

Influencia de la técnica de muestreo en los resultados microbiológicos obtenidos de endoscopios flexibles reprocesados

Jony Cerna-Cardona^{1*}, Rachel Campos-Jiménez¹, Juan Manuel Bello-López², Miguel Ángel Loyola-Cruz², Óscar Sosa-Hernández³, Clemente Cruz-Cruz^{2,4}, Emilio Mariano Durán-Manuel^{2,4} y Gabriela Ibáñez-Cervantes^{2,4}

¹Servicio de Endoscopia, Hospital Juárez de México, Ciudad de México; ²Dirección de Investigación, Hospital Juárez de México, Ciudad de México; ³Hospital General de Zona 2 Benigno Arriaga, Tequisquiapan, San Luis Potosí; ⁴Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. México

Resumen

Introducción y objetivo: Este trabajo describe la importancia de adoptar métodos efectivos de muestreo de endoscopios reprocesados para la detección de microorganismos adheridos a las paredes internas de estos dispositivos. El objetivo de este trabajo es comparar la tasa de contaminación bacteriana de los canales de endoscopios reprocesados, mediante cultivo del agua de irrigación y la obtenida posterior a un cepillado de los canales. Un objetivo secundario fue determinar la sensibilidad antimicrobiana de los patógenos aislados en ambos métodos. **Método:** Un total de 26 endoscopios (duodenoscopios, gastroscopios, colonoscopios, broncoscopios y ecoendoscopios) fueron sometidos a limpieza y reprocesamiento automático antes de su uso en pacientes del Hospital Juárez de México. Los endoscopios limpios y reprocesados se sometieron simultáneamente a dos métodos de prueba bacteriológica basados en ausencia de cepillado (método A) y cepillado (método B) de los canales. Las cepas bacterianas aisladas después del cultivo de canales se identificaron a nivel de género y especie y se sometieron a pruebas de resistencia antimicrobiana. **Resultados:** El método A reveló cero tasa de contaminación bacteriana residual en ambos canales (succión y trabajo). Los resultados microbiológicos obtenidos por el método B revelaron tasas de contaminación bacteriana del 30.7%. Se identificaron cepas bacterianas pertenecientes a las familias Enterobacteriaceae, Bacillaceae, Pseudomonadaceae, Micrococcaceae y Staphylococcaceae. Se detectaron altas tasas de resistencia antimicrobiana contra 12 antibióticos probados de ocho familias diferentes. **Conclusión:** La implementación de la vigilancia microbiológica del reprocesamiento de endoscopios con métodos modificados de muestreo es necesaria para prevenir infecciones asociadas a la atención de la salud por procedimientos endoscópicos.

Palabras clave: Contaminación bacteriana. Canales de endoscopios. Infección. Reprocesamiento.

Influence of the sampling technique on the microbiological results obtained from reprocessed flexible endoscopes

Abstract

Introduction and objective: This work describes the importance of adopting effective methods of sampling reprocessed endoscopes for the detection of microorganisms adhered to the internal walls of these devices. The objective of this work is

*Correspondencia:

Jony Cerna-Cardona
E-mail: jonycerna_80@hotmail.com

Fecha de recepción: 01-03-2023
Fecha de aceptación: 03-08-2023
DOI: 10.24875/END.23000009

Disponible en internet: 17-11-2023
Endoscopia. 2022;34(4)103-110
www.endoscopia-ameg.com

0188-9893/© 2023. Asociación Mexicana de Endoscopia Gastrointestinal, publicado por Permayer México SA de CV, todos los derechos reservados.

to compare the rate of bacterial contamination of the channels of reprocessed endoscopes, through irrigation water culture and that obtained after brushing the channels. A secondary objective was to determine the antimicrobial susceptibility of the pathogens isolated in both methods. **Method:** A total of 26 endoscopes (duodenoscopes, gastroscopes, colonoscopes, bronchoscopes and echoendoscopes) were subjected to automatic cleaning and reprocessing before use in patients at Hospital Juárez de México. Cleaned and reprocessed endoscopes were simultaneously subjected to two bacteriological test methods based on no brushing (method A) and brushing (method B) of the channels. Bacterial strains isolated after carcass culture were identified to genus and species level and subjected to antimicrobial resistance testing. **Results:** Method A revealed zero rate of residual bacterial contamination in both channels (suction and working). The microbiological results obtained by method B revealed bacterial contamination rates of 30.7%. Bacterial strains belonging to the families Enterobacteriaceae, Bacillaceae, Pseudomonadaceae, Micrococcaceae and Staphylococcaceae were identified. High rates of antimicrobial resistance were detected against 12 tested antibiotics from eight different families. **Conclusion:** Implementation of microbiological surveillance of endoscope reprocessing with modified sampling methods is necessary to prevent health-care-associated infections from endoscopic procedures.

Keywords: Bacterial contamination. Endoscope channels. Infection. Reprocessing.

Introducción

Los procedimientos endoscópicos se utilizan en todo el mundo para el examen, diagnóstico y tratamiento de algunas enfermedades¹. Las principales causas de infecciones nosocomiales están relacionadas con estudios invasivos, entre los que se encuentran los procedimientos endoscópicos²; ya que emplean dispositivos que tienen tubos largos y difíciles de limpiar, y debido a que las fibras ópticas encerradas, necesarias para la visualización, son sensibles al calor, no se pueden esterilizar en autoclave. Durante los estudios, estos dispositivos médicos pueden contaminarse con sangre, fluidos corporales y secreciones, que pueden contener no solo materia orgánica, sino también microorganismos potencialmente patógenos^{3,4}. Debido al complejo diseño de los endoscopios con múltiples canales estrechos, son instrumentos difíciles de limpiar y desinfectar^{5,6}. Otro aspecto importante que contribuye a la falla de la desinfección es la capacidad de algunas bacterias para formar biopelículas en las partes difíciles de alcanzar del endoscopio, principalmente cuando existe algún daño físico en el dispositivo⁷.

Las biopelículas se desarrollan rápidamente; son estructuras bien organizadas altamente resistentes a los efectos de antibióticos y desinfectantes⁸⁻¹⁰. Lo anterior muestra la importancia de adoptar métodos de muestreo efectivos después del reprocesamiento de endoscopios, que permitan identificar microorganismos que se encuentran fuertemente adheridos a las paredes internas de estos dispositivos¹¹.

El reprocesamiento de endoscopios es extremadamente importante y debido a su fracaso se han reportado tasas de infección postendoscópica de 1.1 para colonoscopia; 3.0 para esofagogastroduodenoscopia;

15.6 para broncoscopia y 4.4 para cistoscopia por cada 1,000 procedimientos endoscópicos¹². Un estudio en Taiwán evaluó la incidencia de infección 30 días después de la colonoscopia y la sigmoidoscopia y los resultados revelaron que en 112,543 pacientes que fueron sometidos a procedimientos endoscópicos la incidencia global de infección fue del 0.37%, siendo la diverticulitis, peritonitis y apendicitis las infecciones más frecuentes¹³. Esto demuestra que las infecciones postendoscópicas son más comunes de lo que se pensaba y pueden variar considerablemente, ya que las verdaderas tasas de transmisión durante los procesos endoscópicos pueden pasar desapercibidas debido a una vigilancia postendoscópica inadecuada o inexistente desde el punto de vista microbiológico. Las infecciones relacionadas con los procedimientos endoscópicos se pueden dividir en endógenas y exógenas. Las infecciones endógenas son aquellas causadas por la flora microbiana del propio paciente, principalmente *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp. y *Enterococcus* spp. Las infecciones exógenas se refieren a aquellas que se transmiten al paciente por o desde el endoscopio o cualquiera de los accesorios utilizados en el procedimiento; *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* spp. y *Mycobacterium* spp. son las más frecuentes^{14,15}.

Este último tipo de infecciones se pueden prevenir mediante estrictos métodos de control de calidad microbiológica, ya que estas infecciones se relacionan principalmente con el uso de equipos dañados, procesos inadecuados de limpieza, desinfección y secado, así como el incumplimiento con los protocolos recomendados. Se ha recomendado que estos procesos solo deben ser realizados por personal especializado y capacitado, ya que un procesamiento adecuado logrará la eliminación de microorganismos con un

Tabla 1. Tasa porcentual de contaminación (por canal) de los endoscopios reprocesados utilizados en pacientes del Servicio de Endoscopia del Hospital Juárez de México, y distribución de la contaminación bacteriana con los métodos A y B (con y sin cepillado de canales)

Endoscopio analizado	n (%)	Cultivo bacteriano (tasa de contaminación)				Canales positivos n (%)	Microorganismos identificados	
		Negativo Método A [†] /‡		Positivo Método B [†] /‡			Canales	
		Canales n (%)					Succión	Trabajo
		Succión	Trabajo	Succión	Trabajo			
Duodenoscopia	3	3 (100)	3 (100)	1 (33.3)	2 (66.6)	3 (50.0)	A, B, C	A, B, C, E
Gastroscopia	10	10 (100)	10 (100)	4 (40.0)	4 (40.0)	8 (40.0)	D, F, G	B, D, E, F, G
Colonoscopia	5	5 (100)	5 (100)	1 (20.0)	1 (20.0)	2 (20.0)	B	B, F, G
Broncoscopia	3	3 (100)	3 (100)	0 (0)	1 (33.3)	1 (16.6)	-	B, G
Ecoendoscopia	5	5 (100)	5 (100)	1 (20.0)	1 (20.0)	2 (20.0)	E	B, F, H
	26	26 (100)	26 (100)	7 (26.9) [‡]	8 (30.7) [‡]	16 (30.7)		

^{*}Muestreo por irrigación sin cepillado de canales.

[†]Muestreo por irrigación con cepillado de canales.

[‡]Diferencia estadísticamente significativa (nivel de significación $\alpha = 0.05$)

A: *Staphylococcus aureus*; B: *Escherichia coli*; C: *Citrobacter freundii*; D: *Micrococcus luteus*; E: *Pseudomonas aeruginosa*; F: *Bacillus subtilis*; G: *Bacillus megaterium*; H: *Proteus mirabilis*.

margen de seguridad aceptable^{5,16}. Como se mencionó anteriormente, entre las principales acciones en el control de infecciones en endoscopia se encuentra el cultivo microbiológico de los canales del endoscopio después del reprocesamiento para la búsqueda de bacterias contaminantes y principalmente la adopción de métodos estándar de control de infecciones y descontaminación. Trabajos previos han observado que el tipo de muestreo en los canales del endoscopio impacta directamente en la recuperación de bacterias¹¹. Sin embargo no se reportan hallazgos bacteriológicos y fenotipos de resistencia antimicrobiana que destaquen el riesgo potencial de estos patógenos como agentes causantes de infecciones exógenas. El objetivo de este trabajo es comparar la tasa de contaminación bacteriana de los canales de endoscopios reprocesados mediante cultivo del agua de irrigación y la obtenida posterior a un cepillado de los canales. Un objetivo secundario fue determinar la sensibilidad antimicrobiana de los patógenos aislados en ambos métodos.

Material y métodos

Consideraciones éticas

El Comité Institucional de Investigación, Ética y Bioseguridad del Hospital Juárez de México (HJM) aprobó el protocolo (número de registro HJM 0432/18-I) de

conformidad con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/normatividad/normatividad/10._NAL._Reglamento_de_Investigacion.pdf)¹³.

Endoscopios analizados

Durante julio de 2020 se realizó un análisis observacional prospectivo y microbiológico de 26 endoscopios flexibles (duodenoscopios, gastroscopios, colonoscopios, broncoscopios y ecoendoscopios) utilizados en tracto digestivo, vías biliares y vías aéreas inferiores utilizados en pacientes del Servicio de Endoscopia del HJM. En la **tabla 1** se muestra el tipo y número de los endoscopios analizados en este estudio.

Reprocesamiento de endoscopios

LIMPIEZA PREVIA O PREPARACIÓN PARA LA LIMPIEZA

Los endoscopios se sometieron a una limpieza externa eliminando la materia orgánica visible. Esto se hizo con una gasa empapada en detergente enzimático zime®AW Plus Premium diluido (Ruhof, Mineola, NY) según las recomendaciones del fabricante (3 ml por litro de agua). Finalmente, se aspiraron 500 ml de detergente enzimático diluido por los canales de aspiración y trabajo de cada uno de los endoscopios, con el

objetivo de eliminar por arrastre e irrigación la mayor parte de los restos de materia orgánica y fluidos corporales atrapados en los canales.

LIMPIEZA MANUAL DE LOS ENDOSCOPIOS

Para descartar pérdida de integridad de la cubierta plástica de los endoscopios, estos fueron trasladados al área de lavado manual, donde se realizaron pruebas de hermeticidad o de fugas utilizando MU-1 (Olympus™, Japón, Tokio) y SHA-P5 (Pentax™, Hamburgo) detectores de fugas según las especificaciones del fabricante. Luego de verificar la hermeticidad de los dispositivos, se desconectó el probador de fugas y se agregó inmediatamente el detergente enzimático Endozime® AW Plus Premium para realizar lavado manual con fricción de gasa en la superficie externa del endoscopio e internamente con cepillo de limpieza endoscópico Olympus™ y Pentax™ por eliminación de materia orgánica adherida. Después del cepillado, los canales se irrigaron con el sistema de riego Olympus™ y Pentax™ para eliminar la materia orgánica eliminada. Para canales de aire y agua (excepto broncoscopios) solo se realizó irrigación con detergente enzimático. Finalmente, los canales y las superficies externas se enjuagaron con agua estéril.

REPROCESAMIENTO AUTOMATIZADO DE ENDOSCOPIOS

El reprocesamiento se llevó a cabo usando la máquina automática de reprocesamiento de doble lavado Medivator DSD EDGE™ AER (EE.UU., Indianápolis). Para ello se utilizó el ciclo de riego con agua sometida a ultrafiltración a través de filtros de 2, 1 y 0.45 µm (micrómetro). Al final del ciclo, se inició un ciclo de riego por aire para eliminar el exceso de agua. Finalmente, se realizó un ciclo de riego de desinfectante de alto nivel (orto-ftalaldehído 0.575% Rapicide™ OPA/28, EE.UU., Indianápolis) durante 5 minutos a 24 °C seguido de un ciclo de enjuague con agua ultrafiltrada. Para finalizar el reprocesado se realizó un segundo proceso de desinfección mediante un ciclo de riego con alcohol al 70% seguido de riego con aire. Todos los endoscopios reprocesados se sometieron a análisis microbiológicos como se explica a continuación.

Muestreo bacteriano de canales de endoscopios

Para el cultivo microbiológico de los endoscopios que pasaron por reprocesamiento (manual y automatizado) se siguieron dos estrategias de muestreo microbiológico:

- Muestreo microbiológico sin cepillado de canales (método A). Los canales de trabajo y aspiración de los endoscopios fueron analizados microbiológicamente mediante irrigación a presión de 20 ml de agua estéril utilizando jeringas del mismo volumen. El agua resultante del riego se recolectó en tubos de 50 ml y se almacenó a 4 °C antes del análisis microbiológico. Las muestras de agua de cada canal se recolectaron por separado.
- Muestreo microbiológico con cepillado de canales (método B). Los mismos endoscopios que se sometieron al método A se sometieron a un segundo análisis microbiológico como sigue. Se realizó una irrigación a presión controlada con 20 ml de agua estéril, asegurando que el agua quedara atrapada en los canales de trabajo y aspiración. Inmediatamente, los canales fueron cepillados utilizando cepillos endoscópicos desechables CS6021t (Pentax™). El agua resultante del riego tras el cepillado se recogió en un tubo estéril de 50 ml y se almacenó a 4 °C antes del análisis microbiológico. Las muestras de agua de cada canal se recolectaron por separado.

Aislamiento e identificación de bacterias de canales de endoscopios

Las muestras recolectadas se sometieron a un enriquecimiento no selectivo en caldo de infusión de cerebro y corazón durante 24-72 horas a 37 °C. Aquellas muestras que mostraron un crecimiento bacteriano visible se sometieron a aislamiento selectivo de la siguiente manera. Las muestras se sembraron en agares enriquecidos y selectivos (agar sangre, MacConkey, sal y manitol) (Becton Dickinson & Co., Franklin Lakes, NJ, EE.UU.). Las placas se incubaron aeróbicamente a 37 °C durante 24-48 horas. Posteriormente, las cepas microbianas típicas se purificaron en agar LB. La identificación de las cepas se realizó utilizando BD Phoenix™ (Brea, California, EE.UU.) de acuerdo con el protocolo del fabricante.

Ensayos de susceptibilidad/resistencia

La resistencia/susceptibilidad a los antimicrobianos se realizó utilizando el método de difusión en disco de acuerdo con las pautas establecidas por *The Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2019). Se utilizaron 12 agentes antimicrobianos para bacterias grampositivas y 12 para bacterias gramnegativas (Multitac-ID, México, CDMX). *P. aeruginosa* ATCC 27853

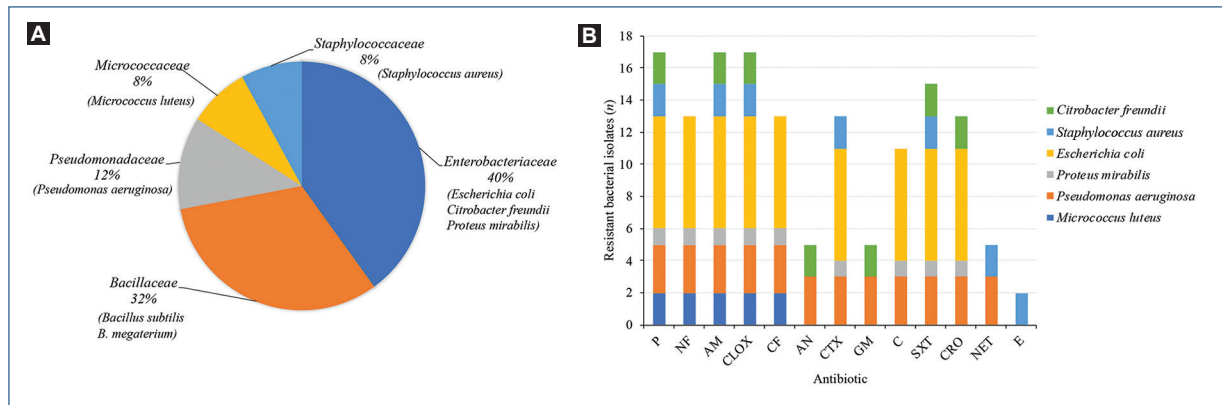


Figura 1. A: frecuencia de cepas de contaminación bacteriana aisladas de endoscopios reprocessados utilizados en pacientes del Servicio de Endoscopia del Hospital Juárez de México. **B:** resistencia antimicrobiana de cepas de contaminación bacteriana aisladas de endoscopios reprocessados. Las abreviaturas de los antibióticos se describen en la sección Materiales y métodos.

y *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 se usaron como controles. Los resultados se infirieron como resistentes por ausencia de zona de inhibición.

Análisis estadístico

Se utilizó una prueba de chi cuadrada para determinar la asociación entre la contaminación bacteriana y los métodos de desinfección (A y B) y el tipo de canales (de trabajo y de succión) en los endoscopios incluidos en este estudio. La estadística se realizó utilizando el software SAS a un nivel de significación de $\alpha = 0.05$.

Resultados

Influencia del método de muestreo de canales en los resultados del cultivo microbiológico

Un total de 26 endoscopios fueron sometidos a análisis microbiológicos luego del proceso de reprocessamiento, que incluyó limpieza y desinfección de alto nivel. La primera estrategia de análisis microbiológico (método A) reveló una tasa de contaminación bacteriana residual cero en los canales de succión y de trabajo. Bajo estos antecedentes, estos mismos endoscopios fueron sometidos a un segundo procedimiento de muestreo microbiológico (método B). Los resultados microbiológicos obtenidos por este último método mostraron índices de contaminación del 30.7%, correspondientes a 16 endoscopios contaminados. Del total de endoscopios analizados ($n = 26$), este número de endoscopios con bacterias residuales correspondió a

una frecuencia de 61.53%. Los índices de contaminación más altos se identificaron en los gastroscopios y duodenoscopios, sin embargo no se identificó una diferencia significativa en los índices de contaminación entre los canales de succión y de trabajo de estos mismos endoscopios. La tabla 1 resume los hallazgos en las incidencias de contaminación microbiana después del muestreo microbiológico usando el método B.

Aislamiento e identificación de bacterias en endoscopios

Las 25 cepas bacterianas aisladas de los endoscopios con el método B pertenecen a siete grupos bacterianos, formados por *S. aureus* ($n = 2$), *E. coli* ($n = 7$), *Citrobacter freundii* ($n = 2$), *Micrococcus luteus* ($n = 2$), *P. aeruginosa* ($n = 3$), *Bacillus subtilis* ($n = 4$), *Bacillus megaterium* ($n = 4$) y *Proteus mirabilis* ($n = 1$). Como se muestra en la figura 1, las familias más frecuentes de organismos aislados pertenecen a *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Micrococcaceae* y *Staphylococcaceae*. Los hallazgos microbiológicos mostraron que el número de aislamientos fue mayor en el canal de trabajo ($n = 17$) en comparación con el canal de succión ($n = 8$) (Fig. 1A).

Ensayos de susceptibilidad/resistencia

Las cepas aisladas de endoscopios se sometieron a ensayos de resistencia antimicrobiana utilizando 12 antibióticos agrupados en ocho familias diferentes (beta-lactámicos, nitrofuranos, cefalosporinas, aminoglucósidos, fenicoles, sulfonamidas, diaminopirimidinas y

macrólidos). En general, la resistencia a los antibióticos de la familia de los betalactámicos (100%) fue la más alta, seguida de las sulfonamidas y diaminopirimidinas (88.2%), cefalosporinas y nitrofuranos (76.4%), fenicolos (64.7%), aminoglucósidos (29.4%) y, finalmente, macrólidos (11.7%). La **figura 1B** muestra los aislamientos (por género y especie) que mostraron resistencia a los antibióticos probados. El mayor número de aislamientos resistentes a la mayoría de los antibióticos probados fue *E. coli*. Sin embargo, aunque el número de aislamientos de *P. aeruginosa* (n = 3) fue menor en comparación con *E. coli*, presentó un fenotipo de mayor resistencia. Por lo tanto, los resultados revelaron que las cepas de *P. aeruginosa* se clasificaron como resistentes a múltiples fármacos (MDR). Por el contrario, el resto de aislados gramnegativos (*P. mirabilis* y *C. freundii*) presentaron un fenotipo de menor resistencia a los antibióticos ensayados. Finalmente, los aislados grampositivos (*S. aureus* y *M. luteus*) mostraron resistencia a siete y cinco antibióticos probados, respectivamente (**Fig. 1B**).

Discusión

Una parte fundamental de las estrategias de prevención y control de infecciones es la adecuada limpieza y desinfección de los dispositivos y equipos biomédicos. Muchos de ellos, a pesar de ser considerados semicríticos, cuentan con adaptaciones para procedimientos críticos, lo que genera un mayor riesgo de infecciones asociadas a la atención de la salud por microorganismos resistentes a los antibióticos y formadores de biopelículas^{10,17,18}. Los endoscopios, al ser dispositivos médicos utilizados en procesos invasivos y mecánicamente complejos, ya que contienen conductos de diámetro milimétrico, tienen altas probabilidades de que las bacterias formadoras de biopelículas puedan asentarse y ser difíciles de eliminar durante su reprocesamiento^{15,19}.

Existe suficiente investigación sobre brotes de bacterias multirresistentes asociadas a procesos endoscópicos, por lo que en el presente trabajo demostramos el impacto del cepillado de los canales de trabajo y succión de los endoscopios utilizados en pacientes del HJM sobre los resultados microbiológicos, y que podría ser una fuente importante de patógenos causantes de brotes hospitalarios^{20,21}.

Los hallazgos de este trabajo mostraron la recuperación de patógenos clínicamente importantes que ya han sido reportados como agentes causantes de infecciones exógenas después de procedimientos

endoscópicos. Siendo la familia *Enterobacteriaceae* microorganismos que forman parte de la biota gastrointestinal de los animales de sangre caliente, se evidencia que fue el grupo más identificado (40%). Wendorf et al. (2015) reportaron un brote de *E. coli* portadora de una betalactamasa tipo AmpC asociada a procedimientos endoscópicos por colangiopancreatografía²². El análisis epidemiológico reveló mortalidades del 16%, lo que demuestra la importancia en la adopción de controles microbiológicos exhaustivos después del reprocesamiento del endoscopio. La identificación de *E. coli* en este trabajo con resistencia a nueve de 12 antibióticos probados sugiere posibles implicaciones médicas en pacientes sometidos a procedimientos endoscópicos contaminados con este patógeno con posibles fallas en el tratamiento antimicrobiano. Otras enterobacterias identificadas en este trabajo (*C. freundii* y *P. mirabilis*) también han sido reportadas previamente como agentes causantes de infecciones exógenas asociadas a procesos endoscópicos^{23,24}.

En relación con las segundas bacterias más abundantes, bacterias del género *Bacillus* spp., han sido reconocidas como agentes contaminantes de origen ambiental. Sin embargo, estudios recientes reconocen a este género bacteriano como un potencial patógeno nosocomial resistente a los antibióticos²⁵. La identificación de bacterias de este género en los endoscopios analizados muestra la resiliencia de estas bacterias formando biopelículas y que poseen estructuras de resistencia, como las esporas. Miner et al. (2007) demostraron la presencia de bacterias del género *Bacillus* spp. en endoscopios, especulando que los endoscopios podrían estar contaminados con biopelículas debido a deficiencias en la limpieza, desinfección, enjuague, secado y almacenamiento durante el reprocesamiento de los endoscopios²⁶. *P. aeruginosa* ha sido uno de los principales patógenos formadores de biopelículas causantes de infecciones exógenas asociadas a procedimientos endoscópicos^{19,27}. La presencia de este patógeno, aunque en baja frecuencia, en duodenoscopios y gastroscopios, según el fenotipo de resistencia antimicrobiana se categorizó como MDR. Trabajos futuros estarán dirigidos a la búsqueda de genotipos asociados con la resistencia a múltiples fármacos en estos aislados. Los grupos bacterianos menos abundantes estuvieron constituidos por bacterias del género *Micrococcus* spp. y *Staphylococcus* spp., identificados en duodenoscopios y gastroscopios. Rauwers et al. (2018) informaron la presencia de estos dos géneros bacterianos, que son bacterias fuertemente formadoras de

biopelículas que suelen ser difíciles de eliminar, en endoscopios reprocessados²⁸. Aunque ahora existe la aprobación de la *Food and Drug Administration* (FDA) del primer duodenoscopia de un solo uso, y se ha demostrado su eficacia, con altas calificaciones de rendimiento del dispositivo, existen desventajas, ya que el equipo es de difícil acceso para los hospitales en los países en desarrollo debido a su alto costo^{29,30}. Para tener seguridad en el uso de endoscopios reutilizables es necesario que los dispositivos sean reprocessados de manera adecuada, previo a cada procedimiento, a fin de eliminar cualquier riesgo de transmisión de infección de un paciente a otro, y por supuesto a cultivos microbiológicos que validen el reprocessamiento de los dispositivos. Dado que no existen lineamientos en los manuales operativos sobre el uso y reprocessamiento de endoscopios, la inclusión de controles microbiológicos podría ser una excelente alternativa para asegurar el protocolo de reprocessamiento. Ya se han informado las consecuencias críticas del reprocessamiento deficiente de endoscopios. Carbone et al. (2010) describieron un brote de *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas (KPC) tipo 2 en tres hospitales de Francia³¹. En total identificaron 13 casos, dos infecciones y nueve colonizaciones, incluido un caso trasladado desde un hospital griego. De los 13 casos, siete fueron secundarios al uso de un duodenoscopia contaminado y cinco casos se asociaron con transmisión directa de paciente a paciente dentro del hospital. Todas las cepas detectadas en los casos mostraron multiresistencia. En 2014 se notificó un brote de nueve pacientes con cultivos positivos para *E. coli* productora de una metalo-betalactamasa *bla*_{NDM}, ocho de estos pacientes fueron tratados en el mismo hospital. Después de la limpieza manual y la desinfección de alto nivel en el reprocessador automático de endoscopios, se obtuvieron cultivos de los endoscopios utilizados en los cinco pacientes, se recuperaron aislados de *E. coli bla*_{NDM} y *K. pneumoniae* KPC del dispositivo³². Por el contrario, Kovaleva et al. (2010) informaron que los endoscopios pueden limpiarse y desinfectarse, pero no esterilizarse después de su uso, el control del proceso de limpieza y desinfección no garantiza la prevención de la formación de biopelículas durante los procedimientos endoscópicos¹⁹. Las directrices de la Sociedad Australiana de Gastroenterología exigen el cepillado y el enjuague para toda la vigilancia del endoscopia desde al menos 2010, donde se indica que se requiere que los endoscopios se prueben cada uno a tres meses y durante la capacitación del personal si se introducen nuevos equipos. La *British*

Gastroenterological Society también sugiere cepillado + lavado para la vigilancia con endoscopia. Las pautas de la Sociedad Mundial de Gastroenterología de 2019 recomiendan utilizar las pautas de la FDA para los métodos de muestreo de vigilancia de duodenoscopios que incluyen un lavado/cepillado/lavado que también ha sido validado por los fabricantes de duodenoscopios, técnica empleada en este estudio. En México no se tiene información publicada de las pautas utilizadas en los diferentes centros hospitalarios tanto públicos como privados para muestreo de vigilancia de endoscopios flexibles. En el estudio de Robles et al.³³, donde realizaron una evaluación microbiológica de la desinfección de alto nivel de endoscopios flexibles, mediante la obtención de muestras de tres áreas del endoscopia (superficie, canal de biopsia y canal de aire/agua) y se recogió una muestra del agua de enjuague final. Adicionalmente, se tomaba una muestra al inicio de la semana de la botella de agua. Las muestras se colocaron en medios de cultivo para ser transportadas y se cultivaron en dos medios: agar sangre y MacConkey; técnica muy similar a la empleada en nuestro estudio. En este estudio el 6.7% de los endoscopios tuvieron un cultivo positivo, aislando diversas especies de *Pseudomonas*, al igual a lo observado en nuestro estudio.

Conclusiones

Es necesaria la implementación de capacitación continua del personal en términos de limpieza y reprocessamiento de endoscopios, la vigilancia microbiológica del reprocessamiento de endoscopios con muestreo mejorado para detectar la colonización temprana del dispositivo por bacterias resistentes y la formación de biopelículas para prevenir la contaminación y, por lo tanto, la generación de infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) derivadas de procedimientos endoscópicos. También es preciso estandarizar procesos en los diversos centros hospitalarios en nuestro país para garantizar el adecuado reprocessamiento de los endoscopios.

Financiamiento

Este estudio es parte del proyecto «CONACyT 313771: Análisis del efecto del ozono sobre SARS-CoV-2 como alternativa de producto desinfectante en equipos de protección del personal de salud de alta demanda», y financiamiento del presupuesto 022 de Juan Manuel Bello-López (años 2020, 2021) del HJM.

Conflicto de intereses

Todos los autores informan que no tienen conflicto de intereses relevantes para este artículo.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Bibliografía

- Walke SS, Chauhan S, Pandey V, Jadhav R, Chaudhari V, Vishwanathan D, et al. When to discharge a patient after endoscopy: A narrative review. *Clin Endosc.* 2022;55:8-14.
- Yu HJ, Kim SJ, Oh HH, Im CM, Han B, Myung E, et al. Case report of gastric syphilis in Korea: Clinical features, pathology, management, and prognosis. *Medicine (Baltimore).* 2021;100:e28212.
- Song YQ, Mao XL, Zhou XB, He SQ, Chen YH, Zhang LH, et al. Use of artificial intelligence to improve the quality control of gastrointestinal endoscopy. *Front Med.* 2021;8:709347.
- Ofstead CL, Heymann OL, Quick MR, Eiland JE, Wetzler HP. Residual moisture and waterborne pathogens inside flexible endoscopes: Evidence from a multisite study of endoscope drying effectiveness. *Am J Infect Control.* 2018;46:689-96.
- Lichtenstein D, Alfa MJ. Cleaning and disinfecting gastrointestinal endoscopy equipment. *Clinical Gastrointestinal Endoscopy.* 2019;e5:32-50.
- Nelson DB. Cleaning and Disinfecting Gastrointestinal Endoscopic Equipment. En: Ginsberg GG, Kochman ML, Norton ID, Christopher JG, editores. *Clinical Gastrointestinal Endoscopy.* 2nd edition. Elsevier; 2012 pp. 46-53.
- Ren-Pei W, Hui-Jun X, Ke Q, Dong W, Xing N, Zhao-Shen L. Correlation between the growth of bacterial biofilm in flexible endoscopes and endoscope reprocessing methods. *Am J Infect Control.* 2014;42:1203-6.
- Cureño-Díaz MA, Durán-Manuel EM, Cruz-Cruz C, et al. Impact of the modification of a cleaning and disinfection method of mechanical ventilators of COVID-19 patients and ventilator-associated pneumonia: One year of experience. *Am J Infect Control.* 2021;49(12):1474-80.
- Fernández-Barat L, Torres A. Biofilms in ventilator-associated pneumonia. *Future microbiol.* 2016;11:1599-610.
- Saitou K, Furuhashi K, Kawakami Y. Biofilm formation abilities and disinfectant-resistance of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from cockroaches captured in hospitals. *Biocontrol Sci.* 2009;14:65-8.
- Ma S, Feng L, Jiang Z, Gao X, Long X, Zhuang S, et al. Comparative study of microbiological monitoring results from three types of sampling methods after gastrointestinal endoscope reprocessing. *Biomed Res Int.* 2019;2019:7940468.
- Wang P, Xu T, Ngamruengphong S, Makary MA, Kallou A, Hutfless S. Rates of infection after colonoscopy and oesophagogastroduodenoscopy in ambulatory surgery centres in the USA. *Gut.* 2018;67:1626-36.
- Lin JN, Wang CB, Yang CH, Lai CH, Lin HH. Risk of infection following colonoscopy and sigmoidoscopy in symptomatic patients. *Endoscopy.* 2017;49:754-64.
- Kumarage J, Khonyongwa K, Khan A, Desai N, Hoffman P, Taori SK. Transmission of multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa* between two flexible ureteroscopes and an outbreak of urinary tract infection: the fragility of endoscope decontamination. *J Hosp Infect.* 2019;102:89-94.
- Kovaleva J, Peters FT, van der Mei HC, Degener JE. Transmission of infection by flexible gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Clin Microbiol Rev.* 2013;26:231-54.
- Mehta Y, Gupta A, Todi S, Myatra Sn, Samadder DP, Patil V, et al. Guidelines for prevention of hospital acquired infections. *Indian J Crit Care Med.* 2014;18:149.
- Blázquez-Garrido RM, Cuchi-Burgos E, Martín-Salas C, Ruiz-Garrajosa P. Microbiological monitoring of medical devices after cleaning, disinfection and sterilisation. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2018;36:657-61.
- Van Dam J. Gastrointestinal endoscopy in the era of antibiotic resistant bacteria. *Gastrointest Endoscopy Clin N Am.* 2020;30:xx-xvi.
- Kovaleva J, Degener JE, Van der Mei HC. Mimicking disinfection and drying of biofilms in contaminated endoscopes. *J Hosp Infect.* 2010;76:345-50.
- Seoane-Vazquez E, Rodriguez-Monguio R, Visaria J, Carlson A. Exogenous endoscopy-related infections, pseudo-infections, and toxic reactions: clinical and economic burden. *Curr Med Res Opin.* 2006;22:2007-21.
- Cêtre J-C, Nicolle MC, Salord H, Pérol M, Tigaud S, David G, et al. Outbreaks of contaminated bronchoalveolar lavage related to intrinsically defective bronchoscopes. *J Hosp Infect.* 2005;61:39-45.
- Wendorf KA, Kay M, Baliga C, Weissman SJ, Gluck M, Verma P, et al. Endoscopic retrograde cholangiopancreatography-associated AmpC *Escherichia coli* outbreak. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2015;36:634-42.
- Carrica SA, Belloni R, Baldoni F, Yantorno M, Correa G, Bologna A, et al. Intraparenchymal hepatic haematoma after endoscopic retrograde cholangiopancreatography overinfected by *Citrobacter freundii* and *Klebsiella pneumoniae* BLEE. *Acta Gastroenterol Latinoam.* 2014;44:125-8.
- Machado AP, Pimenta ATM, Contijo PP, Geocze S, Fischman O. Microbiologic profile of flexible endoscope disinfection in two Brazilian hospitals. *Arq Gastroenterol.* 2006;43:255-8.
- Mbhele ZN, Shobo CO, Amoako DG, Zishiri OT, Bester LA. Occurrence, antibiotic resistance, virulence factors, and genetic diversity of bacillus spp. from public hospital environments in South Africa. *Microb Drug Resist.* 2021; 27:1692-704.
- Miner N, Harris V, Ebron T, Cao TD. Sporidical activity of disinfectants as one possible cause for bacteria in patient-ready endoscopes. *Gastroenterol Nurs.* 2007;30:285-90.
- Johani K, Hu H, Santos L, Schiller S, Deva AK, Whitely G, et al. Determination of bacterial species present in biofilm contaminating the channels of clinical endoscopes. *Infect Dis Health.* 2018;23:189-96.
- Rauwers AW, Voor AF, Buijs JG, de Groot W, Hansen BE, Bruno MJ, et al. High prevalence rate of digestive tract bacteria in duodenoscopes: a nationwide study. *Gut.* 2018;67:1637-45.
- Slivka A, Ross AS, Sejjal DV, Petersen BT, Bruno MJ, Pleskow DK, et al. Single-use duodenoscope for ERCP performed by endoscopists with a range of experience in procedures of variable complexity. *Gastrointest Endosc.* 2021;94(6):1046-55.
- Peter S, Bang JY, Varadarajulu S. Single-use duodenoscopes: where are we and where are we going? *Curr Opin Gastroenterol.* 2021;37:416-20.
- Carbonne A, Thiolet JM, Fournier S, Fortineau N, Kassis-Chikhani N, et al. Control of a multi-hospital outbreak of KPC-producing *Klebsiella pneumoniae* type 2 in France, September to October 2009. *Euro Surveill.* 2010;15:19734.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Notes from the Field: New Delhi metallo- β -lactamase-producing *Escherichia coli* associated with endoscopic retrograde cholangiopancreatography-Illinois, 2013. *MMWR Morb Mortal Wkly Re.* 2014;62:1051.
- Robles C, Turín C, Villar A, Huerta-Mercado J, Samalvides F. Evaluación microbiológica de la desinfección de alto nivel de los endoscopios flexibles en un hospital general. *Rev Gastroenterol Peru.* 2014;34(2):115-9.