Efectividad de la irrigación de povidona yodada diluida al 0,35% en cultivos bacterianos. Estudio *in vitro*

Carlos A. Vega, Favio Moruno, Matías Sued, Fernanda Vergara, Santiago Cabrera, Florencia Gaudenzi, María Laura Grilli, Pamela M. Bertolini, Eduard Núñez, Maribel Omonte, Calixto Zabala
Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Central de San Isidro "Melchor Á. Posse", Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: Las artroplastias de cadera y rodilla siguen en aumento debido a sus excelentes resultados en cuanto al alivio del dolor y la mejoría de la calidad de vida; sin embargo, no están exentas de complicaciones y una de las más desafiantes es la infección periprotésica. El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de la irrigación de povidona yodada diluida contra distintos microorganismos como profilaxis de infecciones periprotésicas. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio prospectivo que consistió en la irrigación de povidona yodada diluida al 0,35% a cultivos bacterianos *in vitro*. Se estudiaron cocos grampositivos (*Staphylococcus aureus, Staphylococcus* coagulasa negativo y *Enterococcus faecalis*) y bacilos gramnegativos (*Pseudomonas aeruginosa, Acinetobacter* sp., *Klebsiella pneumoniae*), simulando una contaminación intraquirúrgica. Usando la escala de McFarland se cuantificó el inóculo bacteriano infectante, de manera similar a las concentraciones esperadas en infecciones periprotésicas *in vivo*. **Resultados:** Se evidenció inhibición del crecimiento de *Staphylococcus* sp. (*S. aureus* y *Staphylococcus* coagulasa negativo) en presencia de povidona yodada diluida. Sin embargo, no se observó un descenso significativo en la cantidad de unidades formadoras de colonias de bacilos gramnegativos tratados con povidona yodada. **Conclusiones**: La povidona yodada diluida al 0,35% inhibe significativamente el crecimiento de *Staphylococcus* sp. Sin embargo, los bacilos gramnegativos y *Enterococcus* sp. (*E. faecalis*) muestran un gran crecimiento de colonias, lo que pone de manifiesto la baja efectividad de la dilución contra estos patógenos *in vitro*.

Palabras clave: Infección periprotésica; escala de McFarland; povidona yodada; microorganismos gramnegativos.
Nivel de Evidencia: IV

Effectiveness of 0.35% Diluted Povidone-Iodine Irrigation on Bacterial Cultures. An vitro Study

ABSTRACT

Introduction: Hip and knee arthroplasties are increasingly performed due to their excellent outcomes in pain relief and quality of life improvement. However, they are not free from complications, with periprosthetic infection being one of the most challenging. This study aimed to evaluate the effectiveness of 0.35% diluted povidone-iodine irrigation against various microorganisms as a prophylactic measure against periprosthetic infections. **Materials and Methods:** A prospective study was conducted using in vitro irrigation of 0.35% diluted povidone-iodine on bacterial cultures. Gram-positive cocci (Staphylococcus aureus, coagulase-negative Staphylococcus, and Enterococcus faecalis) and gram-negative bacilli (Pseudomonas aeruginosa, Acinetobacter sp., and Klebsiella pneumoniae) were studied to simulate intraoperative contamination. The bacterial inoculum was quantified using the McFarland scale, reflecting concentrations similar to those expected in in vivo periprosthetic infections. **Results:** Growth inhibition of Staphylococcus sp. (S. aureus and coagulase-negative Staphylococcus) was observed in the presence of diluted povidone-iodine. However, there was no significant reduction in the colony-forming units of gram-negative bacilli treated with povidone-iodine.**Conclusions:** Povidone-iodine diluted to 0.35% significantly inhibits the growth of Staphylococcus sp. However, gram-negative bacilli and Enterococcus sp. (E. faecalis) exhibited substantial colony growth, highlighting the limited efficacy of this dilution against these pathogens in vitro.

Keywords: Periprosthetic infection; McFarland scale; povidone-iodine; gram-negative microorganism.
Level of Evidence: IV

Recibido el 10-8-2024. Aceptado luego de la evaluación el 23-12-2024 • Dra. MARIBEL OMONTE • maribelomonter@hotmail.com https://orcid.org/0009-0006-3296-5351

Cómo citar este artículo: Vega CA, Moruno F, Sued M, Vergara F, Cabrera S, Gaudenzi F, Grilli ML, Bertolini PM, Núñez E, Omonte M, Zabala C. Efectividad de la irrigación de povidona yodada diluida al 0,35% en cultivos bacterianos. Estudio *in vitro*. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2025;90(1):63-72. https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2025.90.1.2012

Esta Revista está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Obras Derivadas Igual 4.0 Internacional. (CC-BY-NC-SA 4.0).

INTRODUCCIÓN

De la misma forma que las artroplastias de cadera y rodilla evolucionan y siguen en crecimiento constante, se genera un aumento exponencial de las complicaciones, como las infecciones periprotésicas (IPP).[1] La reducción del riesgo de infección se centró en numerosos factores del paciente que incluyen la descolonización bacteriana de la piel, la optimización de la desnutrición, las enfermedades metabólicas, la obesidad y el tabaquismo, además de factores quirúrgicos, como los antibióticos profilácticos, el ambiente del quirófano y la duración de la cirugía, entre otros. La irrigación del sitio quirúrgico es altamente rentable para prevenir la IPP, debido a que minimiza la contaminación bacteriana y, a menudo, se hace solo con solución salina o con concentraciones añadidas de clorhexidina o povidona yodada (PY). Una irrigación profusa es fundamental para disminuir el riesgo de infecciones en una artroplastia.[2] Si bien se describen varios métodos de irrigación,[3] las Guías de práctica clínica de la Organización Mundial de la Salud recomiendan el uso de PY para la irrigación de heridas durante los procedimientos quirúrgicos.[4-6]

El segundo Consenso Internacional sobre Infecciones Musculoesqueléticas de Filadelfia, en 2018 recomendó la irrigación de PY diluida para la profilaxis de la IPP;[7] sin embargo, no existen recomendaciones claras con respecto al tipo, la cantidad o el protocolo de irrigación óptimos para el manejo de la IPP.

La PY es altamente soluble en agua, por lo que, en un medio acuoso, se produce su liberación lenta con un gran espectro de actividad antimicrobiana contra bacterias, protozoos, hongos y virus, a través de la yodinización de sus lípidos y la oxidación de sus componentes citoplasmáticos y de membrana. Asimismo, inhibe la formación de biopelículas estafilocócicas y no se ha informado resistencia adquirida. No obstante, se ha comprobado que este agente produce un daño histológico, porque, en su concentración pura, es citotóxico; por lo tanto, se recomienda una dilución de 17,5 cc de PY en 500 cc de solución fisiológica como agente antiséptico para la irrigación de los tejidos, lo que supone una dilución al 0,35%.[8,9]

El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad de la irrigación de PY diluida al 0,35% para reducir el crecimiento bacteriano y disminuir complicaciones relacionadas con la IPP disminuyendo así los costos económicos que supone la curación de esta complicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo *in vitro* para evaluar la función de la PY diluida al 0,35% como bactericida contra bacterias seleccionadas, en la Unidad de Bacteriología del Hospital Central de San Isidro "Melchor Á. Posse". El medio de cultivo utilizado fue agar tripteína de soja.

Los microorganismos estudiados fueron:

- Bacterias grampositivas: *Staphylococcus* coagulasa negativo, *S. aureus*, *E. faecalis*.
- Bacterias gramnegativas: *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* sp., *Klebsiella pneumoniae.*
- Cultivos bacterianos *in vitro* a 37 °C de 24 h procedentes de muestras clínicas.

Los gérmenes estudiados fueron seleccionados sobre la base de la epidemiología local institucional del Hospital Central de San Isidro "Melchor Á. Posse", por ser las más prevalentes en cuanto a IPP.

Se usó la escala de McFarland,[10] como referencia de la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) sembradas y cultivadas, para posteriormente realizar suspensiones de los microorganismos *in vitro*. Se empleó la medida de 0,5 McFarland, que es equivalente a una suspensión bacteriana que contiene teóricamente 1 x 10^8 UFC/ml. A partir de esa suspensión, se realizan diluciones seriadas reduciendo gradualmente el número de UFC, ya que se necesitan concentraciones bacterianas bajas que representan la contaminación intraoperatoria (1 x 10^4 y 1 x 10^2 UFC/ml).

Cada una de las bacterias se cultivó a concentraciones de 1 x 10^8, 1 x 10^4 y 1 x 10^2 UFC/ml. El cultivo se realizó en agar tripteína de soja, se incubaron en placas de Petri por 4 h, a 37 °C (tiempo estimativo extendido de la duración de una cirugía de prótesis articular).

A su vez, de cada concentración bacteriana, se cultivaron otras tres placas de Petri para poder evaluar la efectividad de la irrigación. Se evaluó el efecto de la PY diluida al 0,35%, irrigando las placas posincubación (Figura 1), por un tiempo de 3 min (Figura 2). Posteriormente se lavaron con solución fisiológica estéril para eliminar el excedente en las placas, finalizando la actividad antiséptica, y se las incubó a 37 °C, durante 24 h, para su posterior análisis. En forma paralela, se efectuaron 2 controles: el primero fue el control de crecimiento, sin ningún agregado de soluciones y el segundo, un control de lavado, en el cual las placas son embebidas con solución fisiológica estéril durante el mismo tiempo que la PY.

Figura 1. Irrigación de las placas de Petri con povidona yodada al 0,35%.

Figura 2. Control cronometrado de la adición de povidona yodada a las placas de Petri.

Tras las 24 h de incubación, se realizó la lectura de las placas y el recuento de UFC/ml en cada dilución para cada germen.

RESULTADOS

Se observó un descenso significativo en la cantidad de UFC/ml presentes en los cultivos de *Staphylococcus* sp. tratados con PY diluida al 0,35% en comparación con los controles de crecimiento y los tratados con solución fisiológica. Sin embargo, es importante destacar que no se observó una disminución de las UFC/ml en los cultivos del grupo de los bacilos gramnegativos y *Enterococcus* sp. en ninguno de los controles de crecimiento (Tablas 1-3).

Tabla 1. Cultivo de *Pseudomonas aeruginosa* a las 24 horas

Concentración bacteriológica de UFC de *P. aeruginosa*	Povidona yodada diluida al 0,35%	Control de lavado (solución fisiológica)	Control de crecimiento (sin irrigación)
1 x 10^8	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^4	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^2	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla

UFC = unidades formadoras de colonias.

Tabla 2. Cultivo de *Acinetobacter* sp. a las 24 horas

Concentración bacteriológica de UFC de *Acinetobacter* sp.	Povidona yodada diluida al 0,35%	Control de lavado (solución fisiológica)	Control de crecimiento (sin irrigación)
1 x 10^8	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^4	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^2	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla

UFC = unidades formadoras de colonias.

Tabla 3. Cultivo de *Klebsiella pneumoniae* a las 24 horas

Concentración bacteriológica de UFC de *K. pneumoniae*	Povidona yodada diluida al 0,35%	Control de lavado (solución fisiológica)	Control de crecimiento (sin irrigación)
1 x 10^8	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^4	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^2	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla

UFC = unidades formadoras de colonias.

Específicamente, se detectó una inhibición del crecimiento de cocos grampositivos (Figuras 3 y 4) (*Staphylococcus* coagulasa negativo y *S. aureus*) en presencia del antiséptico (Tablas 4 y 5). Por el contrario, las cepas de bacilos gramnegativos (*P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* y *Acinetobacter* sp.) (Figuras 5-7) y un cultivo de *E. faecalis* (Figura 8, Tabla 6), desarrollaron crecimiento bacteriano en el 100% de las muestras (Tablas 1-3), tanto en la serie de cultivos tratados con PY, como en los controles tratados con solución fisiológica y el control sin irrigación. Este hallazgo indica una susceptibilidad diferencial a la acción de la PY diluida, muestra una mayor sensibilidad para *Staphylococcus* sp. respecto de los bacilos gramnegativos y *Enteroccoccus* sp. probados con el agente antiséptico.

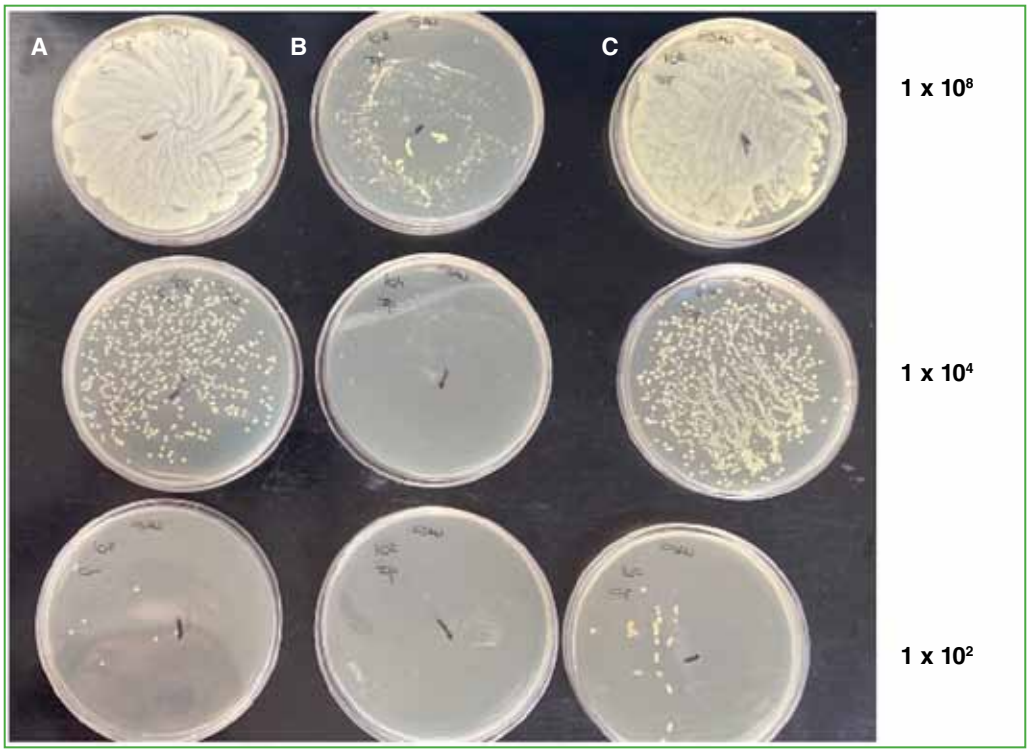

Figura 3. Cultivos *in vitro* de *S. aureus*. Columna **A**, cultivos de control sin irrigación. Se observa el gran crecimiento de las colonias. Columna **B**, cultivos tratados con povidona yodada. Se evidencia la inhibición del crecimiento de unidades formadoras de colonias. Columna **C**, cultivos expuestos a irrigación con solución fisiológica. Se aprecia la disminución de unidades formadoras de colonias, pero aún mantienen la capacidad de desarrollar colonias.

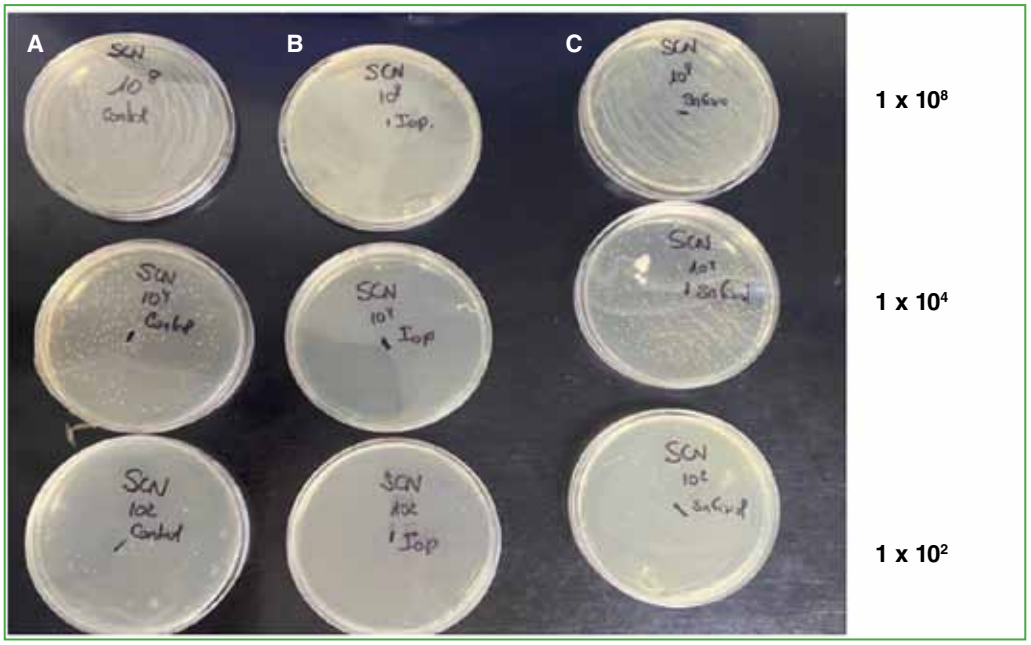

Figura 4. Cultivos *in vitro* de *Staphylococcus* coagulasa negativos. Columna **A**, cultivos de control sin irrigación. Columna **B**, cultivos irrigados con povidona yodada. Se evidencia la inhibición del crecimiento de unidades formadoras de colonias. Columna **C**, cultivos expuestos a irrigación con solución fisiológica. Se aprecia la disminución de unidades formadoras de colonias, pero mantienen la capacidad de replicarse.

Tabla 4. Cultivo de *Staphylococcus aureus* a las 24 horas

Concentración bacteriológica de UFC de *S. aureus*	Povidona yodada diluida al 0,35%	Control de lavado (solución fisiológica)	Control de crecimiento (sin irrigación)
1 x 10^8	NO desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^4	NO desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^2	NO desarrolla	Desarrolla	Desarrolla

UFC = unidades formadoras de colonias.

Tabla 5. Cultivo de *Staphylococcus* coagulasa negativo a las 24 horas

Concentración bacteriológica de UFC de *Staphylococcus* coagulasa negativo	Povidona yodada diluida al 0,35%	Control de lavado (solución fisiológica)	Control de crecimiento (sin irrigación)
1 x 10^8	NO desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^4	NO desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^2	NO desarrolla	Desarrolla	Desarrolla

UFC = unidades formadoras de colonias.

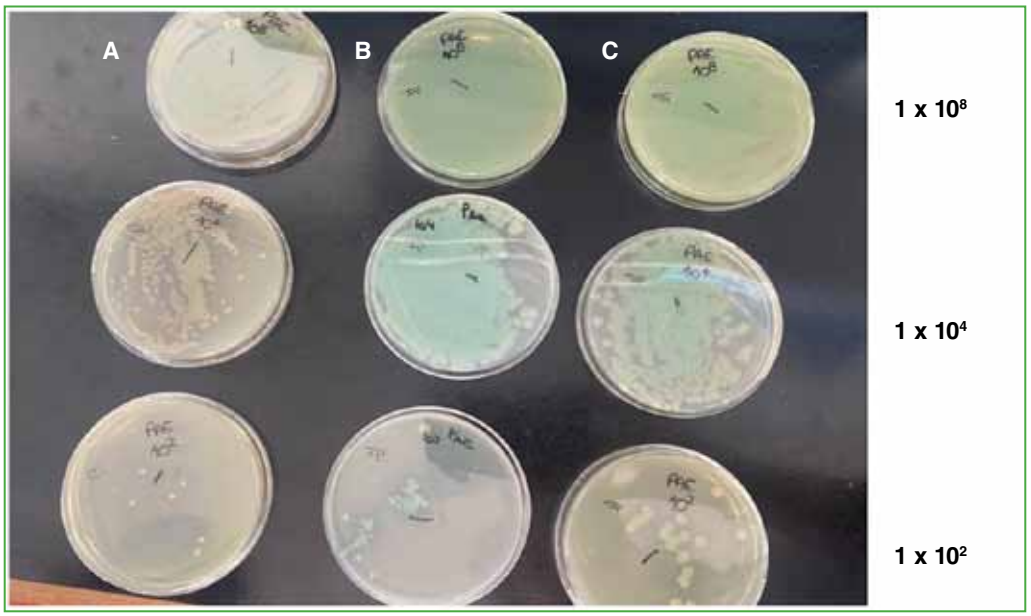

Figura 5. Cultivos *in vitro* de *Pseudomonas aeruginosa*. Columna **A**, cultivos de control sin irrigación. Columna **B**, cultivos con exposición a povidona yodada. Columna **C**, cultivos con irrigación de solución fisiológica. Se aprecia la continua capacidad de desarrollo de unidades formadoras de colonias en todos los cultivos.

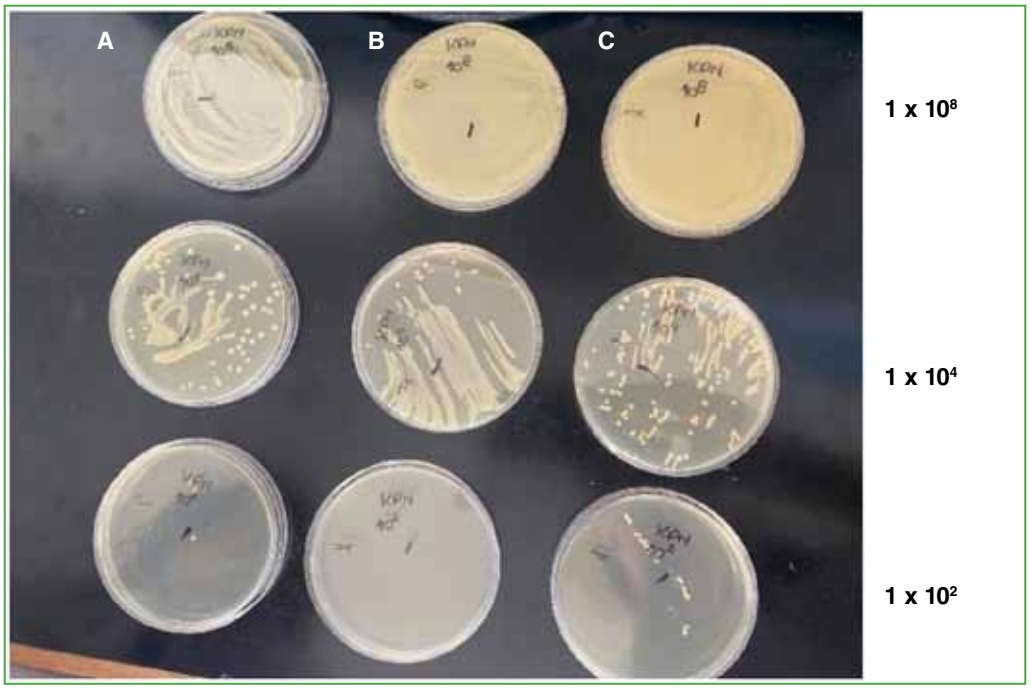

Figura 6. Cultivos *in vitro* de *Klebsiella pneumoniae*. Columna **A**, cultivos de control sin irrigación. Columna **B**, cultivos con exposición a povidona yodada. Columna **C**, cultivos con irrigación de solución fisiológica. Se aprecia la disminución de unidades formadoras de colonias; sin embargo, mantienen la capacidad de replicación en todos los controles.

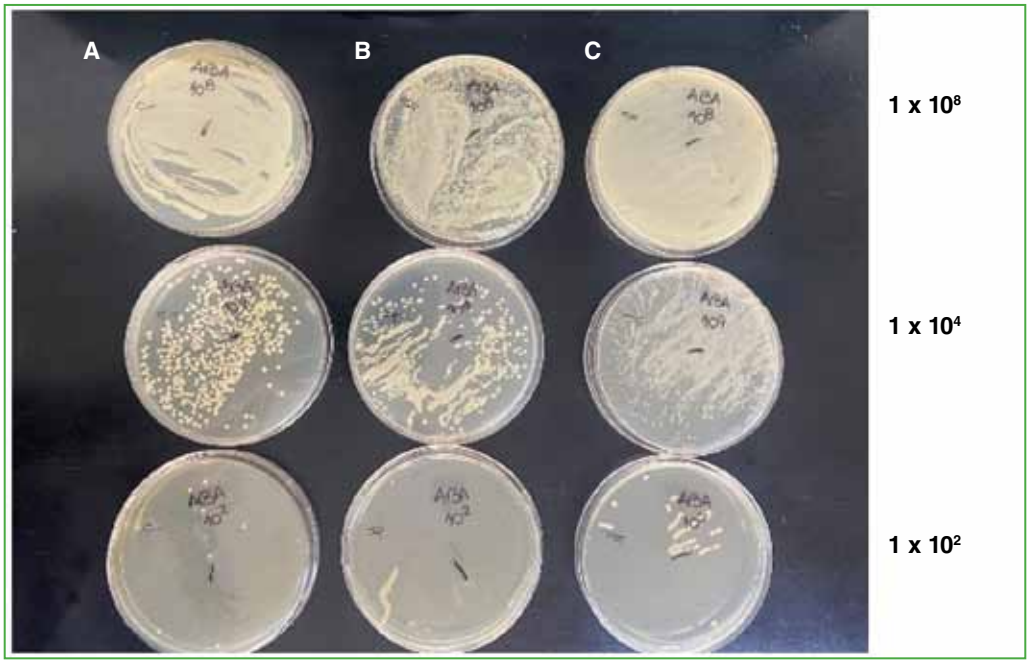

Figura 7. Cultivos *in vitro* de *Acinetobacter baumanni*. Columna **A**, cultivos de control sin irrigación. Columna **B**, cultivos con exposición a povidona yodada. Columna **C**, cultivos con irrigación de solución fisiológica. Se aprecia la capacidad de las bacterias de formar colonias en todos los controles.

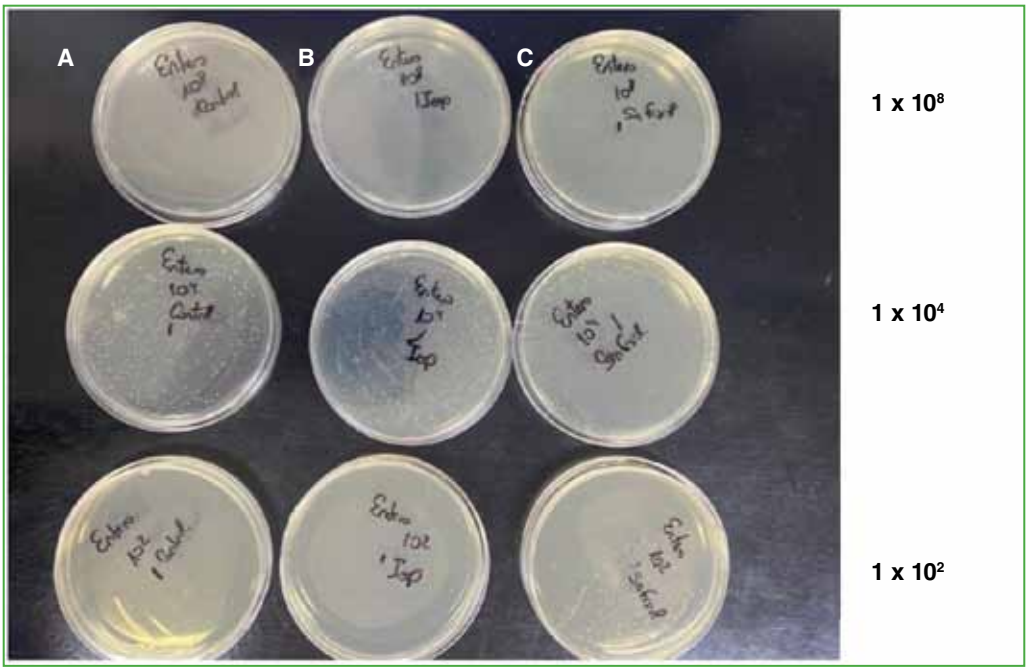

Figura 8. Cultivos *in vitro* de *Enterococcus faecalis*. Columna **A**, cultivos de control sin irrigación. Columna **B**, cultivos irrigados con povidona yodada. Se evidencia la inhibición parcial del crecimiento de unidades formadoras de colonias. Columna **C**, cultivos expuestos a irrigación con solución fisiológica. Se aprecia una escasa disminución de unidades formadoras de colonias.

Tabla 6. Cultivo de *Enterococcus faecalis* a las 24 horas

Concentración bacteriológica de UFC de *E. faecalis*	Povidona yodada diluida al 0,35%	Control de lavado (solución fisiológica)	Control de crecimiento (sin irrigación)
1 x 10^8	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^4	Desarrolla	Desarrolla	Desarrolla
1 x 10^2	NO desarrolla	Desarrolla	Desarrolla

UFC = unidades formadoras de colonias.

DISCUSIÓN

Se ha documentado la efectividad de la PY contra la flora polimicrobiana *in vitro* en varios estudios, donde se destacó su efectividad contra una gama de bacterias, entre ellas, *S. epidermidis*, *H. influenzae*, *Burkholderia cepacia* y *Escherichia coli*.[11]

Según Cichos y cols., se ha demostrado que la irrigación de PY puede erradicar bacterias comunes asociadas con infecciones de la prótesis articular, como *S. aureus* resistente a la meticilina, *S. aureus* sensible a la meticilina, *Staphylococcus epidermidis*, *H. influenzae*, *P. aeruginosa* y *E. coli*, en una variedad de materiales ortopédicos, inclusive tornillos de acero inoxidable, discos de titanio y arandelas de polietileno en estudios *in vitro*.[12]

En 2010, Brown y cols. demostraron una disminución de la tasa de IPP con el uso de PY diluida al 0,35%. Comunicaron 18 casos (0,97%) de infección dentro de los primeros 90 días antes del uso del antiséptico y solo uno (0,15%) desde su aplicación. Así su uso se comenzó a extender a otras instituciones.[13]

Sin embargo, a pesar de su eficacia antimicrobiana, la PY también plantea riesgos potenciales para la salud del paciente. Según los estudios de Driesman y cols., y Von Keudell y cols., este antiséptico en su concentración

pura puede ser altamente tóxico y dañar el tejido de la herida, lo que puede generar una demora en el proceso de cicatrización. Por lo tanto, es crucial abordar este problema y tomar medidas para mitigar sus efectos adversos. Su toxicidad potencial plantea preocupaciones importantes para la seguridad del paciente. La dilución con solución fisiológica al 0,35% emerge como una estrategia clave para mitigar estos riesgos y permitir así aprovechar los beneficios antimicrobianos, mientras se minimiza su impacto negativo en el proceso de cicatrización de la herida y la salud del paciente.[14,15]

En varios estudios, se demostró que la PY diluida con solución fisiológica ayuda a reducir su toxicidad, mientras se mantiene su efectividad antimicrobiana. Esta práctica de dilución es de particular importancia en el contexto de cirugías de artroplastia primaria, donde se busca minimizar el riesgo de infección posoperatoria. Al diluirla, se puede lograr un equilibrio entre la eficacia antimicrobiana y la seguridad del paciente, lo que resulta en una reducción significativa del riesgo de complicaciones asociadas con la toxicidad del antiséptico. Además, la dilución también puede contribuir a preservar el tejido circundante y promover una cicatrización más rápida y efectiva de la herida.[16]

En nuestro estudio, se remarca que la PY es un agente antimicrobiano eficaz contra bacterias grampositivas (*S. aureus*, *Staphylococcus* coagulasa negativo) en la prevención de infecciones relacionadas con la prótesis articular. Sin embargo, se comprobó que su eficacia se limita a los bacilos gramnegativos y a *Enterococcus* sp. al observar el crecimiento de nuevas colonias bacterianas tras la exposición a la PY.

Como fortaleza de esta investigación se señala que dichos estudios *in vitro* se realizaron para recrear y simular los tiempos de una cirugía de prótesis articular y una colonización teórica intraquirúrgica y la posterior irrigación con la dilución de PY.

Este estudio también tiene limitaciones: el escaso número de cepas y especies estudiadas y la falta de un análisis meticuloso sobre la resistencia del grupo de los bacilos gramnegativos a la dilución. Se necesitan estudios prospectivos multicéntricos para esclarecer si la falta de susceptibilidad es institucional o generalizada. Una limitación adicional es no haber utilizado otras soluciones antisépticas como grupo de control.

CONCLUSIONES

La PY al 0,35%, es una dilución de irrigación óptima en el entorno intraoperatorio al inhibir el crecimiento bacteriano de *Staphylococcus* sp. Por otro lado, se demostró que su eficacia contra patógenos del grupo bacilos gramnegativos resulta limitada, por lo que no es completamente fiable para disminuir el riesgo de IPP. Esta es un área de investigación emergente y se necesitan más estudios para esclarecer la resistencia de las bacterias gramnegativas a este agente antiséptico y proporcionar una mejor comprensión de la utilidad de la irrigación intraoperatoria contra las IPP.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de C. A. Vega: https://orcid.org/0000-0002-6104-5099
ORCID de F. Moruno: https://orcid.org/0000-0002-9522-4079
ORCID de M. Sued: https://orcid.org/0000-0002-1901-8302
ORCID de F. Vergara: https://orcid.org/0000-0003-3547-9640
ORCID de S. Cabrera: https://orcid.org/0009-0006-6782-3513
ORCID de F. Gaudenzi: https://orcid.org/0009-0002-7538-2704
ORCID de M. L. Grilli: https://orcid.org/0009-0008-8739-7595
ORCID de P. M. Bertolini: https://orcid.org/0009-0003-5301-3446
ORCID de E. Nuñez: https://orcid.org/0009-0003-6432-9569
ORCID de C. Zabala: https://orcid.org/0009-0008-8508-0332

BIBLIOGRAFÍA

1. Sloan M, Premkumar A, Sheth NP. Projected volume of primary total joint arthroplasty in the U.S., 2014 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* 2018;100(17):1455-60. https://doi.org/10.2106/JBJS.17.01617
2. Haddad FS, Sukeik M, Alazzawi S. Is single-stage revision according to a strict protocol effective in treatment of chronic knee arthroplasty infections? *Clin Orthop Relat Res* 2015;473(1):8-14. https://doi.org/10.1007/s11999-014-3721-8

3. Siddiqi A, Abdo ZE, Rossman SR, Kelly MA, Piuzzi NS, Higuera CA, et al. What is the optimal irrigation solution in the management of periprosthetic hip and knee joint infections? *J Arthroplasty* 2021;36:3570e3583. https://doi.org/10.1016/j.arth.2021.05.032
4. Berríos-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, Leas B, Stone EC, Kelz RR, et al. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Centers for Disease Control and Prevention guideline for the prevention of surgical site infection, 2017. *JAMA Surg* 2017;152(8):784-91. https://doi.org/10.30445/rear.v10i4.224
5. Directrices globales para la prevención de la infección del sitio quirúrgico. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2017.
6. Blom A, Cho J, Fleischman A, Goswami K, Ketonis C, Kunutsor SK, et al. General Assembly, Prevention, Antiseptic Irrigation Solution: Proceedings of International Consensus on Orthopedic Infections. *J Arthroplasty* 2019;34(2S):S131-S138. https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.02.064
7. Bashyal RK, Mathew M, Bowen E, James GA, Stulberg SD. A novel irrigant to eliminate planktonic bacteria and eradicate biofilm superstructure with persistent effect during total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2022;37:S647eS652. https://doi.org/10.1016/j.arth.2022.01.045
8. Oduwole KO, Glynn AA, Molony DC, Murray D, Rowe S, Holland LM, et al. Anti-biofilm activity of sub-inhibitory povidone-iodine concentrations against Staphylococcus epidermidis and Staphylococcus aureus. *J Orthop Res* 2010;28(9):1252-6. https://doi.org/10.1002/jor.21110
9. Tillet F, Bochatey E, Pérez Alamino L, Lopreite FA. Lavado con povidona yodada diluida en el reemplazo articular de cadera y rodilla para prevenir infecciones: estudio retrospectivo comparativo. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2022;87(5):619-25. https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.5.1530
10. Ferreira AS, Gomes AM, Ferreira E, Sousa JC. The use of McFarland standards for the adjustment of the antimicrobial susceptibility tests in clinical microbiology laboratories: Ensuring uniformity. *J Microbiol Methods* 2018;144:48-52.
11. Calkins TE, Culvern C, Nam D, Gerlinger TL, Levine BR, Sporer SM, et al. Dilute betadine lavage reduces the risk of acute postoperative periprosthetic joint infection in aseptic revision total knee and hip arthroplasty: A randomized controlled trial. *J Arthroplasty* 2020;35(2):538-43. https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.09.011
12. Cichos KH, Andrews RM, Wolschendorf F, Narmore W, Mabry, SE, Ghanem ES. Efficacy of intraoperative antiseptic techniques in the prevention of periprosthetic joint infection: superiority of Betadine. *J Arthroplasty* 2019;34(7 Suppl)):S312- S318. https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.02.002
13. Brown NM, Cipriano CA, Moric M, Sporer SM, Della Valle CJ. Dilute betadine lavage before closure for the prevention of acute postoperative deep periprosthetic joint infection. *J Arthroplasty* 2012;27(1):27-30. https://doi.org/10.1016/j.arth.2011.03.034
14. Driesman A, Shen M, Feng JE, Waren D, Slover J, Bosco J, et al. Perioperative chlorhexidine gluconate wash during joint arthroplasty has equivalent periprosthetic joint infection rates in comparison to betadine wash. *J Arthroplasty* 2020;35(3):845-8. https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.10.009
15. Von Keudell A, Canseco JA, Gomoll AH. Deleterious effects of diluted povidone-iodine on articular cartilage. *J Arthroplasty* 2013;28(6):918-21. https://doi.org/10.1016/j.arth.2013.02.018
16. Jiranek WA, Waligora AC, Hess SR, Golladay GL. Surgical treatment of prosthetic joint infections of the hip and knee: Changing paradigms? *J Arthroplasty* 2015;30(6):912-8. https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.03.014