



Prevalencia de portación nasal de *Staphylococcus aureus* sensible y resistente a la meticilina en candidatos a artroplastia total de cadera o rodilla

Prevalence of Nasal Carriage of Methicillin-Sensitive and Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus in Candidates for Total Hip or Knee Arthroplasty

David Dabed^{1,2}  Joaquín Valenzuela^{3,4}  Martín Salgado^{3,5} Maximiliano Carmona^{3,5} 

¹Servicio de Traumatología, Clínica Red Salud, Santiago, Chile

²Servicio de Traumatología, Hospital El Carmen Dr. Luis Valentín Ferrada, Santiago, Chile

³Servicio de Traumatología, Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río, Santiago, Chile

⁴Servicio de Traumatología, Clínica Universidad de Los Andes, Santiago, Chile

⁵Servicio de Traumatología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

Dirección para correspondencia: David Dabed, MD, Servicio de Traumatología, Hospital El Carmen Dr. Luis Valentín Ferrada, Camino a Rinconada 1201, Maipú, Santiago, Chile (e-mail: ddabed@uc.cl).

Rev Chil Ortop Traumatol 2022;63(3):e158–e163.

Resumen

Palabras Clave

- ▶ prótesis total de cadera
- ▶ prótesis total de rodilla
- ▶ tamizaje preoperatorio
- ▶ *Staphylococcus aureus*
- ▶ decolonización

Introducción Las infecciones perioperatorias en cirugía de reemplazo articular son fuente importante de morbilidad, así como de altos costos económicos y sociales, tanto para el paciente como para su entorno. La colonización preoperatoria por *Staphylococcus aureus* ha sido reconocida como un factor de riesgo importante para desarrollar una infección de sitio quirúrgico.

El objetivo de este estudio es conocer la prevalencia de portación nasal de *S. aureus*, tanto sensible a la meticilina (SASM) como resistente a la meticilina (SARM), en pacientes candidatos a cirugía de reemplazo articular de cadera o rodilla.

Materiales y métodos Se realizó un estudio observacional de una cohorte retrospectiva de pacientes con indicación de artroplastia total de cadera (ATC) y rodilla (ATR) electiva por artrosis severa en un hospital público de Chile. Los pacientes fueron sometidos a tamizaje preoperatorio de portación, cultivándose muestras obtenidas mediante hisopado de ambas fosas nasales. Los datos del laboratorio fueron recopilados y presentados como porcentaje de portación de *S. aureus*.

recibido

14 de septiembre de 2021

aceptado

30 de marzo de 2022

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0042-1749131>.

ISSN 0716-4548.

© 2022. Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Resultados Se estudiaron 303 pacientes consecutivos de ATC y 343 de ATR. En total, 483 de los 646 pacientes (74,7%) tuvieron estudio preoperatorio de portación nasal. Se identificaron 123 pacientes (25,4%) portadores de *S. aureus*, de los cuales sólo 2 (0,41%) casos correspondieron a SARM.

Conclusión La prevalencia de portación nasal de *S. aureus* obtenida fue de 25%, similar a lo reportado en otras series. La prevalencia de SARM (0.41%), sin embargo, estuvo bajo lo descrito en la literatura internacional (0,6–6%). Sería de utilidad, dada la alta prevalencia de portación descrita en nuestro trabajo y de acuerdo a evidencia publicada recientemente, realizar protocolos de descolonización universales, sin necesidad de realizar tamizaje preoperatorio.

Abstract

Introduction Surgical-site infections in joint replacement surgery are an important source of morbidity and mortality that entail high economic and social burden both for the patient and their environment. Preoperative colonization by *Staphylococcus aureus* has been recognized as an important risk factor for the development of surgical-site infection.

The aim of the present study is to determine the prevalence of nasal colonization by *S. aureus*, both methicillin-sensitive (MSSA) and methicillin-resistant (MRSA) in patients who are candidates for total replacement of the hip or knee joints.

Materials and methods A retrospective observational study of a cohort of 646 patients with an indication to undergo total hip arthroplasty (THA) or total knee arthroplasty (TKA) due to severe osteoarthritis was performed in a Public Hospital in Chile. The patients were submitted to a preoperative screening for *S. aureus* carriage, and the culture samples were obtained by swabbing both nostrils. The laboratory data was collected and presented as a percentage of carriage.

Results We consecutively examined 303 THA and 343 TKA patients. A total of 483 of the 646 patients (74.7%) underwent a preoperative study of nasal carriage. We identified 123 (25.4%) *S. aureus* carriers, and only found 2 (0.41%) cases corresponding to MRSA.

Conclusion We found a prevalence of nasal carriage of *S. aureus* of 25.4%, a rate similar to that reported in other series. The prevalence of MRSA (0.41%), however, was lower than that reported in the international literature (0.6–6%). Given the high prevalence of carriage described in our work and according to recently published data, it would be worthwhile to carry out universal decolonization protocols, without the need for preoperative screening.

Keywords

- ▶ hip replacement
- ▶ knee replacement
- ▶ preoperative screening
- ▶ *Staphylococcus aureus*
- ▶ decolonization

Introducción

La cirugía de reemplazo articular (CRA) es uno de los procedimientos más exitosos de la traumatología, con un 80% a 90% de buenos resultados clínicos,¹ y que alivia el dolor y mejora la calidad de vida de un alto número de pacientes. Más aun, la artroplastia total de cadera (ATC) ha sido catalogada como la cirugía del siglo, debido a su significativo impacto en la funcionalidad de los pacientes.²

En los últimos años, el número de CRAs, tanto ATC como artroplastia total de rodilla (ATR), ha ido en constante aumento, y se proyecta que lo seguirá haciendo tal como lo sugiere la literatura internacional. En los Estados Unidos, el año 2010 se realizaron 332 mil ATCs y 719 mil ATRs, y se proyecta para el año 2030 una duplicación de estos

números.³ En Australia, de manera similar, se espera un aumento del 276% y del 208% de cirugías de ATR y ATC, respectivamente, entre 2013 y 2030.⁴

En Chile, según el Departamento de Estadísticas e Información en Salud (DEIS),⁵ durante el año 2012 se registraron 5.312 ATCs y 2.619 ATRs por artrosis. En 2018, el número de cirugías electivas aumentó a 8.231 ATCs y 5.276 ATRs, lo que representa incrementos del 54.95% y 101.45%, respectivamente. Así mismo, de acuerdo con un reporte nacional reciente,⁶ las fracturas de cadera, patología que se espera que alcance los 9.862 casos anuales en 2030, serán también una fuente importante de pacientes con requerimiento de artroplastia de cadera.

De la mano del aumento del número de reemplazos articulares, aumentará el número de complicaciones, entre ellas la infección periprotésica (IPP), lo que se asocia a

elevadas morbimortalidad y estadía hospitalaria, y a altos costos derivados de la atención de dichos pacientes.⁷

Existen múltiples factores de riesgo para el desarrollo de una IPP,⁸⁻¹⁰ algunos dependientes del paciente (obesidad, diabetes mellitus, artritis reumatoide, tabaquismo etc.), y otros relacionados al procedimiento en sí (duración, daño de partes blandas, volumen quirúrgico del cirujano etc.). En los últimos años, se ha reconocido la portación de *Staphylococcus aureus* como un factor a considerar en el desarrollo de infecciones asociadas a la atención de salud, demostrándose su relación con aumento del riesgo de infección en numerosos escenarios clínicos y con elevada concordancia de los cultivos nasales y de los del sitio quirúrgico, lo que habla de una considerable vía endógena de contaminación.

En Chile,¹¹ la incidencia reportada de infecciones de herida operatoria (IHOp) en prótesis de cadera es del 1,83%. De aquellas con agente etiológico identificado (60,5%), el 39,5% es secundaria a *S. aureus*, seguido por *Klebsiella pneumoniae* (13,9%), *Pseudomonas aeruginosa* (11,6%) y *Staphylococcus epidermidis* (6,9%). En la literatura internacional,¹²⁻¹⁴ *S. aureus* y *S. epidermidis* dan cuenta del 50% al 60% de las infecciones periprotésicas de cadera y rodilla.

Un factor muy relevante que tener presente es la creciente resistencia a los antimicrobianos que se reporta globalmente.^{15,16} Según fuentes del Ministerio de Salud (MINSAL)¹¹ de Chile, la resistencia de *S. aureus* a la oxacilina (metilina) en el período de 1991 a 1993 era de 33,5%; para 2008-2010, alcanzó el 63,3%.

Según literatura internacional,^{17,18} 20% al 30% de la población está colonizada por *S. aureus* de forma permanente, mientras que un porcentaje similar, de forma transitoria. Sin embargo, existe escasa información respecto a la portación en nuestra población.

Si bien existen consensos internacionales¹⁹ que guían la prevención, el diagnóstico y el manejo de las IPPs, las estrategias locales estarán guiadas por la epidemiología propia de cada país y cada centro en particular. Por esto, tener acceso a información respecto a la prevalencia de portación de *S. aureus* sensible a la metilina (SASM) y *S. aureus* resistente a la metilina (SARM) en los pacientes, antes de CRAs electivas, podría ser útil para el diseño de guías locales de pesquisa, profilaxis antibiótica y, finalmente, protocolos de descolonización preoperatoria.

El objetivo de este trabajo es determinar la proporción de portación nasal de tanto de SASM como de SARM en pacientes candidatos a CRAs electivas de cadera y rodilla en un centro de atención terciario.

Materiales y Métodos

Se obtuvo autorización del comité de ética del centro para acceder a la base de datos de pacientes operados y los resultados de laboratorio.

Se realizó un estudio observacional transversal en pacientes sometidos a ATC y ATR, entre enero de 2017 y marzo de 2018, en un hospital público de la Región Metropolitana, Chile. Se excluyeron aquellos casos por fractura de cadera o revisiones de cirugías previas. Se revisaron los resultados de laboratorio

disponibles en el sistema de ficha clínica, agregando además la edad y el género de cada paciente. No se logró disponer de datos clínicos como peso, talla, comorbilidades, hospitalizaciones recientes, entre otros, dadas las dificultades en el acceso a la ficha y la escasez del registro.

El tamaño muestral necesario fue calculado en base a la prevalencia reportada en otros estudios (25-30%), y se obtuvo un mínimo de 232 pacientes.²⁰ El estudio de portación fue solicitado por el médico tratante de forma ambulatoria junto con los demás exámenes preoperatorios, entre 0 y 6 meses antes de la cirugía. Se empleó una estrategia de tamizaje universal, sin considerar antecedentes para determinar si realizar el estudio o no.

La muestra se obtuvo según técnica estandarizada:¹⁸ introduciendo una tórula estéril, previamente humedecida con suero fisiológico, 2 cm a 3 cm dentro de cada fosa nasal, hasta obtener tope, habitualmente en los cornetes nasales, girando 360° cada tórula. Las muestras se transportaron al laboratorio antes de 24 horas, y fueron sembradas en 3 medios de cultivo: agar sangre, agar chocolate, y agar McConkey, a 35°C por hasta 72 horas. La identificación de los patógenos se realizó de acuerdo a protocolos de laboratorio de microbiología, y la susceptibilidad a la oxacilina, mediante dilución en agar, para determinación de la concentración inhibitoria mínima (CIM) definida por el Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI).²¹

En los pacientes en que se obtuvo cultivo positivo para *S. aureus*, se indicó mupirocina tópica (en crema) al 2% en cada fosa nasal cada 12 horas por 5 días. En el caso de identificar SARM, adicional a la mupirocina, se indicó vancomicina en el esquema de profilaxis antibiótica perioperatoria. No se realizó cultivo de control en los pacientes tratados.

Respecto a la estadística, se reportaron los resultados en promedio y desviación estándar (DE) o mediana y rango, según correspondiera. Para las variables categóricas, se usaron frecuencias absoluta y relativa. Se analizó los resultados mediante el programa Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, Estados Unidos).

Resultados

Durante el período estudiado, se realizaron 303 ATCs y 343 ATRs. De estos 646 pacientes, 483 (74,7%) tenían estudio preoperatorio de portación nasal cuyos resultados fueron registrados y analizados.

Un 54% (261) de los pacientes estudiados eran del género femenino, y la edad promedio fue de 71,3 años (DE: ± 7,8). De los 483 pacientes estudiados, se identificaron 123 (25,4%) con cultivo positivo para portación de *S. aureus*, de los cuales sólo 2 (0,41%) fueron SARM.

La edad promedio de los casos positivos (para *S. aureus*) fue de 69,1 (DE: ± 5) años, con 53% (65) de pacientes del género femenino, mientras que la de los casos no portadores fue de 71 (DE: ± 8,04) años, con un 51% (183) de mujeres.

En la cohorte de ATC (303), 80,5% (244) contaban con estudio preoperatorio. De éstos, un 25% (61) resultó portador de SASM. No se observaron casos de portación de SARM en este grupo.

Tabla 1 Distribución de los casos de pacientes colonizados (MSSA y MRSA) y no colonizados según tipo artroplastia y género, junto con la edad promedio de cada grupo

	SASM	SARM	No colonizado	Total
ATC	61 (25%)	0 (0%)	183 (75%)	244
ATR	62 (25,94%)	2 (0,83%)	175 (73,23%)	239
Género femenino	67 (25,7%)	0 (0%)	194 (74,3%)	261
Género masculino	56 (25,2%)	2 (0,9%)	164 (73,9%)	222
Edad promedio (años)	69,5	71,5	71,7	71,3 ± 7,8

Abreviaturas: ATC, artroplastia total de cadera; ATR, artroplastia total de rodilla; SARM, *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina; SASM, *Staphylococcus aureus* sensible a la meticilina.

En el grupo de ATR (343), 68,9% (239) fueron estudiados previamente. De éstos, un 25,9% (62) fueron positivos para SASM, con 2 casos de SARM, lo que equivale a un 0,83% de portación. Se resumen los resultados señalados (→ **Tabla 1**).

Discusión

Las IPPs, si bien son complicaciones infrecuentes tras una artroplastia primaria, con incidencias reportadas del 0,5% al 3%,^{22,23} pueden resultar catastróficas, con elevados costos tanto para el paciente como para los sistemas de salud, con estadías hospitalarias prolongadas, múltiples cirugías, uso prolongado de antibióticos, y elevada morbilidad asociada. Existen múltiples factores de riesgo asociados al desarrollo de una IPP,⁸⁻¹⁰ dentro de los cuales se describe la portación de *S. aureus*.

En el presente estudio, se identificó una tasa de portación nasal de *S. aureus* similar a las reportadas en series internacionales de cirugía ortopédica, que oscilan entre 20% y 30%.^{17,18,24} Sin embargo, la prevalencia de cepas resistentes a la meticilina ha sido reportada entre un 0,6% y un 6% por otros autores,²⁵⁻²⁷ superior a la encontrada en nuestra cohorte.

Existen pocos reportes a nivel nacional sobre la portación asintomática de *S. aureus* nasal. En 2010, se realizó un estudio²⁸ con 500 voluntarios sanos sometidos a hisopado nasal previo a la consulta médica. De los 454 incluidos finalmente, 103 (22,7%) fueron positivos para SASM, y 1 (0,2%), para SARM, lo que es similar a nuestros hallazgos. Recientemente, Schweitzer et al.²⁹ publicaron una serie de 146 pacientes sometidos a ATC, en la que se tomaron muestras nasales e inguinales el día de la cirugía, y se realizó estudio molecular con reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (*reverse-transcription polymerase chain reaction*, RT-PCR, en inglés). Entre sus resultados, encontraron 7 (5%) casos positivos para SARM, e identificaron el uso previo de antibióticos como factor de riesgo. Cabe destacar que sólo 1/7 de los casos positivos – 0,68% del total estudiado – fue portador nasal exclusivo, mientras 4/7 fueron portadores a nivel inguinal, y 2/7, en ambos sitios. Esto podría sugerir un buen rendimiento del estudio de la zona inguinal en la pesquisa de SARM, pero además nos muestra un 2,05% de portación nasal de SARM.

En cuanto a la utilidad de la búsqueda y descolonización de portadores de SAMS/SAMR, la evidencia aún es controvertida. Mientras algunos estudios³⁰⁻³² han demostrado disminuir las tasas de infecciones de herida

operatoria e infecciones periprotésicas, otros^{33,34} han concluido lo opuesto, con un aumento de infecciones por otros patógenos o ausencia de “normalización” del riesgo en los portadores descolonizados versus los no portadores.

Un meta-análisis³⁵ reciente que incluyó 9 estudios, 2 de ellos prospectivos y 36.041 artroplastias, encontró una reducción de las IHOPs del 57%, y de las IPPs, del 60%, al realizar protocolos de pesquisa universal de portación asociados a baño perioperatorio con apósitos con clorhexidina, erradicación nasal con mupirocina, y ajuste de terapia antibiótica en los portadores de SAMR.

En cuanto a la costoefectividad de realizar estudio universal o selectivo con base en factores de riesgo, la evidencia es mixta, con tendencia de algunos autores³⁶⁻³⁸ a favorecer el tamizaje universal, evitando dejar fuera a pacientes considerados erróneamente como de bajo riesgo, tomando en cuenta que hasta un 50% de los portadores no presentan los factores de riesgo descritos.^{39,40}

Por otra parte, algunos estudios⁴¹ sugieren erradicación nasal con mupirocina de forma universal, sin realizar tamizaje, siendo una manera menos costosa (ahorrando 35 dólares por paciente) y más eficiente al disminuir errores administrativos en la solicitud del examen y visitas para revisión del resultado. Una reciente revisión sistemática y metanálisis,⁴² sobre el efecto en la reducción de las infecciones de sitio operatorio que tendría la pesquisa preoperatoria y descolonización, muestra un aumento en el riesgo de infección general y por *S. aureus* en pacientes sin descolonización tanto en procedimientos ortopédicos generales como en ATC y ATR; los autores concluyeron que si bien todas las estrategias de pesquisa y descolonización serían costoefectivas, la descolonización universal sin pesquisa preoperatoria sería la estrategia más ventajosa.

Nuestro estudio muestra una prevalencia de 25,9% de portación nasal de *S. aureus* en una muestra de 483 pacientes estudiados; se trata de la mayor serie reportada a nivel nacional, y corresponde, además, a pacientes específicos de la especialidad, y se logró el tamaño muestral necesario según la prevalencia reportada. Al mismo tiempo, al tratarse de un hospital público de nivel terciario, los hallazgos podrían considerarse representativos de la comunidad, y permiten aproximarnos a la prevalencia real de colonización de SASM/SARM. En cuanto a la pesquisa, al ser realizada con antelación a la cirugía, permitió tomar medidas específicas tanto preoperatorias como intraoperatorias específicas, que

fueron descolonización nasal y ajuste de terapia antibiótica en los casos en los que se aisló SARM.

Sin embargo, la falta de antecedentes clínicos relevantes sobre índice de masa corporal (IMC) y comorbilidades, así como de factores de riesgo conocidos para colonización (uso de antibióticos, hospitalizaciones recientes, diálisis, catéter venoso etc.) dificultan la caracterización de los portadores, para reconocer los factores de riesgo locales. Así mismo, la falta de seguimiento de los pacientes en el grupo que recibió el protocolo de descolonización no permite evaluar los resultados de nuestra intervención ni su costoefectividad.

Una debilidad de nuestro estudio, considerando la disponibilidad de recursos limitados en nuestro hospital, fue que se utilizaron cultivos para la búsqueda de los microorganismos, los cuales tienen una sensibilidad reportada entre 66% y 90%, a diferencia del 99% al 100% con uso de RT-PCR.^{25,43,44} Esto pudiese explicar la menor tasa de prevalencia de SARM (0,41%) en comparación a otros estudios en los que se utilizaron métodos de biología molecular y múltiples zonas de toma de muestra, como el de Schweitzer et al.²⁹ (5%).

Por otro lado, diversos autores^{45,46} han sugerido estudiar simultáneamente otras zonas anatómicas, no incluidas en el presente estudio (zona inguinal y faríngea), utilizando métodos de cultivo, ya que podrían aumentar rendimiento de éstos sin elevar los costos, a diferencia del uso de RT-PCR.

Si bien este trabajo sólo permite determinar la prevalencia de portación a nivel local, su importancia radica en reconocer el contexto nacional para diseñar protocolos de prevención de IPPs y estudios prospectivos a largo plazo con el fin de evaluar el impacto de las medidas de prevención adoptadas.

Conclusiones

La portación nasal de SARM en los pacientes estudiados es similar a la reportada en las literaturas nacional e internacional. Sin embargo, la prevalencia de SARM fue menor a la descrita por diversos autores.

En un futuro, resultaría útil realizar estudios prospectivos para definir la costoefectividad de esta medida, como una herramienta más para disminuir la carga y los costos asociados a las infecciones de sitio quirúrgico, en un grupo de pacientes que seguirá en aumento junto con una mayor expectativa de vida de la población.

Recomendación

Dados nuestros hallazgos, que están en línea con lo previamente reportado, y la literatura recientemente publicada,⁴² nuestra recomendación es considerar protocolos de descolonización universal sin pesquisa preoperatoria en pacientes que vayan a ser sometidos a artroplastia de cadera o de rodilla de forma electiva.

Financiación

Los autores declaran que el presente estudio no contó con apoyo financiero externo de ningún tipo.

Conflicto de Intereses

Los autores no tienen conflicto de intereses que declarar.

Referencias

- Beswick AD, Wylde V, Goberman-Hill R, Blom A, Dieppe P. What proportion of patients report long-term pain after total hip or knee replacement for osteoarthritis? A systematic review of prospective studies in unselected patients. *BMJ Open* 2012;2(01):e000435. Doi: 10.1136/bmjopen-2011-000435
- Learmonth ID, Young C, Rorabeck C. The operation of the century: total hip replacement. *Lancet* 2007;370(9597):1508–1519. Doi: 10.1016/S0140-6736(07)60457-7
- Centers for Disease Control and Prevention. National hospital discharge survey: 2010 table, procedures by selected patient characteristics. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2013
- Ackerman IN, Bohensky MA, Zomer E, et al. The projected burden of primary total knee and hip replacement for osteoarthritis in Australia to the year 2030. *BMC Musculoskelet Disord* 2019;20(01):90. Doi: 10.1186/s12891-019-2411-9
- Datos obtenidos de la base de datos del DEIS Minsal. Egresos Hospitalarios. Disponible en: <https://deis.minsal.cl>
- Díaz-Ledezma C, Bengoa F, Dabed N, Rojas N, López A. Hip fractures in the elderly Chilean population: a projection for 2030. *Arch Osteoporos* 2020;15(01):116. Doi: 10.1007/s11657-020-00794-5
- Porrino J, Wang A, Moats A, Mulcahy H, Kani K. Prosthetic joint infections: diagnosis, management, and complications of the two-stage replacement arthroplasty. *Skeletal Radiol* 2020;49(06):847–859. Doi: 10.1007/s00256-020-03389-w
- Alamanda VK, Springer BD. Perioperative and Modifiable Risk Factors for Periprosthetic Joint Infections (PJI) and Recommended Guidelines. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2018;11(03):325–331. Doi: 10.1007/s12178-018-9494-z
- Tsaras G, Osmon DR, Mabry T, et al. Incidence, secular trends, and outcomes of prosthetic joint infection: a population-based study, olmsted county, Minnesota, 1969–2007. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012;33(12):1207–1212. Doi: 10.1086/668421
- Lenguerrand E, Whitehouse MR, Beswick AD, et al; National Joint Registry for England, Wales, Northern Ireland and the Isle of Man. Risk factors associated with revision for prosthetic joint infection following knee replacement: an observational cohort study from England and Wales. *Lancet Infect Dis* 2019;19(06):589–600. Doi: 10.1016/S1473-3099(18)30755-2
- Informe de vigilancia de Infecciones Asociadas a la Atención en Salud. Dr. F. Otaiza. MINSAL. 2014
- Benito N, Mur I, Ribera A, et al; REIPI (Spanish Network for Research in Infectious Disease) Group for the Study of Prosthetic Joint Infections / GEIO (Group for the Study of Osteoarticular Infections), SEIMC (Spanish Society of Infectious Diseases and Clinical Microbiology). The Different Microbial Etiology of Prosthetic Joint Infections according to Route of Acquisition and Time after Prosthesis Implantation, Including the Role of Multidrug-Resistant Organisms. *J Clin Med* 2019;8(05):673. Doi: 10.3390/jcm8050673
- Benito N, Franco M, Ribera A, et al; REIPI (Spanish Network for Research in Infectious Disease) Group for the Study of Prosthetic Joint Infections. Time trends in the aetiology of prosthetic joint infections: a multicentre cohort study. *Clin Microbiol Infect* 2016;22(08):732.e1–732.e8. Doi: 10.1016/j.cmi.2016.05.004
- Rosteius T, Jansen O, Fehmer T, et al. Evaluating the microbial pattern of periprosthetic joint infections of the hip and knee. *J Med Microbiol* 2018;67(11):1608–1613. Doi: 10.1099/jmm.0.000835
- Xia J, Gao J, Kokudo N, Hasegawa K, Tang W. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* antibiotic resistance and virulence. *Biosci Trends* 2013;7(03):113–121

- 16 Guo Y, Song G, Sun M, Wang J, Wang Y. Prevalence and Therapies of Antibiotic-Resistance in *Staphylococcus aureus*. *Front Cell Infect Microbiol* 2020;10:107. Doi: 10.3389/fcimb.2020.00107
- 17 Kluytmans J, van Belkum A, Verbrugh H. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. *Clin Microbiol Rev* 1997;10(03):505–520
- 18 Wertheim HF, Melles DC, Vos MC, et al. The role of nasal carriage in *Staphylococcus aureus* infections. *Lancet Infect Dis* 2005;5(12): 751–762. Doi: 10.1016/S1473-3099(05)70295-4
- 19 Consenso Internacional de Infecciones Periprotésicas. 2018 Philadelphia, EEUU Mayor información disponible en: <https://icmphilly.com/2018/10/29/the-journal-of-arthroplasty-proceedings-of-the-international-consensus-meeting-on-prosthetic-joint-infection-2018/>
- 20 Das S, Mitra K, Mandal M. Sample size calculation: Basic principles. *Indian J Anaesth* 2016;60(09):652–656. Doi: 10.4103/0019-5049.190621
- 21 Clinical & Laboratory Standards Institute. *Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically*, 11th Edition.
- 22 Dale H, Fenstad AM, Hallan G, et al. Increasing risk of prosthetic joint infection after total hip arthroplasty. *Acta Orthop* 2012;83(05):449–458. Doi: 10.3109/17453674.2012.733918
- 23 Kurtz SM, Lau E, Watson H, Schmier JK, Parvizi J. Economic burden of periprosthetic joint infection in the United States. *J Arthroplasty* 2012;27(8, Suppl):61–5.e1. Doi: 10.1016/j.arth.2012.02.022
- 24 Kim DH, Spencer M, Davidson SM, et al. Institutional prescreening for detection and eradication of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in patients undergoing elective orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92(09): 1820–1826. Doi: 10.2106/JBJS.I.01050
- 25 Goyal N, Miller A, Tripathi M, Parvizi J. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): colonisation and pre-operative screening. *Bone Joint J* 2013;95-B(01):4–9. Doi: 10.1302/0301-620X.95B1.27973
- 26 Price CS, Williams A, Philips G, Dayton M, Smith W, Morgan S. *Staphylococcus aureus* nasal colonization in preoperative orthopaedic outpatients. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(11): 2842–2847. Doi: 10.1007/s11999-008-0337-x
- 27 Berthelot P, Grattard F, Cazorla C, et al. Is nasal carriage of *Staphylococcus aureus* the main acquisition pathway for surgical-site infection in orthopaedic surgery? *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2010;29(04):373–382. Doi: 10.1007/s10096-009-0867-5
- 28 Platzer ML, Aranís JC, Beltrán MC, Fonseca AX, García CP. Colonización nasal bacteriana en población sana de la ciudad de Santiago de Chile: ¿Existe portación de *Staphylococcus aureus* meticilino resistente comunitario? *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello* 2010;70(02):109–116. Doi: 10.4067/S0718-48162010000200003
- 29 Schweitzer D, Klaber I, García P, López F, Lira MJ, Botello E. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization in patients undergoing primary total hip arthroplasty. *J Med Microbiol* 2020;69(04):600–604. Doi: 10.1099/jmm.0.001155
- 30 Pelfort X, Romero A, Brugués M, García A, Gil S, Marrón A. Reduction of periprosthetic *Staphylococcus aureus* infection by preoperative screening and decolonization of nasal carriers undergoing total knee arthroplasty. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2019;53(06):426–431. Doi: 10.1016/j.aott.2019.08.014
- 31 Rao N, Cannella BA, Crossett LS, Yates AJ Jr, McGough RL III, Hamilton CW. Preoperative screening/decolonization for *Staphylococcus aureus* to prevent orthopedic surgical site infection: prospective cohort study with 2-year follow-up. *J Arthroplasty* 2011;26(08):1501–1507. Doi: 10.1016/j.arth.2011.03.014
- 32 Hadley S, Immerman I, Hutzler L, Slover J, Bosco J. *Staphylococcus aureus* Decolonization Protocol Decreases Surgical Site Infections for Total Joint Replacement. *Arthritis (Egypt)* 2010;2010:924518. Doi: 10.1155/2010/924518
- 33 Ramos N, Stachel A, Phillips M, Vigdorichik J, Slover J, Bosco JA. Prior *Staphylococcus Aureus* Nasal Colonization: A Risk Factor for Surgical Site Infections Following Decolonization. *J Am Acad Orthop Surg* 2016;24(12):880–885. Doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00165
- 34 Sousa RJG, Barreira PMB, Leite PTS, Santos ACM, Ramos MHSS, Oliveira AF. Preoperative *Staphylococcus aureus* Screening/Decolonization Protocol Before Total Joint Arthroplasty-Results of a Small Prospective Randomized Trial. *J Arthroplasty* 2016;31(01):234–239. Doi: 10.1016/j.arth.2015.08.003
- 35 Zhu X, Sun X, Zeng Y, et al. Can nasal *Staphylococcus aureus* screening and decolonization prior to elective total joint arthroplasty reduce surgical site and prosthesis-related infections? A systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res* 2020;15(01):60. Doi: 10.1186/s13018-020-01601-0
- 36 Slover J, Haas JP, Quirno M, Phillips MS, Bosco JA III. Cost-effectiveness of a *Staphylococcus aureus* screening and decolonization program for high-risk orthopedic patients. *J Arthroplasty* 2011;26(03):360–365. Doi: 10.1016/j.arth.2010.03.009
- 37 Weiser MC, Moucha CS. The Current State of Screening and Decolonization for the Prevention of *Staphylococcus aureus* Surgical Site Infection After Total Hip and Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97(17):1449–1458. Doi: 10.2106/JBJS.N.01114
- 38 Roth VR, Longpre T, Coyle D, et al. Cost Analysis of Universal Screening vs. Risk Factor-Based Screening for Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *PLoS One* 2016;11(07):e0159667. Doi: 10.1371/journal.pone.0159667
- 39 Dave J, Jenkins PJ, Hardie A, et al. A selected screening programme was less effective in the detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonisation in an orthopaedic unit. *Int Orthop* 2014;38(01):163–167. Doi: 10.1007/s00264-013-2079-y
- 40 Thyagarajan D, Sunderamoorthy D, Haridas S, Beck S, Praveen P, Johansen A. MRSA colonisation in patients admitted with hip fracture: implications for prevention of surgical site infection. *Acta Orthop Belg* 2009;75(02):252–257
- 41 Stirton J, Herron JS, Nandi S. Empiric treatment is less costly than *Staphylococcus aureus* screening and decolonization in total joint arthroplasty patients. *Arthroplast Today* 2017;4(03):323–324. Doi: 10.1016/j.artd.2017.11.011
- 42 Ribau AI, Collins JE, Chen AF, Sousa RJ. Is Preoperative *Staphylococcus aureus* Screening and Decolonization Effective at Reducing Surgical Site Infection in Patients Undergoing Orthopedic Surgery? A Systematic Review and Meta-Analysis With a Special Focus on Elective Total Joint Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2021;36(02):752–766.e6. Doi: 10.1016/j.arth.2020.08.014
- 43 Brown J, Li CS, Giordani M, et al. Swabbing Surgical Sites Does Not Improve the Detection of *Staphylococcus aureus* Carriage in High-Risk Surgical Patients. *Surg Infect (Larchmt)* 2015;16(05): 523–525. Doi: 10.1089/sur.2014.232
- 44 Young BC, Votintseva AA, Foster D, et al. Multi-site and nasal swabbing for carriage of *Staphylococcus aureus*: what does a single nose swab predict? *J Hosp Infect* 2017;96(03):232–237. Doi: 10.1016/j.jhin.2017.01.015
- 45 Sollid JUE, Furberg AS, Hanssen AM, Johannessen M. *Staphylococcus aureus*: determinants of human carriage. *Infect Genet Evol* 2014;21:531–541. Doi: 10.1016/j.meegid.2013.03.020
- 46 Senn L, Basset P, Nahimana I, Zanetti G, Blanc DS. Which anatomical sites should be sampled for screening of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carriage by culture or by rapid PCR test? *Clin Microbiol Infect* 2012;18(02):E31–E33. Doi: 10.1111/j.1469-0691.2011.03724.x