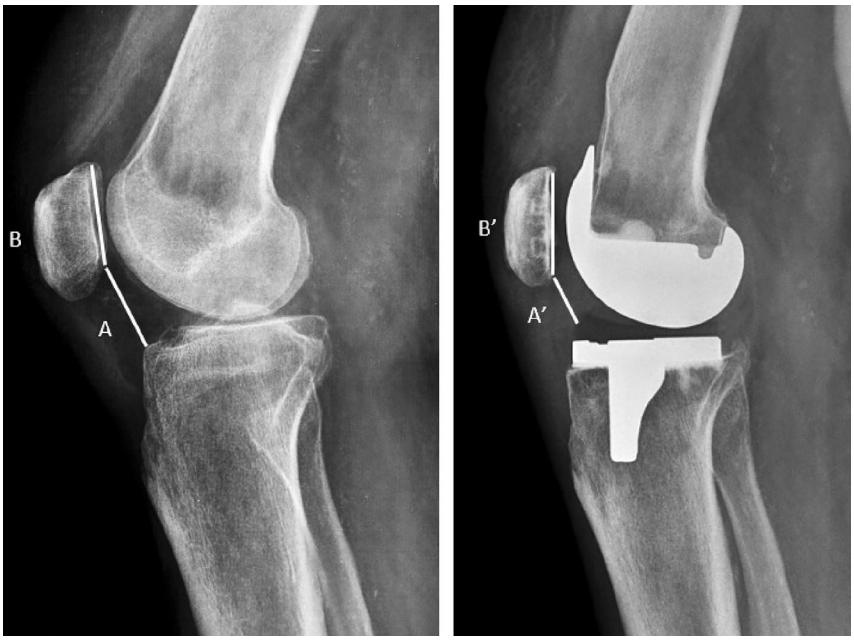


Fig. 2 Patellar height measurement defined as the ratio of the length of the patellar articular surface (**B**) and the distance between the lower pole of patellar articular surface and the anterior border of the tibial plateau (**A**) preoperatively or the tibial component surface postoperatively (**A′**)

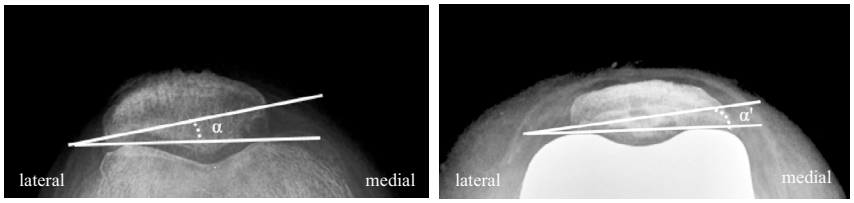


Fig. 3 Patellar tilt was defined as the angle subtended by the anterior intercondylar line and the equatorial line of the patella preoperatively (α) or a line drawn through the prosthesis-bone interface postoperatively (α′)

Statistical analysis

The sample size calculation of 198 patients (110 patients in each group before applying the drop-out rate) was based on assuming a minimum difference of 1 point in the VAS value with a standard deviation of 2.5. A probability level of 0.05, a power of 80%, and a drop-out rate of 10% were assumed.

Descriptive statistics were used for the demographic data. Continuous variables and measured scores were presented as mean and standard deviations and categorical variables as number and percentage. Between group comparisons of the preoperative and postoperative measurements were evaluated with the Mann–Whitney *U* test. Differences between the groups in terms of changes or improvements (post vs. pre) were also assessed with the Mann–Whitney *U* test.

STATA version 15.1 (StataCorp, College Station, TX, USA) was used for the statistical analysis with *p* values of 0.05 being considered statistically significant.

For the calculation of intraclass correlation coefficients (ICC), two-way random-effects model approximation was performed.

The ICC obtained was considered moderate (0.70) and excellent (0.99) for intrarrater agreement in terms of height and tilt, respectively, and excellent (0.81 and 0.99) for interrater agreement in terms of both height and tilt.

Results

No difference was observed between the groups in terms of the data recorded preoperatively (p = n.s.). When comparing both groups after 1 year of follow-up, higher patellar tilt values were seen in the non-release group ($p = 0.044$). No difference was observed relative to the other variables measured (p = n.s.) (Table 1).

There were no differences in postoperative knee phenotypes in coronal plane between groups, resulting in 83% normal alignment, 2% valgus, 15% varus in group A and 85% normal alignment, 2% valgus, 13% varus in group B.

Analyzing the radiological variables out of the normal range, there were no patients with patellar height values < 0.6 preoperatively and at the 1-year follow-up. Regarding patellar tilt, there were 44 patients (22.2%) with patellar tilt values > 5º preoperatively, 21 in LRR group and 23 in non-release group. Among the patients with an excess tilt, there were no differences in the mean patellar tilt values (7.6º, SD 2.0º vs. 7.8º, SD 2.3º; p = n.s.). At the 1-year follow-up, there were 19 patients (9.6%) with patellar tilt values > 5º, 7 in the LRR group and 12 in the non-release group. There was no difference in the mean values between groups (7.5º, SD 1.7º vs. 8.0º, SD 2.2º; p = n.s.).

Both groups improved values in all the analyzed measures at the 1-year follow-up when compared to those

Table 1 Preoperative and postoperative scores in the groups with and without LRR

	Preoperative			One-year follow-up		
	Group A (n = 98)	Group B (n = 100)	p value	Group A (n = 98)	Group B (n = 100)	p value
PPT	473.6 (SD 178.4)	478.8 (SD 218.3)	n.s.	769.3 (SD 245.5)	816.3 (SD 371.4)	n.s.
PFS-anterior pain	6.8 (SD 4.6)	7.5 (SD 4.7)	n.s.	13.5 (SD 2.4)	13.3 (SD 2.6)	n.s.
PFS-total score	15.7 (SD 5.4)	16.4 (SD 6.5)	n.s.	26.4 (SD 4.1)	25.4 (SD 4.3)	n.s.
VAS-rest	4.6 (SD 2.9)	4.0 (SD 3.0)	n.s.	0.4 (SD 1.2)	0.3 (SD 0.8)	n.s.
VAS-walking	7.2 (SD 1.9)	6.9 (SD 2.2)	n.s.	0.9 (SD 1.6)	0.8 (SD 1.3)	n.s.
VAS-stairs	7.9 (SD 1.9)	7.8 (SD 2.0)	n.s.	1.6 (SD 2.0)	1.6 (SD 2.0)	n.s.
KSS-knee	51.6 (SD 12.4)	51.6 (SD 11.3)	n.s.	92.9 (SD 6.8)	91.5 (SD 8.9)	n.s.
KSS-function	49.5 (SD 16.6)	47.6 (SD 15.7)	n.s.	83.1 (SD 16.9)	80.8 (SD 16.6)	n.s.
Patellar height	0.9 (SD 0.2)	0.9 (SD 0.1)	n.s.	0.8 (SD 0.2)	0.8 (SD 0.2)	n.s.
Patellar tilt	2.6 (SD 3.5)	3.2 (SD 3.4)	n.s.	0.1 (SD 4.4)	1.4 (SD 4.0)	0.044

PPT Pressure Pain Threshold, *PFS* Patellofemoral Feller Score, *VAS* Visual Analogue Score, *KSS* Knee Society Score, *SD* standard deviation, *n.s.* not significant

seen in the preoperative evaluation. There was no difference between groups in terms of the improvements seen (p = n.s.) (Table 2).

Discussion

The most important finding of the present study is that LRR did not reduce the incidence of AKP in TKA with patellar resurfacing when compared to not performing release. Moreover, there was no functional difference in Feller's patellar score and the KSS, and so, the main hypothesis is refuted.

Controversy around the management of AKP following TKA continues in the current literature. Several methods have been proposed to address this problem, being patellar resurfacing the most used method [15].

To date, only one randomized-controlled trial in the English literature has analyzed the influence of systematic LRR after TKA on AKP. This trial conducted by Zha et al. found that routine LRR can reduce AKP after TKA without patellar resurfacing [37]. However, all the patients in that study underwent circumpatellar electrocautery and patelloplasty, which are techniques that may also have an influence on AKP.

Several studies have reported that LRR should be performed for maltracking [3, 4], whereas others suggest that it can be routinely performed during TKA [37]. To our knowledge, this is the first study that assesses the effect of systematic LRR in TKA with patellar resurfacing.

Another finding in this study was the slight difference in patellar tilt between the groups at the 1-year follow-up. LRR may have a positive effect on correcting patellar tilt. Although the measurements in both groups were between the normal range of values, the LRR group had more neutral patellar tilt values postoperatively. Even though statistical differences were found, 1.3° of tilt difference may not be clinically relevant, especially when the percentage of patients with a tilt > 5° was similar between the groups. Yang et al. reported a higher degree of patellar tilt in patients in whom an LRR was not performed during a TKA [36]. A cadaveric study showed progressive reduction in lateral tilting with a staged release [19]. In contrast, other authors observed no improvement in patellar tilt post-TKA when an LRR was performed [2, 13]. However, in those referenced studies, LRR was only performed selectively if lateral dislocation occurred intraoperatively using a *no thumb technique*, consisting on checking that the patella tracks in the midline without the thumb of the surgeon holding it to prevent its lateral dislocation [6].

Some complications associated with the LRR technique have been described. Hemarthrosis and medial patellar subluxation have been proposed as the main complications, although their incidence varies greatly among different studies and depends on the technique chosen [9]. Iatrogenic medial patellar instability is usually related to an aggressive release of the vastus lateralis tendon [30]. No case of medial instability was observed in this study. Probably, the fact that the LRR was performed by an open procedure, where a direct visualization of the retinacular layer and the vastus lateralis tendon is possible, avoided the risk of medial instability.

Avascular necrosis of the patella has been reported in TKA when an LRR is associated. It is known that the blood supply to the patella is affected during knee arthroplasty [14]. The medial parapatellar capsular approach combined with a lateral release compromises the geniculate anastomotic ring [27]. However, some authors have stated that the blood supply to the patella can be recovered at 8 weeks [23].

In this study, no cases of subcutaneous or articular hematoma that required further intervention, such as aspiration, surgical revision, or wound-healing problems, were observed. No increase in complications in the LRR group as a result of the release was found. Although our follow-up is limited to 12 months, studies with a longer follow-up like that by Weber et al. also found a minimal rate of complications in relation to LRR, in a retrospective study with 1071 patients and a follow-up of 5–11 years [33].

Retinacular lengthening could have been an option instead of lateral retinacular release, considering that some studies state less medial instability or quadriceps atrophy with this technique [22]. However, retinacular lengthening has been performed more frequently associated to patellar instability management [17], rather than TKA. Moreover, none of the described complications were observed during the follow-up.

Table 2 Differences between postoperative and preoperative scores in the groups with and without LRR

	Improvement		
	Group A (n = 98)	Group B (n = 100)	p value
PPT	290.5 (SD 239.9)	337.1 (SD 372.2)	n.s.
PFS-anterior pain	6.6 (SD 4.7)	5.3 (SD 5.1)	n.s.
PFS-total score	10.6 (SD 6.3)	8.8 (SD 7.2)	n.s.
VAS-rest	3.9 (SD 3.2)	3.5 (SD 2.7)	n.s.
VAS-walking	6.4 (SD 2.2)	6.1 (SD 2.5)	n.s.
VAS-stairs	6.4 (SD 2.6)	6.2 (SD 2.6)	n.s.
KSS-knee	40.6 (SD 13.2)	40.5 (SD 14.0)	n.s.
KSS-function	32.2 (SD 20.9)	33.6 (SD 16.9)	n.s.
Patellar height	0.1 (SD 0.2)	0.1 (SD 0.2)	n.s.
Patellar tilt	–2.3 (SD 5.2)	–1.6 (SD 5.0)	n.s.

PPT Pressure Pain Threshold, *PFS* Patellofemoral Feller Score, *VAS* Visual Analogue Score, *KSS* Knee Society Score, *SD* standard deviation, *n.s.* not significant

One limitation of our study is that the follow-up is restricted to 1 year. However, previous studies state that main changes after TKA are perceived during this period [10]. That being the case, the effect of the LRR and its known complications should occur during this time. On the other hand, patients with intraoperative maltracking were excluded from the final analysis. However, the objective of this study was to analyze the effect of the LRR even in those cases in which it is not necessary to correct patellar tracking. Therefore, their exclusion should not affect the results. In addition, the number of patients excluded for this reason is comparable in both groups. As such, it does not affect the homogeneity of the groups.

Based on the current results, the use of LRR cannot be routinely recommended in primary TKA with patellar resurfacing to decrease AKP. It should only be performed in selected cases where a maltracking is intraoperatively perceived.

Conclusions

LRR in primary TKA with patellar resurfacing does not show an improvement in AKP and functional outcomes over patellar resurfacing without release.

Acknowledgements The authors would like to thank Xavier Duran for his assistance in the statistical analysis. This study was conducted within the framework of a Doctorate in Surgery and Morphological Sciences of the Universitat Autònoma de Barcelona.

Funding The authors have not received financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Data availability Not applicable.

Declarations

Conflict of interest The authors state that they have no conflict of interest.

Ethical approval The study was approved by the Research Ethics Committee of our institution (2019/8993/I).

Informed consent Written informed consent was obtained from all the participants included.

References

1. Ares O, Castellet E, Maculé F, León V, Montañez E, Freire A, Hinarejos P, Montserrat F, Amillo JR (2013) Translation and validation of 'The Knee Society Clinical Rating System' into Spanish. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 21:2618–2624
2. Bindelglass DF, Cohen JL, Dorr LD (1993) Patellar tilt and subluxation in total knee arthroplasty: relationship to pain, fixation, and design. Clin Orthop Relat Res 286:103–109
3. Bindelglass DF, Vince KG (1996) Patellar tilt and subluxation following subvastus and parapatellar approach in total knee arthroplasty. Implication for surgical technique. J Arthroplasty 11:507–511
4. Cho WS, Woo JH, Park HY, Youm YS, Kim BK (2011) Should the 'no thumb technique' be the golden standard for evaluating patellar tracking in total knee arthroplasty? Knee 18:177–179
5. Duan G, Liu C, Lin W, Shao J, Fu K, Niu Y, Wang F (2018) Different factors conduct anterior knee pain following primary total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. J Arthroplasty 33(6):1962–1971
6. Ewald FC (1991) Leg-lift technique for simultaneous femoral, tibial and patellar prosthetic cementing, "rule of no thumb" for patellar tracking, and steel rod rule for ligament tension. Tech Orthop 6:44–46
7. Fan L, Ge Z, Zhang C, Li J, Yu Z, Dang X, Wang K (2015) Circumferential electrocautery of the patella in primary total knee replacement without patellar replacement: a meta-analysis and systematic review. Sci Rep 5:9393
8. Feller JA, Bartlett RJ, Lang DM (1996) Patellar resurfacing versus retention in total knee arthroplasty. J Bone Jt Surg Br 78:226–228
9. Fonseca LP, Kawatake EH, Pochini AC (2017) Lateral patellar retinacular release: changes over the last ten years. Rev Bras Ortop 52(4):442–449
10. Galea VP, Rojanasopondist P, Connelly JW, Bragdon CR, Huddleston JI, Ingelsrud LH, Malchau H, Troelsen A (2020) Changes in patient satisfaction following total joint arthroplasty. J Arthroplasty 35(1):32–38
11. Gomes LS, Bechtold JE, Gustilo RB (1988) Patellar prosthesis positioning in total knee arthroplasty. A roentgenographic study. Clin Orthop Relat Res 236:72–81
12. Hinarejos P, Goicoechea N, Gidi RM, Leal-Blanquet J, Torres-Claramunt R, Sánchez-Soler JF, Monllau JC (2019) Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients. Eur J Orthop Surg Traumatol 29(5):1089–1093
13. Kawano T, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Matsuda S, Mawatari T, Moro-Oka T, Iwamoto Y (2002) Factors affecting patellar tracking after total knee arthroplasty. J Arthroplasty 17(7):942–947
14. Kayler DE, Lyttle D (1988) Surgical interruption of patellar blood supply by total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 229:221–227
15. Lee GW, Lee SM, Jang SJ et al (2013) The efficacy of patellar decompression for improving anterior knee pain following total knee arthroplasty without patellarresurfacing. Arch Orthop Trauma Surg 133:561–567
16. Li T, Zhou L, Zhuang Q, Weng X, Bian Y (2014) Patellar denervation in total knee arthroplasty without patellar resurfacing and postoperative anterior knee pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Arthroplasty 29:2309–2313
17. Liu C, Duan G, Niu Y, Cao P, Fu K, Niu J, Wang F (2018) Lateral retinaculum plasty instead of lateral retinacular release with concomitant medial patellofemoral ligament reconstruction can achieve better results for patellar dislocation. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 26(10):2899–2905
18. Maniar RN, Singhi T, Rathi SS, Baviskar JV, Nayak RM (2012) Surgical technique: lateral retinaculum release in knee arthroplasty using a stepwise, outside-in technique. Clin Orthop Relat Res 470(10):2854–2863
19. Merican AM, Ghosh KM, Baena FR, Deehan DJ, Amis AA (2014) Patellar thickness and lateral retinacular release affects patellofemoral kinematics in total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 22(3):526–533
20. Metsna V, Vorobjov S, Lepik K, Märtson A (2014) Anterior knee pain following total knee replacement correlates with the OARSI score of the cartilage of the patella. Acta Orthop 85(4):427–432

21. Mori Y, Fujimoto A, Okumo H, Kuroki Y (1991) Lateral retinaculum release in adolescent patellofemoral disorders: its relationship to peripheral nerve injury in the lateral retinaculum. Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst 51(2):218–229
22. Pagenstert G, Wolf N, Bachmann M, Gravius S, Barg A, Hintermann B, Wirtz DC, Valderrabano V, Leumann AG (2012) Open lateral patellar retinacular lengthening versus open retinacular release in lateral patellar hypercompression syndrome: a prospective double-blinded comparative study on complications and outcome. Arthroscopy 28(6):788–797
23. Pawar U, Rao KN, Sundaram PS, Thilak J, Varghese J (2009) Scintigraphic assessment of patellar viability in total knee arthroplasty after lateral release. J Arthroplasty 24:636–640
24. Pelfort X, Torres-Claramunt R, Sánchez-Soler JF, Hinarejos P, Leal-Blanquet J, Valverde D, Monllau JC (2015) Pressure algometry is a useful tool to quantify pain in the medial part of the knee: an intra- and inter-reliability study in healthy subjects. Orthop Traumatol Surg Res 101:559–563
25. Peretz JI, Driftmier KR, Cerynik DL, Kumar NS, Johanson NA (2012) Does lateral release change patellofemoral forces and pressures? A pilot study. Clin Orthop Relat Res 470:903–909
26. Petersen W, Rembitzki IV, Brüggemann GP, Ellermann A, Best R, Koppenburg AG, Liebau C (2014) Anterior knee pain after total knee arthroplasty: a narrative review. Int Orthop 38(2):319–328
27. Scuderi G, Scharf SC, Meltzer LP, Scott WN (1987) The relationship of lateral releases to patella viability in total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2:209–214
28. Shervin D, Pratt K, Healey T, Nguyen S, Mihalko WM, El-Othmani MM, Saleh KJ (2015) Anterior knee pain following primary total knee arthroplasty. World J Orthop 6(10):795–803
29. Siljander B, Tompkins M, Martinez-Cano JP (2022) A review of the lateral patellofemoral joint: anatomy, biomechanics, and surgical procedures. JAAOS Glob Res Rev 6(e21):00255
30. Song GY, Hong L, Zhang H, Zhang J, Li Y, Feng H (2016) Iatrogenic medial patellar instability following lateral retinacular release of the knee joint. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 24(9):2825–2830
31. Strachan RK, Merican AM, Devadasan B, Maheshwari R, Amis AA (2009) A technique of staged lateral release to correct patellar tracking in total knee arthroplasty. J Arthroplasty 24(5):735–742
32. Torres-Claramunt R, Pelfort X, Hinarejos P, Gil-González S, Leal J, Sánchez-Soler JF, Monllau JC (2018) Pressure algometry is an excellent tool to measure knee pain relief after a closing-wedge high tibial osteotomy. Orthop Traumatol Surg Res 104:193–196
33. Weber AB, Worland RL, Jessup DE, Van Bowen J, Keenan J (2003) The consequences of lateral release in total knee replacement: a review of over 1000 knees with follow up between 5 and 11 years. Knee 10:187–191
34. Wylde V, Palmer S, Learmonth ID, Dieppe P (2011) Test-retest reliability of quantitative sensory testing in knee osteoarthritis and healthy participants. Osteoarthr Cartil 19:655–658
35. Xu B, Xu WX, Lu D, Sheng HF, Xu XW, Ding WG (2017) Application of different patella height indices in patients undergoing total knee arthroplasty. J Orthop Surg Res 12(1):191
36. Yang CC, McFadden LA, Dennis DA, Kim RH, Sharma A (2008) Lateral retinacular release rates in mobile-versus fixed-bearing TKA. Clin Orthop Relat Res 446:2656–2661
37. Zha GC, Sun JY, Dong SJ (2014) Less anterior knee pain with a routine lateral release in total knee arthroplasty without patellar resurfacing: a prospective, randomized study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 22:517–525

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Springer Nature or its licensor (e.g. a society or other partner) holds exclusive rights to this article under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s); author self-archiving of the accepted manuscript version of this article is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law.

4.2.1. ANEXO A LA METODOLOGÍA

Se adjunta un ejemplo del protocolo radiológico solicitado a los pacientes en el preoperatorio **(Figura 8)**.

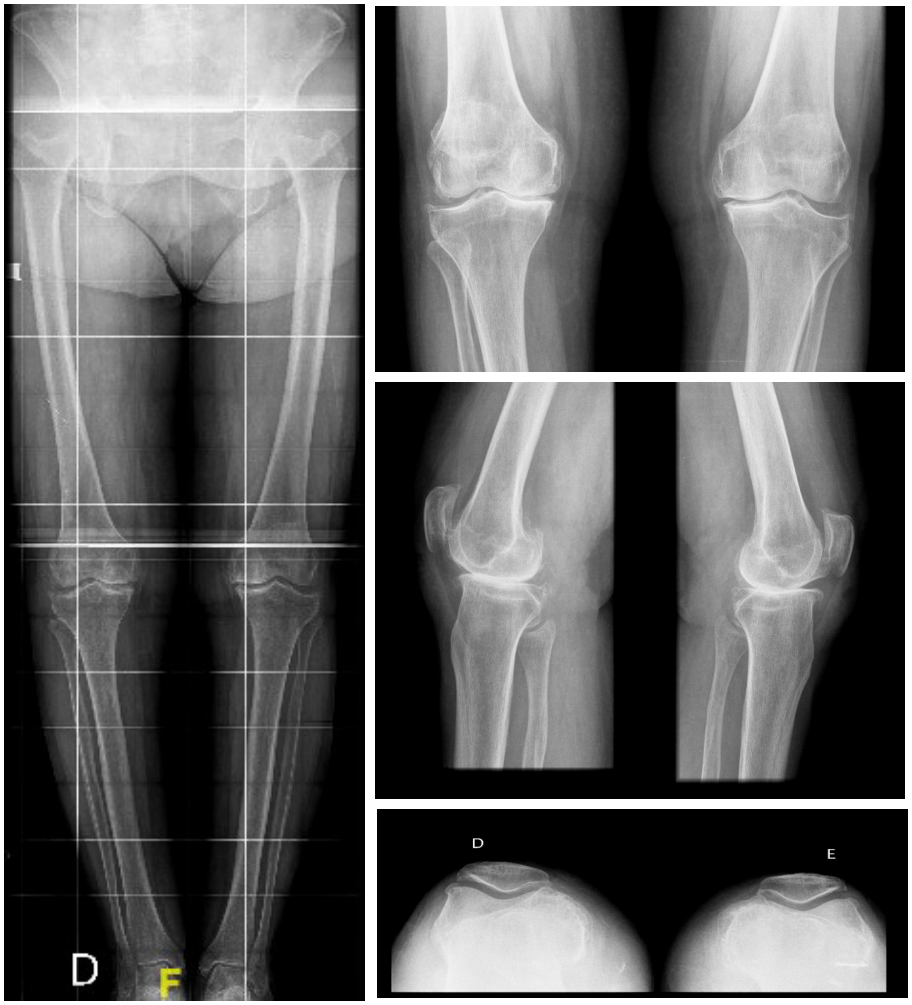


Figura 8. Protocolo radiológico completo de rodilla: proyección telemétrica de extremidades inferiores (izquierda), AP (derecha superior), lateral (derecha medio) y axial de rótula (derecha inferior).

5. RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS

5. RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS

No se hallaron diferencias entre el grupo al que se le practicó la denervación rotuliana y el grupo sin denervación en las variables recogidas preoperatoriamente **(Tabla 1)**.

Al comparar ambos grupos tras un año de seguimiento, no se encontraron diferencias significativas en la escala femoropatelar de Feller ni en el KSS. Sin embargo, se encontraron ligeras diferencias en el valor de UDP (p = 0,047) y en el valor de EVA en escaleras (p = 0,003) a favor del grupo control **(Tabla 1)**.

Tabla 1. Valores preoperatorios y postoperatorios en el grupo de estudio (denervación) y grupo control (no denervación).

	Preoperatorio			1 año postoperatorio		
	Denervación (n = 88)	No denervación (n = 81)	*p* valor	Denervación (n = 88)	No denervación (n = 81)	*p* valor
UDP	393,5 (DE 171,8)	382,5 (DE 153,9)	n.s.	494,4 (DE 169,3)	552,3 (DE 179,1)	0,047
FP-dolor anterior	6,5 (DE 4,5)	7,1 (DE 4,8)	n.s.	12,6 (DE 3,5)	13,6 (DE 2,7)	n.s.
FP-total	14,9 (DE 5,9)	15,8 (DE 6,3)	n.s.	24,3 (DE 5,2)	25,9 (DE 4,5)	n.s.
EVA-reposo	3,9 (DE 3,1)	3,8 (DE 2,9)	n.s.	0,7 (DE 1,9)	0,4 (DE 1,1)	n.s.
EVA-caminando	6,9 (DE 2,2)	7,1 (DE 2,1)	n.s.	1,5 (DE 2,4)	0,8 (DE 1,6)	n.s.
EVA-escaleras	7,4 (DE 2,2)	7,5 (DE 2,3)	n.s.	2,9 (DE 2,8)	1,5 (DE 2,1)	0,003
KSS-rodilla	52,7 (DE 13,2)	51,6 (DE 10,7)	n.s.	91,5 (DE 8,6)	92,9 (DE 7,14)	n.s.
KSS-función	52,2 (DE 11,3)	48,36 (DE 15,2)	n.s.	80,9 (DE 14,6)	84,4 (DE 13,1)	n.s.

UDP umbral doloroso a la presión. *FP* escala femoropatelar. *EVA* escala visual analógica. *KSS* Knee Society Score. *DE* desviación estándar. *n.s.* no significativo.

Ambos grupos mejoraron en la evaluación al año postoperatorio en todas las variables analizadas. No se encontraron diferencias significativas en la mejoría de la escala femoropatelar y el KSS-rodilla entre el grupo denervación y el grupo control. No obstante, se observó una ligera mayor mejoría en el grupo control en las variables UDP (p = 0,047), EVA caminando (p = 0,041), EVA en escaleras (p = 0,022) y KSS-función (p = 0,036) **(Tabla 2)**.

Tabla 2. Diferencias entre valores postoperatorios al año y preoperatorios en los grupos con y sin denervación.

	Mejora		
	Denervación (n = 88)	**No denervación (n = 81)**	***p* valor**
UDP	94,1 (DE 202,5)	160 (DE 176)	0,047
FP-dolor anterior	6,1 (DE 5,1)	6,3 (DE 5,2)	n.s.
FP-total	9,2 (DE 6,6)	9,7 (DE 6,9)	n.s.
EVA-reposo	2,9 (DE 3,3)	3,2 (DE 3,3)	n.s.
EVA-caminando	5,3 (DE 2,6)	6,2 (DE 2,6)	0,041
EVA-escaleras	4,6 (DE 3,0)	5,7 (DE 3,0)	0,022
KSS-rodilla	38,8 (DE 16,4)	41,8 (DE 12,2)	n.s.
KSS-función	28,9 (DE 16,1)	34,5 (DE 18,7)	0,036

UDP umbral doloroso a la presión. *FP* escala femoropatelar. *EVA* escala visual analógica. *KSS* Knee Society Score. *DE* desviación estándar. *n.s.* no significativo.

No se observaron diferencias entre el grupo con liberación del retináculo lateral y el grupo sin sección retinacular en las variables preoperatorias **(Tabla 3)**.

Al comparar ambos grupos tras un año de seguimiento se observaron valores más altos de inclinación rotuliana en el grupo sin sección de retináculo lateral (p = 0,44). No se encontraron diferencias en el resto de variables estudiadas **(Tabla 3)**.

Tabla 3. Valores preoperatorios y postoperatorios en el grupo de estudio (sección retináculo lateral) y grupo control (no sección retináculo).

	Preoperatorio			1 año postoperatorio		
	Sección retináculo (n = 98)	**No sección (n = 100)**	***p* valor**	**Sección retináculo (n = 98)**	**No sección (n = 100)**	***p* valor**
UDP	473,6 (DE 178,4)	478,8 (DE 218,3)	n.s.	769,3 (DE 245,5)	816,3 (DE 371,4)	n.s.
FP-dolor anterior	6,8 (DE 4,6)	7,5 (DE 4,7)	n.s.	13,5 (DE 2,4)	13,3 (DE 2,6)	n.s.
FP-total	15,7 (DE 5,4)	16,4 (DE 6,5)	n.s.	26,4 (DE 4,1)	25,4 (DE 4,3)	n.s.
EVA-reposo	4,6 (DE 2,9)	4,0 (DE 3,0)	n.s.	0,4 (DE 1,2)	0,3 (DE 0,8)	n.s.
EVA-caminando	7,2 (DE 1,9)	6,9 (DE 2,2)	n.s.	0,9 (DE 1,6)	0,8 (DE 1,3)	n.s.
EVA-escaleras	7,9 (DE 1,9)	7,8 (DE 2,0)	n.s.	1,6 (DE 2,0)	1,6 (DE 2,0)	n.s.
KSS-rodilla	51,6 (DE 12,4)	51,6 (DE 11,3)	n.s.	92,9 (DE 6,8)	91,5 (DE 8,9)	n.s.
KSS-función	49,5 (DE 16,6)	47,6 (DE 15,7)	n.s.	83,1 (DE 16,9)	80,8 (DE 16,6)	n.s.
Altura rotuliana	0,9 (DE 0,2)	0,9 (DE 0,1)	n.s.	0,8 (DE 0,2)	0,8 (DE 0,2)	n.s.
Inclinación rotuliana	2,6 (DE 3,5)	3,2 (DE 3,4)	n.s.	0,1 (DE 4,4)	1,4 (DE 4,0)	0,044

UDP umbral doloroso a la presión. *FP* escala femoropatelar. *EVA* escala visual analógica. *KSS* Knee Society Score. *DE* desviación estándar. *n.s.* no significativo

Al analizar las variables radiológicas fuera del rango de normalidad, no se observó ningún paciente con altura rotuliana menor que 0,6 preoperatoriamente o al año de seguimiento. En cuanto a la inclinación rotuliana, se observaron 44 pacientes (22,2%) con valores superiores a 5º preoperatoriamente, 21 en el grupo sección del retináculo lateral y 23 en el grupo sin sección retinacular. Entre los pacientes con inclinación aumentada, no se encontraron diferencias en los valores medios entre grupos (7,6º, DE 2,0º vs. 7,8º, DE 2,3º; *p* = n.s.). Al año de seguimiento, se observaron 19 pacientes (9,6%) con valores de inclinación superiores a 5º, 7 en el grupo de sección retinacular y 12 en el grupo sin sección. No se encontraron diferencias en los valores medios entre grupos (7,5º, DE 1,7º vs. 8,0º, DE 2,2º; *p* = n.s.).

Ambos grupos obtuvieron una mejora en todas las variables estudiadas al año de seguimiento respecto a los valores preoperatorios. No se encontraron diferencias entre grupos en la mejora observada **(Tabla 4)**.

Tabla 4. Diferencias entre valores postoperatorios al año y preoperatorios en los grupos con y sin sección de retináculo lateral.

	Mejora		
	Sección retináculo (n = 98)	**No sección (n = 100)**	***p* valor**
UDP	290,5 (DE 239,9)	337,1 (DE 372,2)	n.s.
FP-dolor anterior	6,6 (DE 4,7)	5,3 (DE 5,1)	n.s.
FP-total	10,6 (DE 6,3)	8,8 (DE 7,2)	n.s.
EVA-reposo	3,9 (DE 3,2)	3,5 (DE 2,7)	n.s.
EVA-caminando	6,4 (DE 2,2)	6,1 (DE 2,5)	n.s.
EVA-escaleras	6,4 (DE 2,6)	6,2 (DE 2,6)	n.s.
KSS-rodilla	40,6 (DE 13,2)	40,5 (DE 14,0)	n.s.
KSS-función	32,2 (DE 20,9)	33,6 (DE 16,9)	n.s.
Altura rotuliana	0,1 (DE 0,2)	0,1 (DE 0,2)	n.s.
Inclinación rotuliana	-2,3 (DE 5,2)	-1,6 (DE 5,0)	n.s.

UDP umbral doloroso a la presión. *FP* escala femoropatelar. *EVA* escala visual analógica. *KSS* Knee Society Score. *DE* desviación estándar. *n.s.* no significativo.

6. RESUMEN GLOBAL DE LA DISCUSIÓN

6. RESUMEN GLOBAL DE LA DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este trabajo es que la denervación rotuliana no reduce la incidencia de dolor anterior de rodilla tras una PTR, medido por algometría de presión o por EVA, ni mejora los resultados (escala rotuliana de Feller y KSS) al año de seguimiento comparado con la sustitución del componente rotuliano sin denervación.

Diversos estudios aleatorizados han mostrado que la denervación rotuliana disminuye la incidencia de dolor anterior tras una PTR sin sustitución del componente rotuliano[60,96]. Altay et al. observaron que la denervación rotuliana disminuía el dolor anterior y mejoraba los resultados clínicos valorados mediante KSS, escala de Feller y EVA[60]. De manera similar, Van Jonbergen et al. reportaron una incidencia más baja de dolor anterior y mejores resultados en el WOMAC, en PTR sin sustitución rotuliana cuando se llevaba a cabo la denervación[96]. Sin embargo, otros estudios no observan un claro beneficio en el uso de la denervación rotuliana en PTR[94,97]. Baliga et al. llevaron a cabo un estudio donde no se encontró beneficio del efecto de la denervación en la incidencia de dolor anterior ni en los resultados del OKS[94]. La controversia en torno al efecto de la denervación rotuliana continúa presente, incluso en PTR sin reemplazo del componente rotuliano.

Debido a esta controversia, Fan et al. desarrollaron un metaanálisis incluyendo seis estudios prospectivos aleatorizados, concluyendo que la denervación rotuliana aporta un beneficio en el resultado de la PTR primaria sin protetización rotuliana, ya que mejora significativamente la funcionalidad incluso sin afectar la incidencia de dolor anterior. Sin embargo, no se observan diferencias en las escalas estudiadas (escala rotuliana de Feller y KSS) entre grupos[57].

De manera similar, otro metaanálisis de Arirachakaran et al. comparó los resultados clínicos entre denervación rotuliana, reemplazo rotuliano o no-reemplazo rotuliano, encontrando que la denervación rotuliana mejoraba la funcionalidad postoperatoria pero sin observar diferencias respecto al dolor anterior entre estos tratamientos[119]. Ningún estudio del metaanálisis incluía casos donde la denervación rotuliana se llevase a cabo en PTR con sustitución del componente rotuliano.

Otro metaanálisis llevado a cabo por Xie et al. encontró que la denervación rotuliana mejoraba significativamente la incidencia de dolor anterior, el EVA, la escala rotuliana, el KSS y el rango de movimiento durante los primeros 12 meses tras una PTR. Sin embargo, ninguno de estos

parámetros presentó diferencias más allá de los 12 meses de seguimiento, evidenciando que la denervación sí presenta unas ventajas iniciales pero que esta superioridad no se mantiene en el tiempo[63]. Uno de los trabajos incluidos en este metaanálisis realizó evaluaciones a los 3, 12 y 24 meses tras la intervención quirúrgica, y encontró una incidencia de dolor anterior significativamente menor tras la denervación a los 3 meses, pero que se igualaba al grupo sin denervación a los 12 y 24 meses[93]. En el presente estudio, la evaluación clínica y funcional se llevó a cabo al año tras la cirugía, por tanto, no es posible valorar el efecto de la denervación tras PTR con sustitución de componente rotuliano a más corto plazo.

Una explicación posible a los resultados de la investigación presentada podría ser el hecho de haber sustituido el componente rotuliano en todos los pacientes. Además, el corte rotuliano implica cierta sinovectomía para permitir una resección correcta, lo que podría generar al menos, una denervación parcial.

La primera publicación presentada tiene algunas limitaciones. En primer lugar, el seguimiento se limitó a un año. Algunos estudios encuentran mejores resultados con la denervación durante los primeros meses tras la cirugía[63,93], lo que podría traducirse en menor dolor y una recuperación más rápida en estos pacientes. No se incluyó un seguimiento a más largo plazo ya que trabajos previos afirman que la tasa de dolor anterior no cambia significativamente más adelante[120,121]. Por otra parte, no se incluyó una evaluación de satisfacción o calidad de vida, por lo que no se puede establecer si las ligeras diferencias a favor de la no-denervación tienen influencia en la percepción de satisfacción del paciente. Otra limitación sería el empleo de diferentes implantes, sin embargo, el diseño del implante no tuvo un efecto en el dolor anterior. Adicionalmente, la inclusión de diversos modelos protésicos proporciona una conclusión que puede ser aplicable a diferentes sistemas de PTR. Por último, el alineamiento de la extremidad o la posición de los componentes protésicos no se estudiaron de manera separada y podrían actuar como factores de confusión. No obstante, estas variables se distribuyen de manera homogénea entre los grupos gracias a la aleatorización.

El segundo hallazgo destacable de este proyecto, que responde a la hipótesis inicial, es que la liberación del retináculo rotuliano lateral no disminuye la incidencia de dolor anterior de rodilla tras una PTR con sustitución rotuliana comparado con no realizar dicha liberación. Tampoco se observaron diferencias a nivel funcional en la escala rotuliana de Feller o en el KSS.

En la literatura actual la controversia continúa presente en torno al tratamiento del dolor anterior de rodilla tras una PTR. Se han propuesto diferentes métodos para abordar este problema, siendo la sustitución del componente rotuliano el más empleado[85].

Hasta la fecha, solo encontramos un estudio aleatorizado prospectivo en lengua inglesa que analice la influencia sobre el dolor anterior de rodilla de la sección sistemática del retináculo

lateral tras una PTR. Este trabajo, publicado por Zha et al. observó que la liberación sistemática del retináculo lateral reduce el dolor anterior tras PTR sin sustitución del componente rotuliano[113]. Sin embargo, todos los pacientes incluidos en ese estudio fueron sometidos a una denervación mediante electrocauterización y a una pateloplastia, técnicas que podrían influir igualmente en el dolor anterior postoperatorio.

Numerosos estudios defienden el uso de la sección retinacular solo en casos de alteración del recorrido rotuliano[122,123], mientras que otros proponen emplearlo sistemáticamente durante una PTR[113].

El estudio llevado a cabo es el primero que evalúa el efecto de la liberación sistemática del retináculo lateral en PTR con reemplazo de componente rotuliano.

Otro hallazgo de este trabajo es la ligera diferencia en la inclinación rotuliana entre ambos grupos al año de seguimiento. La liberación retinacular podría tener un efecto positivo en la corrección de la inclinación rotuliana. Aunque los valores de las medidas entre ambos grupos estaban dentro del rango de la normalidad, el grupo con sección retinacular presentó valores más neutrales postoperatoriamente. A pesar de que se encontraron diferencias estadísticamente significativas, 1,3º de diferencia en la inclinación podría no ser clínicamente relevante, especialmente cuando el porcentaje de pacientes con una inclinación aumentada (mayor a 5º) fue similar entre ambos grupos. Yang el al. reportaron valores superiores de inclinación rotuliana en pacientes en los que no se practicó la liberación del retináculo tras una PTR[124]. Un estudio cadavérico mostró la progresiva reducción de la inclinación lateral con una liberación retinacular de forma progresiva, estadiada[125]. Contrariamente, otros autores no observaron una mejoría en la inclinación rotuliana tras una PTR al liberar el retináculo lateral[126,127]. Sin embargo, en los trabajos referidos, la liberación retinacular se llevó a cabo selectivamente en aquellos casos en los que se evidenciaba una luxación lateral de la rótula empleando la técnica “sin pulgares”, que consiste en comprobar el recorrido rotuliano con la flexo-extensión de rodilla sin ayuda del pulgar del cirujano para prevenir su luxación lateral[116].

Se han descrito complicaciones asociadas a la técnica de la liberación del retináculo lateral. El hemartros y la subluxación medial de la rótula son las principales, aunque su incidencia varía enormemente entre diferentes estudios y depende de la técnica quirúrgica empleada[101]. La inestabilidad medial iatrogénica suele asociarse a una liberación agresiva del tendón del vasto lateral[128]. En el presente estudio, no se observó ningún caso de inestabilidad medial. Probablemente, realizar la liberación del retináculo rotuliano mediante un procedimiento abierto (no-artroscópico), donde puede visualizarse de manera directa la capa retinacular y el tendón del vasto lateral, evita el riesgo de provocar una inestabilidad medial.

La necrosis avascular de la rótula es otra de las complicaciones reportadas tras PTR con liberación de retináculo lateral. El aporte sanguíneo de la rótula se ve afectado durante la artroplastia de rodilla[129]. El abordaje parapatelar medial combinado con la liberación del retináculo lateral puede comprometer el anillo anastomótico genicular[130]. Sin embargo, algunos autores sostienen que el aporte sanguíneo de la rótula se recupera a las 8 semanas de la intervención quirúrgica[131]. Ritter et al. observaron que la preservación de la arteria genicular superolateral no tenía un efecto significativo en la prevención de esta complicación[132].

En este trabajo, no se observó ningún caso de hematoma articular o subcutáneo que requiriese intervenciones adicionales, como aspiración o revisión quirúrgica. Tampoco se encontró un aumento de complicaciones en el grupo de liberación del retináculo lateral que fuesen consecuencia directa de este gesto. Aunque el seguimiento está limitado a 12 meses, estudios con seguimientos más prolongados, como el llevado a cabo por Weber et al., que incluye 1071 pacientes y un seguimiento de 5-11 años, encuentra una tasa de complicaciones mínima en relación a la liberación retinacular[133].

Una de las limitaciones del presente estudio es que el seguimiento se limita a un año. Sin embargo, estudios previos defienden que los principales cambios tras una PTR se perciben durante este periodo[134]. Siendo así, el efecto de la liberación del retináculo lateral y sus complicaciones deberían ocurrir en este plazo. Otra posible limitación sería la exclusión del análisis final de los pacientes que presentaban una alteración del recorrido rotuliano intraoperatorio. Sin embargo, el objetivo del trabajo era analizar el efecto de la liberación del retináculo lateral en casos en los que no es necesario para corregir el recorrido rotuliano. Por tanto, su exclusión no debería afectar a los resultados. Además, el número de pacientes excluidos por este motivo fue comparable entre ambos grupos, por lo que no afecta a la homogeneidad entre grupos.

7. CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

La denervación rotuliana no mejora el dolor anterior de rodilla (evaluado mediante algometría de presión y EVA) ni los resultados clínicos (KSS y escala femoropatelar de Feller) tras una PTR primaria con sustitución rotuliana comparado con la sustitución del componente rotuliano sin denervación.

La liberación del retináculo rotuliano lateral tras una PTR primaria con sustitución rotuliana no ofrece una mejora en el dolor anterior de rodilla o en los resultados funcionales comparado con la sustitución del componente rotuliano sin sección del retináculo lateral.

8. LÍNEAS DE FUTURO

8. LÍNEAS DE FUTURO

La elaboración de trabajos prospectivos aleatorizados da la oportunidad de justificar con un nivel de evidencia científica elevado diferentes prácticas clínicas o gestos quirúrgicos habituales en la actividad diaria.

Dada la controversia encontrada en trabajos que tratan de un mismo tema, como en este caso compete, sobre el dolor anterior tras la artroplastia total de rodilla, deberían elaborarse revisiones sistemáticas y metaanálisis de calidad para poder englobar todos estos resultados y extraer conclusiones más globales.

Por otra parte, la falta de evidencia consistente entorno a técnicas que mejoren el dolor anterior de rodilla de forma aislada, da pie a un amplio campo de investigación, encaminado tanto al entendimiento de la etiología de este síntomas, como al hallazgo de una mejor correlación entre factores predisponentes y desarrollo de dolor anterior, y por tanto, al desarrollo de técnicas que controlen dichos factores, bien sea técnicas ya existentes de las cuales no está claro su beneficio, como otras más novedosas, como podría ser una denervación más selectiva mediante identificación de los nervios peripatelares, o gestos quirúrgicos como el alargamiento del retináculo lateral en lugar de su sección.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hunter DJ, Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis. Lancet. 2019 Apr 27;393(10182):1745-59
2. Hawker G, Wright J, Coyte P, et al. Health-related quality of life after knee replacement. J Bone Joint Surg Am. 1998 Feb;80(2):163-73
3. Wallace IJ, Worthington S, Felson DT, et al. Knee osteoarthritis has doubled in prevalence since the mid-20th century. Proc Natl Acad Sci U S A. 2017 Aug 29;114(35):9332-36
4. Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, et al. The incidence and natural history of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. Arthritis Rheum. 1995 Oct;38(10):1500-5
5. Srikanth VK, Fryer JL, Zhai G, et al. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage. 2005 Nov;13(11):958-63
6. Nelson AE, Allen KD, Golightly YM, et al. A systematic review of recommendations and guidelines for the management of osteoarthritis: The chronic osteoarthritis management initiative of the U.S. bone and joint initiative. Semin Arthritis Rheum. 2014 Jun;43(6):701-12
7. Smith JO, Wilson AJ, Thomas NP. Osteotomy around the knee: evolution, principles and results. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013 Jan;21(1):3-22
8. Santoso MB, Wu L. Unicompartmental knee arthroplasty, is it superior to high tibial osteotomy in treating unicompartmental osteoarthritis? A meta-analysis and systemic review. J Orthop Surg Res. 2017 Mar 28;12(1):50
9. Kiel J, Kaiser K. Patellofemoral Arthritis. 2023 Jun 12. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan
10. Curl WW, Krome J, Gordon ES, et al. Cartilage injuries: a review of 31,516 knee arthroscopies. Arthroscopy. 1997 Aug;13(4):456-60
11. Hinman RS, Lentzos J, Vicenzino B, Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis common in middle-aged people with chronic patellofemoral pain? Arthritis Care Res (Hoboken). 2014 Aug;66(8):1252-7
12. Petersen W, Rembitzki IV, Brüggemann GP, et al. Anterior knee pain after total knee arthroplasty: a narrative review. Int Orthop 2014; 38: 319-28
13. Kamat Y, Prabhakar A, Shetty V, Naik A. Patellofemoral joint degeneration: A review of current management. J Clin Orthop Trauma. 2021 Nov 13;24:101690
14. Gaitonde DY, Ericksen A, Robbins RC. Patellofemoral Pain Syndrome. Am Fam Physician. 2019 Jan 15;99(2):88-94

15. Qiu Y, Lin C, Liu Q, et al. Imaging features in incident radiographic patellofemoral osteoarthritis: the Beijing Shunyi osteoarthritis (BJS) study. BMC Musculoskelet Disord. 2019 Aug 7;20(1):359

16. Caton J, Deschamps G, Chambat P, et al. Patella Infera. Apropos of 128 cases. Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur. 1982; 68:317-25

17. Gomes LS, Bechtold JE, Gustilo RB. Patellar prosthesis positioning in total knee arthroplasty. A roentgenographic study. Clin Orthop Relat Res 1988; 236:72-81

18. Yercan HS, Ait Si Selmi T, Neyret P. The treatment of patellofemoral osteoarthritis with partial lateral facetectomy. Clin Orthop Relat Res. 2005 Jul;(436):14-9

19. Van Jonbergen HP, Poolman RW, van Kampen A. Isolated patellofemoral osteoarthritis. Acta Orthop. 2010 Apr;81(2):199-20

20. Harris WH, Sledge CB. Total hip and total knee replacement (2). N Engl J Med. 1990 Sep 20;323(12):801-7

21. Chen K, Dai X, Li L, et al. Patellar resurfacing versus nonresurfacing in total knee arthroplasty: an updated meta-analysis of randomized controlled trials. J Orthop Surg Res. 2021 Jan 25;16(1):83

22. Parvizi J, Rapuri VR, Saleh KJ, et al. Failure to resurface the patella during total knee arthroplasty may result in more knee pain and secondary surgery. Clin Orthop Relat Res. 2005 Sep;438:191-6

23. Barrack RL, Bertot AJ, Wolfe MW, et al. Patellar resurfacing in total knee arthroplasty. A prospective, randomized, double-blind study with five to seven years of follow-up. J Bone Joint Surg Am. 2001 Sep;83(9):1376-81

24. Sheth NP, Pedowitz DI, Lonner JH. Periprosthetic patellar fractures. J Bone Joint Surg Am. 2007 Oct;89(10):2285-96

25. Tang X, He Y, Pu S, et al. Patellar Resurfacing in Primary Total Knee Arthroplasty: A Meta-analysis and Trial Sequential Analysis of 50 Randomized Controlled Trials. Orthop Surg. 2023 Feb;15(2):379-99

26. He JY, Jiang LS, Dai LY. Is patellar resurfacing superior than nonresurfacing in total knee arthroplasty? A meta-analysis of randomized trials. Knee. 2011 Jun;18(3):137-44

27. Fu Y, Wang G, Fu Q. Patellar resurfacing in total knee arthroplasty for osteoarthritis: a meta-analysis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2011 Sep;19(9):1460-6

28. Aunan E, Næss G, Clarke-Jenssen J, et al. Patellar resurfacing in total knee arthroplasty: functional outcome differs with different outcome scores: A randomized, double-blind study of 129 knees with 3 years of follow-up. Acta Orthop. 2016;87(2):158-64

29. Burnett RS, Boone JL, Rosenzweig SD, et al. Patellar resurfacing compared with nonresurfacing in total knee arthroplasty. A concise follow-up of a randomized trial. J Bone Joint Surg Am. 2009 Nov;91(11):2562-7

30. Parsons T, Al-Jabri T, Clement ND, et al. Patella resurfacing during total knee arthroplasty is cost-effective and has lower re-operation rates compared to non-resurfacing. J Orthop Surg Res. 2021 Mar 11;16(1):185

31. Weeks CA, Marsh JD, MacDonald SJ, et al. Patellar Resurfacing in Total Knee Arthroplasty: A Cost-Effectiveness Analysis. J Arthroplasty. 2018 Nov;33(11):3412-5

32. Zmistowski BM, Fillingham YA, Salmons HI, et al. Routine Patellar Resurfacing During Total Knee Arthroplasty Is Not Cost-Effective in Patients Without Patellar Arthritis. J Arthroplasty. 2019 Sep;34(9):1963-8

33. Murray DW, MacLennan GS, Breeman S, et al.; KAT group. A randomised controlled trial of the clinical effectiveness and cost-effectiveness of different knee prostheses: the Knee Arthroplasty Trial (KAT). Health Technol Assess. 2014 Mar;18(19):1-235

34. Skou ST, Roos EM, Laursen MB, et al. A Randomized, Controlled Trial of Total Knee Replacement. N Engl J Med. 2015 Oct 22;373(17):1597-606

35. Maratt JD, Lee YY, Lyman S, Westrich GH. Predictors of Satisfaction Following Total Knee Arthroplasty.J Arthroplasty. 2015 Jul;30(7):1142-5

36. Laubach M, Hellmann JT, Dirrichs T, et al. Anterior knee pain after total knee arthroplasty: A multifactorial analysis. Journal of Orthopaedic Surgery. 2020;28(2)

37. Price AJ, Alvand A, Troelsen A, et al. Knee replacement. Lancet. 2018 Nov 3;392(10158):1672-82

38. Noble PC, Scuderi GR, Brekke AC, et al. Development of a new Knee Society scoring system. Clin Orthop Relat Res. 2012 Jan;470(1):20-32

39. Ares O, Castellet E, Maculé F, et al. Translation and validation of 'The Knee Society Clinical Rating System' into Spanish. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013;21:2618-24

40. Murray DW, Fitzpatrick R, Rogers K, et al. The use of the Oxford hip and knee scores. J Bone Joint Surg Br. 2007 Aug;89(8):1010-4

41. Escobar A, Quintana JM, Bilbao A, et al. Validation of the Spanish version of the WOMAC questionnaire for patients with hip or knee osteoarthritis. Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index. Clin Rheumatol. 2002 Nov;21(6):466-71

42. Hinarejos P, Goicoechea N, Gidi M, et al. Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2019 Jul;29(5):1089-1093

43. Wylde V, Palmer S, Learmonth ID, Dieppe P. Test-retest reliability of quantitative sensory testing in knee osteoarthritis and healthy participants. Osteoarthr Cartil. 2011;19:655–658

44. Feller JA, Bartlett RJ, Lang DM. Patellar resurfacing versus retention in total knee arthroplasty. J Bone Jt Surg Br. 1996;78:226-8

45. Scott WN. Surgery of the knee. 4th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier; 2006

46. Galat DD, McGovern SC, Hanssen AD, et al. Early return to surgery for evacuation of a postoperative hematoma after primary total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2008 Nov;90(11):2331-6

47. Peersman G, Laskin R, Davis J, Peterson M. Infection in total knee replacement: a retrospective review of 6489 total knee replacements. Clin Orthop. 2001 Nov;(392):15-23

48. Argenson JN, Boisgard S, Parratte S, et al; French Society of Orthopedic and Traumatologic Surgery (SOFCOT). Survival analysis of total knee arthroplasty at a minimum 10 years' follow-up: a multicenter French nationwide study including 846 cases. Orthop Traumatol Surg Res. 2013 Jun;99(4):385-90

49. Carroll K, Dowsey M, Choong P, Peel T. Risk factors for superficial wound complications in hip and knee arthroplasty. Clin Microbiol Infect. 2014 Feb;20(2):130-5

50. Rand JA. Extensor mechanism complications after total knee arthroplasty. Instr Course Lect. 2005;54:241-50

51. Kurtz SM, Ong KL, Lau E, Bozic KJ, Berry D, Parvizi J. Prosthetic joint infection risk after TKA in the Medicare population. Clin Orthop. 2010 Jan;468(1):52-6

52. Garvin KL, Konigsberg BS. Infection following total knee arthroplasty: prevention and management. J Bone Joint Surg Am. 2011 Jun 15;93(12):1167-75

53. McDowell M, Park A, Gerlinger TL. The Painful Total Knee Arthroplasty. Orthop Clin North Am. 2016 Apr;47(2):317-26

54. Flierl MA, Sobh AH, Culp BM, et al. Evaluation of the Painful Total Knee Arthroplasty. J Am Acad Orthop Surg. 2019 Oct 15;27(20):743-51

55. Duan G, Liu C, Lin W, et al. Different factors conduct anterior knee pain following primary total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. J Arthroplasty 2018;33(6):1962-71

56. Metsna V, Vorobjov S, Lepik K, Märtson A. Anterior knee pain following total knee replacement correlates with the OARSI score of the cartilage of the patella. Acta Orthop. 2014;85(4):427-32

57. Fan L, Ge Z, Zhang C, et al. Circumferential electrocautery of the patella in primary total knee replacement without patellar replacement: a meta-analysis and systematic review. Sci Rep. 2015;5:9393

58. Li T, Zhou L, Zhuang Q, et al. Patellar denervation in total knee arthroplasty without patellar resurfacing and postoperative anterior knee pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Arthroplasty. 2014;29:2309-13

59. Shervin D, Pratt K, Healey T, et al. Anterior knee pain following primary total knee arthroplasty. World J Orthop. 2015;6(10):795-803

60. Altay MA, Ertürk C, Altay N, et al. Patellar denervation in total knee arthroplasty without patellar resurfacing: a prospective, randomized controlled study. Orthop Traumatol. Surg Res. 2012;98:421-5

61. Breugem SJM, Haverkamp D. Anterior knee pain after a total knee arthroplasty: What can cause this pain? World J Orthop. 2014;18;5(3):163-170

62. Spencer BA, Cherian JJ, Margetas G, et al. Patellar Resurfacing Versus Circumferential Denervation of the Patella in Total Knee Arthroplasty. Orthopedics. 2016;1;39(5):e1019-1023

63. Xie X, Pei F, Huang Z, et al. Does patellar denervation reduce post-operative anterior knee pain after total knee arthroplasty? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2015;23(6):1808-15

64. Correia J, Sieder M, Kendoff D, et al. Secondary Patellar Resurfacing after Primary Bicondylar Knee Arthroplasty did Not Meet Patients' Expectations. Open Orthop J. 2012;6:414-8

65. Daniilidis K, Vogt B, Gosheger G, et al. Patellar resurfacing as a second stage procedure for persistent anterior knee pain after primary total knee arthroplasty. Int Orthop. 2012 Jun;36(6):1181-3

66. Garcia RM, Kraay MJ, Goldberg VM. Isolated resurfacing of the previously unresurfaced patella total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 2010 Aug;25(5):754-8

67. Biedert RM, Sanchis-Alfonso V. Sources of anterior knee pain. Clin Sports Med. 2002;21:335–347

68. Popovic N, Lemaire R. Anterior knee pain with a posterior-stabilized mobile-bearing knee prosthesis: the effect of femoral component design. J Arthroplasty. 2003 Jun;18(4):396-400

69. Seil R, Pape D. Causes of failure and etiology of painful primary total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2011 Sep;19(9):1418-32

70. Smith AJ, Lloyd DG, Wood DJ. Pre-surgery knee joint loading patterns during walking predict the presence and severity of anterior knee pain after total knee arthroplasty. J Orthop Res. 2004 Mar;22(2):260-6

71. Rodríguez-Merchán EC, Gómez-Cardero P. The outerbridge classification predicts the need for patellar resurfacing in TKA. Clin Orthop. 2010 May;468(5):1254-7

72. Tanaka N, Sakahashi H, Sato E, et al. Influence of the infrapatellar fat pad resection in a synovectomy during total knee arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. J Arthroplasty. 2003 Oct;18(7):897-902

73. Luyckx T, Didden K, Vandenneucker H, et al. Is there a biomechanical explanation for anterior knee pain in patients with patella alta?: influence of patellar height on patellofemoral contact force, contact area and contact pressure. J Bone Joint Surg Br. 2009;91:344–50

74. Kawahara S, Matsuda S, Fukagawa S, et al. Upsizing the femoral component increases patellofemoral contact force in total knee replacement. J Bone Joint Surg Br. 2012;94:56-61

75. Pagnano MW, Hanssen AD, Lewallen DG, Stuart MJ. Flexion instability after primary posterior cruciate retaining total knee arthroplasty. Clin Orthop. 1998;(356):39-46

76. Barrack RL, Schrader T, Bertot AJ, et al. Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty. Clin Orthop. 2001 Nov;(392):46-55

77. Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. Clin Orthop. 1998;(356):144-53

78. Pietsch M, Hofmann S. Early revision for isolated internal malrotation of the femoral component in total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2012;20:1057-63

79. Lakstein D, Zarrabian M, Kosashvili Y, et al. Revision total knee arthroplasty for component malrotation is highly beneficial: a case control study. J Arthroplasty. 2010;25:1047-52

80. Schindler OS, Scott WN. Basic kinematics and biomechanics of the patello-femoral joint. Part 1: The native patella. Acta Orthop Belg. 2011 Aug;77(4):421-31

81. McPherson EJ. Patellar tracking in primary total knee arthroplasty. Instr Course Lect. 2006;55:439-48

82. Konno T, Onodera T, Nishio Y, et al. Correlation between knee kinematics and patellofemoral contact pressure in total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 2014 Dec;29(12):2305-8

83. Sun YQ, Yang B, Tong SL, Sun J, Zhu YC. Patelloplasty versus traditional total knee arthroplasty for osteoarthritis. Orthopedics. 2012 Mar 7;35(3):e343-8

84. Ertürk C, Altay MA, Işikan UE. Patelloplasty with patellar decompression to relieve anterior knee pain in total knee arthroplasty. Acta Orthop Traumatol Turc. 2011;45(6):425-30

85. Lee GW, Lee SM, Jang SJ, Son JH. The efficacy of patellar decompression for improving anterior knee pain following total knee arthroplasty without patellar resurfacing. Arch Orthop Trauma Surg. 2013 Apr;133(4):561-7

86. Maralcan G, Kuru I, Issi S, et al. The innervation of patella: anatomical and clinical study. Surg Radiol Anat. 2005;27: 331-5

87. Wojtys EM, Beaman DN, Glover RA, Janda D. Innervation of the human knee joint by substance-P fibers. Arthroscopy. 1990;6(4):254-63

88. Dye SF. The pathophysiology of patellofemoral pain: a tissue homeostasis perspective. Clin Orthop. 2005;436:100-10

89. Witonski D, Wagrowska-Danielewicz M. Distribution of substance-P nerve fibers in the knee joint in patients with anterior knee pain syndrome: a preliminary report. Knee Surg Sports Trauamatol Arthosc. 1999;7(3):177-83

90. Vega J, Golanó P, Perez-Carro L. Electrosurgical Arthroscopic Patellar Denervation. Arthroscopy. 2006;22(9):1028.e1-e3

91. Moati JC, Zucman J. Place de la dénervation rotulienne dans le traitement des chondropathies fémoro-patellaires [Role of patellar denervation in the treatment of femoropatellar chondropathies]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 1987;73 Suppl 2:126-9

92. Møller BN, Helmig O. Patellar pain treated by neurotomy. Arch Orthop Trauma Surg. 1984;103(2):137-9

93. Pulavarti RS, Raut VV, McLauchlan GJ. Patella denervation in primary total knee arthroplasty - a randomized controlled trial with 2 years of follow-up. J Arthroplasty. 2014;29(5):977-81

94. Baliga S, McNair CJ, Barnett KJ, et al. Does circumpatellar electrocautery improve the outcome after total knee replacement?: a prospective, randomised, blinded controlled trial. J Bone Joint Surg Br. 2012;94:1228-33

95. Gupta S, Augustine A, Horey L, et al. Electrocautery of the patellar rim in primary total knee replacement: beneficial or unnecessary? J Bone Joint Surg Br. 2010;92:1259-61

96. Van Jonbergen HP, Scholtes VA, Poolman RW. A randomised, controlled trial of circumpatellar electrocautery in total knee replacement without patellar resurfacing. A concise follow-up at a mean of 3.7 years. Bone Joint J. 2014;96-B:473-8

97. Van Jonbergen HP, Scholtes VA, Van Kampen A, Poolman RW. A randomised, controlled trial of circumpatellar electrocautery in total knee replacement without patellar resurfacing. J Bone Joint Surg Br. 2011;93:1054-9

98. Yim SJ, Jang MS, Kim WJ, et al. The effect of electrocautery around the patellar rim in patellar non-resurfacing total knee arthroplasty. Knee Surg Relat Res. 2012;24:104-7

99. Cheng T, Zhu C, Guo Y, et al. Patellar denervation with electrocautery in total knee arthroplasty without patellar resurfacing: a meta-analysis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014;22(11):2648-54

100. Siljander B, Tompkins M, Martinez-Cano JP. A review of the lateral patellofemoral joint: anatomy, biomechanics, and surgical procedures. JAAOS Glob Res Rev. 2022;6:e21.00255

101. Fonseca LP, Kawatake EH, Pochini AC. Lateral patellar retinacular release: changes over the last ten years. Rev Bras Ortop. 2017;52(4):442-9

102. Merchant AC, Mercer RL. Lateral release of the patella. A preliminary report. Clin Orthop Relat Res 1974;(103):40-5

103. Ficat P, Ficat C, Bailleux A. External hypertension syndrome of the patella. Its significance in the recognition of arthrosis. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 1975;61:39-59

104. Ficat P, Philippe J, Cuzacq JP, et al. The syndrome of external hyperpressure of the patella. A radioclinical entity. J Radiol Electrol Med Nucl. 1972;53:845-9

105. Fithian DC, Paxton EW, Post WR, et al. Lateral retinacular release: a survey of the International Patellofemoral Study Group. Arthroscopy 2004;20:463-8

106. Sanchis-Alfonso V, Ramírez-Fuentes C, Martínez-Soriano F, et al. Medial patellar instability. A little-known cause of anterior knee pain. En: Gobbi A, Espregueira-Mendes J y Nakamura N (editores). The Patellofemoral Joint. State of the art in evaluation and management. Heidelberg: Springer, 2014:79-92

107. Hughston JC, Deese M. Medial subluxation of the patella as a complication of lateral retinacular release. Am J Sports Med. 1988;16:383-8

108. Sanchis-Alfonso V, Merchant AC. Iatrogenic Medial Patellar Instability: An Avoidable Injury. Arthroscopy. 2015;31:1628-32

109. Mori Y, Fujimoto A, Okumo H, Kuroki Y. Lateral retinaculum release in adolescent patellofemoral disorders: its relationship to peripheral nerve injury in the lateral retinaculum. Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst. 1991;51(2):218-29

110. Sanchis-Alfonso V, Roselló-Sastre E. Immunohistochemical analysis for neural markers of the lateral retinaculum in patients with isolated symptomatic patellofemoral malalignment. A neuroanatomic basis for anterior knee pain in the active young patient. Am J Sports Med. 2000;28(5):725-31

111. Maniar RN, Singhi T, Rathi SS, et al. Surgical technique: Lateral retinaculum release in knee arthroplasty using a stepwise, outside-in technique. Clin Orthop. 2012;470(10):2854-63

112. Strachan RK, Merican AM, Devadasan B, et al. A technique of staged lateral release to correct patellar tracking in total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 2009;24(5):735-42

113. Zha GC, Sun JY, Dong SJ. Less anterior knee pain with a routine lateral release in total knee arthroplasty without patellar resurfacing: a prospective, randomized study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014;22:517-25

114. Sanchis-Alfonso V, Montesinos-Berry E. Is lateral retinacular release still a valid surgical option? From release to lengthening. Ann Transl Med. 2015 Nov;3(19):301

115. Hinarejos P, Goicoechea N, Gidi RM, et al. Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2019;29(5):1089-93

116. Ewald FC. Leg-lift technique for simultaneous femoral, tibial and patellar prosthetic cementing, “rule of no thumb” for patellar tracking, and steel rod rule for ligament tension. Techniques in Orthopaedics. 1991;6,44-6

117. Xu B, Xu WX, Lu D, et al. Application of different patella height indices in patients undergoing total knee arthroplasty. J Orthop Surg Res. 2017;12(1):191

118. Gomes LS, Bechtold JE, Gustilo RB. Patellar prosthesis positioning in total knee arthroplasty. A roentgenographic study. Clin Orthop. 1988;236:72-81

119. Arirachakaran A, Sangkaew C, Kongtharvonskul J. Patellofemoral resurfacing and patellar denervation in primary total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2015;23(6):1770-81

120. Brander VA, Stulberg SD, Adams AD, et al. Predicting total knee replacement pain: a prospective, observational study. Clin Orthop. 2003;416:27-36

121. Forsythe ME, Dunbar MJ, Hennigar AW, et al. Prospective relation between catastrophizing and residual pain following knee arthroplasty: two-year follow-up. Pain Res Manag. 2008;13(4):335-41

122. Bindelglass DF, Vince KG. Patellar tilt and subluxation following subvastus and parapatellar approach in total knee arthroplasty. Implication for surgical technique. J Arthroplasty. 1996;11:507-11

123. Cho WS, Woo JH, Park HY, et al. Should the 'no thumb technique' be the golden standard for evaluating patellar tracking in total knee arthroplasty? Knee. 2011;18:177-9

124. Yang CC, McFadden LA, Dennis DA, et al. Lateral retinacular release rates in mobile- versus fixed-bearing TKA. Clin Orthop. 2008;446:2656-61

125. Merican AM, Ghosh KM, Baena FR, et al. Patellar thickness and lateral retinacular release affects patellofemoral kinematics in total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014;22(3):526-33

126. Bindelglass DF, Cohen JL, Dorr LD. Patellar tilt and subluxation in total knee arthroplasty: relationship to pain, fixation, and design. Clin Orthop. 1993;286:103-9

127. Kawano T, Miura H, Nagamine R, et al. Factors affecting patellar tracking after total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 2002;17(7):942-7

128. Song GY, Hong L, Zhang H, et al. Iatrogenic medial patellar instability following lateral retinacular release of the knee joint. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016;24(9):2825-30

129. Kayler DE, Lyttle D. Surgical interruption of patellar blood supply by total knee arthroplasty. Clin Orthop. 1988;229:221-7

130. Scuderi G, Scharf SC, Meltzer LP, Scott WN. The relationship of lateral releases to patella viability in total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 1987;2:209-14

131. Pawar U, Rao KN, Sundaram PS, et al. Scintigraphic assessment of patellar viability in total knee arthroplasty after lateral release. J Arthroplasty. 2009;24:636-40

132. Ritter MA, Pierce MJ, Zhou H, et al. Patellar complications (total knee arthroplasty). Effect of lateral release and thickness. Clin Orthop. 1999;367:149-57

133. Weber AB, Worland RL, Jessup DE, et al. The consequences of lateral release in total knee replacement: a review of over 1000 knees with follow up between 5 and 11 years. Knee. 2003;10:187-91

134. Galea VP, Rojanasopondist P, Connelly JW, et al. Changes in Patient Satisfaction Following Total Joint Arthroplasty. J Arthroplasty. 2020;35(1):32-8

10. ANEXOS

10. ANEXOS

10.1. PUBLICACIÓN PREVIA PARA VALIDACIÓN DE ALGOMETRÍA

Hinarejos P, Goicoechea N, Gidi M, Leal-Blanquet J, Torres-Claramunt R, Sánchez-Soler J, Monllau JC. Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2019 Jul;29(5):1089-1093

European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology
https://doi.org/10.1007/s00590-019-02391-w

ORIGINAL ARTICLE • KNEE - ARTHRITIS

Pressure algometry is a suitable tool to assess anterior knee pain in osteoarthritic patients

Pedro Hinarejos[1] · Nerea Goicoechea[1] · Mauricio Gidi[1] · Joan Leal-Blanquet[1] · Raul Torres-Claramunt[1] · Juan Sánchez-Soler[1] · Joan Carles Monllau[1]

Received: 31 October 2018 / Accepted: 30 January 2019
© Springer-Verlag France SAS, part of Springer Nature 2019

Abstract

Purpose Anterior knee pain is a frequent symptom in the osteoarthritic knee. Its intensity has been classically evaluated by the visual analogic score (VAS). The main objective of the study was to assess whether pressure algometry (PA) can be used as a reliable tool to quantify anterior pain in the osteoarthritic knee.

Methods A prospective study was designed, including 160 patients scheduled for unilateral total knee arthroplasty. Patellar pain and function were evaluated according to a specific patellofemoral pain questionnaire and the Knee Society Score. Patients were asked about their pain at rest, while walking and in the stairs with the VAS score. PA by an algometer was used in the anterior part of the patella to determine the pressure pain threshold (PPT): the minimal pressure when the patient feels a painful sensation.

Results The mean values of PPT were 385.1 kPa in the knees going to be operated and 403.4 kPa in the contralateral knees ($p<0.05$). The anterior knee pain in the patellar score averaged 6.9, and the total patellar score averaged 15.2. PPT values were correlated with the anterior pain in the patellar score ($\rho=0.31$, $p<0.001$) and also with the total patellar score ($\rho=0.33$; $p<0.001$).

Conclusions PA demonstrated to be suitable to measure anterior knee pain in the osteoarthritic knee. PA can specifically assess the anterior knee pain better than other methods as VAS score. PA could be used as the main measurement when comparing different treatments for the anterior knee pain caused by osteoarthritis.

Keywords Pressure algometry · Pressure pain threshold · Anterior knee pain · Osteoarthritic knee

Introduction

Anterior knee pain (AKP) is a frequent symptom in patients affected by knee osteoarthritis [1]. Moreover, it has been reported than 8% [2, 3] to more than 50% [4] of patients with a total knee arthroplasty (TKA) report AKP in different intensities.

The presence and intensity of knee pain have been classically evaluated by the visual analogic score (VAS), but many times it is difficult for the patients to isolate AKP from other causes of pain in these knees [1]. Different functional scores commonly used to evaluate osteoarthritic knees, such as the Knee Society Score (KSS), the Oxford Knee Score or the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) also take into account pain as the most important part of the outcome assessment [5]. But any of these widely used outcome scores discriminate AKP from other causes of knee pain.

Pressure algometry (PA) is a method described to evaluate pain in different locations of the body. By applying a progressive pressure in a location, there is a moment when the pressure begins causing pain and this is defined as the pressure pain threshold (PPT). PA has been validated to evaluate knee pain with excellent reliability both in healthy people and in knee osteoarthritic patients [6].

The main objective of the present study was to assess whether PA can be used as a suitable tool to quantify AKP in the osteoarthritic knee. We hypothesized that patients with an osteoarthritic knee in the preoperative period of a TKA

✉ Pedro Hinarejos
phinarejos@parcdesalutmar.cat

[1] Department of Orthopedic Surgery, Consorci Parc de Salut Mar, Hospital de la Esperanza, Universitat Autonoma de Barcelona, Sant Josep de la Muntanya, 12, 08024 Barcelona, Spain

Published online: 07 February 2019

who has a lower PPT in the PA when applied to the center of the anterior aspect of the patella would complain of more pain and would score worse in the specific patellofemoral pain questionnaire [7]. We also hypothesized a weak correlation between PPT values and VAS at rest or VAS when walking and a stronger correlation between PPT values and VAS when descending stairs.

Materials and methods

Prospective study including 160 patients who scheduled for TKA in one center was conducted. The inclusion criteria were patients aged 18–90 years, affected by knee osteoarthritis and planned to be operated of unilateral TKA who accepted to participate in the study. The situation of the contralateral knee (healthy, osteoarthritic or previously operated) was registered. Exclusion criteria were patients affected by inflammatory arthritis, revision knee arthroplasty, partial knee arthroplasty and patients will-less to participate in the study.

The study was approved by the ethics committee of our institution (2017/7192/I, on date 22-March-2017). Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

Preoperatively, patellar pain and function were evaluated according to the specific patellofemoral pain questionnaire used by Feller scoring between 1 and 30, 30 being the best possible result. The patellofemoral Feller score give a maximum of 15 points to the intensity of anterior knee pain, 5 points to the quadriceps strength, 5 points to the ability to rise from a chair and 5 points to the stair-climbing ability [7]. The KSS score was also used in the Spanish version for both the Knee and the Function scores, 0 being the worst and 100 the best possible results [8].

VAS scores referred preoperatively by the patients were registered. The patients were asked about their pain at rest, when walking and when going up and downstairs in the previous week with the VAS score for each activity, with 0 as the minimum value (meaning no pain at all) and 10 as the maximum value (meaning the maximum possible pain the patient could imagine).

PA is a method described to determine the PPT: the minimal pressure when the patient feels a painful sensation. The PPT was assessed three times by a trained rater in each of the knees 1 min apart every assessment from the previous one. The assessment was done causing an increasing pressure by a previously calibrated electronic algometer (Algometer, Somedic Sales, Hörby, Sweden) with a 1 cm^2 probe that was held perpendicular to the skin in the center of the anterior aspect of patella (Fig. 1), without quadriceps contraction, increasing the pressure 20 kPa/s until the patients said "stop," meaning that the pressure sensation in their knees

Fig. 1 1 cm^2 probe algometer applied perpendicularly at the center of the anterior aspect of the patella. PPT can be seen in the display

was beginning to become painful. The PPT could be seen in the algometer digital display and was registered. The final PPT value of each knee was considered as the average of the measurements. An excellent test–retest reliability of PPT has been previously reported [6].

Statistical analysis

All data were analyzed using the SPSS software package. Descriptive statistics was used for demographic data. Unpaired Student's *t* test and Chi-square tests were used for numeric and categorical variables. Spearman's rho tests were used for correlations. p values <0.05 were considered as significant.

Results

The mean age of the patients was 72.6 years (SD 8.0). There were 110 (68.7%) women and 50 (31.2%) men. The average body mass index (BMI) of the tested patients was 30.9 kg/m^2 (SD 4.4). The right knee was operated in 79 cases and the left one in 81 cases. There were 115 varus knees (71.9%), 22 normoaxed (13.7%) and 23 valgus knees (14.4%).

The mean values (and standard deviation) of PPT obtained in the anterior aspect of the knees that were going to be operated were 385.1 (SD 165.8) kPa and 404.2 (SD 172.5) kPa in the contralateral knees ($p=0.02$). The mean value of PPT in female patients was 373.4 (SD 161.3) kPa and was significantly lower than that in male patients 457.7 (SD 177.3) kPa ($p<0.001$)

PPT in the contralateral knee was lower in the patients with contralateral TKA (344.3 kPa, SD 120.7) than that

in the knees without significant osteoarthritic disease (431.5 kPa, SD 159.2) ($p = 0.03$).

Mean preoperative values of VAS were 3.9 (SD 3.1) at rest, 7.1 (SD 2.1) when walking and 7.6 (SD 2.2) when descending stairs. PPT values in the anterior knee were not correlated with VAS at rest or VAS when walking (p = n.s.) and were only marginally correlated with the VAS when descending stairs ($p = 0.05$).

Mean preoperative values of KSS Knee score were 51.3 (SD 11.9), and the ones of KSS Function score were 50.4 (SD 11.3). PPT values were not correlated with KSS Knee or KSS Function scores (p = n.s.)

AKP in the patellar score averaged 6.9 (SD 4.6, range 0–15), and the total patellar score averaged 15.3 (SD 5.9, range 2–29). VAS at rest, VAS when walking and VAS at stairs were not correlated with the patellar score or with AKP in the patellar score (p = n.s.). PPT values were correlated with AKP in the patellar score (Fig. 2) ($\rho = 0.31$, $p < 0.001$) and the total patellar score (Fig. 3) ($\rho = 0.33$; $p < 0.001$), indicating that patients scoring higher in the

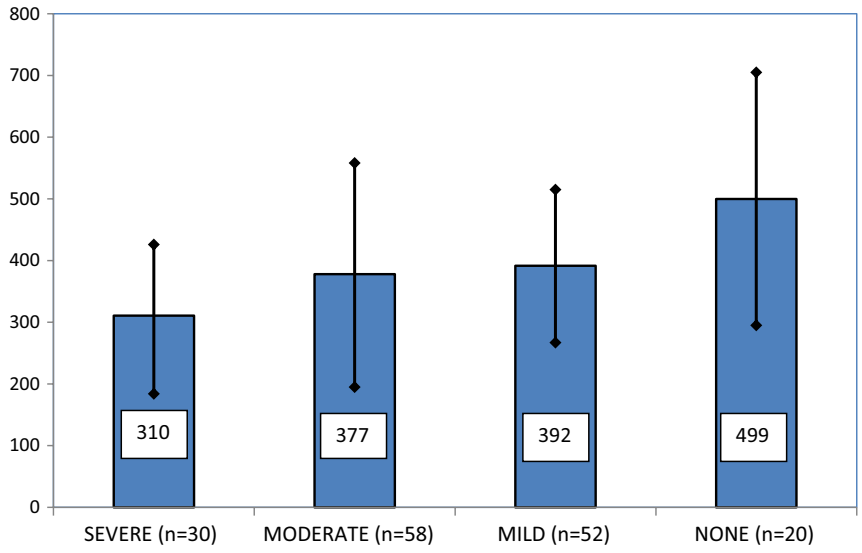


Fig. 2 Mean pressure pain threshold (kPa) in the pressure algometry related to the anterior knee pain referred by the patients in the patellofemoral score

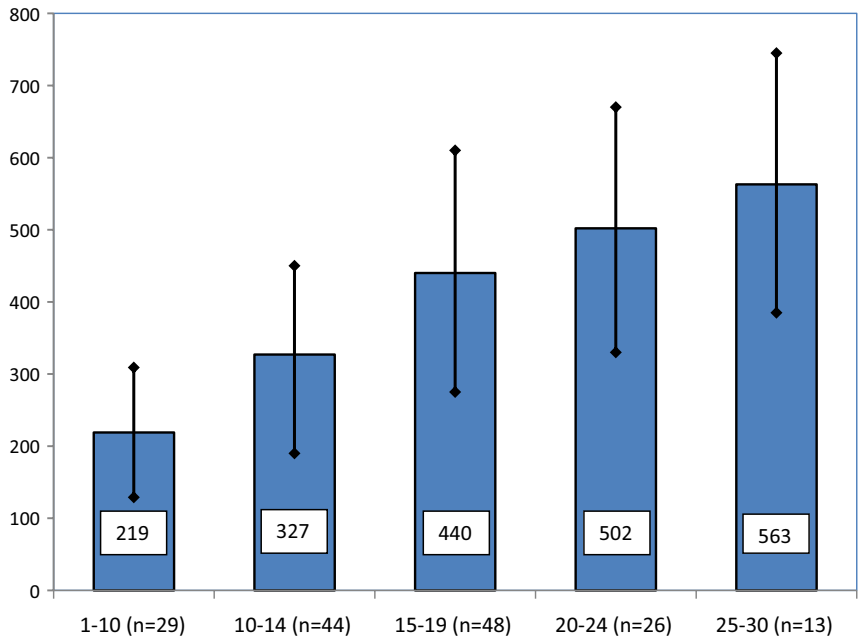


Fig. 3 Mean pressure pain threshold (kPa) in the pressure algometry related to the values of patellar score

patellar score (less AKP and better function) tolerate higher pressures in algometry before feeling pain.

Discussion

The main finding of this study is that PA is a suitable tool to quantify AKP in the osteoarthritic knee. A significant correlation between PPT values evaluated by PA and the AKP and the patellofemoral score has been found. Moreover, no correlation was found between VAS scores and AKP and the patellofemoral score.

Anterior pain in the knee is a cause of concern for many patients affected by knee osteoarthritis and also in many others after a TKA has been implanted. Nevertheless, a valid method of specific assessment of AKP has not been validated. VAS score is the most widely used method of evaluation of pain in the knee with OA, and it has been used as the measurement tool for pain to evaluate noninvasive treatments [9], different types of joint injections [10, 11] or surgical treatments for OA knees [12, 13]. Some studies only consider one VAS value in each moment of the treatment [10], while others discriminate VAS at rest and during physical activities [13]. However, VAS score is very unspecific with respect to the location and the source of the knee pain, and many times it is very difficult for the patients to specifically evaluate the VAS score in the anterior part of the knee without taking into consideration other locations of pain around their knees. Discriminating VAS scores at rest and when walking with respect to VAS scores when ascending or descending stairs (situations with higher pressures in the patellofemoral joint) was hypothesized that could help in better identifying AKP [14]. Nevertheless, in this study VAS scores at rest and when walking showed no correlation with AKP of patellofemoral score, but VAS score during climbing and descending stairs showed only a weak correlation, suggesting VAS scores are not representative of AKP in patients with osteoarthritic knees.

PA is a validated method of quantitative sensory testing that has been used in the assessment of pain in the knee in healthy subjects with high interclass correlation coefficients [6, 15] and in the assessment of some disorders of the knee as patellar tendinopathy [16], the effect of high tibial osteotomy [17] or patellofemoral pain patients [18, 19].

Imamura et al. [20] found some correlations between PPT values and VAS scores, WOMAC function scores and SF-36 scores in a group of osteoarthritic knee patients when PA was assessed in different dermatomals and myotomals in the lower limbs, but AKP was not specifically evaluated.

VAS score has been previously correlated with PPT values in patients with tibial end-of-stem-pain after revision TKA, but in that situation this could be identified as the main cause of pain in that group of patients [21], while AKP is probably not the main source of pain in most of the osteoarthritic patients of this study. This is probably the cause why we have not found a strong correlation between VAS score and PPT values in this study.

PA has also been validated as a tool of pain assessment in patients with knee osteoarthritis [6, 20, 22–24], but in most of those studies PA was applied in the medial part of the knee, assessing mainly the pain in this region of the knee because this is the region with more correlation between PPT and severity of osteoarthritic pain [22]. As far as we know, this is the first time that PA has been used as a tool to specifically evaluate AKP in osteoarthritic patients.

Skou et al. [24] stated that the interclass correlation coefficient is improved when more than one PPT measurement is taken, as we did in this study. The PPT values found in the center of the patella in this study (384.4 kPa average in the osteoarthritic knees) are similar to PPT values found in the study by Rathleff et al. [18] in a Danish population and Noehren et al. [25] in an American population, suggesting there are not big differences in these values in different ethnics. We have found a significant difference showing lower PPT in female patients, as it has been previously described [19]. However, we could not identify a clear cutoff of the PPT value to categorize the presence of moderate or severe AKP, suggesting that PPT could be used as a monitoring tool for the same patient before and after a treatment or comparing the effect of different treatments applied in different groups of patients on AKP, but not to categorize AKP. This finding is similar to other studies which also suggest the lack of a single value of PPT as a marker of pain in the knee [26] or the lack of correlation between PPT values and the degree of osteoarthritis in the radiographic studies [22, 27].

This study has some limitations: First, the opposite knee has also osteoarthritic disease in many patients and a TKA has been previously implanted in others, but the main objective of the study was not comparing both knees in the same patient but evaluating the PA as a tool to assess AKP. Second, we have failed to find a PPT value to be used as a cutoff to clearly discriminate those patients who have a significant AKP from those without AKP.

The study has also some strengths: It is a prospective study including a significant number of patients, and the PA has been evaluated by a trained rater. The clinical relevance of this study is that PA can be used as a tool to more specifically estimate AKP in knee osteoarthritic patients, and it presumably allows monitoring some treatments as TKA in AKP and also to compare different treatments that could be related to a different effect on AKP, as replacing or not the patella in TKA. The effect of different treatments on AKP could have been historically underestimated if VAS score or KSS scores were the only tools used to compare them, as we have demonstrated a poor correlation of those scores with AKP in this study.

Conclusion

PA can be used as a tool to quantify AKP in the knee of osteoarthritic patients.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest On behalf of all authors, the corresponding author states that there is no conflict of interest.

References

1. Stefanik JJ, Neogi T, Niu J, Roemer FW, Segal NA, Lewis CE, Nevitt M, Guermazi A, Felson DT (2014) The diagnostic performance of anterior knee pain and activity-related pain in identifying knees with structural damage in the patellofemoral joint: the Multicenter Osteoarthritis Study. J Rheumatol 41:1695–1702
2. Breugem SJ, Haverkamp D (2014) Anterior knee pain after a total knee arthroplasty: what can cause this pain? World J Orthop 5:163–170
3. Shervin D, Pratt K, Healey T, Nguyen S, Mihalko WM, El-Othmani MM, Saleh KJ (2015) Anterior knee pain following primary total knee arthroplasty. World J Orthop 6:795–803
4. Metsna V, Vorobjov S, Lepik K, Märtson A (2014) Anterior knee pain following total knee replacement correlates with the OARSI score of the cartilage of the patella. Acta Orthop 85:427–432
5. Torres-Claramunt R, Leal J, Hinarejos P, Pelfort X, Puig L (2013) Correlation study between KSS, WOMAC and SF-36 scores in patients undergoing total knee arthroplasty in a Spanish speaking population. J Arthroplasty 28:950–953
6. Wylde V, Palmer S, Learmonth ID, Dieppe P (2011) Test-retest reliability of Quantitative Sensory Testing in knee osteoarthritis and healthy participants. Osteoarthr Cartil 19:655–658
7. Feller JA, Bartlett RJ, Lang DM (1996) Patellar resurfacing versus retention in total knee arthroplasty. J Bone Jt Surg Br 78:226–228
8. Ares O, Castellet E, Maculé F, León V, Montañez E, Freire A, Hinarejos P, Montserrat F, Amillo JR (2013) Translation and validation of 'The Knee Society Clinical Rating System' into Spanish. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 21:2618–2624
9. Altmış H, Oskay D, Elbasan B, Düzgün İ, Tuna Z (2018) Mobilization with movement and kinesio taping in knee arthritis-evaluation and outcomes. Int Orthop. https://doi.org/10.1007/s00264-018-3938-3
10. Bowman EN, Hallock JD, Throckmorton TW, Azar FM (2018) Hyaluronic acid injections for osteoarthritis of the knee: predictors of successful treatment. Int Orthop 42:733–740
11. Maratea D, Fadda V, Trippoli S, Messori A (2014) Viscosupplementation in patients with knee osteoarthritis: temporal trend of benefits assessed by meta-regression. Eur J Orthop Surg Traumatol 24:829–830
12. Ghinelli D, Parma A, Baldassarri M, Olivieri A, Mosca M, Pagliazzi G, Buda R (2016) High tibial osteotomy for the treatment of medial osteoarthritis of the knee with new iBalance system: 2 years of follow-up. Eur J Orthop Surg Traumatol 26:523–535
13. Redish MH, Fennema P (2018) Good results with minimally invasive unicompartmental knee resurfacing after 10-year follow-up. Eur J Orthop Surg Traumatol 28:959–965
14. Stefanik JJ, Duncan R, Felson DT, Peat G (2018) Diagnostic performance of clinical examination measures and pain presentation to identify patellofemoral joint osteoarthritis. Arthritis Care Res (Hoboken) 70:157–161
15. Pelfort X, Torres-Claramunt R, Sánchez-Soler JF, Hinarejos P, Leal-Blanquet J, Valverde D, Monllau JC (2015) Pressure algometry is a useful tool to quantify pain in the medial part of the knee: an intra- and inter-reliability study in healthy subjects. Orthop Traumatol Surg Res 101:559–563
16. vanWilgen P, van der Noord R, Zwerver J (2011) Feasibility and reliability of pain pressure threshold measurements in patellar tendinopathy. J Sci Med Sport 14:477–481
17. Torres-Claramunt R, Pelfort X, Hinarejos P, Gil-González S, Leal J, Sánchez-Soler JF, Monllau JC (2018) Pressure algometry is an excellent tool to measure knee pain relief after a closing-wedge high tibial osteotomy. Orthop Traumatol Surg Res 104:193–196
18. Rathleff MS, Petersen KK, Arendt-Nielsen L, Thorborg K, Graven-Nielsen T (2016) Impaired conditioned pain modulation in young female adults with long-standing patellofemoral pain: a single blinded cross-sectional study. Pain Med 17:980–988
19. van der Heijden RA, Rijndertse MM, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M (2018) Lower pressure pain thresholds in patellofemoral pain patients, especially in female patients: a cross-sectional case-control study. Pain Med 19:184–192
20. Imamura M, Imamura ST, Kaziyama HH, Targino RA, Hsing WT, de Souza LP, Cutait MM, Fregni F, Camanho GL (2008) Impact of nervous system hyperalgesia on pain, disability, and quality of life in patients with knee osteoarthritis: a controlled analysis. Arthritis Rheum 59:1424–1431
21. Pelfort X, Güerri RC, Sanchez JF, Dürsteler C, Valverde D, Hinarejos P, Leal J, Torres R, Puig L (2014) Bone microindentation and pressure algometry applied to revision total knee replacement and tibial end-of-stem pain. Preliminary results in a group of twenty patients. Rev Esp Cir Ortop Traumatol 58:206–211
22. Arendt-Nielsen L, Nie H, Laursen MB, Laursen BS, Madeleine P, Simonsen OH, Graven-Nielsen T (2010) Sensitization in patients with painful knee osteoarthritis. Pain 149:573–581
23. Mutlu EK, Ozdincler AR (2015) Reliability and responsiveness of algometry for measuring pressure pain threshold in patients with knee osteoarthritis. J Phys Ther Sci 27:1961–1965
24. Skou ST, Simonsen O, Rasmussen S (2015) Examination of muscle strength and pressure pain thresholds in knee osteoarthritis: test-retest reliability and agreement. J Geriatr Phys Ther 38:141–147
25. Noehren B, Shuping L, Jones A, Akers DA, Bush HM, Sluka KA (2016) Somatosensory and biomechanical abnormalities in females with patellofemoral pain. Clin J Pain 32:915–919
26. Wessel J (1995) The reliability and validity of pain threshold measurements in osteoarthritis of the knee. Scand J Rheumatol 24:238–242
27. Neogi T, Frey-Law L, Scholz J, Niu J, Arendt-Nielsen L, Woolf C, Nevitt M, Bradley L, Felson DT, Multicenter Osteoarthritis (MOST) Study (2015) Sensitivity and sensitisation in relation to pain severity in knee osteoarthritis: trait or state? Ann Rheum Dis 74:682–688

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

10.2. KNEE SOCIETY SCORE

KSS- RODILLA	
Dolor Caminando	
Inexistente	35
Leve o esporádico	30
Moderado	15
Grave	0
Dolor En escaleras	
Inexistente	15
Leve o esporádico	10
Moderado	5
Grave	0
Rango de movimiento (25 máximo)	
5º = 1 punto	
Estabilidad (25 máximo)	
Medial / lateral	
0-5 mm	15
5-10 mm	10
> 10 mm	5
Anterior / posterior	
0-5 mm	10
5-10 mm	8
> 10 mm	5
Pérdida de extensión activa	
Inexistente	0
< 4 grados	-2
5-10 grados	-5
> 11 grados	-10
Contractura de flexión	
< 5 grados	0
6-10 grados	-3
11-20 grados	-5
> 20 grados	-10
Mala alineación	
5-10 grados	0
(5º= -2 puntos)	
TOTAL RODILLA	

KSS- FUNCIONAL	
Caminando	
Ilimitada	50
>10 manzanas	40
5-10 manzanas	30
<5 manzanas	20
Sin salir de casa	10
Incapaz	0
En escaleras	
Sube y baja normalmente	50
Sube normal, baja barandilla	40
Sube y baja con barandilla	30
Sube barandilla, incapaz bajar	15
Incapaz subir y bajar	0
Correcciones funcionales	
Un bastón	-5
Dos bastones	-10
Muletas o andador	-20
TOTAL FUNCIÓN	

10.3. ESCALA FEMOROPATELAR DE FELLER

Item	Points
1. Anterior knee pain	
None	15
Mild	10
Moderate	5
Severe	0
2. Quadriceps strength	
Good (5/5)	5
Fair (4/5)	3
Poor (<4)	1
3. Ability to rise from chair	
Able with ease (no arms)	5
Able with ease (with arms)	3
Able with difficulty	1
Unable	0
4. Stair-climbing	
1 foot/stair, no support	5
1 foot/stair, with support	4
2 feet/stair, no support	3
2 feet/stair, with support	2