



## TEMA DE ACTUALIZACIÓN

# Una revisión sistemática de la literatura: el uso de vainas metafisarias en cirugía de revisión de artroplastia de rodilla<sup>☆</sup>

J.A. López López<sup>\*</sup>, M. Castro Menéndez, D.M. Domínguez Prado, P. Souto Míguez,  
P. Capellá González, C. Penín Gómez y P. Gómez Díaz

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Álvaro Cunqueiro, Complejo Hospitalario Universitario de Vigo, Vigo, Pontevedra, España

Recibido el 31 de enero de 2023; aceptado el 4 de agosto de 2023  
Disponible en Internet el 9 de septiembre de 2023

### PALABRAS CLAVE

Vainas metafisarias;  
Prótesis revisión  
rodilla;  
Resultados;  
Complicaciones

### Resumen

**Antecedentes y objetivos:** El objetivo de este estudio es analizar las indicaciones, complicaciones, supervivencia y el resultado clínico y funcional de las vainas metafisarias como opción terapéutica en las revisiones de prótesis total de rodilla.

**Material y método:** Se realizó una revisión sistemática siguiendo las recomendaciones PRISMA sobre el uso de vainas metafisarias para cirugía de revisión de artroplastia de rodilla. Se incluyeron estudios prospectivos y retrospectivos publicados en los últimos 10 años que analizaran la supervivencia del implante, el resultado clínico y funcional con un seguimiento mínimo de 2 años.

**Resultados:** Los estudios incluidos mostraron buenos resultados tanto funcionales como clínicos. El porcentaje de reintervención global fue del 16,2%, con una tasa de supervivencia global del 92,2% y una supervivencia aséptica de un 98,2%.

**Conclusiones:** Las vainas metafisarias suponen una buena opción de tratamiento de esta cirugía, especialmente en defectos tipo AORI II o III consiguiendo buena estabilidad intraoperatoria y primaria del implante, con buena y rápida osteointegración.

© 2023 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

<sup>☆</sup> Premio Fundación SECOT.

<sup>\*</sup> Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [jose.antonio.lopez.lopez@sergas.es](mailto:jose.antonio.lopez.lopez@sergas.es), [antonlopez7@hotmail.com](mailto:antonlopez7@hotmail.com) (J.A. López López).

**KEYWORDS**

Metaphyseal sleeves;  
Revision total knee  
arthroplasty;  
Results;  
Complications

**A systematic review of the literature: The use of metaphyseal sleeves in revision total knee arthroplasty**

**Abstract**

*Background and objectives:* The purpose of this study is to analyze the indications, complications, survivorship and clinical/functional outcome of metaphyseal sleeves as a treatment option in revision total knee arthroplasty.

*Material and method:* A systematic review was made following the PRISMA recommendations on the use of metaphyseal sleeves for revision total knee arthroplasty. We included prospective and retrospective studies published in the last 10 years looking at implant survivorship, clinical and functional outcome with a minimum follow-up of 2 years.

*Results:* The included studies showed good both functional and clinical outcomes. The overall reoperation rate was 16.2%, with an overall survival rate of 92.2% and aseptic survivorship of 98.2%.

*Conclusions:* Metaphyseal sleeves are a good treatment option for this surgery, especially in AORI II or III type bone defects, achieving good intraoperative and primary stability of the implant, with good and rapid osseointegration.

© 2023 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

El número de artroplastias totales de rodilla sigue aumentando y, como consecuencia de ello, la incidencia de revisiones de las mismas<sup>1</sup>, las cuales suponen uno de los más importantes desafíos en la cirugía ortopédica en la actualidad.

Morgan-Jones et al.<sup>2</sup>, introdujeron el concepto de fijación por zonas en la cirugía de revisión de rodilla. Describieron 3 zonas anatómicas en fémur y tibia, cada una de las cuales sirve como soporte para la fijación del implante: la zona 1 es la epífisis, la 2 la metáfisis y la 3 la diáfisis (fig. 1).



**Zona 3: Diáfisis**

**Zona 2: Metáfisis**

**Zona 1: Epífisis**

**Zona 2: Metáfisis**

**Zona 3: Diáfisis**

**Figura 1** Fijación por zonas en cirugía de revisión de rodilla. Fuente: Morgan Jones et al.<sup>2</sup>.

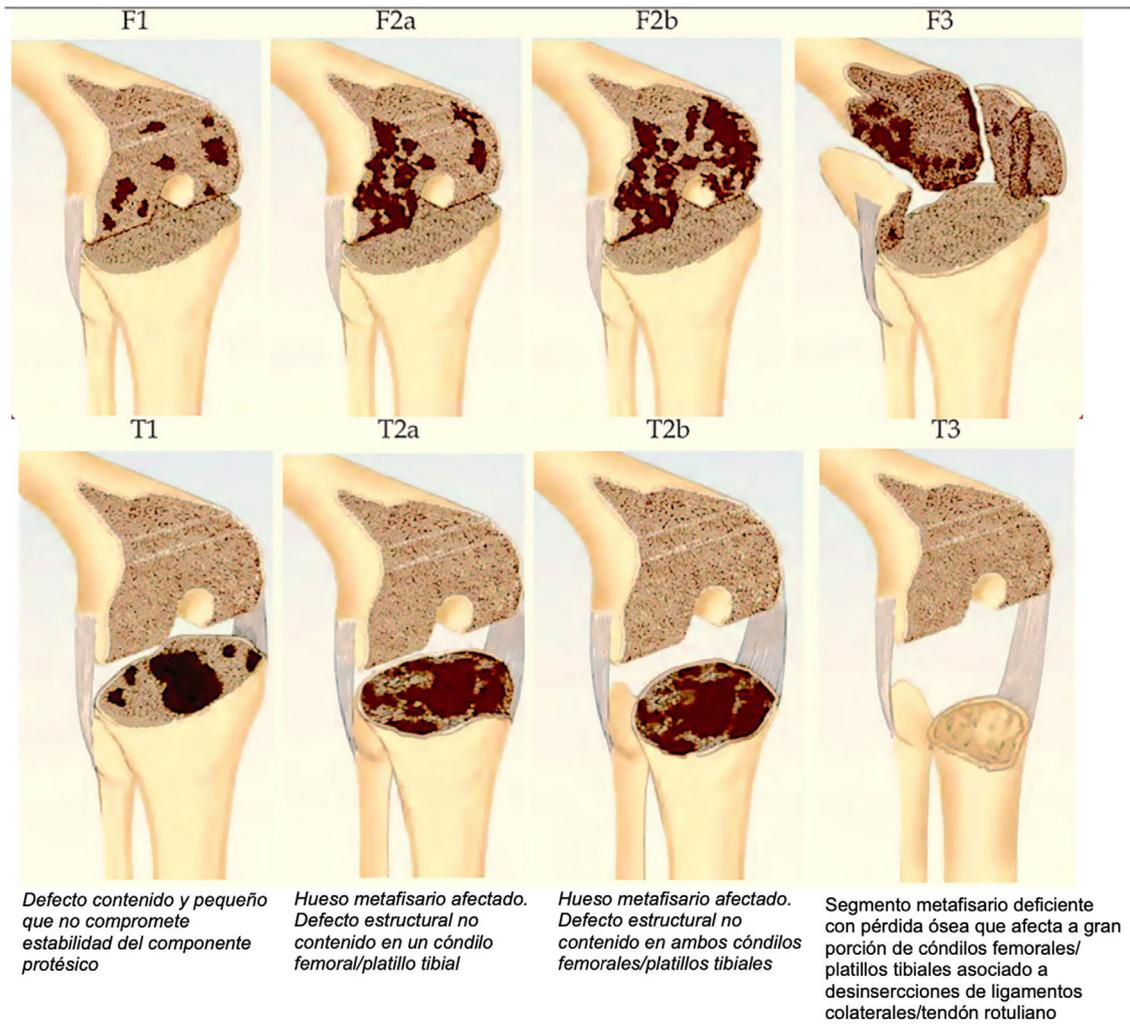
Mientras en la artroplastia primaria de rodilla la fijación depende principalmente de una buena superficie articular sin defecto óseo, en las revisiones en la zona 1, esta fijación está comprometida y ha mostrado una gran tasa de fracasos por los defectos a este nivel y la pobre vascularización<sup>3</sup>. La pérdida ósea en las revisiones supone un importante problema para conseguir una interfase entre el implante y el hueso lo suficientemente estable.

La clasificación Anderson Orthopaedic Research Institute (AORI) de la pérdida ósea es la más usada en las revisiones protésicas<sup>4</sup> (los valores de dicha clasificación vienen descritos en la figura 2). La fijación en la zona 1 es posible con componentes de revisión convencionales con o sin vástagos, solo cuando estos defectos pueden ser rellenados con cemento o pequeñas cantidades de injerto óseo<sup>5</sup>. En los casos de defectos tipo 2 y 3 una fijación adicional en las otras zonas es necesaria para alcanzar una superficie de carga estable y así un buen resultado de la cirugía.

Buscando fijación en la zona 3 (diáfisis), inicialmente se propuso el uso de vástagos, tanto cementados como no cementados que permitían transmitir la carga a la diáfisis y combinar la fijación a ambos niveles<sup>6-9</sup>.

En los últimos años, se ha mostrado interés sobre la fijación en la zona metafisaria (zona 2)<sup>10</sup>. La fijación a este nivel surgió como una opción para evitar los problemas anteriormente mencionados ya que es una zona con teórico menor daño y defecto óseo que la epifisaria, estando, además, mejor vascularizada, lo cual supone una ventaja biológica con respecto a las otras zonas de cara a cualquier tipo de fijación. Las vainas metafisarias y los conos de metal trabecular surgieron como alternativa para el manejo de estos grandes defectos en la cirugía de revisión de rodilla.

Las vainas metafisarias (Depuy, Warsaw [Indiana]) fueron introducidas ya en los años 70 para su uso con prótesis bisagra<sup>11</sup> y se fueron desarrollando y modificando hasta permitir su uso en implantes semiconstreñidos, donde además de servir de relleno de defecto óseo, permiten fijación y



**Figura 2** Clasificación Anderson Orthopaedic Research Institute (AORI) de defectos óseos. Fuente: Engh et al.<sup>4</sup>.

estabilidad inmediata en la zona metafisaria, con crecimiento óseo y una menor reabsorción ósea y stress shielding que otros sistemas<sup>12</sup>.

Nuestro objetivo es realizar una revisión sistemática de la literatura atendiendo a los siguientes criterios PICO:

- La población (P) de estudio se corresponde con todos aquellos pacientes sometidos a una artroplastia de revisión de rodilla.
- La intervención (I) serían aquellos pacientes en los que en la cirugía de recambio fuesen empleadas vainas de fijación metafisaria.
- No se realizó comparación (C) con otros sistemas de fijación.
- Los resultados (O) a analizar serían las indicaciones, complicaciones, la supervivencia de los implantes y el resultado clínico y funcional de la cirugía de revisión protésica en donde se empleasen vainas metafisarias.

## Material y método

### Diseño

Se realizó una revisión sistemática a través de búsqueda electrónica sobre el uso de vainas metafisarias para cirugía de revisión de artroplastia de rodilla siguiendo las recomendaciones «Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)»<sup>13</sup>.

Esta revisión ha sido registrada en PROSPERO (International prospective register of systematic reviews) con ID CRD42023447265.

### Búsqueda sistemática

Se realizó la búsqueda en diciembre de 2022 de los artículos publicados en las siguientes bases de datos: Medline,

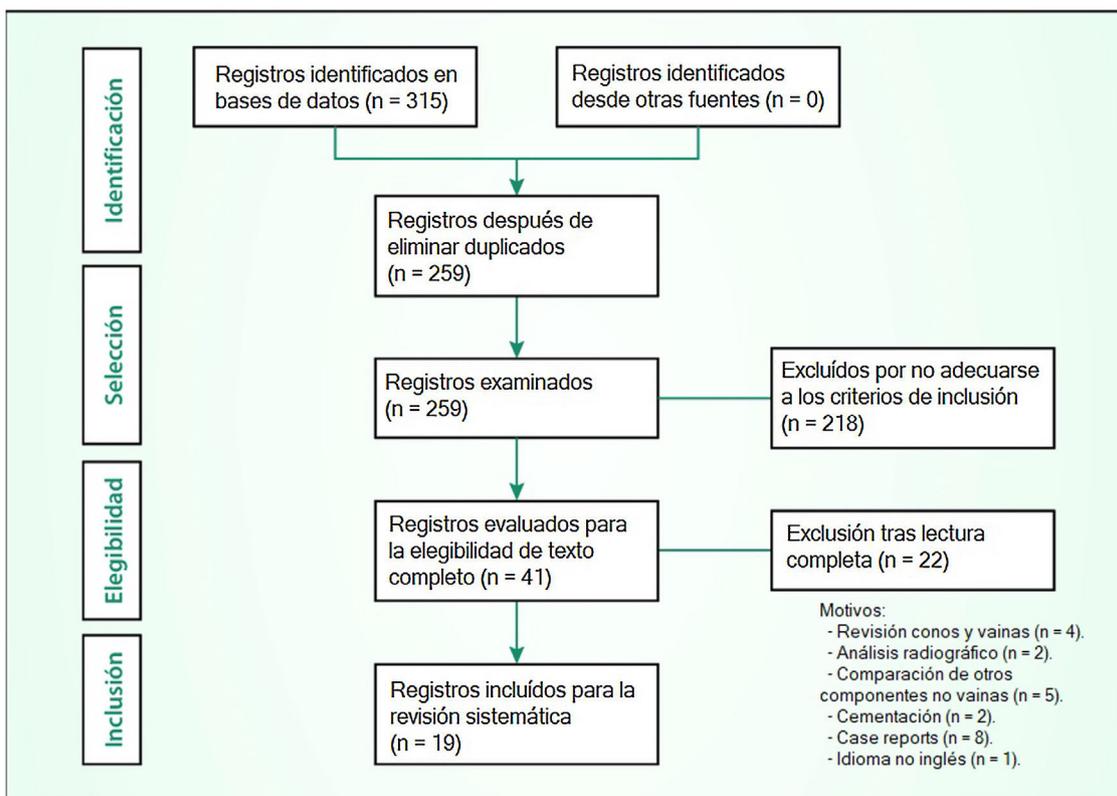


Figura 3 Diagrama de flujo.

Web Of Science, Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados y Embase, entre enero de 2010 y diciembre de 2022, usando como palabras clave en las bases mencionadas: (metaphyseal[All Fields] AND sleeves[All Fields] AND («arthroplasty, replacement, knee» [MeSH Terms] OR («arthroplasty»[All Fields] AND «replacement»[All Fields] AND revision replacement, metaphyseal AND revision arthroplasty, metaphyseal AND «knee»[All Fields]) OR «knee replacement arthroplasty»[All Fields] OR («total»[All Fields] AND «knee»[All Fields] AND «arthroplasty»[All Fields]) OR «total knee arthroplasty»[All Fields]).

La combinación de términos de texto libre y Medical Subject Headings (MeSH) en el título y resumen se utilizó para realizar la investigación.

### Selección de estudios

Tres autores revisaron de manera independiente todos los títulos de la consulta de búsqueda inicial (315 citas) y se seleccionaron todos aquellos títulos que mencionasen el uso de vainas metafisarias en cirugía de rodilla, excluyendo 218 artículos en base al resumen, ya que no eran artículos relacionados con el tema a revisar. Posteriormente se eliminaron todos aquellos títulos y artículos duplicados, quedando 42 que fueron seleccionados para lectura completa de los artículos, que fue realizada por dos revisores.

Fueron incluidos en la revisión los artículos que cumplen los criterios PICO anteriormente mencionados: aquellos pacientes sometidos a una artroplastia de revisión de rodilla

(P) en los que la técnica empleada se usasen vainas metafisarias (I) y que analizasen las indicaciones, complicaciones y el resultado clínico y funcional acerca del uso de las mismas en cirugía de revisión protésica de rodilla (O).

Todos los artículos seleccionados fueron estudios/observaciones prospectivos y retrospectivos que analizaban lo anteriormente mencionado. No se obtuvieron registros desde otras fuentes (revistas en papel, repositorios locales o páginas web).

### Criterios de exclusión

Todos aquellos que no fuesen redactados en inglés fueron excluidos. También estudios in vitro, publicaciones de técnica quirúrgica, o los que analizasen el uso de vainas en cirugía primaria o en situaciones más específicas como secuelas de fracturas o su implantación sin vástago. Todos los estudios deberían de tener un seguimiento mínimo de dos años, tiempo que los autores consideraron el mínimo necesario para evaluar la supervivencia de los implantes y evaluar la mejoría clínica y funcional tras una artroplastia, al igual que consideran la mayoría de las revistas científicas de la especialidad que lo incluyen como tiempo mínimo de seguimiento para publicar resultados de un estudio, y haber sido publicado en los últimos 10 años, tiempo que consideramos el más relevante para nuestra revisión y por las posibles variaciones en el diseño del implante. Se incluyeron 19 artículos en el análisis final (fig. 3)<sup>14–33</sup>.

**Tabla 1** Índice Minors

	Objetivo claramente establecido	Inclusión de pacientes consecutivos	Recopilación prospectiva de datos	Criterios de valoración apropiados para el objetivo del estudio	Evaluación imparcial del criterio de valoración del estudio	Período de seguimiento apropiado para el objetivo del estudio	< 5% perdido durante el seguimiento	Total
Argawal 2018	2	2	2	2	2	2	1	13
Alexander 2013	2	1	1	2	2	2	1	11
Algarni 2020	2	1	1	2	2	2	2	12
Barnet 2014	2	1	1	2	2	2	1	11
Bloch 2020	2	1	1	2	2	2	1	11
Bugler 2015	2	1	1	2	2	2	1	11
Chalmers 2017	2	1	1	2	2	2	1	11
Dalury 2016	2	1	1	2	2	2	1	11
Fedorka 2017	2	1	1	2	2	2	1	11
Graichen 2015	2	2	2	2	2	2	1	13
Gurel 2021	2	1	1	2	2	2	1	11
Hannon 2022	2	1	1	2	2	2	2	12
Huang 2014	2	2	2	2	2	2	1	13
Klim 2020	2	1	1	2	2	2	1	11
Martin 2017	2	2	2	2	2	2	1	13
Panesar 2021	2	1	1	2	2	2	1	11
Waters 2017	2	1	1	2	2	2	1	11
Wirries 2019	2	1	1	2	2	2	1	11
Wu 2020	2	1	1	2	2	2	1	11

0: ítem no informado; 1: ítem informado, pero es inadecuado; 2: ítem informado y adecuado.

### Extracción de datos

De los artículos seleccionados, fueron obtenidos los siguientes datos: número de pacientes y de rodillas tratadas, indicaciones de la cirugía de revisión, clasificación y tipo de defecto óseo, edad de los pacientes y seguimiento medio, número de vainas femorales y tibiales implantadas y nivel de constricción de la prótesis.

### VARIABLES ANALIZADAS

En cuanto a los resultados postoperatorios se recogieron el número de reoperaciones por cualquier causa, el de reintervenciones por un proceso infeccioso intercurrente y el porcentaje de supervivencia global y aséptica sobre las rodillas analizadas, teniendo en cuenta para estos indicadores como evento final el recambio protésico por cualquier causa o por aflojamiento aséptico respectivamente. Se analizó también la movilidad conseguida y las puntuaciones pre y postoperatorias en las escalas funcionales analizadas: Oxford Knee Score (OKS), Knee Society Score (KSS), Knee Society Function Score (KSFS) y Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC)<sup>34-36</sup>.

Estas escalas funcionales se basan en encuestas realizadas a los pacientes donde se responden preguntas sobre el dolor, la necesidad de fármacos, la sensación de inestabilidad, la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria, agacharse o subir escaleras, la distancia o el tiempo que son capaces de caminar. En el caso de la escala OKS, el resultado más desfavorable sería el 0, y el más favora-

ble 48. En la KSS y KSFS el resultado va de 0 (peor) a 100 (mejor). Por último, en el WOMAC la puntuación se asocia con el estado funcional a la inversa: formado por 24 preguntas en el que los pacientes contestan 0 si no están afectados y 4 si están muy afectados, por lo que cuanto más cercano a 0 el resultado es mejor, mientras que el peor posible son 96 puntos (20 puntos de dolor, 8 de rigidez y 68 de capacidad funcional).

### Evaluación del riesgo de sesgo

Debido a la heterogeneidad y la variabilidad en la toma de datos de los artículos, se tuvieron en cuenta para el análisis el número de pacientes finales en los que fue posible el seguimiento en cada uno de los artículos, no las poblaciones iniciales, y se excluyeron aquellos pacientes con pérdida de seguimiento, buscando homogeneizar en la medida de lo posible nuestra revisión.

Dos autores evaluaron de forma independiente el riesgo potencial de sesgo evaluado de los estudios incluidos mediante MINORS, un índice metodológico para estudios no aleatorios<sup>37</sup>. Los ítems se calificaron con 0 si no se informaron; 1 cuando se informa pero es inadecuado; y 2 cuando se informa y es adecuado. La puntuación ideal global fue de 14 para estudios no comparativos. Se consideró bajo riesgo de sesgo cuando los estudios cumplieron con todos los criterios MINORS, y de alto riesgo de sesgo en los demás estudios (tabla 1).

**Tabla 2** Tipo de estudio, indicación, datos demográficos y seguimiento medio

	Tipo estudio	Indicación (número de rodillas)	Pacientes	Rodillas	Edad media	Seguimiento medio (meses/años)
Argawal 2018	Prospectivo	Aflojamiento aséptico: 43 (41,3%) Inestabilidad: 12 (11,5%) PTR dolorosa: 7 (6,7%) Rigidez: 10 (9,6%) Infección 31 (29,8%)	103	104	74,7	95,7 m / 7,9a
Alexander 2013	Retrospectivo	Aflojamiento aséptico: 15 (50%) Infección: 8 (26,7%) Osteólisis severa: 5 (16,7%) Inestabilidad: 2 (6,7%)	28	30	71	33m / 2,75a
Algarni 2020	Retrospectivo	Aflojamiento aséptico: 14 (51,8%) Desgaste PE: 4 (14,8%) Infección: 3 (11,1%) Inestabilidad: 2 (7,4%) Mala alineación: 2 (7,4%) Fx periPTR/ pseudoartrosis: 2 (7,4%)	27	27	65,4	49,2 m / 4,1a
Barnet 2014	Retrospectivo	Inestabilidad en flexión: 10 (29,4%) Infección: 9 (26,4%) Fractura: 3 (8,8%) Rigidez/dolor: 3 (8,8%) Desgaste PE: 2 (5,9%) Osteólisis severa: 2 (5,9%) Mala alineación: 1 (2,9%)	34	34	66	38m / 3,2a

**Tabla 2** (continuación)

	Tipo estudio	Indicación (número de rodillas)	Pacientes	Rodillas	Edad media	Seguimiento medio (meses/años)
Bloch 2020	Retrospectivo	Aflojamiento aséptico: 161 (50,5%) Infección: 71 (22,2%) Inestabilidad: 68 (21,3%) Rigidez: 14 (4,4%) Mala alineación: 3 (0,9%) Fx periPTR: 2 (0,6%)	277	319	70	91m / 7,6 a
Bugler 2015	Retrospectivo	Alojamiento aséptico: 16 (45,7%) Desgaste PE: 9 (25,7%) Mala alineación: 6 (17,1%) Inestabilidad: 2 (5,7%) PTR dolorosa: 2 (5,7%)	34	35	72	39m / 3,2a
Chalmers 2017	Retrospectivo	Infección: 87 (38,3%) Inestabilidad: 33 (14,5%) Aflojamiento fémur: 28 (12,3%) Aflojamiento tibia: 33 (14,53%) Aflojamiento TF: 21 (9,25%) Desgaste PE y osteólisis: 12 (5,3%) Artrofibrosis: 9 (3,9%) Fx periPTR: 7 (3,1%)	227	227	66	38,4 m / 3,2a

**Tabla 2** (continuación)

	Tipo estudio	Indicación (número de rodillas)	Pacientes	Rodillas	Edad media	Seguimiento medio (meses/años)
Dalury 2016	Retrospectivo	Aflojamiento aséptico: 27 (67,5%)  Infección: 6 (15%)  Inestabilidad: 5 (12,5%)  Fx periPTR: 2 (5%)	40	40	73	57,6 m / 4,8a
Fedorka 2017	Retrospectivo	Infección: 25 (54,3%)  Aflojamiento aséptico: 12 (26,1%)  Osteólisis: 6 (13%)  PTR dolorosa: 4 (8,7%)  Inestabilidad: 3 (6,5%)	46	46	65,6	58,8 m / 4,9a
Graichen 2015	Prospectivo	Inestabilidad: 41 (33,9%)  Mala alineación: 24 (19,8%)  Aflojamiento aséptico: 23 (19%)  Desgaste PE: 15 (12,4%)  Fractura: 4 (3,3%) Rigidez: 9 (7,4%) Fracaso implante: 3 (2,5%)  PTR dolorosa: 2 (1,6%)	111	121	74	43,2 m / 3,6a
Gurel 2021	Retrospectivo	Inestabilidad: 12 (40%) Aflojamiento aséptico: 9 (30%)  Infección: 8 (26,7%) Fractura: 1 (3,3%)	30	30	69,9	82,4 m / 6,9a

**Tabla 2** (continuación)

	Tipo estudio	Indicación (número de rodillas)	Pacientes	Rodillas	Edad media	Seguimiento medio (meses/años)
Hannon 2022	Retrospectivo	Infección: 22 (46,8%) Inestabilidad: 21 (44,7%) Aflojamiento aséptico: 8 (17%) Artrofibrosis: 5 (10,6%) Otros: 4 (8,5%)	47	47	58	72m / 6a
Huang 2014	Prospectivo	Aflojamiento aséptico: 51 (61,4%) Infección: 20 (24,1%) PTR dolorosa: 18 (21,7%) Inestabilidad: 6 (7,2%) Fractura: 4 (4,8%) Rigidez: 2 (2,4%)	79	83	63,5	28m / 2,3a
Klim 2020	Retrospectivo	Infección: 52 (55,9%) Aflojamiento aséptico: 41 (44,1%)	92	93	68	75,6 m / 6,3a
Martin 2017	Prospectivo	Aflojamiento aséptico: 121 (90,3%) Infección: 12 (8,9%) Fractura: 1 (0,7%)	134	134	75	71,5 m / 5,9a
Panesar 2021	Retrospectivo	Aflojamiento aséptico: 23 (23,2%) Infección: 33 (33,3%) Inestabilidad: 20 (20,2%) Rigidez: 11 (11,1%) PTR dolorosa: 5 (5,1%) Fractura: 6 (6,1%) Fracaso aparato extensor: 1 (1,01%)	99	99	69,7	84m / 7a

**Tabla 2** (continuación)

	Tipo estudio	Indicación (número de rodillas)	Pacientes	Rodillas	Edad media	Seguimiento medio (meses/años)
Waters 2017	Retrospectivo	Aflojamiento aséptico: 29 (27,9%) Infección: 28 (26,9%) Osteólisis y desgaste PE: 18 (17,3%) PTR dolorosa/rigidez: 13 (12,5%) Inestabilidad: 21 (20,2%) Otros: 7 (6,7%)	98	104	63,7	63,5 m / 5,3a
Wirries 2019	Retrospectivo	Aflojamiento aséptico: 39 (62,9%) Inestabilidad: 4 (6,4%) Infección: 17 (27,4%)	61	62	68,5	60m / 5a
Wu 2020	Retrospectivo	Aflojamiento aséptico: 16 (51,6%) Infección: 5 (16,1%) PTR dolorosa/rigidez: 5 (16,1%) Osteólisis: 4 (12,9%) Inestabilidad: 3 (9,7%) Fx periPTR: 2 (6,4%) Desgaste PE: 1 (3,2%)	31	31	66	28,5 m / 2,4a

Aflojamiento TF: aflojamiento tibia y fémur; a: años; Fx peri PTR: fractura periprotésica de rodilla; m: meses; PE: polietileno; PTR: prótesis de rodilla.

## Resultados

En los 19 artículos seleccionados se analizaron un total de 1666 rodillas en 1568 pacientes. La edad media de los mismos fue de 68,4 años y el seguimiento medio de los artículos de 58,4 meses. En cuanto a la causa de la cirugía de revisión, 730 fueron indicadas por aflojamiento aséptico (el 43,8%) de uno o varios componentes de la prótesis, siendo esta la principal indicación de recambio protésico. La segunda causa más frecuente fue la infección, siendo 437 prótesis revisadas por este motivo (el 26,5%). El 15,9% de las revisiones fueron realizadas por inestabilidad (265), y como causas ya

menos frecuentes se encontraban la PTR dolorosa, rigidez, desgaste de inserto de polietileno, mala alineación, fractura periprotésica y osteólisis severa (tabla 2).

Fueron implantadas 2544 vainas metafisarias (en los artículos en los que se especifica la región anatómica, 1568 eran tibiales y 976 femorales). Los defectos óseos identificados en la cirugía de revisión fueron: 296 defectos AORI 1, 276 AORI 3 y 1463 tipo AORI 2, siendo estos los defectos más frecuentes analizados en los artículos (tabla 3).

En nuestra revisión el porcentaje de reintervención global fue de un 16,2% y la supervivencia global de los implantes de un 92,2%, considerando cualquier causa para el recambio

**Tabla 3** Número y localización de implantes, constricción y defecto óseo según AORI

	Número de vainas (tibia/fémur)	Constricción	Tipo de defecto según AORI (T/F)
Argawal 2018	164 (101/63)	CK 53 PS 45 CR 3	1 (0/2) 2 A (27/6) 2 B (39/46) 3 (11/2)
Alexander 2013	30 (30/0)	CK 30	2B (n/e) 3 (n/e)
Algarni 2020	52 (27/25)	CK 24 Hinge 3	1 (0/1) 2 A (10/6) 2 B (13/17) 3 (4/3)
Barnet 2014	34 (34/0)	PS 7 CK 24 Hinge 3	Tibia. 2 A 14. 2 B 15. 3 5
Bloch 2020	465 (319/146)	CK 260 Hinge 59	
Bugler 2015	59 (34/25)	CK 35	1 (20/17) 2 (13/16). 3 (2/0)
Chalmers 2017	322 (199/123)	PS 51 CK 166 Hinge 10	1 (44/11). 2 A (74/30). 2 B (64/71). 3 (17/11)
Dalury 2016	80 (40/40)	Hinge 6 CK 34	
Fedorka 2017	74 (45/29)	CK 46	1 (1/5). 2 A (30/8). 2 B (2/31). 3 (17/6)
Graichen 2015	193 (119/74)	PS 77 CK 27 Hinge 17	1 (0) 2 A (77/0). 2 B (37/46) 3 (7/28)
Gurel 2021	51 (26/25)	CK 30	1 (14/28) 2 A (9/2) 2 B (7/0)
Hannon 2022		Hinge 60	2A (5) 2 B (10) 3 (45)
Huang 2014	119 (72/47)	CK 73 Hinge 10	1 (9/4) 2 A (1/0) 2 B (68/25) 3 (5/7)
Klim 2020	139 (91/48)	CK 93	2A (36/13) 2B (47/31) 3 (8/4)
Martin 2017	268 (134/134)	CK 134	1 (63/70) 2 A (32/30) 2 B (39/34)
Panesar 2021	198 (99/99)	Hinge 99	1 (1/0) 2 B (77/69) 3 (21/30)

**Tabla 3** (continuación)

	Número de vainas (tibia/fémur)	Constricción	Tipo de defecto según AORI (T/F)
Waters 2017	152 (111/41)	PS 15 CK 98	2A (5/3) 2B (89/34)
Wirries 2019	99 (59/40)	Hinge 3 CK 24 Hinge 23	3 (17/4). 1 (2/10). 2A (20/13) 2B (21/22) 3 (4/2)
Wu 2020	45 (28/17)	CK 36	2A (9/6) 2B (10/4) 3 (9/7)

AORI: Anderson Orthopaedic Research Institute; CK: Condylar Constrained Knee (condilar constreñida); CR: cruciate retaining (conservación cruzados); F: fémur; PS: posterior stabilized (posterior estabilizada); T: tibia.

de los mismos. Se observó un 4,9% de reintervenciones por causa infecciosa y una tasa de recambio de componentes por esta misma causa de un 3,8%. En cuanto al aflojamiento aséptico y fracaso mecánico del implante como causa de revisión, se reportaron en los artículos analizados 29 casos, siendo un 1,9%, suponiendo una supervivencia libre de aflojamiento aséptico de un 98,2% (tabla 4).

No se consiguió una puntuación máxima en la escala MINORS en ninguno de los artículos analizados, no pudiéndose considerar ninguno de bajo riesgo, sin embargo, en todos se obtuvo una puntuación mayor o igual a 11 puntos (tabla 1).

En todos los artículos analizados, excepto en 4, se obtuvo una mejoría con respecto al preoperatorio en las puntuaciones de alguna de las escalas funcionales analizadas, con mejoría en la movilidad de unos 13,5° (de 96,4 a 108,1°) (tabla 5).

## Discusión

Los principales hallazgos de esta revisión es que los recambios de prótesis total de rodilla con vainas metafisarias es una opción segura en casos complejos con defectos AORI 3 y AORI 2 A o B, siendo estos últimos los defectos principales tratados en los artículos incluidos, y está asociada con una alta supervivencia del implante y una muy baja tasa de aflojamiento del mismo: 1,6% en los datos recogidos en los 19 artículos. Además presenta un buen resultado funcional con mejoría en las escalas analizadas con un seguimiento medio de los artículos de 58,4 meses (5 años).

La supervivencia para el aflojamiento aséptico en los 19 artículos varió del 93,6% analizado por Wirries et al.<sup>25</sup>, al 100% de Algarni et al.<sup>28</sup> y Martín et al.<sup>21</sup>. El buen funcionamiento mecánico de este tipo de implante puede atribuirse a la alta capacidad de las vainas para facilitar el crecimiento óseo en la metafisis debido a su alta porosidad<sup>29</sup>. Incluso algunos autores propugnan ya una menor relevancia de la fijación a nivel de zona 3 (diáfisis), considerándola únicamente una guía para la alineación y una estabilización temporal hasta la integración de las vainas, pudiendo con ello reducir la longitud, el diámetro de los vástagos y las complicaciones derivadas de ello<sup>3,7,8,10,38,39</sup>.

En cuanto a los resultados funcionales, el uso de vainas metafisarias también se asoció a buenos resultados en los artículos analizados en esta revisión. Hannon et al.<sup>18</sup> encontraron una mejoría estadísticamente significativa en el KSS a los dos años de la intervención, pasando de una media de 39 que se corresponde con una capacidad funcional pobre, a una media de 73 en el postoperatorio, que se corresponde con una buena capacidad funcional. Esta mejoría funcional también ha sido analizada por distintos autores utilizando diferentes escalas. Wirries et al.<sup>25</sup> y Martín et al.<sup>21</sup> encontraron también mejoría en la escala funcional analizada (WOMAC) y varios autores como Gurel et al.<sup>17</sup> o Algarni et al.<sup>28</sup> hallaron también mejoría estadísticamente significativa en el rango de movilidad con el uso de vainas metafisarias.

A pesar de ser una cirugía efectiva, la cirugía de revisión tiene unos resultados en general más desfavorables que la artroplastia primaria de rodilla. De esta manera, la supervivencia del implante de revisión es significativamente menor que la de una prótesis primaria, que es superior al 95% a los 15 años<sup>40</sup> y además los mecanismos de fracaso de implante en el caso de las revisiones son diferentes a los típicamente mencionados en la literatura en artroplastia primaria. Suarez et al.<sup>41</sup> reportaron una tasa de fracaso del 12%, siendo la causa más frecuente de los mismos la infección (46%), aflojamiento aséptico (19%) e inestabilidad (13%). Estos fracasos se encontraron con una probabilidad 4 veces mayor cuando la causa del recambio primario era la infección y la tasa de supervivencia del implante que encontraron fue de un 82% a los 12 años. Años más tarde, Geary et al.<sup>42</sup> analizaron 1632 rodillas con resultados similares y también con infección como causa principal de fracaso de las revisiones realizadas.

Los datos encontrados en nuestra revisión sistemática se asemejan a los aportados por otros autores. A diferencia de otras publicaciones similares, se restringió la búsqueda a un tiempo mínimo de dos años, el cual se ha considerado el necesario por los autores para evaluar la supervivencia y el resultado funcional de la cirugía de revisión protésica de rodilla, además de aportar nuevos datos con respecto a lo publicado en un tema que está de actualidad y que cada vez se utilizan más este tipo de implantes para la cirugía de revisión de rodilla. Además esta revisión ha sido

**Tabla 4** Reintervenciones y recambio de componentes por todas las causas, por causa infecciosa y número y porcentaje de aflojamiento aséptico + supervivencia

	Número de reoperaciones (%)	Número de casos que requirieron recambio componentes (%)	Supervivencia global	Número de reintervenciones por causa infecciosa (%)	Número de recambios por causa infecciosa (%)	Número de aflojamientos asépticos (%)	Supervivencia aséptica
Agarwal 2018	23 (22,1%)	23 (22,1%)	77,9%	5 (4,8%)	5 (4,8%)	7 (6,7%)	93,3%
Alexander 2013	7 (25,0%)	1 (3,3%)	96,7%	1 (3,3%)	0 (0%)	0 (0%)	100%
Algarni 2020	1 (3,7%)	0 (0%)	100%	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	100%
Barnett 2014	5 (14,7%)	4 (11,8%)	88,2%	1 (2,9%)	1 (2,9%)	2 (5,9%)	94,1%
Bloch 2020	5 (15,9%)	4 (1,3%)	98,7%	4 (1,3%)	3 (0,9%)	0 (0%)	100%
Bugler 2015	4 (11,4%)	0 (0%)	100%	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	100%
Chalmers 2017	29 (12,8%)	15 (6,6%)	93,4%	12 (5,3%)	5 (2,2%)	2 (0,9%)	99,1%
Dalury 2016	1 (2,5%)	1 (2,5%)	97,5%	0 (0%)	0 (0%)	1 (2,5%)	97,5%
Fedora 2017	14 (30,4%)	5 (10,9%)	89,1%	3 (6,5%)	2 (4,3%)	2 (4,3%)	95,6%
Graichen 2015	14 (11,6%)	14 (11,6%)	88,4%	4 (3,3%)	4 (3,3%)	4 (3,3%)	96,7%
Gurel 2021	4 (13,3%)	0 (0%)	100%	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	100%
Hannon 2022	16 (34,0%)	11 (23,4%)	76,6%	8 (17%)	8 (17%)	3 (6,4%)	93,6%
Huang 2014	14 (16,9%)	7 (8,4%)	91,6%	6 (7,2%)	3 (3,6%)	2 (2,4%)	97,6%
Klim 2020	17 (18,3%)	17 (18,3%)	81,7%	15 (16,1%)	15 (16,1%)	0 (0%)	100%
Martin 2017	4 (2,9%)	2 (1,5%)	98,5%	2 (1,5%)	2 (1,5%)	0 (0%)	100%
Panesar 2021	21 (21,2%)	18 (18,2%)	81,8%	11 (11,1%)	10 (10,1%)	2 (2,0%)	98%
Waters 2017	19 (18,3%)	2 (1,9%)	98%	6 (5,8%)	2 (1,9%)	1 (0,9%)	100%
Wirries 2019	6 (9,7%)	6 (9,7%)	90,3%	3 (4,8%)	3 (4,8%)	3 (4,8%)	95,2%
Wu 2020	7 (22,6%)	0 (0%)	100%	2 (6,5%)	0 (0%)	0 (0%)	100%
	211 (16,2%)	130 (7,8%)	92,2 %	83 (4,9%)	63 (3,8%)	29 (1,9%)	98,2 %

Supervivencia aséptica: porcentaje de prótesis libres de recambio por aflojamiento aséptico; Supervivencia global: porcentaje de prótesis libres de recambio protésico por cualquier causa.

\*Ambas supervivencias se han calculado en base a la suma en números absolutos de los casos registrados en los artículos. En el caso de la supervivencia global, el número total de recambios por cualquier causa eran 130 (un 7,8%) y las prótesis de rodilla libres de recambio un 92,2%. En cuanto a la supervivencia aséptica, el número total de aflojamientos asépticos era de 29 (un 1,9%) y la supervivencia aséptica de un 98,2%.

registrada en PROSPERO, a diferencia de las revisiones publicadas hasta la fecha. Zanirato et al.<sup>39</sup> analizaron 13 artículos que incluían 1079 cirugías de revisión de rodilla con un seguimiento medio de 4 años y encontraron una tasa de supervivencia aséptica del 97,7%. En otra revisión de Bonanziga et al.<sup>43</sup>, en los 10 artículos analizados, encontraron 928 rodillas con un seguimiento medio de 45 meses, de las cuales se revisaron por causa infecciosa 36 rodillas (un 4%), encontrándose un aflojamiento de las vainas en 5 de esos casos (un 0,35%). A su vez se revisaron por causa no infecciosa 27 casos (un 3%) en las cuales se evidenció un aflojamiento del implante en 10 casos (tasa de aflojamiento aséptico de un 0,7%). En este caso también se evidenció una mejoría en el resultado clínico final. Roach et al.<sup>44</sup> en una revisión sistemática que incluía el uso de conos y

vainas, en los 12 artículos seleccionados en el caso de las vainas metafisarias, encontraron una tasa de reintervención global de un 9,7% y una tasa de aflojamiento aséptico de 0,8%. Cabe destacar aquí que la tasa tanto de reintervención, como de aflojamiento aséptico en el caso de los conos de tantalio, era prácticamente el doble que en el caso de las vainas metafisarias (18,7% y 1,7% respectivamente).

Es importante mencionar las limitaciones de esta revisión: los estudios recogidos son únicamente en inglés y, además, no son series largas de pacientes y existe gran variabilidad y heterogeneidad en los datos recogidos por cada uno de los estudios: tanto en población, como seguimiento, indicaciones de revisión, tipo de defecto óseo y medición de resultados funcionales.

**Tabla 5** Resultado funcional

	Movilidad	OKS	KSS	KSFS	WOMAC
Agarwal 2018		Pre: 23 Post: 28,5			
Alexander 2013	Pre: 101 (45-125). Post: 109 (80-120)		Pre: 55,5 (15-95) Post: 92 (53-99)	Pre: 50 Post: 50	
Algarni 2020	Pre: 89,3 +- 9,2. Post: 106,3 +- 11,4				
Barnett 2014	Pre: 98,9 (45-130) Post: 112,1 (73-132)		Pre: 41,6 (15-74) Post: 88,7 (47-100)	Pre: 41,76 (0-90). Post: 75 (35-100)	
Bloch 2020					
Bugler 2015	Post: 100 (70-130)	Post 34 (SD 9,6 5-47)	Post 81,3 (SD 18,1) 32-100	Post 58,1 (SD 33,1). -20-100	
Chalmers 2017					
Dalury 2016	Pre: 125 (80-140). Post: 115 (95-130)		Pre: 36 (10-69). Post: 90 (38-100)		
Fedorka 2017					
Graichen 2015	Pre: 89 +- 6 Post: 114 +- 4			Pre: 52 +- 18,9 Post: 68,8 +- 23,3	
Gurel 2021	Pre: 101,1 (SD 19). Post: 104,6 (SD13,6)		Pre: 72,1 (17,3) Post: 90 (13,9)		
Hannon 2022			Pre: 39 (8-90). Post: 73 (21-89)		
Huang 2014				Pre: 47,9 (5-100) Post: 61,1 (0-100)	Pre: 55,3 (23-98) Post: 25,9 (0-88)
Klim 2020	Pre: 91 (40-140) Post: 96 (25-125)		Post: 87 +- 18		Pre: 55 +- 8 Post: 9 +- 14
Martin 2017			Pre: 33 (0-67) Post: 78 (13-97)	Pre: 30 (0-100) Post: 80 (45-100)	Pre: 62 Post: 20
Panesar 2021		Pre: 10 Post: 25			
Waters 2017	Pre: 103. Post: 116		Pre: 40 Post: 82	Pre: 45 Post: 75	
Wirries 2019			Pre: 56,6 Post: 72,8	Pre: 47,8 Post: 57,4	Pre: 155,8. Post: 91
Wu 2020	Pre: 61,3 Post: 107,8		Pre: 34,5 Post: 83,6		

KSFS: Knee Society Function Score; KSS: Knee Society Score; OKS: Oxford Knee Score; Post: postoperatorio; Pre: preoperatorio; WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index.

## Conclusiones

- El uso de vainas metafisarias es una opción segura en revisiones de rodilla complejas, sobre todo en defectos AORI tipo 2 y 3.
- Se asocian además a una muy baja tasa de aflojamiento aséptico, una baja tasa de reintervención y buenos resultados clínicos y funcionales (tabla 5).
- Debido a la heterogeneidad entre los estudios, se precisan más estudios y de mayor calidad para sacar conclusiones definitivas.

## Nivel de evidencia

Nivel de evidencia II.

## Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:780–5, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.F.0022>.

2. Morgan-Jones R, Oussedik SIS, Graichen H, Haddad FS. Zonal fixation in revision total knee arthroplasty. *Bone Joint J.* 2015;97-B:147-9, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620X.97B2.34144>.
3. Mabry TM, Hanssen AD. The role of stems and augments for bone loss in revision knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2007;22 4 Suppl 1:56-60, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2007.02.008>.
4. Engh GA, Ammeen DJ. Bone loss with revision total knee arthroplasty: defect classification and alternatives for reconstruction. *Instr Course Lect.* 1999;48:167-75. PMID: 10098042.
5. Daines BK, Dennis DA. Management of bone defects in revision total knee arthroplasty. *Intr Course Lect.* 2013;62:341-8. PMID: 23395039.
6. Barrack RL, Rorabeck C, Burt M, Sawhney J. Pain at the end of the stem after revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;216-25. PMID: 10546618.
7. Fehring TK, Odum S, Olekson C, Griffin WL, Mason JB, McCoy TH. Stem fixation in revision total knee arthroplasty: a comparative analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;416:217-24, <http://dx.doi.org/10.1097/01.blo.0000093032.56370.4b>.
8. Lonner JH, Klotz M, Levitz C, Lotke PA. Changes in bone density after cemented total knee arthroplasty: influence of stem design. *J Arthroplasty.* 2001;16:107-11, <http://dx.doi.org/10.1054/arth.2001.16486>.
9. Barrack RL, Stanley T, Burt M, Hopkins S. The effect of stem design on end-of-stem pain in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2004;19 7 SUPPL.:119-24, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2004.06.009>.
10. Haidukewych GJ, Hanssen A, Jones R. Metaphyseal fixation in revision total knee arthroplasty: indications and techniques. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19:311-8, <http://dx.doi.org/10.5435/00124635-201106000-00001>.
11. Jones RE, Barrack RL, Skedros J. Modular, mobile-bearing hinge total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;392:306-14, <http://dx.doi.org/10.1097/00003086-200111000-00040>.
12. Quílez MP, Pérez MA, Seral-García B. Biomechanical study of the tibia in knee replacement revision. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2015;59:365-71, <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2014.12.003>.
13. Page MJ, MacKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n71>.
14. Dalury DF, Barrett WP. The use of metaphyseal sleeves in revision total knee arthroplasty. *Knee.* 2016;23:545-8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.knee.2016.02.005>.
15. Fedorka CJ, Chen AF, Pagnotto MR, Crossett LS, Klatt BA. Revision total knee arthroplasty with porous-coated metaphyseal sleeves provides radiographic ingrowth and stable fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26:1500-5, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-017-4493-y>.
16. Graichen H, Scior W, Strauch M. Direct, Cementless Metaphyseal Fixation in Knee Revision Arthroplasty With Sleeves-Short-Term Results. *J Arthroplasty.* 2015;30:2256-9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2015.06.030>.
17. Gurel R, Morgan S, Elbaz E, Ashlenazi I, Snir N, Kadar A, et al. Mid-term clinical and radiographic outcomes of porous-coated metaphyseal sleeves used in revision total knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res.* 2021;33, <http://dx.doi.org/10.1186/s43019-021-00103-5>.
18. Hannon CP, Stuart MB, Abdel MP, Pagnano MW, Trousdale RT. Revision Total Knee Arthroplasty With a Rotating-Hinge Prosthesis Mated to a Well-Fixed Femoral Sleeve. *J Arthroplasty.* 2022;37(6S):S270-5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2022.02.075>.
19. Huang R, Barraqueta G, Ong A, Orozco F, Jafari M, Coyle C, et al. Revision total knee arthroplasty using metaphyseal sleeves at short-term follow-up. *Orthopedics.* 2014;37: e804-9, <http://dx.doi.org/10.3928/01477447-20140825-57>.
20. Klim SM, Amerstorfer F, Bernhardt GA, Sadoghi P, Gruber G, Radl R, et al. Septic Revision Total Knee Arthroplasty: Treatment of Metaphyseal Bone Defects Using Metaphyseal Sleeves. *J Arthroplasty.* 2018;33:3734-8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2018.08.017>.
21. Martin-Hernandez C, Floria-Arnal LJ, Muniesa-Herrero MP, Espallargas-Doñate T, Blanco-Llorca JA, Guillen-Soriano M, et al. Mid-term results for metaphyseal sleeves in revision knee surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25:3779-85, <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-016-4298-4>.
22. Panesar K, Al-Mouazzen L, Nessa L, Jonas SC, Agarwal S, Morgan-Jones R. Revision Total Knee Arthroplasty Using an Uncemented Metaphyseal Sleeve Rotating Hinge Prosthesis: A Case Series of 99 Patients. *J Arthroplasty.* 2021;36:2121-5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2020.12.047>.
23. Watters TS, Martin JR, Levy DL, Yang CC, Kim RH, Dennis DA. Porous-Coated Metaphyseal Sleeves for Severe Femoral and Tibial Bone Loss in Revision TKA. *J Arthroplasty.* 2017;32:3468-73, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2017.06.025>.
24. Agarwal S, Neogi DS, Morgan-Jones R. Metaphyseal sleeves in revision total knee arthroplasty: Minimum seven-year follow-up study. *Knee.* 2018;25:1299-307, <http://dx.doi.org/10.1016/j.knee.2018.09.010>.
25. Wirries N, Winnecken HJ, von Lewinski G, Windhagen H, Skutek M. Osteointegrative Sleeves for Metaphyseal Defect Augmentation in Revision Total Knee Arthroplasty: Clinical and Radiological 5-Year Follow-Up. *J Arthroplasty.* 2019;34:2022-9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2019.04.024>.
26. Wu Y, Feng E, Zhang Y, Lin F, Lin L, Li Z, et al. Porous-coated metaphyseal sleeves and MBT implant for severe bone loss in revision total knee arthroplasty: a mean 2.4-year follow-up. *Arthroplast (London, England).* 2020;2(1.), <http://dx.doi.org/10.1186/s42836-020-00031-x>.
27. Alexander GE, Bernasek TL, Crank RL, Haidukewych GJ. Cementless metaphyseal sleeves used for large tibial defects in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2013;28:604-7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2012.08.006>.
28. Algarni AD. Cementless Metaphyseal Sleeve Fixation in Revision Knee Arthroplasty: Our Experience with an Arabic Population at the Midterm. *Adv Orthop.* 2020, <http://dx.doi.org/10.1155/2020/5782853>.
29. Agarwal S, Azam A, Morgan-Jones R. Metal metaphyseal sleeves in revision total knee replacement. *Bone Joint J.* 2013;95-B:1640-4, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620x.95b12.31190>.
30. Barnett SL, Mayer RR, Gondusky JS, Choi L, Patel JJ, Gorab RS. Use of stepped porous titanium metaphyseal sleeves for tibial defects in revision total knee arthroplasty: short term results. *J Arthroplasty.* 2014;29:1219-24, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2013.12.026>.
31. Bloch BV, Shannak OA, Palan J, Phillips JRA, James PJ. Metaphyseal Sleeves in Revision Total Knee Arthroplasty Provide Reliable Fixation and Excellent Medium to Long-Term Implant Survivorship. *J Arthroplasty.* 2020;35:495-9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2019.09.027>.
32. Bugler KE, Maheshwari R, Ahmed I, Brenkel IJ, Walmsley PJ. Metaphyseal Sleeves for Revision Total Knee Arthroplasty: Good Short-Term Outcomes. *J Arthroplasty.* 2015;30:1990-4, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2015.05.015>.
33. Chalmers BP, Desy NM, Pagnano MW, Trousdale RT, Taunton MJ. Survivorship of Metaphyseal Sleeves in Revision

- Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017;32:1565–70, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2016.12.004>.
34. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;248:13. PMID: 2805470.
  35. Dawson J, Fitzpatrick R, Murray D, Carr A. Questionnaire of the perceptions of patients about total knee replacement. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1998;80:63, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620x.80b1.7859>.
  36. Bellamy N, Buchanan WW, Goldsmith CH, Campbell J, Sitt LW. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol* 1988. 1988;15:1833–40. PMID: 3068365.
  37. Slim K, Nini E, Forestier D, Kwiatkowski F, Panis Y, Chipponi J. Methodological index for non randomized studies (minors): development and validation of a new instrument. *ANZ J Surg*. 2003;73:712–6, <http://dx.doi.org/10.1046/j.1445-2197.2003.02748>.
  38. Lachiewicz PF, Watters TS. Porous metal metaphyseal cones for severe bone loss: when only metal will do. *Bone Joint J*. 2014;96–B 11 Suppl A:118–21, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620x.96b11.34197>.
  39. Zanirato A, Cavagnaro L, Basso M, Divano S, Felli L, Formica M. Metaphyseal sleeves in total knee arthroplasty revision: complications, clinical and radiological results. A systematic review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018;138:993–1001, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-018-2967-0>.
  40. Vessely MB, Whaley AL, Harmsen WS, Schleck CD, Berry DJ. The Chitranjan Ranawat Award: Long-term survivorship and failure modes of 1000 cemented condylar total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;452:28–34, <http://dx.doi.org/10.1097/01.blo.0000229356.81749.11>.
  41. Suarez J, Griffin W, Springer B, Fehring T, Mason JB, Odum S. Why do revision knee arthroplasties fail? *J Arthroplasty*. 2008;23 6 Suppl 1:99–103, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2008.04.020>.
  42. Geary M, Macknet D, Ransone M, Odum S, Springer B. Why do revision total knee arthroplasties fail? A single center review of 1632 revision total knees comparing historic and modern cohorts. *J Arthroplasty*. 2020;35:2938–43, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2020.05.050>.
  43. Bonangiza T, Akkawi I, Zahar A, Gehrke T, Haasper C, Marcacci M. Are metaphyseal sleeves a viable option to treat bone defect during revision total knee arthroplasty? A systematic review *Joint*. 2019;7:19–24, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0039-1697611>.
  44. Roach RP, Clair AJ, Behery OA, Thakkar SC, Iorio R, Deshmukh AJ. Aseptic loosening of porous metaphyseal sleeves and tantalum cones in revision total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Br)*. 2020;102–B:S107–15, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0040-1701434>.