



ORIGINAL

Comparación entre suturas para cierre profundo y superficial en reemplazo total de rodilla: seguimiento a un año



María Camila Canencio^{a,*,1}, Omar Amado^b, Rolando Espitia^b y Elina Huerfano^c

^a Universidad Autónoma de Bucaramanga- Ortopedia y Traumatología

^b Departamento de Ortopedia y Traumatología – Clínica Foscal Internacional. Floridablanca, Santander, Colombia

^c Departamento de Ortopedia y Traumatología, Hospital Universitario Mayor de Méderi, Bogotá, Colombia

Recibido el 23 de mayo de 2020; aceptado el 8 de abril de 2022

Disponible en Internet el 30 de abril de 2022

PALABRAS CLAVE

Artroplastia de reemplazo de rodilla;
Dehiscencia de la herida operatoria;
Infección de la herida quirúrgica;
Suturas;
Técnicas de cierre de heridas

Resumen

Introducción: Aunque diferentes materiales y técnicas se han desarrollado para el cierre superficial y profundo en reemplazo total de rodilla (RTR), no hay evidencia que permita dar recomendaciones respecto a una técnica específica que disminuya complicaciones postoperatorias de la herida. El propósito de este estudio es comparar el uso de dos técnicas de cierre profundo (Sutura barbada vs. Sutura absorbible trenzada) y superficial (grapas vs. sutura de polipropileno) en RTR.

Materiales y métodos: Estudio observacional retrospectivo en 240 pacientes. Se excluyeron pacientes con antecedente de cirugía abierta previa de rodilla, RTR previo por lesiones tumorales o artrofibrosis. Seguimiento mínimo de 1 año.

Resultados: Se usaron grapas en 176 pacientes y Prolene® en 64 pacientes. El cierre profundo se realizó con Stratafix® en 164 pacientes y con Vicryl® en 75 pacientes. Encontramos complicaciones relacionadas con la herida y la funcionalidad al año de seguimiento.

La infección superficial para el cierre con prolene presentó un HR de 2.6 con un intervalo de confianza (IC) de 95% = 1.1-6.2; $p = 0.029$ y en el cierre profundo encontramos un HR a favor del Vicryl® de 0.22, IC 95% = 0.06-5.8; $p = 0.05$.

Conclusiones: Este estudio demostró un incremento significativo de la incidencia de infección superficial después de un RTR cuando el cierre profundo se realiza con suturas barbadas y el cierre superficial se realiza con sutura de polipropileno. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas en otras complicaciones relacionadas con la herida y en la funcionalidad postoperatoria con las diferentes técnicas de cierre superficial y profundo evaluadas.

Nivel de evidencia: III

© 2022 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: camila.canencio@hotmail.com (M.C. Canencio).

¹ Institución: Clínica Foscal Internacional. Floridablanca, Santander, Colombia.

KEYWORDS

Arthroplasty knee replacement;
Surgical wound dehiscence;
Surgical wound infection;
Sutures;
Wound closure techniques

A comparison of sutures for deep and superficial wound closure in total knee arthroplasty: One-year follow-up

Abstract

Introduction: Different materials and techniques have been developed for superficial and deep closure in total knee replacement (TKR), but there is no solid evidence that allows to recommend a specific technique that decreases the surgical post-operative complications. The purpose of this study is to compare the use of two deep closure techniques (barbed suture vs. braided absorbable suture) and superficial (staples vs. polypropylene suture) in TKR.

Materials and methods: An observational retrospective study was carried out in 240 patients. Those individuals were excluded with previous open knee surgery, arthrofibrosis, patients who underwent TKR due to tumor lesions or a follow up for less than one year.

Results: The skin was closed in 176 patients with staples and in 64 patients with Prolene®. Deep closure was performed with Stratafix® in 164 patients and with Vicryl® in 75 patients. Also, complications related to the wound and functionality were recorded in the first postoperative year. Superficial infection for closure with prolene presented an HR in favor of 2.6 with a confidence interval (CI) of 95% = 1.1–6.2; $p=0.029$ and in deep closure a HR in favor of Vicryl® of 0.22, 95% CI = 0.96–5.8; $p=0.05$

Conclusions: This study demonstrated a significant increase in the incidence of superficial infection after TKR when deep closure is performed with barbed sutures and superficial closure with polypropylene suture. However, there were no significant differences in other complications related with the wound neither postoperative functionality with the different superficial and deep closure techniques that were evaluated.

© 2022 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La infección es una de las etiologías más comunes de revisión después de un reemplazo total de rodilla (RTR)¹. Esta complicación es la causa del 20.4% de los pacientes que son llevados a una revisión de un RTR², lo cual afecta negativamente al paciente e incrementa los costos en salud.

Por lo tanto, el cuidado de la herida durante un RTR se ha considerado como una parte fundamental en la prevención de infecciones³. Tradicionalmente para el cierre profundo se han utilizado suturas sintéticas absorbibles, mientras que para el cierre superficial se han utilizado diferentes técnicas de cierre como suturas absorbibles, no absorbibles y grapas. Sin embargo, actualmente se han desarrollado múltiples materiales y técnicas para el cierre superficial y profundo, cada una de las cuales tiene ciertas ventajas y desventajas.

No obstante, a pesar que varios trabajos han comparado y evaluado los resultados, la efectividad y la presencia de complicaciones asociadas al uso de estas diferentes técnicas de cierre, no hay una evidencia sólida, que permita dar recomendaciones respecto al cierre después de un reemplazo articular³.

Por lo tanto, el propósito de este estudio es comparar y evaluar el desarrollo de complicaciones postoperatorias de la herida con uso de dos técnicas de cierre profundo (sutura barbada vs sutura absorbible trenzada) y superficial (grapas vs sutura de polipropileno) en RTR. Adicionalmente evaluamos si el tipo de sutura tiene relación con el riesgo de desarrollo de artrofibrosis o si afecta el resultado postoperatorio de la funcionalidad.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional, analítico, de cohorte retrospectivo utilizando la base datos de reemplazo total de rodilla (RTR) de la Clínica Foscal Internacional. Se consideraron todos los 278 pacientes que fueron llevados a reemplazo total de rodilla (RTR) unilateral entre septiembre de 2015 y enero de 2017.

Se excluyeron pacientes con antecedente de cirugía abierta previa de rodilla, artrofibrosis o pacientes que fueron llevados un RTR debido a lesiones tumorales. También se excluyeron pacientes en los que no se alcanzó un seguimiento mínimo de 1 año.

Se registraron las características demográficas y clínicas de cada paciente. Adicionalmente se registraron los factores de riesgo asociados a no cicatrización como son: antecedente de diabetes, enfermedad renal, uso crónico de corticoides y tabaquismo⁴.

Todos los RTR fueron realizados por dos cirujanos de rodilla utilizando una técnica quirúrgica y un manejo perioperatorio estandarizado. Las cirugías se realizaron con anestesia raquídea y bloqueo femoral. El torniquete se utilizó con una presión en un rango de 250 hasta 300 mm Hg. Todas las cirugías se realizaron mediante una incisión estándar en línea media de aproximadamente 10 a 14 cm y una artrotomía parapatelar interna.

Durante el periodo del estudio se utilizaron diferentes diseños de prótesis de rodilla. Genesis II™ (Smith & Nephew) fue utilizada en 193 casos, Optetrak™ (Exactech) en 22 casos, AGC™ (Biomet) en 19 casos, Legion™ (Smith & Nephew)

hew) en 5 casos y PFC Sigma™ (DePuy) en 1 caso. La patela fue resuperficializada en 69 pacientes y todos los implantes fueron cementados.

El cierre se realizó con la rodilla en flexión de 45 grados, posterior desinflación del torniquete y hemostasia. El cierre superficial se definió como el cierre de la piel y los métodos utilizados fueron: sutura sintética de polipropileno (Prolene®, Ethicon Inc) en 64 pacientes y grapas tradicionales en 176 pacientes. Mientras que el cierre profundo se definió como el cierre capsular de la artrotomía y los métodos utilizados fueron: sutura sintética, absorbible trenzada (Vicryl®, Ethicon Inc) en 75 pacientes y una sutura barbada sintética absorbible bidireccional (Stratafix®, Ethicon Inc) en 165 pacientes realizando un cierre continuo sin nudos.

El dolor postoperatorio se manejó con analgesia multimodal, no se usó ningún tipo de drenes. La rehabilitación se inició al primer día postoperatorio. Todos los pacientes recibieron tromboprolifaxis farmacológica por 30 días con Enoxaparina 40 mg subcutáneos al día.

Dentro de los principales desenlaces evaluados en este estudio se incluyeron la presencia de complicaciones de la herida como infecciones y dehiscencia. Las infecciones superficiales se definieron de acuerdo a los criterios del Centro de Control de Enfermedades (CDC) como la presencia de signos de infección por encima de la fascia dentro de los primeros 30 días después de la cirugía⁵. Las infecciones profundas se definieron según los criterios de la Sociedad de Infección Musculo Esquelética (MSIS)⁶.

En los desenlaces secundarios evaluados, se incluyó la presencia de artrofibrosis, la cual se definió cuantitativamente de acuerdo a los valores propuestos por Kim et al⁷ como un contractura en flexión $>/= 15$ grados y/o < 75 grados de flexión. La funcionalidad se evaluó a los 12 meses postoperatorio utilizando el Oxford Knee Score (OKS), el cual previamente ha sido adaptado y validado al español⁸. También se registró la presencia de complicaciones tromboembólicas dentro de los primeros 30 días postoperatorios.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa STATA, versión 11.0 (StataCorp, College Station, TX). Se realizó un análisis univariado para caracterizar la población. Las variables continuas se expresaron como medias (desviación estándar [DS]) o medianas (rango intercuartil). Las variables categóricas se expresaron como frecuencias y porcentajes. La normalidad de la distribución fue evaluada mediante test de Kolmogorov-Smirnov. El análisis bivariado se utilizó para realizar comparaciones entre los grupos de cierre superficial y los grupos de cierre profundo. Para las variables continuas se utilizó t-test de student o la prueba de Mann-Whitney dependiendo del tipo de distribución, mientras que para las variables categóricas se utilizó la prueba de chi-cuadrado. Se evaluó el riesgo relativo para el desarrollo de artrofibrosis y dehiscencia en función del tipo de sutura, con P significativas $< 0,2$. Dado que se quiere analizar el comportamiento de las variables a lo largo del tiempo, es decir el tiempo medio en el que se produce el evento y la tasa de riesgo, se usó como medida el Hazard ratio (HR).

Por último, teniendo en cuenta que no solo se quiso saber como se relacionaban las variables independientes

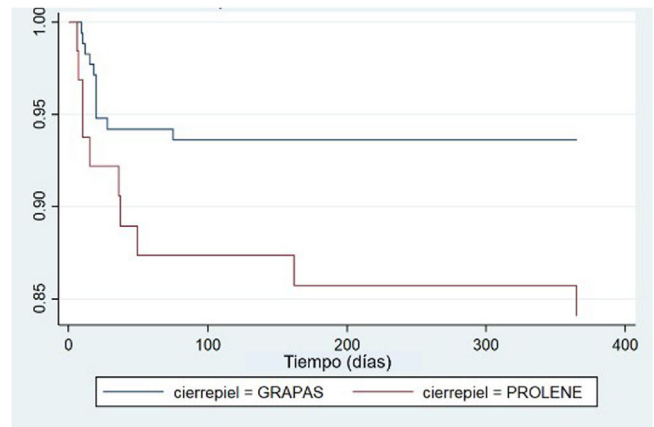


Figura 1 Comparación de supervivencia libre de infección en cierre superficial (Piel) entre Prolene y Grapas.

con las dependientes, sino como se asocian todas entre ellas, se realizó un modelo de regresión multivariado cox mediante el método backward, utilizando como variable dependiente infección del sitio operatorio. Los resultados se presentaron con intervalos de confianza del 95% y aparición de nuevos valores P , considerando estadísticamente significativos ≤ 0.05 , además se manejó un método no paramétrico de Kaplan-Meier, teniendo en cuenta el seguimiento para aquellas variables que fueron relevantes en momentos distintos, asumiendo que el evento terminal es independiente para cada paciente, por lo tanto nos basamos en la estimación de las probabilidades en cada punto del tiempo de seguimiento, cuando tiene lugar un evento y así estimamos la tasa de supervivencia en cada uno de estos.

Resultados

Se incluyó a un total de 240 pacientes. El cierre superficial se realizó con grapas en 176 pacientes y con Prolene® en 64 pacientes. El cierre profundo se realizó con Stratafix® en 164 pacientes y con Vicryl® en 75 pacientes. No hubo diferencias clínicamente significativas en la distribución del sexo, el índice de masa corporal (IMC) y en la clasificación de ASA (American Society of Anesthesiologists). (tablas 1 y 2).

La infección superficial fue significativamente más alta en los pacientes en los que se realizó un cierre superficial con Prolene® comparado con los que se cerraron con grapas (tabla 3) con un HR de 2.6 con un intervalo de confianza (IC) de 95% = 1.1-6.2; $p = 0.029$ (fig. 1), teniendo en cuenta en el análisis multivariado que la probabilidad de tener infección dado que hay diabetes no fue significativa con un hazard ratio (HR) de 1.94, IC 95% = 0.65-5.76; $p = 0.23$.

De la misma forma los pacientes que se realizó el cierre profundo con Stratafix® también tienen un índice más alto de infección comparado en los que se cerró con Vicryl® (tabla 3); con un HR a favor del Vicryl® de 0.22, IC 95% = 0.96-5.8; $p = 0.05$. (fig. 2).

Finalmente se realizó un análisis para evaluar que combinación entre suturas de plano profundo y superficial podría estar asociada a mayor riesgo de infección y se encontró

Tabla 1 Comparación de las características preoperatorias en los grupos de cierre superficial

Variable	Grapas (n = 176)		Prolene® (n = 64)		P
	Media/ frecuencia	DS / %	Media / frecuencia	DS / %	
<i>Sexo (masculino)</i>	50	28.41%	20	31.25%	0.669 ^a
<i>Edad</i>	68.8		69.8		0.3613 ^b
<i>IMC (kg/m²)</i>	29.3		28.8		0.4850 ^b
<i>ASA puntaje</i>					0.930 ^a
1	21	11.93%	7	10.94%	
2	128	72.73%	46	71.88%	
3	27	15.34%	11	17.19%	
<i>Antecedentes</i>					
Diabetes mellitus	16	9.09%	12	18.75%	0.039 ^a
Enfermedad coronaria	25	14.20%	4	6.25%	0.095
Enfermedad renal	8	4.55%	2	3.13%	0.626
Uso de corticoides	11	6.25%	1	1.56%	0.141
Fumador	7	3.98%	6	9.38%	0.102
Artroscopia previa	36	20.45%	6	9.38%	0.046 ^c

Referencias:

^a . Valores de P son de la prueba de chi-cuadrado^b . Valores de P son de la prueba de t-test.^c . Valores de P son de la prueba de Mann-Whitney.

DS, desviación estándar; IMC, índice de masa corporal; ASA, American Society of Anesthesiologists.

Tabla 2 Comparación de las características preoperatorias en los grupos de cierre profundo

Variable	Stratafix® (n = 176)		Vicryl® (n = 64)		P
	Media / frecuencia	DS / %	Media / frecuencia	DS / %	
<i>Sexo (masculino)</i>	46	27.88%	24	32%	0.515 ^a
<i>Edad</i>	69.1		68.9		0.8176 ^b
<i>IMC (kg/m²)</i>	29.3		29		0.6197 ^b
<i>ASA puntaje</i>					0.774 ^a
1	19	11.52%	9	12%	
2	118	71.52%	56	76.67%	
3	28	16.97%	10	13.33%	
<i>Antecedentes</i>					
Diabetes mellitus	22	13.33%	6	8%	0.233 ^a
Enfermedad coronaria	15	9.09%	14	18.7%	0.035
Enfermedad renal	7	4.24%	3	4%	0.931
Uso de corticoides	5	3.03%	7	9.33%	0.038
Fumador	10	6.06%	3	4%	0.513
Artroscopia previa	25	15.15%	17	22.67%	0.156 ^c

Referencias:

^a . Valores de P son de la prueba de chi-cuadrado^b . Valores de P son de la prueba de t-test.^c . Valores de P son de la prueba de Mann-Whitney.

DS, desviación estándar; IMC, índice de masa corporal; ASA, American Society of Anesthesiologists.

que el cierre combinado entre Stratafix® y Prolene® evidencio una mayor tendencia hacia la infección. (HR=2.38, IC 95%=0.96-5.8; p=0.05). (fig. 3).

Por otra parte, la frecuencia de TVP y artrofibrosis no mostraron una diferencia significativa entre los grupos de cierre profundo ni superficial. Adicionalmente, no hubo diferencias en el puntaje postoperatorio del OKS entre los grupos. (tabla 4).

Discusión

El propósito de este estudio fue evaluar si el uso de diferentes métodos de cierre profundo o superficial está relacionado con la presencia de complicaciones postoperatorias de la herida después de un RTR. Nosotros encontramos una incidencia significativamente más alta de presentar infecciones superficiales con el uso de suturas barbadas

Tabla 3 Resultados principales

Variable	Cierre Superficial					Cierre Profundo				
	Grapas (n= 176)		Prolene® (n= 64)		P ^a	Stratafix® (n= 176)		Vicryl® (n= 64)		P ^a
	Media	%	Media	%		Media	%	Media	%	
Infección Superficial	11	6.25	10	15.63	0.023	19	11.52	2	2.67	0.025
Infección Profunda	2	1.14	2	3.13	0.287	4	2.42	0	0	-
Dehiscencia	9	5.11	1	1.56	0.223	6	3.63	4	5.33	0.542

Referencias:

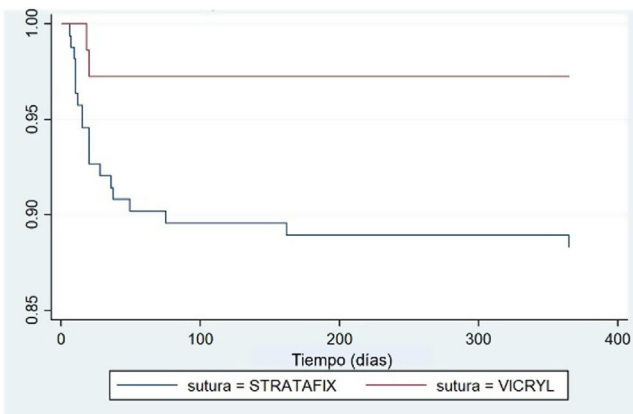
^a Valores de P son de la prueba de t-test.**Tabla 4** Resultados secundarios

Variable	Cierre Superficial					Cierre Profundo				
	Grapas (n= 176)		Prolene® (n= 64)		P ^a	Stratafix® (n= 176)		Vicryl® (n= 64)		P ^a
	Media	IC95%/%	Media	IC95%/%		Media	IC95%/%	Media	IC95%/%	
Artrofibrosis	11	6.25	0	0	-	8	4.24	3	4	0.771
TVP	8	4.55	2	3.13	0.626	8	4.85	2	2.67	0.433
OKS	34.4	33.0-35.8	36.9	34.7-39.1	0.0697	35.0	33.6-36.4	35.4	33.0-37.7	0.741

Referencias:

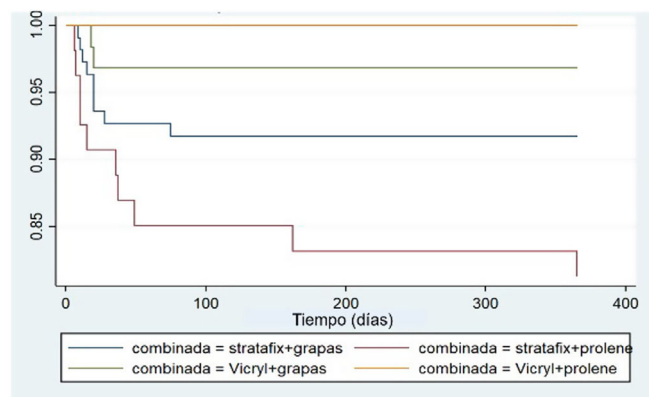
^a Valores de P son de la prueba de t-test.

IC95%, intervalo de confianza del 95%; TVP, trombosis venosa profunda; OKS, Oxford Knee Score.

**Figura 2** Comparación de supervivencia libre de infección en cierre profundo entre Vicryl y Stratafix.

(Stratafix®) en el cierre profundo y con sutura de polipropileno (Prolene®) en el cierre superficial después de un RTR. (tabla 3).

El uso de suturas barbadas en RTR ha sido controversial. Algunas ventajas teóricas del uso de estas suturas son soportadas en estudios biomecánicos en cadáveres como son la máxima capacidad de sellado de la capsula disminuyendo el drenaje postoperatorio⁹ y su capacidad de resistir mayores cargas cíclicas en flexión¹⁰. Estudios prospectivos han comparado el cierre de la capsula con suturas barbadas vs suturas convencionales en RTR sin encontrar ninguna diferencia respecto a la tasa de complicaciones de la herida¹¹⁻¹⁵. Zhang et al¹⁶ en un metaanálisis al analizar en un subgrupo el cierre profundo, sugirió que el riesgo de infección

**Figura 3** Comparación de supervivencia libre de infección entre combinación de suturas del plano superficial y profundo.

superficial es mayor si el cierre de la capsula no se realiza con una sutura barbada (OR=0.98, IC 95%= 1.74 - 5.30; $p<0.01$).

Contrario a esto, otros estudios han mostrado una mayor tasa de complicaciones con el uso de estas suturas en RTR. Similar a nuestros resultados, Austin et al.¹⁷ en un análisis retrospectivo de una base de datos institucional, comparó 884 RTR donde la artrotomía se cerró con suturas barbadas contra 1598 RTR en donde la artrotomía se cerró con suturas estándar ininterrumpidas; encontrando una mayor tasa de falla de la artrotomía en la cohorte de suturas barbadas ($p=0.003$). Mientras que Wright et al¹⁸ reportó tres casos de falla de la reparación del mecanismo extensor identificando el polo superior de la patela como la zona con mayor riesgo de falla.

El riesgo incrementado de infección con el uso de suturas barbadas en RTR ha sido previamente descrito con el uso de estas suturas en el cierre superficial. Meena et al. en un metaanálisis mostro que la infección superficial fue mayor en este grupo (RR = 1.54, IC 95% = 0.36–2.59, P = 0.94). Chawla et al.¹⁹ también identifico una asociación entre la presencia de infección y el uso de las suturas barbadas en reemplazo unicompartmental de rodilla (OR = 22.818, IC 95% = 2.69–2923.91; p = 0.0074).

La relación de esta asociación no es clara y varios mecanismos se han propuesto para tratar de explicar la presencia de infección después del uso de suturas barbadas. Campbell et al.²⁰ sugirió que las suturas barbadas podrían predisponer a una acumulación de bacterias bajo las barbas de la sutura debido a su diseño. Chawla et al.¹⁹ propuso que la sobre-tensión en la capa subcutánea podría producir una necrosis isquémica predisponiendo a una infección cutánea y adicionalmente la sutura podría extruirse a atreves de la piel en los sitios de la herida con mayor movilidad lo cual se puede acelerar en el escenario de un reemplazo de rodilla el cual requiere una movilización postoperatoria temprana.

Al explorar las técnicas de cierre superficial en nuestro trabajo (Prolene® vs grapas en piel) encontramos una incidencia significativamente mayor de presentar infección superficial en los pacientes que son cerrados con Prolene®, siendo 2.6 veces más probable infectarse tempranamente.

Previamente Krishnan et al.²¹ en una revisión sistemática y metaanálisis comparo el cierre superficial con suturas vs grapas en cirugía ortopédica en general sin encontrar diferencia significativa en la incidencia de infección superficial, al analizar un subgrupo que incluyó cirugía de rodilla se evidencia que el uso de suturas puede ser potencialmente perjudicial con un RR de 1.38 (0.42 a 4.52) sin embargo la significancia de estos resultados hay que interpretarlos teniendo en cuenta la alta heterogeneidad de los estudios incluidos.

Similar a nuestros resultados, recientemente Kim et al.²² comparo en un metaanálisis específicamente estas técnicas de sutura en el plano superficial después de un RTR. Incluyo 8 estudios controlados aleatorizados y demostró que las suturas tienen una mayor probabilidad de presentar complicaciones de la herida incluyendo infecciones superficiales y profundas, formación de abscesos y dehiscencia de la herida.

Al igual que en metaanálisis publicados previamente^{16,23}, no encontramos una clara asociación entre el tipo de sutura utilizada para el cierre y la incidencia de artrofibrosis, así como diferencias en la funcionalidad de los grupos estudiados al año postoperatorio.

El presente estudio tiene varias limitaciones. Primero, es un estudio retrospectivo de datos recolectados prospectivamente dentro de un periodo de 3 años y no se realizó aleatorización de los grupos. Segundo, se utilizaron diferentes tipos de implantes durante el periodo de estudio incluyendo prótesis primarias y de revisión, así como no en todos los pacientes se realizó resuperficialización de la patela. Tercero, el limitado número de pacientes que se incluyeron en el grupo de cierre con Prolene®, y Vicryl impidió realizar comparaciones con mayor significancia estadística con respecto a las grapas y a los subgrupos al comparar los diferentes tipos de cierre superficial y profundo. Cuarto, no se evaluó el tiempo de cierre y tampoco se

realizó un análisis de costos, sin embargo, esta correlación para determinar el costo beneficio de las suturas utilizadas para el cierre es debatible²⁴.

En conclusión, este estudio demostró que hay un incremento significativo de la incidencia de infección superficial después de un RTR cuando el cierre profundo se realiza con suturas barbadas y el cierre superficial se realiza con sutura de polipropileno. Sin embargo, otro tipo de complicaciones evaluadas como la incidencia de infección profunda, dehiscencia y desarrollo de artrofibrosis no mostraron diferencias entre las diferentes técnicas de cierre evaluadas. Adicionalmente tampoco se presentaron diferencias en la funcionalidad durante el periodo postoperatorio. Se requieren estudios con mejores diseños para llegar a una conclusión más firme que apoye la evidencia actual sobre el uso de los diferentes tipos de sutura en RTR.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Pitta M, Esposito CI, Li Z, Lee Y, Yu, Wright TM, Padgett DE. Failure After Modern Total Knee Arthroplasty: A Prospective Study of 18,065 Knees. *J Arthroplasty*. 2018, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2017.09.041>.
2. Delanois RE, Mistry JB, Gwam CU, Mohamed NS, Choksi US, Mont MA. Current Epidemiology of Revision Total Knee Arthroplasty in the United States. *J Arthroplasty*. 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2017.03.066>.
3. Al-Houraihi RK, Aalirezaie A, Adib F, Anoushiravani A, Bhashyam A, Binlaksar R, et al. General Assembly, Prevention, Wound Management: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty*. 2019, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2018.09.066>.
4. Moucha CS, Clyburn TA, Evans RP, Prokusi L. Modifiable risk factors for surgical site infection. *Instr Course Lect*. 2011.
5. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999, Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control*. 1999.
6. Parvizi J, Zmistowski B, Berbari EF, Bauer TW, Springer BD, Della Valle CJ, et al. New definition for periprosthetic joint infection: From the workgroup of the musculoskeletal infection society. *Clin Orthop Relat Res*. 2011, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-011-2102-9>.
7. Kim J, Nelson CL, Lotke PA. Stiffness after total knee arthroplasty: Prevalence of the complication and outcomes of revision. *J Bone Jt Surg - Ser A*. 2004, <http://dx.doi.org/10.2106/00004623-200407000-00017>.
8. Martín-Fernández J, García-Maroto R, Sánchez-Jiménez FJ, Bau-González A, Valencia-García H, Gutiérrez-Teira B, et al. Validation of the Spanish version of the Oxford knee score and assessment of its utility to characterize quality of life of patients suffering from knee osteoarthritis: A multicentric study. *Health Qual Life Outcomes*. 2017, <http://dx.doi.org/10.1186/s12955-017-0761-2>.
9. Kobayashi S, Niki Y, Harato K, Udagawa K, Matsumoto M, Nakamura M. The effects of barbed suture on watertightness after knee arthroscopy closure: A cadaveric study. *J Orthop Surg Res*. 2018, <http://dx.doi.org/10.1186/s13018-018-1035-3>.
10. Vakil JJ, O'Reilly MP, Sutter EG, Mears SC, Belkoff SM, Khanuja HS. Knee Arthroscopy Repair With a Continuous Bar-

- bed Suture. A Biomechanical Study. *J Arthroplasty*. 2011, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2010.07.003>.
11. Ting NT, Moric MM, Della Valle CJ, Levine BR. Use of Knotless Suture for Closure of Total Hip and Knee Arthroplasties. A Prospective. Randomized Clinical Trial. *J Arthroplasty*. 2012, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2012.05.022>.
12. Gililland JM. Barbed versus standard sutures for closure in total knee arthroplasty: a multicenter prospective randomized trial. *J Arthroplasty*. 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2014.01.041>.
13. Smith EL, DiSegna ST, Shukla PY, Matzkin EG. Barbed versus traditional sutures: Closure time, cost, and wound related outcomes in total joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2013.05.031>.
14. A.P. S. Is There an Advantage to Knotless Barbed Suture in TKA Wound Closure? A Randomized Trial in Simultaneous Bilateral TKAs. *Clin Orthop Relat Res* 2015.
15. Malhotra R, Jain V, Kumar V, Gautam D. Evaluation of running knotless barbed suture for capsular closure in primary total knee arthroplasty for osteoarthritis—a prospective randomized study. *Int Orthop*. 2017, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-017-3529-8>.
16. Zhang W, Xue D, Yin H, Xie H, Ma H, Chen E, et al. Barbed versus traditional sutures for wound closure in knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2016, <http://dx.doi.org/10.1038/srep19764>.
17. Austin DC, Keeney BJ, Dempsey BE, Koenig KM. Are Barbed Sutures Associated With 90-day Reoperation Rates After Primary TKA? *Clin Orthop Relat Res*. 2017, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-017-5474-7>.
18. Wright RC, Gillis CT, Yacoubian SV, Raven RB, Falkinstein Y, Yacoubian SV. Extensor mechanism repair failure with use of bidirectional barbed suture in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2012, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2011.08.013>.
19. Chawla H, van der List JP, Fein NB, Henry MW, Pearle AD. Barbed Suture Is Associated With Increased Risk of Wound Infection After Unicompartmental Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2016.01.007>.
20. Campbell AL, Patrick DA, Liabaud B, Geller JA. Superficial wound closure complications with barbed sutures following knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2013.09.045>.
21. Krishnan R, MacNeil SD, Malvankar-Mehta MS. Comparing sutures versus staples for skin closure after orthopaedic surgery: Systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2016, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2015-009257>.
22. Kim KY, Anoushiravani AA, Long WJ, Vigdorchik JM, Fernandez-Madrid I, Schwarzkopf R. A Meta-Analysis and Systematic Review Evaluating Skin Closure After Total Knee Arthroplasty—What Is the Best Method? *J Arthroplasty*. 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arth.2017.04.004>.
23. Meena S, Gangary S, Sharma P, Chowdhury B. Barbed versus standard sutures in total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2015, <http://dx.doi.org/10.1007/s00590-015-1644-z>.
24. Levine BR. CORR Insights®: Is There an Advantage to Knotless Barbed Suture in TKA Wound Closure? A Randomized Trial in Simultaneous Bilateral TKAs. *Clin Orthop Relat Res*. 2015, <http://dx.doi.org/10.1007/s11999-015-4202-4>.