

ORIGINAL

**[Artículo traducido] Profilaxis efectiva para la
erradicación de infecciones por *Staphylococcus aureus*
en cirugía protésica de cadera primaria y de revisión
electiva**



J.C. Perdomo-Lizarraga^a, A. Combalia^a, J.A. Fernández-Valencia^a, A. Alías^a,
J. Aponcio^a, L. Morata^b, A. Soriano^b y E. Muñoz-Mahamud^{a,*}

^a Department of Orthopaedics and Trauma Surgery, Hospital Clínic of Barcelona, University of Barcelona, Barcelona, España

^b Department of Infectious Diseases, Hospital Clínic of Barcelona, University of Barcelona, Barcelona, España

Recibido el 5 de junio de 2024; aceptado el 4 de agosto de 2024

Disponible en Internet el 9 de diciembre de 2024

PALABRAS CLAVE

Infección protésica;
Profilaxis antibiótica;
Prótesis de cadera;
Recambio de cadera;
*Staphylococcus
aureus*

Resumen

Introducción: *Staphylococcus aureus* es el agente etiológico predominante en la infección aguda posoperatoria en cirugía protésica de la cadera, contribuyendo al 35-50% de los casos descritos. Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de la profilaxis dual que incorpora cefuroxima y teicoplanina, en combinación con la decolonización nasal utilizando alcohol al 70%, y el lavado oral y corporal con clorhexidina.

Material y métodos: Hemos realizado un estudio retrospectivo de los registros electrónicos de salud relacionados con artroplastia primaria y de revisión realizadas en nuestra institución desde 2020 hasta 2021. Se documentaron todas aquellas variables relevantes vinculadas a la infección protésica hasta el último seguimiento.

Resultados: Se llevaron a cabo un total de 539 operaciones (447 artroplastias primarias y 92 artroplastias de revisión) en 519 pacientes. Se registraron 11 casos de infección aguda posoperatoria, lo que resultó en tasas de infección del 1,6% para las artroplastias primarias y del 4,3% para las cirugías de revisión. Las infecciones fueron más prevalentes en pacientes varones, individuos con una clasificación de la *American Society of Anesthesiologists* (ASA) > II y aquellos sometidos a operaciones más prolongadas (> 90 minutos). No se aisló *S. aureus* en ninguno de los casos.

Conclusión: Las medidas profilácticas implementadas en nuestra institución han demostrado una alta eficacia en la prevención de infección aguda posoperatoria causada por *S. aureus*.

© 2024 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

Véase contenido relacionado en DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.recot.2024.08.001>

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: emunoz@clinic.cat, e.munoz.mahamud@gmail.com (E. Muñoz-Mahamud).

<https://doi.org/10.1016/j.recot.2024.12.010>

1888-4415/© 2024 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Prosthetic joint infection;
Antibiotic prophylaxis;
Hip replacement;
Hip revision;
Staphylococcus aureus

Successful prophylactic measures for the eradication of *Staphylococcus aureus* infections in elective hip primary and revision arthroplasty

Abstract

Introduction: *Staphylococcus aureus* stands as the predominant etiological agent in postoperative acute prosthetic joint infections (PJI), contributing to 35–50% of reported cases. This study aimed to evaluate the efficacy of dual prophylaxis incorporating cefuroxime and teicoplanin, in combination with nasal decolonization utilizing 70% alcohol, and oral and body lavage with chlorhexidine.

Material and methods: We conducted a retrospective review of electronic health records regarding primary and revision arthroplasties conducted at our institution from 2020 to 2021. Relevant variables linked to prosthetic joint infections (PJI) were documented until the latest follow-up.

Results: A total of 539 operations (447 primary arthroplasties and 92 revision arthroplasties) were performed on 519 patients. There were 11 cases of postoperative acute PJI, resulting in infection rates of 1.6% for primary arthroplasties and 4.3% for revision surgeries. Infections were more prevalent in male patients, individuals with an ASA classification > II, and those undergoing longer operations (>90 min). *S. aureus* was not isolated in any of the cases.

Conclusion: The prophylactic measures implemented in our institution have exhibited a high efficacy in preventing postoperative acute PJI caused by *S. aureus*.

© 2024 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

La utilización de antibióticos preoperatorios como protocolo estándar en las artroplastias totales de la cadera ha sido vinculada a una reducción sustancial de las tasas de infección^{1,2}. Sin embargo, la incidencia prevalente de las infecciones de prótesis articulares (PJI) no refleja reducción, probablemente a causa de diversos factores tales como el envejecimiento de la población de pacientes con incremento de las comorbilidades, el incremento del ratio de las cirugías de revisión con respecto a las cirugías primarias, o la resistencia elevada a las cefalosporinas entre los patógenos prevalentes asociados a las infecciones ortopédicas^{3,4}.

Las guías y consensos internacionales entre expertos abogan por la administración de cefazolina o cefuroxima. En casos de alergia a la cefalosporina y/o para los individuos que albergan *Staphylococcus aureus* resistente a la metilina (SARM), las alternativas recomendadas incluyen vancomicina o clindamicina^{5–7}. Reconociendo la eficacia disminuida de la vancomicina como único antibiótico profiláctico, se ha sugerido una combinación que incluye cefalosporinas y glucopéptidos, con resultados favorables^{8–10}.

El microorganismo que causa mayor preocupación en las PJI es *S. aureus*^{4,11}. Un estudio previo amplio que incluyó datos de 345 casos de PJI agudas posquirúrgicas atribuidas a este patógeno, reportó una tasa de fracaso del 45% tanto para *S. aureus* susceptible a metilina (SASM) como para cepas resistentes a metilina¹². Además, diversos informes sobre las PJI causadas por diversos microorganismos han identificado a *S. aureus* como factor predictivo independiente de fracaso^{13,14}.

La descolonización nasal utilizando agentes tales como mupirocina, alcohol, povidona yodada y el lavado cor-

poral con clorhexidina se ha vinculado al descenso de la incidencia de infecciones del sitio quirúrgico causadas por *S. aureus*^{15,16}. Sin embargo, el impacto de la combinación de profilaxis dual y descolonización nasal sigue sin explorarse.

En nuestra institución, se implementó en enero de 2020 una técnica combinada que implicó profilaxis dual con cefuroxima y teicoplanina junto con descolonización nasal universal mediante alcohol al 70%, complementada por lavado oral y corporal con clorhexidina. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de este protocolo en la tasa de PJI atribuibles a *S. aureus* tras las artroplastias primarias y de revisión.

Material y métodos

Diseño del estudio

Estudio retrospectivo, descriptivo y no experimental que incluyó todos los procedimientos consecutivos electivos de artroplastia de cadera primaria y de revisión aséptica, realizados en nuestro hospital entre enero de 2020 y diciembre de 2021. El seguimiento de los pacientes fue de 12 meses.

Profilaxis antibiótica

En la fase preoperatoria, el día de la intervención quirúrgica se sometió a todos los pacientes a descolonización nasal con alcohol al 70% aplicado en ambas fosas nasales, enjuague oral de 1 min con clorhexidina y lavado corporal utilizando toallas saturadas con clorhexidina. A lo largo del periodo de hospitalización posquirúrgico, se realizaron descolonización nasal y enjuague oral dos veces diarias, realizándose el lavado corporal una vez al día durante cinco días, o hasta recibir el alta.

Tabla 1 Características demográficas principales de los pacientes incluidos en el estudio, en virtud del tipo de procedimiento quirúrgico

Variable	Artroplastia primaria (n = 434, 83,6%)	Artroplastia de revisión (n = 85, 16,4%)	Total (n = 519, 100%)
Edad media (DE)	64,6 (12,9)	72 (12,4)	65,8 (13,1)
Sexo			
Mujer	202 (38,9%)	55 (10,6%)	257 (49,5%)
Hombre	232 (44,7%)	30 (5,8%)	262 (50,5%)
IMC medio (DE)	27,4 (4,9)	25,9 (3,7)	27,2 (4,8)
Nefropatía	27 (5,2%)	6 (1,2%)	33 (6,4%)
Diabetes mellitus	34 (6,5%)	16 (3,1%)	50 (9,6%)
Hepatopatía	17 (3,3%)	1 (0,2%)	18 (3,5%)
Enfermedad reumática	26 (5%)	8 (1,5%)	34 (6,5%)
Neoplasia	65 (12,5%)	8 (1,5%)	73 (14%)
Insuficiencia cardiaca congestiva	12 (2,3%)	5 (1%)	19 (3,3%)
Arritmia	29 (5,6%)	6 (1,2%)	35 (6,8%)
Coagulopatía	15 (2,9%)	5 (1%)	20 (3,9%)
Enfermedad pulmonar crónica	26 (5%)	5 (1%)	31 (6%)
Fumador activo	58 (11,2%)	4 (0,8%)	62 (12%)
ASA			
ASA I	67 (12,9%)	1 (0,2%)	68 (13,1%)
ASA II	263 (50,7%)	52 (10%)	315 (60,7%)
ASA III	104 (20%)	32 (6,2%)	136 (26,2%)

ASA: sistema de clasificación del estado físico de la *American Society of Anesthesiologists*; DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal.

En el quirófano, dentro de los 60 min precedentes al comienzo de la operación, los pacientes recibieron administración intravenosa de cefuroxima (1,5 g) y teicoplanina (800 mg) en caso de artroplastia primaria, y ceftazidima (2 g) y teicoplanina (800 mg) en caso de artroplastia de revisión supuestamente aséptica. En aquellos casos en que el procedimiento quirúrgico se extendiera más de dos horas, se administró una dosis adicional de cefalosporina.

Definición del resultado

La PJI aguda se definió como la presentación de síntomas y signos clínicos de infección ≤ 3 semanas, requiriendo desbridamiento abierto y cultivos intraoperatorios positivos o, en caso de cultivos negativos, la presencia de pus o recuento leucocitario alto en el líquido sinovial del tejido periprotésico, de acuerdo con los criterios incluidos en las guías *European Bone and Joint Infection Society* (EBJIS)¹⁷.

Requisitos éticos

Los datos obtenidos en el estudio fueron recabados de las historias clínicas de los pacientes. Dichos datos se recopilaron retrospectivamente, analizándose de manera cegada. El estudio fue revisado y aprobado por el Comité de revisión institucional ética del hospital, con código HCB/2023-0493.

Análisis estadístico

Las variables continuas se describieron mediante medias y desviación estándar (DE), expresándose las variables categóricas mediante números absolutos y porcentajes. Los datos se incluyeron en un archivo Excel, y los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico SPSS 29.0.0 de IBM (SPSS, Inc., Chicago, IL).

Resultados

El análisis incluyó un total de 519 pacientes, de los que 262 fueron hombres y 257 mujeres. El periodo de seguimiento medio fue de 17,5 meses (DE 6,4), con una edad media de 65,8 años (DE 13,1) (tabla 1). Un total de 20 de los 519 pacientes recibieron artroplastias de cadera bilaterales, o bien cirugías de revisión asépticas de la prótesis primaria de la misma cadera. Por ello, se analizó un total de 539 intervenciones quirúrgicas, que incluyeron 447 artroplastias primarias y 92 revisiones, con unas duraciones quirúrgicas medias de 107 min (DE 32,5) y 145 min (DE 52,1), respectivamente.

A largo del periodo de seguimiento, de las 539 intervenciones quirúrgicas, 11 (2%) redundaron en infección de la prótesis articular: siete casos se produjeron tras las artroplastias primarias (1,6%) y cuatro casos tras las cirugías de revisión (4,3%). Entre los casos con una duración quirúrgica inferior a 90 min (103 casos), solo un caso desarrolló PJI (0,9%). En el grupo con duración de 90 a 120 min (218 casos), seis pacientes presentaron infección (2,8%). En

Tabla 2 Características principales de los pacientes que desarrollaron infección de prótesis articulares (PJI)

n	Edad	Sexo	ASA	Cirugía índice	Tiempo quirúrgico ^a	Tiempo hasta la PJI ^b	Microorganismo
1	65	M	II	Primaria	97	1	<i>C. parapsilosis</i>
2	99	V	III	Revisión	112	4	<i>S. epidermidis</i>
3	86	V	II	Primaria	114	35	<i>S. lugdunensis</i>
4	36	V	III	Primaria	104	10	<i>S. disgalactiae</i>
5	44	V	II	Primaria	220	5	<i>S. enteritidis</i>
6	84	M	III	Revisión	215	3	<i>K. pneumoniae</i>
7	42	V	III	Primaria	210	96	<i>S. epidermidis</i>
8	68	V	II	Primaria	110	2	<i>S. epidermidis</i>
9	84	V	III	Revisión	173	3	Cultivo negativo
10	85	M	II	Primaria	95	30	<i>S. lugdunensis</i>
11	79	M	II	Primaria	75	3	<i>P. aeruginosa</i>

ASA: sistema de clasificación del estado físico de la *American Society of Anesthesiologists*; M: mujer; PJI: infección de prótesis articulares; V: varón.

^a Tiempo expresado en minutos.

^b Tiempo expresado en semanas transcurridas entre la cirugía índice y el diagnóstico de PJI.

los 218 casos restantes, en los que la intervención superó los 120 min, cuatro pacientes desarrollaron infección (1,8%).

Al analizar las características de los 11 casos de PJI, siete casos correspondientes a pacientes varones, seis tuvieron clasificación de la *American Society of Anesthesiologists* (ASA) de II y cinco tuvieron clasificación ASA $\geq$ III. Hasta ocho casos fueron clasificados como infecciones agudas tempranas, que se produjeron durante las cuatro primeras semanas posoperatorias, y dos se produjeron entre las semanas 5.^a y 12.^a posoperatorias. Los tres pacientes restantes experimentaron PJI aguda tardía, produciéndose transcurridos tres meses de la cirugía índice.

Los patógenos aislados en la PJI incluyeron *Staphylococcus epidermidis* en tres casos, *Staphylococcus lugdunensis* en dos casos, *Klebsiella pneumoniae* productora de β -lactamasa de amplio espectro en un caso, *Streptococcus dysgalactiae* en un caso, *Salmonella enteritidis* en un caso, *Pseudomonas aeruginosa* en un caso y *Candida parapsilosis* en un caso. Se produjo un único caso en el que los cultivos preoperatorios del exudado de la herida fueron positivos para *P. aeruginosa*, pero los cultivos intraoperatorios fueron negativos (tabla 2).

Discusión

Mientras la incidencia de infecciones protésicas en las artroplastias primarias se calcula en hasta un 2%, la incidencia en los procedimientos de revisión oscila del 3 al 10%¹⁸. Nuestros resultados coinciden con dichas tasas, reflejando una incidencia del 1,6% en artroplastias primarias y del 4,3% en las artroplastias de revisión. *S. aureus* destaca como el agente causativo primario de PJI, de acuerdo con la literatura. Triantafyllopoulos et al.¹⁹ analizaron retrospectivamente 36.494 pacientes sometidos a artroplastia total de cadera, identificando 154 PJI, aislándose *S. aureus* en el 42,2% de los casos, que incluyeron un 29,2% de casos de SARM y un 13% de SARM. Además, *S. aureus* ha sido identificado como factor predictivo esencial predictor de fallo terapéutico tras el procedimiento de desbridamiento, tratamiento antibiótico y retención del implante (DAIR)¹³. Un estudio de cohorte

multinacional realizado por Espíndola et al.²⁰ reportó una tasa de fracaso del 32,8% en infecciones causadas por *S. aureus*. En consecuencia, el objetivo de las estrategias para reducir la frecuencia de las infecciones por *S. aureus* es de vital importancia. En un estudio previo, demostramos que la adición de teicoplanina o cefuroxima en las artroplastias articulares reducía considerablemente, aunque no erradicaba, las infecciones por *S. aureus*⁸. Recientemente, autores procedentes de Reino Unido mostraron que los regímenes profilácticos que contuvieran teicoplanina eran tan efectivos como otros regímenes, incluyendo cefalosporinas, pero *S. aureus* siguió siendo un agente etiológico en casos infectados²¹.

La necesidad de profilaxis antibiótica dual se basa en la experiencia previamente publicada⁸. Somos conscientes de que no se trata de la estrategia habitual. Sin embargo, un estudio reciente realizado por Azamgarhi et al., con relación a otro centro de Reino Unido, reportó experiencias positivas con la combinación de teicoplanina y gentamicina para profilaxis antimicrobiana en artroplastias de cadera totales primarias²². El objetivo en ambos casos es cubrir el número máximo de microorganismos potencialmente causativos de infección protésica. Esto necesita incorporar cobertura frente a estafilococos coagulasa negativos resistentes a la meticilina, que son resistentes a las cefalosporinas utilizadas normalmente para profilaxis (cefazolina y cefuroxima). Teicoplanina es una opción conveniente y bien tolerada para lograr esto. Nosotros preferimos mantener la cefuroxima en lugar de cambiar a gentamicina, ya que encontramos menores problemas con los bacilos gram-negativos resistentes a las cefalosporinas. Además, evitamos la nefrotoxicidad, que fue observada en el estudio realizado por Azamgarhi et al.²². Estos datos son resultados de estudios observacionales retrospectivos y pueden estar asociados a múltiples sesgos, por lo que serán necesarios estudios controlados en el futuro para abordar estas cuestiones.

La descolonización de *S. aureus* preoperatoria, utilizando mupirocina nasal o alcohol al 60–90%, ha sido probada con efectividad para reducir las infecciones del sitio quirúrgico causadas por *S. aureus*^{15,23,24}. Además, la combinación de

descolonización nasal y aplicación corporal de clorhexidina ha demostrado un efecto sinérgico, reduciendo considerablemente las tasas de infección^{25,26}. En este estudio, evaluamos el impacto de la profilaxis dual con teicoplanina y cefuroxima, junto con la descolonización nasal utilizando alcohol al 70% y lavado corporal con clorhexidina. El hallazgo clave es que, tras más de 500 operaciones a lo largo de dos años, no se detectó infección por *S. aureus*. Durante el seguimiento del estudio, se diagnosticó un total de 11 casos de PJI, pero ninguno atribuido a *S. aureus*, lo cual demuestra el 100% de eficacia del programa profiláctico utilizado.

El presente estudio contiene algunas limitaciones inherentes, relacionadas principalmente con su naturaleza retrospectiva. La segunda limitación es el número reducido de casos, dado que se trata de un estudio unicéntrico, sin embargo, la población de pacientes de un gran hospital docente refleja una representación realista de la práctica diaria, sin exclusión de pacientes con comorbilidades relevantes.

Conclusiones

En conclusión, la profilaxis antibiótica con cefuroxima y teicoplanina, combinada con descolonización nasal utilizando alcohol al 70% y lavado oral y corporal con clorhexidina, como parte de la práctica rutinaria de la profilaxis antibiótica para artroplastias de cadera, demuestra ser un enfoque efectivo para la reducción de las PJI causadas por *S. aureus*.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

Financiación

Esta investigación no recibió subvención alguna de entidades financieras de los sectores público, comercial o sin ánimo de lucro.

Consideraciones éticas

Los autores confirman que el presente estudio fue revisado por un Comité de ética para investigación clínica, aprobado con código HCB/2023-0493, y fue realizado conforme a la Declaración de Helsinki de 1964.

Declaraciones

Los autores no recibieron respaldo de ninguna organización para el trabajo presentado. Todos los autores certifican que no tienen afiliaciones ni vínculos con ninguna organización o entidad que pudieran tener intereses financieros o no financieros en la materia o materiales objeto de debate en el presente documento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Ailaney N, Zielinski E, Doll M, Bearman GM, Kates SL, Golladay GJ. Variation in practice for preoperative antibiotic prophylaxis: a survey from an academic tertiary referral center in the United States. *Patient Saf Surg.* 2021;15:36.
2. Carlsson AK, Lidgren L, Lindberg L. Prophylactic antibiotics against early and late deep infections after total hip replacements. *Acta Orthop Scand.* 1977;48:405–10.
3. Spichler-Moffarah A, Rubin LE, Bernstein JA, O'Bryan J, McDonald E, Golden M. Prosthetic joint infections of the hip and knee among the elderly: a retrospective study. *Am J Med.* 2023;136:100–7.
4. Chirca I, Marculescu C. Prevention of infection in orthopedic prosthetic surgery. *Infect Dis Clin North Am.* 2017;31:253–63.
5. Aboltins CA, Berdal JE, Casas F, Corona PS, Cuellar D, Ferrari MC, et al. Hip and knee section, prevention, antimicrobials (systemic): proceedings of international consensus on orthopedic infections. *J Arthroplasty.* 2019;34(25):S279–88.
6. Kheir MM, Tan TL, Azboy I, Tan DD, Parvizi J. Vancomycin prophylaxis for total joint arthroplasty: incorrectly dosed and has a higher rate of periprosthetic infection than cefazolin. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475:1767–74.
7. Rondon AJ, Kheir MM, Tan TL, Shohat N, Greenky MR, Parvizi J. Cefazolin prophylaxis for total joint arthroplasty: obese patients are frequently underdosed and at increased risk of periprosthetic joint infection. *J Arthroplasty.* 2018;33:3551–4.
8. Tornero E, García-Ramiro S, Martínez-Pastor JC, Bori G, Bosch J, Morata L, et al. Prophylaxis with teicoplanin and cefuroxime reduces the rate of prosthetic joint infection after primary arthroplasty. *Antimicrob Agents Chemother.* 2015;59:831–7.
9. Barbero-Allende JM, García-Sánchez M, Montero-Ruiz E, Vallés-Purroy A, Plasencia-Arriba MÁ, Sanz-Moreno J. Dual prophylaxis with teicoplanin and cefazolin in the prevention of prosthetic joint infection. *Enferm Infecc Microbiol Clin (Engl Ed).* 2019;37:588–91.
10. Burger JR, Hansen BJ, Leary EV, Aggarwal A, Keeney JA. Dual-agent antibiotic prophylaxis using a single preoperative vancomycin dose effectively reduces prosthetic joint infection rates with minimal renal toxicity risk. *J Arthroplasty.* 2018;33(75):S213–8.
11. Papadimitriou-Olivgeris M, Senn L, Bertelli C, Grandbastien B, Steinmetz S, Boillat-Blanco N. Prevalence and factors associated with prosthetic joint infections in patients with *Staphylococcus aureus* bacteraemia: a 7-year retrospective study. *Antibiotics (Basel).* 2022;11:1323.
12. Lora-Tamayo J, Murillo O, Iribarren JA, Soriano A, Sánchez-Somolinos M, Baraia-Etxaburu JM, et al. A large multicenter study of methicillin-susceptible and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* prosthetic joint infections managed with implant retention. *Clin Infect Dis.* 2013;56:182–94.
13. Auñón Á, Tovar-Bazaga M, Blanco-García A, García-Cañete J, Parrón R, Esteban J. Does a new antibiotic scheme improve the outcome of *Staphylococcus aureus* caused acute prosthetic joint infections (PJI) treated with debridement, antibiotics and implant retention (DAIR)? *Antibiotics (Basel).* 2022;11: 922.
14. Davis JS, Metcalf S, Clark B, Robinson JO, Huggan P, Luey C, et al. Predictors of treatment success after periprosthetic joint infection: 24-month follow up from a multicenter prospective observational cohort study of 653 patients. *Open Forum Infect Dis.* 2022;9:ofac048.
15. Ong C, Lucet JC, Bourigault C, Birgand G, Aho S, Lepelletier D. *Staphylococcus aureus* nasal decolonization before cardiac and orthopaedic surgeries: first descriptive survey in France. *J Hosp Infect.* 2020;106:332–4.

16. Bode LG, Kluytmans JA, Wertheim HF, Bogaers D, Vandenbroucke-Grauls CM, Roosendaal R, et al. Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med*. 2010;362:9–17.
17. McNally M, Sousa R, Wouthuyzen-Bakker M, Chen AF, Soriano A, Vogely HC, et al. The EBJIS definition of periprosthetic joint infection. *Bone Joint J*. 2021;103-B:18–25.
18. Cai Y, Huang C, Chen X, Chen Y, Huang Z, Zhang C, et al. The role of *Staphylococcus aureus* small colony variants in intraosseous invasion and colonization in periprosthetic joint infection. *Bone Joint Res*. 2022;11:843–53.
19. Triantafyllopoulos GK, Soranoglou VG, Memtsoudis SG, Sculco TP, Poultsides LA. Rate and risk factors for periprosthetic joint infection among 36,494 primary total hip arthroplasties. *J Arthroplasty*. 2018;33:1166–70.
20. Espindola R, Vella V, Benito N, Mur I, Tedeschi S, Zamparini E, et al. Rates and predictors of treatment failure in *Staphylococcus aureus* prosthetic joint infections according to different management strategies: a multinational cohort study – the ARTHR-IS study group. *Infect Dis Ther*. 2022;11:2177–203.
21. Babu S, Al-Obaidi B, Jardine A, Jonas S, Al-Hadithy N, Satish V. A comparative study of 5 different antibiotic prophylaxis regimens in 4500 total knee replacements. *J Clin Orthop Trauma*. 2020;11:108–12.
22. Azamgarhi T, Gerrand C, Skinner JA, Sell A, McCulloch RA, Warren S. Antimicrobial prophylaxis with teicoplanin plus gentamicin in primary total joint arthroplasty. *J Bone Jt Infect*. 2023;8:219–27.
23. Septimus EJ. Nasal decolonization: what antimicrobials are most effective prior to surgery? *Am J Infect Control*. 2019;47S:A53–7.
24. Pop-Vicas A, Safdar N. Pre-operative decolonization as a strategy to reduce surgical site infection. *Curr Infect Dis Rep*. 2019;21:35.
25. Mullen A, Wieland HJ, Wieser ES, Spannhake EW, Marinos RS. Perioperative participation of orthopedic patients and surgical staff in a nasal decolonization intervention to reduce *Staphylococcus* spp. surgical site infections. *Am J Infect Control*. 2017;45:554–6.
26. Franklin S. A safer, less costly SSI prevention Protocol-Universal versus targeted preoperative decolonization. *Am J Infect Control*. 2020;48:1501–3.