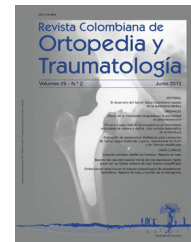




[www.elsevier.es/rccot](http://www.elsevier.es/rccot)



ORIGINAL

# Desenlaces funcionales asociados a las diferentes técnicas de reemplazo total de rodilla en pacientes adultos con deformidades extra-articulares: Revisión sistemática de la literatura



Daniel Humberto Morales-López<sup>1</sup>

Ortopedista y Traumatólogo, Cirugía de Rodilla. Fundación Hospital San Carlos Clínica Universitaria Juan N. Corpas

Recibido el 22 de julio de 2019; aceptado el 29 de septiembre de 2020

Disponible en Internet el 10 de noviembre de 2020

## PALABRAS CLAVE

Reemplazo total de rodilla;  
Osteoartritis;  
Deformidad extraarticular;  
Osteotomía

## Resumen

**Introducción:** El reemplazo total de rodilla (RTR) en pacientes con deformidades extraarticulares es un desafío. Se han descrito diferentes intervenciones como la corrección con cortes intraarticulares y la realización de osteotomías concomitantes. El objetivo del estudio es evaluar los desenlaces funcionales asociados a las diferentes técnicas de RTR en pacientes con deformidades extra-articulares.

**Materiales y Métodos:** Revisión sistemática de la literatura. Se incluyeron estudios que evaluaran desenlaces funcionales del RTR primario en pacientes adultos con osteoartritis y deformidades extra-articulares. Se describen el tipo de deformidad e intervención, escalas de funcionalidad y rango de movilidad.

**Resultados:** Se incluyeron 29 estudios para un total de 401 rodillas. La deformidad del eje mecánico más frecuente fue varo, con un promedio menor a 20° en la mayoría de estudios. El "Knee score" (KS) promedio postoperatorio en el grupo de RTR con cortes intra-articulares y guías convencionales osciló entre 85 y 96,5; con cortes guiados por navegación entre 82 y 95; y en el grupo con osteotomía concomitante entre 60,7 y 97. El "Function Score" (FS) postoperatorio promedio estuvo entre 69,5 y 91,4, 80 y 95,4, y 72,3 y 90 respectivamente. Se reportaron más complicaciones en el grupo de RTR más osteotomía concomitante.

**Discusión:** El RTR con cortes intra-articulares y balance de tejidos blandos, con guías convencionales o por navegación, es una opción viable especialmente en casos de deformidades extra-articulares leves. En casos con deformidades mayores se puede considerar la realización concomitante de osteotomía correctora.

**Nivel de evidencia:** IV

© 2020 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Correo electrónico: [danielmoraleslopez@gmail.com](mailto:danielmoraleslopez@gmail.com)

<sup>1</sup> Carrera 10 #113-25 apto 202. Celular: (+57) 3159282966.

<https://doi.org/10.1016/j.rccot.2020.09.006>

0120-8845/© 2020 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

**KEYWORDS**

Total knee replacement;  
Osteoarthritis;  
Extra-articular deformity;  
Osteotomy

**Functional outcomes associated with the different total knee replacement techniques in adult patients with extra-articular deformities: A systematic review of the literature****Abstract**

**Background:** Total knee replacement (TKR) in patients with extra-articular deformities is a challenging procedure for the surgeon. Different types of surgical techniques have been described, such as correction with intra-articular cuts, and concomitant osteotomies. The objective of this study is to evaluate the functional outcomes associated with the different TKR techniques in patients with extra-articular deformities.

**Methods:** A systematic review of the literature was performed. Studies evaluating functional outcomes of primary TKR in adult patients with osteoarthritis and extra-articular deformities were included. The type of deformity and intervention, functional scales records, and range of motion were evaluated.

**Results:** A total of 29 studies were included with a total of 401 knees. The most frequent mechanical axis deformity was varus, with a mean range below 20° in most studies. The mean after surgery knee score (KS) in the TKR group with intra-articular cuts and conventional guides ranged between 85 and 96.5. Those with cuts guided by navigation had a score between 82 and 95, and between 60.7 and 97 in the group with concomitant osteotomy. The mean post-operative Function Score (FS) was between 69.5 and 91.4, 80 and 95.4, and 72.3 and 90, respectively. More complications were reported in the TKR plus concomitant osteotomy group.

**Discussion:** TKR with intra-articular cuts and soft tissue balance, with conventional guides or by navigation, is a viable option and should be preferred in cases of mild extra-articular deformities. In cases with major deformities, a concomitant corrective osteotomy should be considered.

**Evidence Level:** IV.

© 2020 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

Las deformidades extraarticulares alrededor de la rodilla son aquellas localizadas por fuera de las inserciones de los ligamentos colaterales, tanto a nivel femoral como tibial, y pueden ser resultado de diversas patologías que incluyen la malunión de fracturas previas, alteraciones metabólicas, osteotomías previas, anomalías congénitas, procesos infecciosos, entre otras<sup>1</sup>. Estas deformidades predisponen a la aparición de osteoartritis de la rodilla, para lo cual los pacientes pueden requerir reemplazo total de rodilla (RTR) como parte del manejo.

Sin embargo, el RTR en pacientes con deformidades extra-articulares es técnicamente complejo, teniendo en cuenta que las guías convencionales no se adaptan con precisión a la morfología ósea y que durante el procedimiento se necesita garantizar una buena posición del implante, una adecuada alineación del eje anatómico y un balance de tejidos blandos apropiado para optimizar la longevidad y funcionamiento de la prótesis<sup>2</sup>.

Dentro de las opciones de tratamiento para estos casos existen los procedimientos de artroplastia con corrección de la deformidad desde la zona articular, ya sea con el uso de guías convencionales, o con cortes guiados por navegación, o procedimientos con osteotomías correctoras extra-articulares que pueden realizarse en el mismo tiempo operatorio o en diferente tiempo. En la actualidad la

estrategia ideal para el reemplazo total de rodilla en pacientes con deformidad extraarticular aún no está claramente establecida y la necesidad de realizar una osteotomía dependerá de la cercanía de la deformidad a la rodilla y del grado de angulación<sup>3</sup>.

La literatura publicada hasta la fecha evaluando los desenlaces de los diferentes tipos de intervenciones es escasa y se limita principalmente a reportes y series de casos.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura con el fin de describir los desenlaces funcionales obtenidos con las diferentes técnicas de RTR en pacientes con deformidades extra-articulares de la rodilla. El reporte de la presente revisión sistemática se adapta a los criterios PRISMA.

**Materiales y métodos****Criterios de elegibilidad**

Se incluirán estudios que evalúen los desenlaces funcionales de pacientes adultos con antecedente de deformidad extraarticular de la rodilla llevados a RTR; que incluyan pacientes con deformidades femorales y tibiales, llevados a RTR con uso de guías convencionales o con cortes guiados por navegación, con o sin corrección concomitante de la deformidad por osteotomías en el mismo o diferente

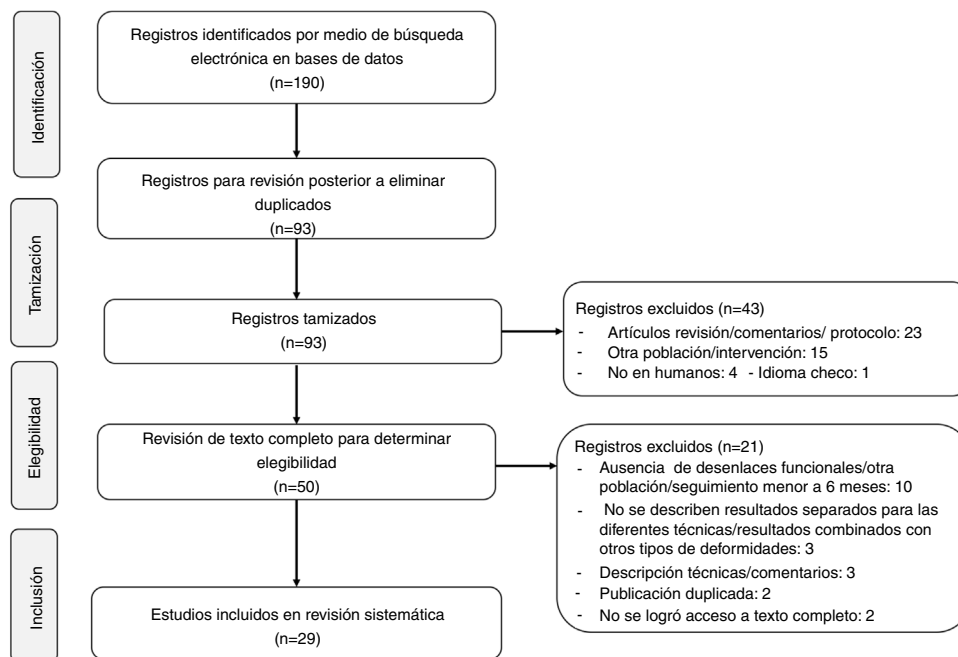


Figura 1 Flujograma selección de estudios.

tiempo quirúrgico. El tipo de deformidad previa y la técnica quirúrgica utilizada debe estar especificada en cada estudio. Los estudios deben incluir los desenlaces funcionales para cada una de las técnicas incluidas evaluada por medio de alguna de las diferentes escalas funcionales validadas y con un tiempo mínimo de seguimiento de un año. Entre otros desenlaces de interés se incluye el rango de movimiento articular al final del seguimiento. Se excluyeron estudios de pacientes llevados a cirugía de revisión y con indicación de reemplazo diferente a artrosis. Se incluyeron estudios presentados como artículo completo y abstracts, con restricción de idioma a inglés y español. No se hizo restricción de fecha.

### Fuentes de información y estrategias de búsqueda

Se realizó la búsqueda en las bases de datos electrónicas PubMed, EMBASE, *Cochrane Central Register of Controlled Trials* y *Web of Science*. Se construyeron las estrategias de búsqueda con los términos: "total knee replacement", "total knee arthroplasty", "extra articular", "malalignment", "valgus", "varus", "malunion", "malunions", "deformity", "deformities", combinados por medio de los operadores booleanos "AND" y "OR". Se aplicó el filtro de idioma inglés y español. A continuación se presenta la estrategia de búsqueda utilizada en PubMed. ("Arthroplasty, Replacement, Knee"[Mesh] OR "total knee replacement"[All Fields] OR "total knee arthroplasty"[All Fields]) AND "extra articular"[All Fields] AND ("malalignment"[All Fields] OR "valgus"[All Fields] OR "varus"[All Fields] OR "malunion"[All Fields] OR "malunions"[All Fields] OR "deformity"[All Fields] OR "deformities"[All Fields]) AND (Spanish[lang] OR English[lang]).

### Selección de los estudios

Se realizó una tamización inicial de los estudios basada en el título y resumen de los artículos y posteriormente se realizó una revisión de los textos completos de los artículos seleccionados en la fase inicial para verificar los criterios de elegibilidad para la selección definitiva de los estudios.

### Recolección de los datos y datos extraídos

Se recolectaron los datos: número de participantes por intervención, características demográficas (edad promedio), tipo de deformidad, tipo de procedimiento realizado, tiempo medio de seguimiento, desenlaces funcionales indicado por medio de puntajes en escalas preestablecidas y rango de movilidad postoperatorio.

### Evaluación del riesgo de sesgos en estudios

Teniendo en cuenta que el objetivo primario descriptivo de esta revisión y que la mayor parte de los estudios corresponde a reportes de casos o series no se aplicó una herramienta adicional de evaluación de sesgos. Se describirán en la discusión los sesgos inherentes a este tipo de estudios.

### Medida resumen y estrategia de síntesis de los resultados (análisis estadístico)

Se realizó un análisis descriptivo de los datos de acuerdo a la técnica quirúrgica utilizada. Las variables cuantitativas se presentan en forma de promedios y desviación estándar y rangos de acuerdo a la información brindada en el estudio original, las variables cualitativas se describen con medidas de frecuencia. Debido a las características de la mayor parte de los estudios incluidos (reportes y series de casos) la

realización de un meta análisis no fue posible. Ante esto se presentan los desenlaces de interés de manera descriptiva de acuerdo al tipo de tratamiento quirúrgico realizado.

## Financiamiento

El autor no recibió financiación externa para la realización de este trabajo.

## Resultados

### Estudios Seleccionados

La búsqueda en las bases de datos electrónicas arrojó 190 resultados preliminares, tras eliminar los títulos duplicados quedaron 93 estudios. Con la tamización inicial basada en el título y revisión del resumen se excluyeron 43 estudios, dejando para revisión de texto completo 50 estudios, de los cuales 21 fueron excluidos y 29 se incluyeron en la revisión sistemática. En la [figura 1](#) se presenta el flujograma de selección de los artículos y se incluyen los motivos de exclusión de los diferentes estudios.

### Características de los estudios

La totalidad de estudios incluidos correspondieron a reportes de casos o series de casos, dentro de los cuales 4 estudios incluían diferente tipos de intervención para la cual describían de manera independiente lo desenlaces. No se encontraron estudios clínicos aleatorizados. La mayoría de los estudios describe los desenlaces de pacientes llevados a RTR con balance de tejido blando y cortes intra-articulares, sin osteotomía extraarticular concomitante (10 estudios con uso de guías convencionales y 12 estudios con cortes guiados por navegación). Diez estudios describen los desenlaces de pacientes llevados a osteotomía de corrección extraarticular y RTR en un mismo tiempo quirúrgico, y un estudio describe los desenlaces en pacientes con osteotomía de corrección extraarticular seguida de RTR (2 tiempos). En total se incluyeron 401 rodillas, la mayoría con deformidades extra-articulares a nivel femoral, sin embargo el grado de angulación de la deformidad ósea no fue descrito de manera sistemática en todos los estudios. A nivel del eje mecánico la deformidad más frecuentemente descrita fue en el eje coronal, siendo la deformidad en varo del eje mecánico la más frecuente con un promedio menor a 20° en la mayoría de los estudios. En cuanto a los desenlaces funcionales, de la mayoría de los estudios se logró obtener los grados de movilidad promedio y las escalas de funcionalidad más frecuentemente utilizadas fueron el *“Knee Society Knee Score”* (KS) y el *“Knee Society Function Score”* (FS). Las características de los diferentes estudios de acuerdo al grupo de intervención se presentan en las [tabla 1a y 1b](#) y [2<sup>4-31</sup>](#).

### Evaluación riesgo de sesgos en los estudios

La totalidad de los estudios corresponde a estudios descriptivos, que por su naturaleza carecen de criterios de inclusión y exclusión a priori, de técnicas de aleatorización y cegamiento y no tienen una definición preestablecida

de los desenlaces de interés, favoreciendo la presencia de sesgos especialmente el sesgo de selección en el que se favorece por el investigador una técnica sobre otra para un tipo de paciente en particular por sus características de base. Se considera que la calidad de la evidencia brindada por este tipo de estudios es baja.

## Síntesis de resultados

### Técnicas de RTR con balance de tejidos blandos y cortes intra-articulares

Un total de 20 estudios que incluyen en total 302 rodillas reportan los desenlaces para esta técnica; 10 de ellos con el uso de guías convencionales y 12 de ellos con el uso de cortes guiados por navegación (dos estudios incluyen ambas técnicas). En la [tabla 1a y 1b](#) se describen las características y desenlaces de manera separada para el uso de estas técnicas.

En general el promedio de angulación de la deformidad ósea a nivel femoral en el plano coronal fue menor a 20° en todos los estudios, con un valor mínimo y máximo de angulación coronal femoral de 8° y 24° en el grupo de uso de guías convencionales y 3,4° y 28,2° en el grupo de cortes guiados por navegación respectivamente. En el plano sagital el valor máximo promedio de deformidad a nivel femoral fue de 12° con rangos de 6° a 16° para el grupo de técnicas convencionales y 4° a 12° en el grupo con cortes guiados por navegación. A nivel tibial el promedio máximo de angulación coronal fue 21° en el grupo de guías convencionales, sin que se reporten angulaciones a nivel sagital y de 12° en el plano coronal y 13,8° en el plano sagital en el grupo con cortes guiados por navegación. El ángulo de la deformidad no fue reportado en 10 grupos de pacientes.

En cuanto al eje mecánico, en la mayoría de los estudios se describe una desviación de hasta 15°, tanto en el grupo de guías convencionales como navegación, sin embargo en el grupo de guías convencionales en 3 series se describieron promedios de desviación del eje mecánico mayores a 20°, y en el grupo con cortes guiados por navegación en dos series hubo pacientes con desviaciones mayores a 20°. Esta variable no se reportó en 4 grupos de pacientes.

Hubo mejoría en el arco de movilidad en todas las series descritas excepto en un paciente, en el que en el texto se describe la no adherencia del paciente a la rehabilitación como causal de esta falta de ganancia en la movilidad. El arco de movilidad postoperatorio en todas las series donde se documentó mejoría de esta variable fue superior a 90° en las dos técnicas. Hubo mejoría de las escalas funcionales en todas las series. La escala más frecuentemente utilizada fue el KS y FS. El KS y FS postoperatorio promedio osciló entre 85 y 96,5 y entre 69,5 y 91,4 puntos para los estudios con el uso de guías convencionales y entre 82 a 95, y 80 a 95,4 para los grupo con cortes guiados por navegación. En la [tabla 1a y 1b](#) se describen los arcos de movimiento y escalas funcionales pre y postoperatorios.

En 4 series de pacientes con uso de cortes guiados por navegación se describieron complicaciones, en un total de 6 pacientes, siendo la más frecuente la desinserción parcial del tendón rotuliano. No se describieron complicaciones en el grupo de técnicas convencionales, cuatro series no reportan las complicaciones.

**Tabla 1a** Resumen hallazgos en los estudios incluidos en pacientes RTR con balance de tejido blando y cortes intraarticulares (un tiempo) con guías convencionales

Autores	n	Edad (años)	seguimiento (meses)	Sitio deformidad	Deformidad preoperatoria		Arco de Movilidad		Escala de funcionalidad		Complicaciones	Comentarios adicionales
					Angulación ósea	Eje mecánico	Preoperatorio	Postoperatorio	Preoperatorio	Postoperatorio		
<i>RTR con balance de tejido blando y cortes intraarticulares (un tiempo) - Con guías convencionales</i>												
Paredes-Carnero et al., 2018 <sup>3</sup>	9	73 (61-85)	55 (48-63)	F	Cor: 19° (24° var. - 17° valg.). Sag: 12° (10° ant. - 15° rec.)	ND	86°	118° (108°-129°)	KS: 53 (23-91) FS: 43 (12-70)	KS: 96,5 (84-100) FS: 84,4 (75-100)	No complicaciones	Uso de guías extramedulares en fémur
Tani et al., 2018 <sup>4</sup>	7	72,0 ± 6,0	24	T	Coronal: 9,3° (19,4° var. - 18° valg.)	9,3° ± 6,7° (var.)	Flex: 100° (90°-120°); Ext: -8,8° (-30°-0°)	Flex.: 115,7° (90°-135°); Ext: -0,8° (-10°-0°)	KS: 47,0 ± 18,4 FS: 49,7 ± 27,8	KS: 93,7 ± 4,1 FS: 73,6 ± 15,4	No reportadas	
Lo presti et al., 2017 <sup>5</sup>	1	37	48	T	ND	17° (var.)	70°	60°	KOOS: 19	KOOS: 29,8	No complicaciones	Paciente sin adherencia a rehabilitación
Huang et al., 2014 <sup>6</sup>	37	70 ± 4	43 ± 16	F	Cor: 10° ± 2°	13° ± 5° (var.)	101° ± 13°	120° ± 10°	KS: 58,3 ± 7,8 FS: 38,1 ± 8,5	KS: 94,4 ± 3,2 FS: 91,4 ± 5,3	No reportadas	
Rajgopal et al., 2013 <sup>7</sup>	36	66,6 (58-78)	85 (42-120)	F, T	F: Cor: 16,2° (11°-18°), Sag: 10,1° (0°-15°); T: Cor. 21° (12-24)	ND	54° (10°-100°)	114° (70°-130°)	KS: 37 (10-80) FS: 19 (0-40)	KS: 85 (35-95) FS: 69,5 (0-90)	No complicaciones	4 guiados con navegación por deformidad severa
Vanni et al., 2013 <sup>8</sup>	5	ND	12	F	ND	ND	46°	102°	OKS: 17	OKS: 38	No complicaciones	
Deschamps et al., 2010 <sup>9</sup>	60	65 ± 12	48 (6-96)	F, T	ND	10° ± 4° (var), 3° ± 4° (valg)	Flex: 106° ± 22° Ext: 5° ± 7°	Ganancia Flex: 4° ± 21°; Ganancia Ext: 4° ± 6°	ND	Ganancia SOO function score: 49 ± 25	No reportadas	
Wang JW et al., 2010 <sup>10</sup>	12	63,7 (52 - 80)	93 (30 - 155)	F	Cor: var: 16° (8° - 23°); Sag.: Rec: 11° (6° - 15°) ant: 12° (6° - 16°).	22,6° (15°-27°) (var.)	80° (5° - 125°)	110° (80° - 130°)	KS 18,7 (0 - 49) FS: 24,5 (10 - 50)	KS 93 (83 - 100) FS: 90 (70 - 100)	No complicaciones	
Koenig JH et al., 2009 <sup>11</sup>	2	79,5 (75-84)	24	F, T	ND	32,5° (32°-33°) (var.) 20° (rec, en 1 rodilla)	ND	ND	KS: 40	KS: 95	No complicaciones	
Wang JW et al., 2002 <sup>12</sup>	15	65 (57-78)	38	F, T	F: Cor: 15,1°, Sag: 8,1° T: Cor: 19°	22,7° (var) (38° var - 4° valg)	77,7° (5°-120°)	103,6° (80°-120°)	KS: 22,3 (0-49) FS: 28,0 (10-50)	KS: 91,7 (80-99) FS: 87,3 (50-100)	No complicaciones	

\* Incluye pacientes en diferentes grupos de intervención con técnicas de RTR diferentes, se especifican los desenlaces para cada una de las técnicas incluidas.

F: Fémur, T: Tibia, Cor: Coronal, Sag: Sagital, Var: Varus, Valg: Valgus, Ant: antecurvatum, Rec: Recurvatum, Ext: extensión, Flex: Flexión, KS: Knee Society Knee Score, FS: Knee Society Function Score, OKS: Oxford Knee Society, KOOS: Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score, ND: No dato

**Tabla 1b** Resumen hallazgos en los estudios incluidos en pacientes RTR con balance de tejido blando y cortes intraarticulares (un tiempo) con cortes guiados por navegación

Autores	n	Edad (años)	seguimiento (meses)	Sitio deformidad	Deformidad preoperatoria		Arco de Movilidad		Escala de funcionalidad		Complicaciones	Comentarios adicionales
					Angulación ósea	Eje mecánico	Preoperatorio	Postoperatorio	Preoperatorio	Postoperatorio		
<i>RTR con balance de tejido blando y cortes intraarticulares (un tiempo) - Con cortes guiados por navegación</i>												
Tani et al., 2018 <sup>4</sup>	7	75,0 ± 4,2	24	F, T	F: Cor: 15,1° (14,5° var - 28,2° valg) T: Cor: 7,3° (12° var - 3° valg)	10,6° ± 8,9° (var)	Flex: 107,9° (90°-125°) Ext: -5,7° (-10°-0°)	Flex: 127,1° (110°-140°) Ext: -2,9° (-5°-0°)	KS: 58,9 ± 9,2 FS: 56,6 ± 10,8	KS: 93,3 ± 6,9 FS: 93,3 ± 5,9	No complicaciones	
Huang et al., 2014 <sup>6</sup>	28	70 ± 4	43 ± 18	F	Cor: 11° ± 3°	15° ± 5° (var)	103° ± 14°	121° ± 11°	KS: 60,4 ± 14,6 FS: 40,9 ± 12,6	KS: 94,4 ± 2,9 FS: 90,7 ± 6,0	No reportadas	
Lin et al., 2014 <sup>13</sup>	3	65,8 (63-66)	24	F, T	F: Cor: 15,3° (var, 5,6°-25°) T: Cor: 9° (var)	ND	100° (90°-105°)	116,7° (110°-120°)	KS: 44,3 FS: 40 (30-45)	KS: 90,1 FS: 90 (85-95)	No complicaciones severas	
Hamada et al., 2013 <sup>14</sup>	3	60 (59-61)	27,3 (17-40)	F	ND	11° (9°-13°) (var); 9° (valg)	65° (20° - 90°)	93,3° (75° - 110°)	KS 30,7 FS: 35 (20-50)	KS: 85,3 FS: 80 (70-90)	No complicaciones	
Liu et al., 2013 <sup>15</sup>	8	68,6 (60-78)	24 - 26	F, T	ND	10,7° (8,4° - 13,2°) (var)	85° (70° - 110°)	106,2° (95° - 120°)	KS 24,6 FS: 49,4 (25-75)	KS: 84 FS: 87,5 (75-100)	No complicaciones	
Rhee et al., 2013 <sup>16</sup>	13	69 (52 - 83)	37,2	F, T	F: Cor: 3,4° (var), Sag: 4,0° (rec). T: Cor: 6,3° (var), Sag: 13,8° (ant) valg)	7,2° ± 11,8° (var) (25° var - 13° valg)	83,5° (50° - 125°)	118,5° (100° - 135°)	KS: 28,8 FS: 49,4 (25-75)	KS: 89,6 FS: 80 (80-97)	Desinserción parcial del tendón rotuliano: n = 2	
Thienpont et al., 2013 <sup>17</sup>	10	58,5 ± 8,5	40,8 (24-60)	F, T	F: Cor: 7,8° (var, 4° - 15°), Sag: 8° (ant, 3°-12°); T: Cor: 12° (var), Sag: 6° (rec)	7,4° (-7° - 15°) (var)	Flex: 94° (70° - 126°) Ext: -7° (-11° - 5°)	Flex: 112° (90° - 138°) Ext: 0° (-3° - 2°)	FS: 44 ± 11	FS: 92 ± 7	No complicaciones	
Catani et al., 2012 <sup>18</sup>	20	52 (38-83)	37,2 (24-72)	F, T	ND	10,4° (var) (26° var - 13° valg)	67°	94°	KS: 48, 4 FS: 40,8 ± 7,7	KS: 91,4 FS: 95,4 ± 4,0	Artrofibrosis n = 1; Lesión parcial tendón rotuliano intraop n = 1	
Shao et al., 2012 <sup>19</sup>	12	65,6 ± 7,1	12,3 (3-24)	F	ND	10,0° (5° - 18,5°) (var)	83,7° ± 18,7°	115° ± 8,2°	KS: 40,8 ± 7,7 FS: 39,6 ± 12,3	KS: 94,9 ± 2,4 FS: 95,4 ± 4,0	No complicaciones	*Un caso con seguimiento de 3 meses.
Kim KI et al., 2010 <sup>20</sup>	4	64,5 (60-68)	14 (12-18)	F	ND	15,1° (4,1° - 21,5°) (var)	75°	110°	KS: 39,5 FS: 41,5	KS: 95 FS: 95	Fractura patelar periprotésica = 1	
Bottros et al., 2008 <sup>21</sup>	9	ND	18,9 (12-30)	F	ND	5,1° (var) (14° var - 2,1° valg)	70°	97°	KS: 62 FS: 52 (46-60)	KS: 92 FS: 83 (60-100)	Artrofibrosis n = 1	
Chou et al., 2008 <sup>22</sup>	1	43	14	F	Cor: 15° (var); Sag: 8,7°	8° (var)	90°	95°	KS: 38	KS: 82	No complicaciones	

\* Incluye pacientes en diferentes grupos de intervención con técnicas de RTR diferentes, se especifican los desenlaces para cada una de las técnicas incluidas.

F: Fémur, T: Tibia, Cor: Coronal, Sag: Sagital, Var: Varus, Valg: Valgus, Ant: antecurvatum, Rec: Recurvatum, Ext: extensión, Flex: Flexión, KS: Knee Society Knee Score, FS: Knee Society Function Score; ND: No dato

### Osteotomía de corrección extraarticular + RTR (1 tiempo quirúrgico)

Diez estudios describen los resultados para esta técnica, incluyendo un total de 96 rodillas. El grado de deformidad ósea se describe únicamente en 5 estudios, con un promedio máximo de deformidad femoral en el plano coronal de 38° pero con valores hasta 43°. En el plano sagital la mayor deformidad reportada fue de 40°. En cuanto al eje mecánico, este se describe en 6 series, con alteraciones en eje coronal, con promedios todos entre 10° y 20°. Hubo mejoría del arco de movilidad en todas las series, sin dato en 1 estudio. En 4 series no se reporta el puntaje preoperatorio en escala funcional, aunque se describe el valor absoluto del puntaje en el postoperatorio o la ganancia. En las 6 series restantes hubo mejoría en las diferentes escalas funcionales, el KS y FS fueron las más usadas, con puntajes postoperatorios promedio para el KS entre 60,7 y 97 y para el FS entre 72,3 y 90. Se reportaron complicaciones postoperatorias en la mayoría de las series (en 2 series indican ausencia de complicaciones, y no reportan las complicaciones en 1 estudio), siendo la complicación más frecuente la fractura transoperatoria. En la [tabla 2](#) se muestran las variables para esta técnica.

### Osteotomía de corrección extraarticular seguida de RTR (2 tiempos)

Solo un estudio describe los desenlaces funcionales para esta intervención, este estudio incluye 3 rodillas, con deformidad a nivel tibial, con angulación máxima en el plano coronal de 12° y en el plano sagital de 30°, sin que se describan los datos de eje mecánico. Hubo una mejoría en la escala funcional, no describen la ganancia en el arco de movilidad y no reportaron complicaciones. Ver [tabla 2](#).

## Discusión

El RTR en pacientes con deformidades extra-articulares de la rodilla tanto a nivel femoral como tibial representa un desafío para el ortopedista, y a pesar de que se han descrito diferentes alternativas de tratamiento, con correcciones de la deformidad a nivel intra y extraarticular, no hay una recomendación clara de la mejor opción de tratamiento para los diferentes tipos de deformidades.

Se realizó una revisión sistemática de la literatura con el objetivo de evaluar los desenlaces obtenidos con las diferentes técnicas quirúrgicas en este grupo de pacientes, y de manera adicional se intentó determinar un grado de deformidad por encima del cual los pacientes pudieran ser considerados candidatos a osteotomía extraarticular concomitante a la artroplastia. La totalidad de los estudios encontrados corresponde a reportes y series de casos, la mayoría de los cuales describe los desenlaces en pacientes llevados a RTR con corrección intra-articular de la deformidad, es decir sin osteotomías extra-articulares. Al realizar la extracción de los datos se encontró como limitación la falta de reporte del grado de angulación y del eje mecánico de manera sistemática en todas las publicaciones.

Al revisar los hallazgos encontrados en los estudios de RTR con balance de tejidos blandos y cortes intra-articulares para corrección de la deformidad, ya sea con uso de guías convencionales o con cortes guiados por navegación, se

encontró que el promedio de angulación de la deformidad en la mayoría de los estudios a nivel femoral en el plano coronal fue menor a 20°, con muy pocas series con rangos de angulación que sobrepasaban los 20°, pero sin sobrepasar los 30° de deformidad. A nivel de la tibia en el plano coronal en la mayoría de las series el promedio de angulación no sobrepasa los 20°. Por su parte en el plano sagital, las deformidades tanto femorales como tibiales en general no sobrepasan los 15° de angulación. Aunque no hay un consenso en la actualidad, estos hallazgos son acordes a lo que se encuentra reportado en la literatura como puntos de corte sugeridos como límites máximos aceptados para realizar corrección intraarticular de la deformidad, los cuales en general oscilan entre 10° a 20° de angulación a nivel femoral en el plano coronal y hasta 30° de deformidad tibial en el plano coronal, mientras que en el plano sagital se describen puntos de corte 15° a 25°. Se ha sugerido la realización de correcciones extra-articulares cuando la deformidad supera los 20 a 30° y especialmente cuando la estrategia de corrección intra-articular compromete las inserciones de los ligamentos colaterales.

Con ambas técnicas de corrección intra-articular se obtuvo una mejoría de los arcos de movilidad y de las escalas de funcionalidad, con puntajes promedios de funcionalidad postoperatorios favorables en la mayoría de los estudios. Por la diferencia en las escalas utilizadas, no fue posible combinar todos los resultados para generar un estimador global de la ganancia de funcionalidad. Las complicaciones fueron poco frecuentes y de baja complejidad.

Aunque no se encontraron estudios clínicos aleatorizados comparando las técnicas con guías convencionales versus cortes guiados por navegación, uno de los artículos incluidos comparó los resultados en dos grupos de 7 pacientes intervenidos con cada una de las técnicas, encontrando como única diferencia significativa un mayor FS postoperatorio en el grupo de pacientes en los que se realizaron cortes guiados por navegación, sin que se encontraran diferencias en otros parámetros de movilidad, funcionalidad o de alineación de la extremidad. Algunos meta-análisis de estudios comparativos entre estas técnicas en pacientes sin deformidades extra-articulares han mostrado que con el uso de cortes guiados por navegación se puede lograr una mejor precisión de los cortes y un mejor restablecimiento del eje mecánico, sin embargo esta técnica supone mayores costos, no está ampliamente disponible, se requiere familiaridad con los sistemas y su impacto en la funcionalidad a largo plazo aun no es claro. En el presente estudio no se realizó una evaluación del grado de corrección del eje mecánico en el postoperatorio, únicamente se evaluaron los desenlaces de movilidad y funcionalidad. Con la información obtenida en la presente revisión sistemática no es posible concluir la superioridad de una técnica versus la otra en procedimientos de RTR con corrección intra-articular de deformidades extra-articulares. Adicionalmente, se debe tener en cuenta, que las técnicas cortes guiados por navegación no son exclusivas de los procedimientos con corrección de la deformidad a nivel intra-articular, ya que también puede utilizarse en procedimientos con osteotomía extraarticular concomitante.

En cuanto a los pacientes llevados a RTR con osteotomías extra-articulares de corrección el número de estudios encontrados fue menor. El grado de deformidad ósea preop-

**Tabla 2** Resumen hallazgos en los estudios incluidos en pacientes con RTR + osteotomía de corrección extraarticular

Autores	n	Edad (años)	seguimiento (meses)	Sitio de deformidad	Deformidad preoperatoria		Arco de Movilidad		Escala de funcionalidad		Complicaciones adicionales	Comentarios adicionales
					Angulación ósea	Eje mecánico	Preoperatorio	Postoperatorio	Preoperatorio	Postoperatorio		
<i>Osteotomía de corrección extraarticular + RTR (1 tiempo quirúrgico)</i>												
Demir et al., 2018 <sup>23</sup>	10	63 (38-67)	44 (31-60)	F	Cor: 38° (var, 32-43°), Sag: 31° (ant, 27°-35°), 30° (rec, 23°-33°)	ND	72° (50°-120°)	120° (110°-130°)	OKS: 9 (5-13)	OKS: 42 (37-47)	Fractura transoperatoria (n = 4), malposición del implante (n = 1), infección (n = 1)	
Denjean et al., 2017 <sup>24</sup>	8	70 (56-85)	36-132	T	ND	15° - 19° (var); 10° - 18° (valg)	ND	110° (90°-130°)	ND	KS: 91 FS: 87	Artrofibrosis (n = 1), TVP (n = 1)	RTR con navegación
Lo presti et al., 2017* <sup>5</sup>	1	37	48	F, T	ND	12° (valg)	60°	100°	KOOS: 25	KOOS: 43,5	Acortamiento 3 cm (n = 1)	
Veltman et al., 2017 <sup>25</sup>	21	62	64	F, T	ND	F: 12° (var, 6°-22°), 15° (valg, 11°-17°) T: 17° (var, 14°-21°), 11° (valg, 2°-18°)	ND	F: 96° (70°-120°) T: 108° (45°-140°)	ND	F: OKS: 38 (17-48) T: OKS: 39 (28-47)	infecciones n = 2, maluniones n = 2, fractura periprotésica intracx n = 1, artrofibrosis n = 2	
Rat-tanaprichavej et al., 2016 <sup>26</sup>	1	50	8	F	F: Cor: 6,8° (var), Sag: 10,8° (rec)	ND	90°	110°	KS: 28 FS: 35	KS: 83 FS: 90	Malunión (n = 1)	
Jason Fan, 2014 <sup>27</sup>	1	64	20	F	F: Cor 20°, Sag: 40°	ND	100°	100°	ND	KS: 97 FS: 80	No complicaciones	
Madelaine et al., 2014 <sup>28</sup>	15	68,2 ± 4,6	78 (22,1-145,9)	T	T: Cor. 10,4° (var, 3-18)	18,3° (var, 10° - 24°)	ND	ND	KS: 47,1 (28-58) FS: 5,1 (21-69)	KS: 60,7 (40-94) FS: 72,3 (30-100)	fractura intraop (n = 4), artrofibrosis (n = 1), infección (n = 1), no unión (n = 2), TVP (n = 1)	
Deschamps et al., 2010* <sup>9</sup>	18	56 ± 12	48 (6-96)	F, T	ND	13° ± 11° (var), 10° ± 11° (valg)	Flex: 94° ± 34° Ext: 2° ± 3°	Ganancia Flex: 14° ± 26° Ganancia Ext: 1° ± 5°	ND	Ganancia SOO function score: 32 ± 27	No reportadas	



Tabla 2 (continuación)

Autores	n	Edad (años)	seguimiento (meses)	Sitio de deformidad	Deformidad preoperatoria		Arco de Movilidad		Escala de funcionalidad		Complicaciones adicionales	
					Angulación ósea	Eje mecánico	Preoperatorio	Postoperatorio	Preoperatorio	Postoperatorio		Preoperatorio
Radke et al., 2002 <sup>29</sup>	10	68,2 (42-84)	30 (12-48)	T	ND	18,2° (var, 16°-25°); 20° (valg, 16°-30°)	ND	ND	KS: 28 ± 15,25 FS: 46,5 ± 8,83	KS: 80,6 ± 15,9 FS: 76 ± 21,2	No complicaciones	
Lonner et al., 2000 <sup>30</sup>	11	63 (40-74)	46 (26-88)	F	F: Cor: 26,9° (var, 14-40°); Sag: 18,5° (ant, 5°-30°)	ND	56° (30°-75°)	89° (65°-115°)	KS: 10 FS: 22	KS: 87 FS: 81	TEP (n = 1)	
<i>Osteotomía de corrección extraarticular seguida de RTR (2 tiempos)</i>												
Tawari et al., 2015 <sup>31</sup>	3	63 (63-64)	52 (48-60)	T	T: Cor 10° (10° var - 12° valg), Sag: 18,5 (rec, 7-30°)	ND	ND	93,3? (90,7-100?)	OKS: 18,6 (16-22)	OKS 38 (35-41)	No reportan	Corrección extraarticular con fijación externa

\* Incluye pacientes en diferentes grupos de intervención con técnicas de RTR diferentes, se especifican los desenlaces para cada una de las técnicas incluidas.

F: Fémur, T: Tibia, Cor: Coronal, Sag: Sagital, Var: Varus, Valg: Valgus, Ant: antecurvatum, Rec: Recurvatum, Ext: extensión, Flex: Flexión, KS: Knee Society Knee Score, FS: Knee Society Function Score, OKS: Oxford Knee Society, KOOS: Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score ND: No dato

eratoria se describe únicamente en la mitad de los estudios, sin embargo se describen angulaciones en el plano coronal por encima de los 30° en algunos estudios, y en el plano sagital por encima de los 15°. En todos los estudios hubo mejoría de la movilidad, y en las escalas de funcionalidad. Sin embargo en este grupo de pacientes llevados a osteotomía en un mismo tiempo operatorio se reportan complicaciones en la mayoría de las series, algunas severas dentro de las que se incluyen fracturas transoperatorias, acortamientos, infecciones, maluniones, entre otras. Este aumento en el riesgo de complicaciones ha sido previamente descrito en la literatura. No se encontraron estudios clínicos en la literatura que comparen los desenlaces entre realizar la osteotomía en un mismo tiempo operatorio versus en realizarla previo al RTR, tampoco se encontraron estudios que comparen los resultados de manera directa entre el RTR con osteotomía extraarticular concomitante y el RTR aislado posiblemente debido a la baja frecuencia de deformidades severas y a que el tipo de paciente considerado candidato para cada intervención es diferente.

Teniendo en cuenta las consideraciones previas, antes de la realización de un RTR en pacientes con deformidades extra-articulares, se debe evaluar el ángulo de la deformidad y el potencial compromiso de la inserción de los ligamentos colaterales al realizar los cortes. La liberación de los ligamentos colaterales puede tener consecuencias como la inestabilidad mediolateral y el aflojamiento temprano del componente tibial. En los casos en los que no haya compromiso potencial de las inserciones de los ligamentos colaterales y cuando el ángulo de la deformidad lo permita, se puede considerar factible realizar un reemplazo primario sin necesidad de realizar osteotomía concomitante, teniendo presente que la corrección intra-articular de la deformidad a pesar de requerir menos procedimientos óseos, puede requerir mayor liberación de tejidos blandos<sup>32-35</sup>.

## Limitaciones

Dentro de las limitaciones de esta revisión se encuentra la calidad de los estudios incluidos. Las series y reportes de casos son considerados estudios de baja calidad, y existe el riesgo inherentes de sesgos, especialmente del sesgo de selección y de información. Sin embargo, la realización de estudios clínicos aleatorizados en pacientes con esta patología es difícil teniendo en cuenta la poca frecuencia y la heterogeneidad clínica de los pacientes. En las intervenciones con osteotomía extraarticular concomitante el número de pacientes es menor que en los procedimientos de RTR aislado, y especialmente el número de casos es muy bajo en el grupo de osteotomía extraarticular previo al RTR. Adicionalmente, como se mencionó previamente, existe la limitación de la falta del reporte en algunos estudios del grado de angulación ósea de la deformidad, lo cual es relevante al momento de escoger el tipo de procedimiento. Existe heterogeneidad en los tiempos de seguimiento, en los grados de angulación, en las escalas funcionales utilizadas en cada estudio y en la manera de describir el rango de movilidad, lo que limita la combinación de resultados de los diferentes estudios. Sin embargo a pesar de estas diferencias se pudo evidenciar la mejoría tanto en la movilidad

como en las escalas de funcionalidad en la mayoría de series, independiente de la escala utilizada. Por último no contamos sistemáticamente con datos de la distancia de la deformidad a la rodilla, lo cual es también un factor a tener en cuenta en el momento de escoger uno u otro procedimiento.

Los pacientes con deformidades extra-articulares de la rodilla son un grupo heterogéneo como resultado de las múltiples posibilidades de deformidades que pueden presentarse. Ante esto, es de vital importancia la individualización de cada caso, teniendo en cuenta que como en toda artroplastia, la meta del tratamiento es lograr una rodilla alineada, estable, sin dolor y con adecuada movilidad. Previo a tomar una decisión sobre la técnica quirúrgica a utilizar se debe realizar un planeamiento preoperatorio apropiado, evaluando los grados de angulación y orientación de la deformidad ósea, la distancia de la deformidad a la articulación, el compromiso del eje anatómico y mecánico de la extremidad, así como la evaluación clínica del balance de tejidos blandos. Aunque no es posible concluir con un alto grado de certeza que una técnica es superior a otra para todos los pacientes, se podría considerar como una posibilidad la realización del RTR sin osteotomías extra-articulares concomitantes en pacientes con deformidades menores a 20° en el plano coronal y 15° en el plano sagital, en los que en el planeamiento preoperatorio se confirme que los cortes no comprometerán las inserciones de los ligamentos colaterales. En pacientes con deformidades mayores, se deberá evaluar la necesidad de realizar o no una osteotomía concomitante, teniendo presente el mayor riesgo de complicaciones con estos procedimientos. Se debe aclarar a futuro la real utilidad del uso de cortes guiados por navegación en este tipo de pacientes y la posibilidad de uso de guías a la medida como alternativa de tratamiento en este tipo de paciente.

## Fuentes de Financiación

Fuentes propias del autor.

## Conflicto de interés

El autor no presenta algún conflicto de interés.

## Bibliografía

- Baldini A, Castellani L, Traverso F, Balatri A, Balato G, Franceschini V. The difficult primary total knee arthroplasty: a review. *Bone Joint J.* 2015;97-B 10 Suppl A:30-9.
- Haritiniana EG, Pimpalnerkar AL. Computer Assisted Total Knee Arthroplasty: Does It Make A Difference? *Maedica (Buchar).* 2013;8:176-81.
- Paredes-Carnero X, Escobar J, Galdo JM, Babé JG. Total knee arthroplasty for treatment of osteoarthritis associated with extra-articular deformity. *J Clin Orthop Trauma.* 2018;9:125-32.
- Tani I, Nakano N, Takayama K, Ishida K, Kuroda R, Tomoyuki Matsumoto T. Navigated Total Knee Arthroplasty For Osteoarthritis With Extra-Articular Deformity. *Acta Ortop Bras.* 2018;26:170-4.
- Lo Presti M, Costa GG, Cialdella S, Neri MP, Agrò G, Iacono F, et al. Concurrent femoral and tibial osteotomies versus soft tissue balance in total knee arthroplasty: A technical case report. *J Orthop.* 2017;14:363-9.
- Huang TW, Peng KT, Huang KC, Lee MS, Hsu RW. Differences in component and limb alignment between computer-assisted and conventional surgery total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22:2954-61.
- Rajgopal A, Vasdev A, Dahiya V, Tyagi VC, Gupta H. Total knee arthroplasty in extra articular deformities: A series of 36 knees. *Indian J Orthop.* 2013;47:35-9.
- Vanni D, Pantalone A, Raimondi S, D'Apolito A, Allevi G, Campese R, et al. Total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformity (abstract). *J Orthopaed Traumatol.* 2013;14 Suppl 1:S90.
- Deschamps G, Khiami F, Catonné Y, Chol C, Bussière C, Massin P. French Hip and Knee Society (S.F.H.G.) Total knee arthroplasty for osteoarthritis secondary to extra-articular malunions. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96:849-55.
- Wang JW, Chen WS, Lin PC, Hsu CS, Wang CJ. Total knee replacement with intra-articular resection of bone after malunion of a femoral fracture: can sagittal angulation be corrected? *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92:1392-6.
- Koenig JH, Maheshwari AV, Ranawat AS, Ranawat CS. Extra-articular deformity is always correctable intra-articularly: in the affirmative. *Orthopedics.* 2009;32. [orthosupersite.com/view.asp?rID=42843](http://orthosupersite.com/view.asp?rID=42843). doi: 10.3928/01477447-20090728-22.
- Wang JW, Wang CJ. Total knee arthroplasty for arthritis of the knee with extra-articular deformity. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A:1769-74.
- Lin SY, Chen CH, Huang PJ, Fu YC, Huang HT. Computer-navigated minimally invasive total knee arthroplasty for patients with retained implants in the femur. *Kaohsiung J Med Sci.* 2014;30:415-21.
- Hamada D, Egawa H, Goto T, Takasago T, Takai M, Hirano T, et al. Navigation-Assisted Total Knee Arthroplasty for Osteoarthritis with Extra-Articular Femoral Deformity and/or Retained Hardware. *Case Rep Orthop.* 2013;2013:174384.
- Liu Z, Pan X, Zhang X. Total knee arthroplasty using navigation system for severe osteoarthritis with extra-articular deformity. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013;23:93-6.
- Rhee SJ, Seo CH, Suh JT. Navigation-Assisted Total Knee Arthroplasty for Patients with Extra-Articular Deformity. *Knee Surg Relat Res.* 2013;25:194-201.
- Thienpont E, Paternostre F, Pietsch M, Hafez M, Howell S. Total knee arthroplasty with patient-specific instruments improves function and restores limb alignment in patients with extra-articular deformity. *Knee.* 2013;20:407-11.
- Catani F, Digennaro V, Ensini A, Leardini A, Giannini S. Navigation-assisted total knee arthroplasty in knees with osteoarthritis due to extra-articular deformity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:546-51.
- Shao J, Zhang W, Jiang Y, Wang Q, Chen Y, Shen H, et al. Computer-navigated TKA for the treatment of osteoarthritis associated with extra-articular femoral deformity. *Orthopedics.* 2012;35:e794-9.
- Kim KI, Ramteke AA, Bae DK. Navigation-assisted minimal invasive total knee arthroplasty in patients with extra-articular femoral deformity. *J Arthroplasty.* 2010;25. 658.e17-e22.
- Bottros J, Klika AK, Lee HH, Polousky J, Barsoum WK. The use of navigation in total knee arthroplasty for patients with extra-articular deformity. *J Arthroplasty.* 2008;23:74-8.
- Chou WY, Ko JY, Wang CJ, Wang FS, Wu RW, Wong T. Navigation-assisted total knee arthroplasty for a knee with malunion of the distal femur. *J Arthroplasty.* 2008;23. 1239.e13-e19.
- Demir B, Özkul B, Saygılı MS, Çetinkaya E, Akbulut D. Deformity correction with total knee arthroplasty for severe knee osteoarthritis accompanying extra-articular femoral deformity:

- the results are promising. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26:3444–51.
24. Denjean S, Chatain F, Tayot O. One-stage computer-assisted total knee arthroplasty and tibial osteotomy. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103:381–6.
  25. Veltman ES, van Wensen RJA, Defoort KC, van Hellemondt GG, Wymenga AB. Single-stage total knee arthroplasty and osteotomy as treatment of secondary osteoarthritis with severe coronal deviation of joint surface due to extra-articular deformity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:2835–40.
  26. Rattanaprichavej P, Laoruengthana A. Total knee arthroplasty with extra- or intra-articular correction technique for arthritic knees with extra-articular deformity of the femur or tibia: a report of three cases. *J Orthop Surg.* 2016;24:116–20.
  27. Jason Fan CH. One-Stage Femoral Osteotomy and Computer-Assisted Navigation Total Knee Arthroplasty for Osteoarthritis in a Patient with Femoral Subtrochanteric Fracture Malunion. *Case Rep Orthop.* 2014;2014:645927, doi: 10.1155/2014/645927.
  28. Madelaine A, Villa V, Yela C, Lording T, Lustig S, Servien E, et al. Results and complications of single-stage total knee arthroplasty and high tibial osteotomy. *Int Orthop.* 2014;38:2091–8.
  29. Radke S, Radke J. Total knee arthroplasty in combination with a one-stage tibial osteotomy: a technique for correction of a gonarthrosis with a severe (>15 degrees) tibial extra-articular deformity. *J Arthroplasty.* 2002;17:533–7.
  30. Lonner JH, Siliski JM, Lotke PA. Simultaneous femoral osteotomy and total knee arthroplasty for treatment of osteoarthritis associated with severe extra-articular deformity. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:342–8.
  31. Tawari GJK, Maheshwari R, Madan SS. Extra-articular deformity correction using Taylor spatial frame prior to total knee arthroplasty. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2018;13:179–84, <http://dx.doi.org/10.1007/s11751-018-0310-5>.
  32. Hazratwala K, Matthews B, Wilkinson M, Barroso-Rosa S. Total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformity. *Arthroplast Today.* 2016;2:26–36.
  33. Mullaji AB, Shetty GM. Correcting deformity in total knee arthroplasty: Techniques to avoid the release of collateral ligaments in severely deformed knees. *Bone Joint J.* 2016;98-B 1 Suppl A:101–4.
  34. Cheng T, Zhao S, Peng X, Zhang X. Does computer-assisted surgery improve postoperative leg alignment and implant positioning following total knee arthroplasty? A meta-analysis of randomized controlled trials? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:1307–22.
  35. Mason JB, Fehring TK, Estok R, Banel D, Fahrbach K. Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. *J Arthroplasty.* 2007;22:1097–106.