



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

DESINFECCIÓN DE ALTO NIVEL MANUAL VS AUTOMATIZADA EN ENDOSCOPIOS FLEXIBLES: EFECTIVIDAD Y SEGURIDAD. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.

**MANUAL VS AUTOMATED HIGH-LEVEL DISINFECTION IN
FLEXIBLE ENDOSCOPES: EFFECTIVENESS AND SAFETY. A
SYSTEMATIC REVIEW**

María Priscila Rodríguez Benítez
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Alexander Xavier Anchundia Villa
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo

Aura Gisela Gaviria Vasquez
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Erika Gabriela Viteri Contreras
Universidad Técnica de Babahoyo

Yellyber Pamela Laaz Zambrano
Universidad Técnica de Babahoyo

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.22234

Desinfección de alto nivel manual vs automatizada en endoscopios flexibles: efectividad y seguridad. Una revisión sistemática.

María Priscila Rodríguez Benítez¹mariarodriguez87@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0002-5646-2426>Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo-Ecuador**Alexander Xavier Anchundia Villa**alexanchuvi_22@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0006-0721-0299>Universidad Particular San Gregorio de
Portoviejo
Portoviejo-Ecuador**Aura Gisela Gaviria Vasquez**giselagaviria83@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0006-4855-4872>Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo-Ecuador**Erika Gabriela Viteri Contreras**gabyvico25@gmail.com<https://orcid.org/0009-0008-6625-0340>Universidad Técnica de Babahoyo
Quevedo-Ecuador**Yellyber Pamela Laaz Zambrano**Jelly_laaz@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0006-8408-0758>Universidad Técnica de Babahoyo
Quevedo-Ecuador

RESUMEN

Introducción: La desinfección de alto nivel (DAN) es el proceso que elimina todos los microorganismos vegetativos, micobacterias, virus pequeños o no lipídicos, virus medianos o lipídicos, esporas de hongos y, aunque no todas, esporas bacterianas y priones. **Objetivo:** sintetizar críticamente la evidencia reciente que compare la DAN manual frente a la DAN automatizada en endoscopios flexibles, teniendo en cuenta la efectividad y seguridad. **Metodología:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura académica de los últimos 5 años, a partir de la normativa PRISMA. La información fue obtenida de publicaciones científicas en bases de datos especializadas, como Medline/Pubmed, Lilacs, SciELO y Semantic Scholar. Se realizó una búsqueda basada en términos Mesh/DeCS y operadores booleanos. la selección y cribado se realizó con ayuda de la herramienta Rayyan. Se realizó una síntesis cualitativa de la información. Los resultados se presentan de forma descriptiva. **Resultados:** Se identificaron 3866 artículos y se seleccionaron 15. La mayoría de los estudios coincide en que la DAN automatizada, cuando se integra con un proceso manual de preprocesamiento, estandarizado, seguidos de un secado y almacenamientos seguros y protocolizados, reduce la contaminación residual, en comparación con el proceso exclusivamente manual. Algunos autores no encontraron diferencias notables entre la DAN manual o automatizada. **Conclusiones:** La DAN automatizada parece ser superior a la manual en el reprocesamiento de endoscopios flexibles. Los mejores resultados se observaron cuando se combinan ambas técnicas, con una adecuada estandarización del proceso, capacitación del personal y, control del cumplimiento de los protocolos de DAN.

Palabras clave: Control microbiológico; Desinfección de alto nivel; Endoscopios flexibles; Reprocesamiento.

¹ Autor principal

Correspondencia: mariarodriguez87@hotmail.com

Manual vs Automated High-Level Disinfection in Flexible Endoscopes: Effectiveness and Safety. A Systematic Review.

ABSTRACT

Introduction: High-level disinfection (HLD) is the process that eliminates all vegetative microorganisms, mycobacteria, small or non-lipid viruses, medium or lipid viruses, fungal spores, and, although not all, bacterial spores and prions. **Objective:** To critically synthesize recent evidence comparing manual HLD versus automated HLD in flexible endoscopes, taking into account effectiveness and safety. **Methodology:** A systematic review of the academic literature from the last 5 years was conducted, based on the PRISMA regulations. Information was obtained from scientific publications in specialized databases, such as Medline/Pubmed, Lilacs, SciELO, and Semantic Scholar. A search was performed based on Mesh/DeCS terms and Boolean operators. The selection and screening were performed with the help of the Rayyan tool. A qualitative synthesis of the information was performed. The results are presented descriptively. **Results:** A total of 3,866 articles were identified, and 15 were selected. Most studies agree that automated HLD, when combined with a standardized manual preprocessing process, followed by drying and safe, protocol-based storage, reduces residual contamination compared to a purely manual process. Some authors found no significant differences between manual and automated HLD. **Conclusions:** Automated HLD appears to be superior to manual HLD for the reprocessing of flexible endoscopes. The best results were observed when both techniques were combined with adequate process standardization, staff training, and monitoring compliance with HLD protocols.

Keywords: Microbiological control; High-level disinfection; Flexible endoscopes; Reprocessing.

*Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

Se conoce como desinfección de alto nivel (DAN) al proceso que elimina todos los microorganismos vegetativos, micobacterias, virus pequeños o no lipídicos, virus medianos o lipídicos, esporas de hongos y, aunque no todas, esporas bacterianas y priones ¹. La Administración de Alimentos y Medicamentos ² considera que, una sustancia desinfectante es de alto nivel cuando, al ser empleada por un corto tiempo de contacto, es capaz de conseguir una disminución de 6-log^{10} de una especie de *Mycobacterium*. Estos conceptos son aceptados por los más importantes agentes de control de infecciones y son la base del reprocesamiento de los dispositivos endoscopios flexibles, que se consideran “semicríticos”, ya que solamente tienen contacto con mucosas íntegras o piel no íntegra ³.

Más de 20 millones de procedimientos en los que se utilizan endoscopios flexibles se realizan anualmente, por eso, la DAN inadecuada incrementan el riesgo de exposición a infecciones como la hepatitis C, el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y gérmenes multirresistentes, causantes de infecciones intrahospitalarias con altos costos de atención ⁴.

La DAN puede realizarse de forma manual o automatizada. El procedimiento manual incluye la verificación de la temperatura de la solución de DAN con termómetros calibrados, verificar la concentración mínima efectiva de la solución de DAN y su fecha de caducidad; mientras que, el procedimiento automatizado, los equipos Reprocesadores Automatizados de Endoscopios Flexibles (RAEF) monitorean cada paso, limitan la contaminación y evitan que el personal interactúe con productos químicos o equipos contaminados ⁵.

A pesar de que se ha estudiado la efectividad de ambos métodos, aún existen vacíos en la comparación entre los resultados microbiológicos, la incidencia de infecciones adquiridas mediante estos endoscopios, la eficiencia del proceso; así como los costos y su factibilidad.

De forma que, el problema que propició el desarrollo de esta revisión surge de la necesidad de sintetizar la evidencia actual, de fuentes confiables, acerca de la efectividad y factibilidad de ambas formas de DAN en endoscopios flexibles. La pregunta que sirvió de guía al desarrollo de esta revisión sistemática es: *¿Existen diferencias en la efectividad de la desinfección de alto nivel (DAN) manual o automatizada de endoscopios flexibles?* El objetivo de esta revisión sistemática es sintetizar críticamente la evidencia



reciente que compare la DAN manual frente a la DAN automatizada en endoscopios flexibles, teniendo en cuenta la efectividad y seguridad.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de la literatura académica de los últimos 5 años, a partir de la normativa PRISMA ⁶.

Fuentes de información

Publicaciones científicas en bases de datos especializadas, como Medline/Pubmed, Lilacs, SciELO y Semantic Scholar. Además, se consultó literatura gris para minimizar sesgo de publicación. También se buscó manualmente en las listas de bibliografía de los artículos elegibles, sin restricciones de idioma.

Estrategia de búsqueda

Se adoptó una estrategia a partir de términos Mesh Decs y operadores booleanos, como se muestra a continuación: "Endoscopes"[MeSH] OR endoscop* OR duodenoscop* OR bronchoscope* OR "flexible endoscop*" AND (("High-Level Disinfection" OR "HLD" [Title/Abstract]) OR ("Disinfection"[MeSH] AND (high-level)) AND (automated OR automation OR "Automated Endoscope Reprocessor" OR AER OR manual OR immersion OR "by immersion") AND (reprocessing OR reproces* OR decontamination OR "control microbiol*" OR contamination OR culture OR CFU OR infection) [MeSH]

Adicionalmente, con vistas a refinar la estrategia de búsqueda, se implementó la siguiente pregunta PICO: **P (población)**: Endoscopios flexibles (gastrointestinales, broncoscopios) que requieren desinfección de alto nivel entre usos. **I (intervención)**: Desinfección de alto nivel manual. **C (comparación)**: Desinfección de alto nivel automatizada. **O (outcomes)**: efectividad y seguridad.

Criterios de inclusión

Se incluyeron los artículos científicos publicados en los últimos 5 años, de diferentes idiomas, con una comparación entre la técnica manual y automatizada de DAN de endoscopios flexibles e investigaciones cuantitativas, observacionales, descriptivas, analíticas, comparativas, ECA.

Criterios de exclusión

Fueron eliminados los artículos no elegibles por su título y resumen, duplicados, investigaciones con baja calidad metodológica y estudios sin comparador, de un solo tipo de DAN.

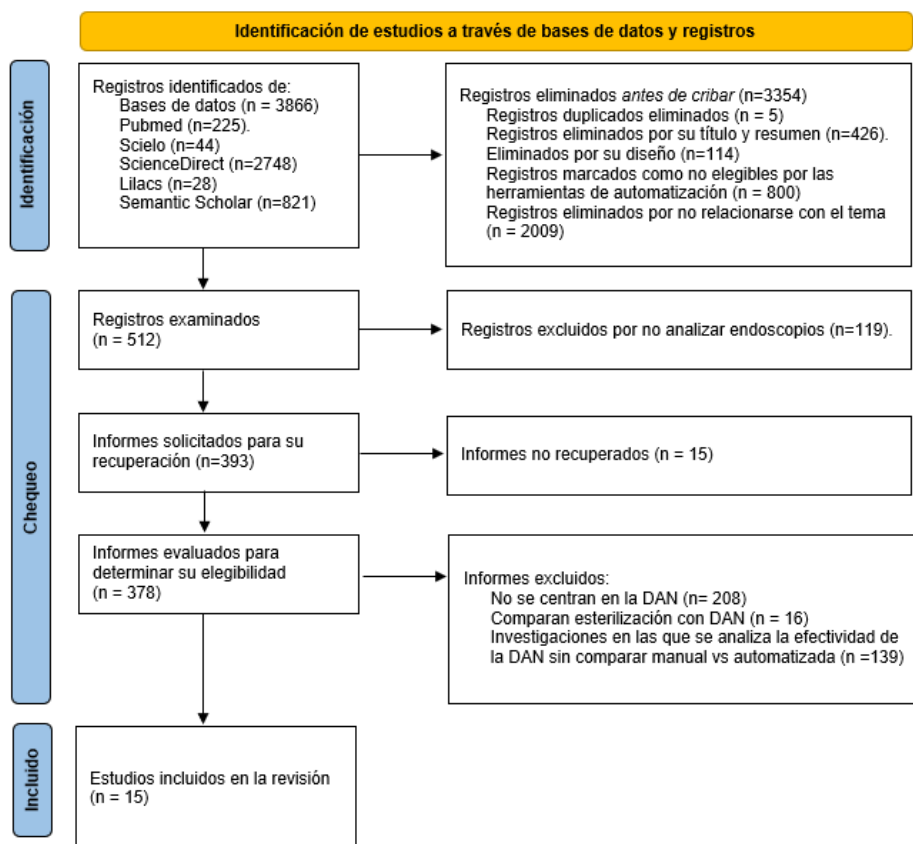


Cribado y selección de los artículos

Una vez identificados los artículos elegibles por su título y resumen se procedió a cribar y seleccionar los que fueron incluidos en la revisión. La selección de los artículos se realizó por un investigador independiente, sin pares. Este proceso de muestra en el Diagrama PRISMA, en el que se observa que se identificaron 3866 artículos, fueron eliminados antes de cribar 5 duplicados, 426 por su título y resumen, 114 por su diseño, 800 fueron marcados no elegibles por las herramientas automatizadas (*Ryvan*) y, 2009 se eliminaron por no guardar relación con el tema y objetivo de estudio.

Fueron examinados 512 artículos, se eliminaron 119 por no ajustarse el objetivo del análisis. No pudieron descargarse 15 artículos, y fueron evaluados 378; se eliminaron 208 por no contarse en la DAN; 16 en los que se comparaba la esterilización con la DAN y 139 en los que se analiza la efectividad de la DAN sin comparar manual vs automatizada. Al finalizar el proceso de cribado, quedaron 15 artículos, que se incluyeron en la revisión sistemática.

Figura 1. Diagrama PRISMA de selección de artículos



Extracción de información

Se realizó una lectura crítica, utilizando la herramienta en español CASP (*Critical Appraisal Skills Programme*) ⁷. Posteriormente, se elaboró una matriz de datos, con la información de los artículos seleccionados (título, autor, año, diseño, metodología, resultados, conclusión del autor).

Evaluación de la calidad de los artículos y riesgo de sesgo

La calidad de las investigaciones seleccionadas se evaluó según su diseño con la listas de chequeos STROBE ⁸ para estudios observacionales y la lista de chequeos para ensayos clínicos aleatorizados de la red CASP en español ⁷.

Método de síntesis y exposición de resultados

Se realizó una síntesis cualitativa de la información. Los resultados se presentan de forma descriptiva, y se sustentan con tablas.

Resultados

Se incluyeron 16 artículos ⁹⁻²³ publicados desde 2018 hasta 2025. De estos, seis fueron observacionales ^{9,10,17,20,21,23}; tres experimentales ^{13,15,16} tres ensayos aleatorizados ^{18,19,22}; tres fueron estudios antes-después/pre-post ^{11,12,24}. Los países de donde provienen estas investigaciones son Estados Unidos ^{9,10,13,16}; Países Bajos ^{14,19,20}; Alemania ²²; Argentina ²¹; Australia ²³; China ¹⁸; Italia ¹⁷; Polonia ¹⁵; Marruecos ¹²; y uno fue multinacional, realizado con datos de Tailandia, Colombia, Costa Rica, Fiyi, Kenia ¹¹. Los estudios fueron realizados con endoscopios de unidades de endoscopia gastrointestinal y broncoscopia. En la Tabla se muestran los detalles de los artículos seleccionados.

Tabla 1. Artículos seleccionados

Autor(año)	Población	Metodología	Resultados	Conclusiones
Barakat et al., (2019) ¹⁶	Endoscopios flexibles (n=6) Gastroscopios: (n=6) Colonoscopios, (n=5) Duodenoscopios (n=6)	Comparativo experimental. Evaluación endoluminal con borescopio y bioluminiscencia de ATP inmediatamente y a 24, 48 y 72 h.	Menos gotas residuales secado con automatizado: 4,55±6,14 vs 5 min 0,83±1,29 (p=0,007) Valores de ATP superiores con secado manual a 48 h y 72 h	El secado automatizado reduce de forma significativa la humedad residual y la biocarga en los canales; a los 10 min prácticamente no se observó fluido retenido.
Casini et al., (2021) ¹⁷	Endoscopios del Servicio de Endoscopia Digestiva (2014–2019). Fase inicial: 10 endoscopios; fase de intervención: 17; vigilancia regular: 152 muestras.	Observacional.	No conformidad inicial 100% con aislamientos de KPC-Klebsiella, P. aeruginosa, E. coli); tras intervenciones, 70,5% no conformes; en la final, 23% (35/152) no conformes	La gestión del riesgo y la vigilancia microbiológica sistemática permiten detectar fallos del proceso, especialmente en duodenoscopios, y reducir la contaminación.
Du et al. (2024) ¹⁸	60 endoscopios usados (gastroscopios) y 60 tubos de teflón (simulación de canal) asignados al azar a cepillo tradicional vs sistema de enjuague por pulverización.	Ensayo clínico aleatorizado. Limpieza manual con cepillo vs sistema de pulverización.	ATP y limpieza: sin diferencias significativas. Restos: 73,3% con cepillo vs 46,7% con pulverización. Cultivos: negativos en ambos grupos. Daño del canal: mayor con cepillo que con pulverización	El sistema de pulverización no empeora la limpieza microbiológica, reduce residuos y disminuye el daño del canal frente al cepillado tradicional.
Halmans et al. (2024) ¹⁹	600 endoscopios flexibles sin canal de trabajo empleados en aso-faringo-laringoscopia	Ensayo clínico aleatorizado multicéntrico. Prelimpieza manual, cultivo antes y después	0 CFU tras desinfección: 81,6% (UV-C) vs 71,4% (EWD) (p<0,01).	La desinfección UV-C puede ser más eficaz que la EWD en endoscopios sin canal; alternativa rápida sin químicos.



Kwakman et al., (2022) ²⁰	903 procedimientos de reprocesamiento en 26 duodenoscopios y ecoendoscopios lineales; muestreo de cap, elevador y canales.	Estudio observacional y prospectivo. ATP tras limpieza manual comparado con cultivos post-DAN automatizada en AER; análisis ROC.	Más de la mitad de los cultivos positivos fueron precedidos por ATP negativo AUC de ROC <0,6 en todos los sitios/tipos.	Las pruebas de ATP tras limpieza manual no predicen la presencia/ausencia de microorganismos tras DAN automatizada.
Medeot et al., (2024) ²¹	207 procedimientos (103 manuales; 104 automatizados) en videogastroskopios y videocolonoskopios.	Estudio prospectivo, observacional y descriptivo. Cultivo pre y post reprocesamiento	Post-reprocesamiento manual: 1% con 1.000–99.999 UFC/mL y 6% >100.000 UFC/mL. Automatizado: 7% >100.000 UFC/mL.	Eficacia similar entre reprocesamiento manual y automatizado; detección de un enteropatógeno en la modalidad automatizada.
Michael et al., (2025) ²²	60 endoscopios (duodenoscopios, colonoscopios y gastroscopios) de 3 fabricantes.	Ensayo aleatorizado 1:1. DAN en lavadora-desinfectadora (EWD) seguida de secado estándar (SD) vs secado novedoso (ND) con dispositivo automático.	Agua residual: SD 90% vs ND 0% (p<0,001). Contaminación a 14 días: SD 47% vs ND 20% (p=0,028). Tiempo de secado: SD 16:04 min vs ND 5:59 min (p<0,001).	El dispositivo automático de secado fue superior al programa de la EWD en eliminar humedad residual, reducir contaminación y acortar tiempos.
Moshkanbary ans et al. (2024) ²³	Cánulas de PTFE (1,4 mm y 3,7 mm; 1,8 m) como sustitutos de canales de endoscopios, biofilm de acumulación cíclica (CBB).	Estudio de laboratorio comparando limpieza manual según IFU vs limpiador automatizado de canales (AECC).	El AECC superó de forma significativa a la limpieza manual en proteína, TOC y bacterias viables en ambos diámetros.	El AECC podría ofrecer limpieza mejorada en todos los canales y mitigar riesgo de infección asociado a biofilm.



Ofstead et al. (2018) ⁹	24 broncoscopios clínicamente usados (terapéuticos, pediátricos y EBUS).	Estudio prospectivo Observación del reprocesamiento; inspección visual/borescopio; cultivos y pruebas de proteína, hemoglobina y ATP tras limpieza manual y post-DAN; evaluación de almacenamiento	Tras limpieza manual, 100% con residuos; post-DAN, 58% con crecimiento microbiano. Irregularidades visibles en 100%; prácticas subóptimas en 2/3 sitios.	Aun cumpliendo guías, la DAN no fue siempre efectiva; se recomienda avanzar hacia uso de broncoscopios esterilizados y fortalecer programas de calidad.
Theker et al. (2018) ¹⁰	59 endoscopios. Cinco duodenoscopios y seis ecoendoscopios de matriz lineal	Estudio piloto de inspección con un prototipo de boroscopio de endoscopios de uso rutinario tras la DAN, el secado manual con aire forzado y su almacenamiento vertical.	Se identificaron residuos intracanal en 22 (23%) de las 97 inspecciones. No se observó humedad tras el secado con aire forzado y el almacenamiento vertical	El secado manual del canal con aire forzado parece ser muy eficaz para eliminar la humedad, en comparación con el secado por suspensión durante la noche.
Visrodia et al. (2024) ¹¹	65 endoscopios; 343 ciclos de reprocesamiento (2018–2020)	Estudio multicéntrico prospectivo con intervención educativa (pre–post). Medición de ATP en cuatro etapas (antes y después de limpieza manual, post-DAN y antes del uso).	El ATP ≥ 200 RLU después de la limpieza manual bajaron de 21,4% a 14,8%; no hubo diferencia significativa para lograr ATP < 200 (OR 1,18; IC95% 0,56–2,50; p=0,67). Los gastroscopios fueron menos propensos que los colonoscopios a alcanzar ATP < 200.	Aproximadamente 20% de ciclos podrían resultar en desinfección inadecuada; la intervención educativa no logró reducción significativa en ATP post-limpieza manual.



Melalka et al. (2025) ¹²	Broncoscopios flexibles postprocedimiento; muestreo externo e interno (3 broncoscopios; 5 muestras internas)	Estudio prospectivo antes-después que compara (3 desinfección automática con y sin fase de pretratamiento manual; análisis de causa raíz (diagrama de Ishikawa)	Pretratamiento manual seguido de automatizado logró eliminar cepas bacterianas, cumpliendo estándares internacionales de desinfección.	El pretratamiento manual seguido de lavadora-desinfectadora redujo significativamente la contaminación microbiana en broncoscopios.
Perumpail et al., (2019) ¹³	3 broncoscopios, 3 colonoscopios y 3 duodenoscopios; pruebas de secado y de crecimiento microbiano pos-DAN	3 Estudio experimental laboratorio; comparación de gabinete automatizado con aire filtrado forzado vs gabinete estándar;	El gabinete de estándar altas tasas de crecimiento UFC/h, el gabinete automatizado mostró reducción significativa	El gabinete automatizado es ventajoso para secado rápido y reducción del riesgo de crecimiento microbiano tras el reprocesamiento.
Van der Ploeg et al. (2025) ¹⁴	Duodenoscopios Pentax ED34-i10T2; 8 duodenoscopios; 333 cultivos en periodo de limpieza manual (2022–2023) y 100 cultivos con sistema automatizado (enero–junio 2024).	Estudio antes-después; 8 evaluó inferioridad proceso automatizado frente a la limpieza manual.	Contaminación se por MGO: 21,6% (manual) → 16% (automatizado), sin demostrar inferioridad. Para bacterias intestinales: 14,4% → 9%, cumpliendo no inferioridad.	El sistema automatizado fue no inferior para bacterias intestinales y mostró reducción de MGO, aunque sin demostrar no inferioridad para este desenlace primario.
Wiktoreczyk et al. (2019) ¹⁵	Colonoscopia PENTAX EC-3870FK y broncoscopio PENTAX EB-1975K.	Evaluación experimental (lavadora-desinfectadora) y gabinete de almacenamiento	Automatizado garantizó la eliminación de los microorganismos probados	El uso combinado de EWD y gabinete de almacenamiento asegura la seguridad microbiológica de los endoscopios.

Los resultados en nueve de los artículos citados favorecen la DAN automatizada; integrando a la vez protocolos estandarizados de pretratamiento manual ^{9,10,12,14–16,22,23}. En el estudio de Barakat et al., ¹⁶ se avala la superioridad de la DAN automatizada, especialmente en los pasos más críticos, lo que asociaron con una reducción de la proliferación bacteriana, en comparación con la DAN manual.



En broncoscopios; Melalka et al.,¹² demostraron que la incorporación de un pretratamiento manual estructurado previo a la DAN automatizada eliminó el crecimiento bacteriano detectable y permitió cumplir los estándares internacionales. Según estos autores, al incorporar el pretratamiento manual seguido de tratamiento automatizado se logró la eliminación total de bacterias, considerando adecuado el proceso de DAN.

En el caso de los duodenoscopios, en la investigación de Van der Ploeg et al.,¹⁴ se comparó un proceso de DAN automatizada basado en agua con la limpieza manual y, se encontró que hubo una disminución de la contaminación por gérmenes digestivos, con lo que dedujeron que la DAN automatizada disminuye la variabilidad de los resultados de la DAN manual, que depende del entrenamiento y habilidad del profesional que la realiza, sin embargo, en endoscopios de estructura más compleja, los resultados fueron bastante equiparables.

Mientras que, en la investigación de Wiktorczyk et al.,¹⁵ demostraron eliminación de microorganismos de referencia y mantenimiento de criterios microbiológicos durante el almacenamiento controlado, apoyando la seguridad microbiológica del circuito automatizado. La DAN automatizada puede ser una herramienta adecuada para eliminar la contaminación microbiana de forma rápida y eficaz tanto de colonoscopios como de broncoscopios.

Por otra parte, en 5 artículos, no se encontraron diferencias notables entre la DAN manual y automatizada de los endoscopios flexibles^{11,17,18,20,21}, estos coincidieron en que, combinar los dos métodos incrementa la efectividad y, evidenciando la importancia del pretratamiento manual, con protocolos de cepillado o *spray-brushing*, además, es necesario entrenar adecuadamente a los profesionales encargados de esta tarea, así como supervisarlos constantemente, ya que esto pudiera contribuir a reducir las deficiencias del reprocesamiento de endoscopios flexibles.

Sobre esto, Casini et al.,¹⁷ establecieron que la gestión del riesgo y la vigilancia microbiológica sistemática permiten detectar fallos del proceso, especialmente en duodenoscopios, y reducir la contaminación. Por otra parte, Oftead et al.,⁹ observaron que, aunque se cumplan las guías de DAN, los resultados no siempre son positivos, la DAN no resulta efectiva en todos los casos, por lo que recomiendan el uso de la esterilización en los broncoscopios, con el fortalecimiento de los programas de vigilancia de la calidad.



Mientras que, en la investigación de Perumpail et al.,¹³ se comparó un gabinete automatizado con aire filtrado forzado frente a un gabinete estándar, para secado manual. El sistema automatizado consiguió secar totalmente los canales internos en aproximadamente 60 segundos, y las superficies externas en unos 180 minutos, mientras que el secado manual retuvo humedad a 24 horas y se asoció con mayor incidencia de crecimiento microbiano.

De forma general, los estudios consultados favorecen y avalan la DAN automatizada, especialmente cuando se siguen protocolos estrictos de pretratamiento manual, seguido de un proceso de secado y almacenamiento controlados y, argumentan que esto se relaciona con mejores resultados de calidad y, contribuyen a disminuir la contaminación residual, cuando se compara con la DAN manual solamente; sin embargo, de la literatura consultada puede deducirse que, estos resultados difieren, en dependencia de la complejidad del endoscopio, siendo especialmente desafiante con los duodenoscopios y, también están sujetos los resultados a la experiencia del personal encargado de la DAN, así como la calidad del proceso manual que realizan^{12-14,25}.

Discusión

Esta revisión sistemática tuvo como propósito sintetizar críticamente la evidencia reciente que compare la DAN manual frente a la DAN automatizada en endoscopios flexibles, teniendo en cuenta la efectividad microbiológica, seguridad y efectividad. Los principales resultados indican que, la DAN automatizada, con el uso de reprocesadores de endoscopios automáticos, cuando se integra con un proceso manual de preprocesamiento, de forma estandarizada, seguidos de un proceso de secado y almacenamientos seguros y protocolizados, se relaciona con una reducción de la contaminación residual, en comparación con el proceso exclusivamente manual^{9,10,12,14-16,22,23}.

Adicionalmente, algunos de los autores consultados no encontraron diferencias notables entre la DAN manual o automatizada^{11,17,18,20,21} y, también abogan por la combinación de métodos y, la supervisión del procedimiento, con énfasis en la necesidad de lograr un mejor control de los procedimientos manuales, mediante la implementación de protocolos estandarizados, la constante vigilancia y, la capacitación continua al personal.

Esto se sustenta en los aportes de Shenoy et al.,²⁶ que establecen que el uso de sistemas automatizados para la DAN no elimina por completo la necesidad de vigilancia y la intervención humana. Estos



sistemas necesitan mantenimiento, ya que pueden presentar fallos que provoquen transmisión. Factores no relacionados con la automatización, como la actividad de agentes germicidas y los daños en los equipos, pueden influir en la calidad de la DAN mediante el procesamiento automatizado. Por último, actualmente no existe un sistema de DAN totalmente automatizado, lo que significa que al menos uno o más pasos requieren intervención manual, incluida la inspección visual. La automatización, con una supervisión y un control de calidad adecuados tanto de los pasos automatizados como de los manuales, es probablemente el enfoque más seguro y eficaz.

Las deficiencias en la efectividad de la DAN han sido avaladas por otros autores. Larsen et al.,²⁷ establecieron que existe una tasa de contaminación mayor a la esperada de los duodenoscopios listos para usar por el paciente después de la DAN automatizada y manual; ya que el 15,3% mostró contaminación; a lo que agregaron que ninguno de los métodos de reprocesamiento actuales es eficiente en lo que respecta a la limpieza adecuada de los duodenoscopios; con lo que sustenta la idea de que, es necesario combinar los métodos manual y automatizado, así como protocolizar y controlar los procedimientos de la DAN en todas sus etapas; mientras que, Okamoto et al.,²⁸ también tuvieron tasas de contaminación elevadas después del reprocesamiento con DAN de los duodenoscopios, asociadas a transmisión de infecciones por estos dispositivos.

Adicionalmente, Chantarojanasiri et al.,²⁹ sustentan los resultados de esta revisión, estos autores tampoco encontraron diferencias importantes en las tasas de contaminación bacteriana entre las diferentes técnicas de esterilización y reprocesamiento mediante; no hubo ventajas en cuanto al incremento del tiempo de DAN, el uso de reprocesadoras automáticas, DAN manual y la esterilización, por lo que, estos autores sugieren que el reprocesamiento mediante DAN, en cualquiera de sus modalidades, es un método estándar actualmente utilizado para la desinfección de endoscopios.

En este contexto, los resultados de esta revisión sistemática concuerdan con los de un trabajo reciente, realizado por Oftead et al.,³⁰ determinaron que la DAN no fue totalmente efectiva para garantizar la seguridad de los pacientes en los que se utilizan los endoscopios, evidenciando que la esterilización de los endoscopios es superior que la DAN manual o automatizada.

Desde la perspectiva de Sivek et al.,³¹ de todas las etapas, la limpieza manual es la más difícil del reprocesamiento de endoscopios, ya que, cuando la limpieza manual de los duodenoscopios utilizados



por el paciente se completaba en 5 minutos o menos, existía una asociación estadísticamente significativa con una mayor probabilidad de contaminación microbiana con organismos intestinales o de la cavidad oral después de la DAN. Además de la duración de la limpieza, es evidente que la fricción durante la limpieza manual de todos los canales flexibles de diámetro interno del endoscopio es crucial para garantizar la eliminación física de los residuos del paciente y la biopelícula acumulada.

Con relación a esto, puede considerarse como una necesidad urgente para el reprocesamiento de endoscopios la integración de una fricción eficiente para todos los diámetros internos de los canales en endoscopios flexibles. Los procesos automatizados basados en flujo turbulento de fluidos que se complementan con la etapa de limpieza manual del reprocesamiento de endoscopios, esto proporciona una fricción equivalente a la de los cepillos de cerdas en el canal de succión y una fricción superior en comparación con la limpieza solo con fluido en los canales de aire/agua ³².

Otro de los hallazgos importantes en esta revisión se relaciona con la superioridad de gabinetes automatizados con aire filtrado para secar los endoscopios, ya que, al dejarlos secar libremente, es más probable que se retenga la humedad y, esto contribuye al crecimiento del *biofilm* y, la contaminación ^{12-14,25} ; evidenciando que el secado automatizado es un aspecto crítico en la DAN, no debe realizarse de forma manual o espontánea.

Como limitaciones, en esta revisión sistemática puede mencionarse que los artículos disponibles son muy heterogéneos, la mayoría son observacionales, varios estudios de antes y después, lo que dificulta las comparaciones en cuanto a la efectividad y seguridad de la DAN manual o automatizada de endoscopios flexibles.

CONCLUSIONES

La evidencia concitada es consistente con que la DAN automatizada parece ser superior a la manual en el reprocesamiento de endoscopios flexibles, particularmente en cuanto a la estandarización del proceso, su reproducibilidad y, la limitación de la contaminación residual. La mayoría de las investigaciones consultadas coinciden en que, cuando se emplean los sistemas automatizados, con estricto apego a las recomendaciones del fabricante y la normativa técnica; se incrementa su efectividad, con una reducción notable de los errores humanos, lo que es una gran ventaja, debido a la estructura compleja de los endoscopios flexibles.



Los mejores resultados se observaron cuando se combinan la DAN con técnica automática y manual, realizadas por un personal adecuadamente capacitado, que conoce el proceso estandarizado, y, al que se le controla y supervisa constantemente el cumplimiento a los protocolos de DAN. De forma general, los estudios sugieren una menor tasa de contaminación residual y mayor reproducibilidad con flujos automatizados respecto a manuales aislados. Por otra parte, también se evidenció que la DAN no suele ser totalmente efectiva para el reprocesamiento de los endoscopios, en los que la esterilización parece ser una mejor opción. Se evidenció que, aun bajo los protocolos más estrictos, la DAN puede que no resulte totalmente eficaz; por lo que, la esterilización surge como una opción válida en contexto de alto riesgo; lo que evidencia la superioridad de la implementación de estrategias de DAN combinadas, para garantizar la seguridad del paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Day LW, Muthusamy VR, Collins J, Kushnir VM, Sawhney MS, Thosani NC, et al. Multisociety guideline on reprocessing flexible GI endoscopes and accessories. *Gastrointest Endosc* [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2025 Aug 17];93(1):11-33.e6. Available from: <https://www.giejournal.org/action/showFullText?pii=S0016510720348513>
2. FDA. Cleared Sterilants and High Level Disinfectants with General Claims for Processing Reusable Medical and Dental Devices [Internet]. 2022 [cited 2025 Aug 17]. Available from: <https://www.fda.gov/medical-devices/reprocessing-reusable-medical-devices-information-manufacturers/fda-cleared-sterilants-and-high-level-disinfectants-general-claims-processing-reusable-medical-and>
3. Rowan NJ, Kremer T, McDonnell G. A review of Spaulding's classification system for effective cleaning, disinfection and sterilization of reusable medical devices: Viewed through a modern-day lens that will inform and enable future sustainability. *Science of The Total Environment* [Internet]. 2023 Jun 20 [cited 2025 Aug 17];878:162976. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969723015942>
4. Rahman MR, Perisetti A, Coman R, Bansal P, Chhabra R, Goyal H. Duodenoscopy-Associated Infections: Update on an Emerging Problem. *Dig Dis Sci* [Internet]. 2019 Jun 15 [cited 2025 Aug 17];64(6):1409–18. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10620-018-5431-7>



5. Speer T, Alfa M, Jones D, Vickery K, Griffiths H, Sáenz R, et al. WGO Guideline - Endoscope Disinfection Update. *J Clin Gastroenterol* [Internet]. 2023 Jan 7 [cited 2025 Aug 17];57(1):1–9. Available from: https://journals.lww.com/jcge/fulltext/2023/01000/wgo_guideline_endoscope_disinfection_update.2.aspx
6. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* [Internet]. 2021 Mar 29;2(4):n71. Available from: <https://www.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmj.n71>
7. Red CASPE. Critical Appraisal Skills Programme Español [Internet]. 2025 [cited 2025 Nov 6]. Available from: <https://redcaspe.org/materiales/>
8. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology. STROBE Checklists [Internet]. 2024. Available from: <https://www.strobe-statement.org/checklists/>
9. Ofstead CL, Quick MR, Wetzler HP, Eiland JE, Heymann OL, Sonetti DA, et al. Effectiveness of Reprocessing for Flexible Bronchoscopes and Endobronchial Ultrasound Bronchoscopes. *Chest* [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2025 Aug 20];154(5):1024–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29859183/>
10. Thaker AM, Kim S, Sedarat A, Watson RR, Muthusamy VR. Inspection of endoscope instrument channels after reprocessing using a prototype borescope. *Gastrointest Endosc* [Internet]. 2018 Oct 1 [cited 2025 Aug 20];88(4):612–9. Available from: <https://www.giejournal.org/action/showFullText?pii=S0016510718326968>
11. Kavel Visrodia A, Jones D, Jennings M, Conway C, Burgos H, Malani J, et al. Assessment of endoscope reprocessing at World Gastroenterology Organisation training centers using adenosine triphosphate testing. *Endosc Int Open* [Internet]. 2024 Jan [cited 2025 Aug 20];12(01):E68–77. Available from: <http://www.thieme-connect.de/products/ejournals/html/10.1055/a-2185-6035>
12. Melalka L, Saout N, Assi F, Sekhsoukh Y, Zouhdi M. The implementation of a manual pretreatment phase increases the efficacy of automated reprocessing procedures in postprocedural bronchoscopes. *Tunisie Medicale* [Internet]. 2025 May 1 [cited 2025 Aug 20];103(5):667–72. Available from: <https://latunisiemedicale.com/index.php/tunimed/article/view/5237>



13. Perumpail RB, Marya NB, McGinty BL, Muthusamy VR. Endoscope reprocessing: Comparison of drying effectiveness and microbial levels with an automated drying and storage cabinet with forced filtered air and a standard storage cabinet. *Am J Infect Control* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2025 Aug 20];47(9):1083–9. Available from: <https://www.ajicjournal.org/action/showFullText?pii=S019665531930104X>
14. Van Der Ploeg K, Severin JA, Vos MC, Erler NS, Bulkman AJC, Bruno M, et al. Novel water-based automated endoscope cleaning process vs conventional manual cleaning for reducing duodenoscope contamination. *Endosc Int Open* [Internet]. 2025 Mar 14 [cited 2025 Aug 20];13(continuous publication). Available from: <http://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/a-2536-8061>
15. Wiktorczyk N, Kwiecińska-Piróg J, Skowron K, Michalska A, Zalas-Więcek P, Białucha A, et al. Assessment of endoscope cleaning and disinfection efficacy, and the impact of endoscope storage on the microbiological safety level. *J Appl Microbiol* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2025 Aug 20];128(5):1503–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31858659/>
16. Barakat MT, Huang RJ, Banerjee S. Comparison of automated and manual drying in the elimination of residual endoscope working channel fluid after reprocessing (with video). *Gastrointest Endosc* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2025 Aug 20];89(1):124-132.e2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30148992/>
17. Casini B, Tuvo B, Marciano E, Magro G Del, Gemignani G, Luchini G, et al. Improving the Reprocessing Quality of Flexible Thermolabile Endoscopes: How to Learn from Mistakes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021, Vol 18, Page 2482 [Internet]. 2021 Mar 3 [cited 2025 Aug 20];18(5):2482. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/5/2482/htm>
18. Du J, Zhang M, Tao SY, Ye LS, Gong H, Hu B, et al. Efficacy of spray flushing in the reprocessing of flexible endoscopes: A randomized controlled trial. *World J Gastroenterol* [Internet]. 2024 Aug 21 [cited 2025 Aug 20];30(31):3680–8. Available from: <https://www.wjgnet.com/1007-9327/full/v30/i31/3680.htm>
19. Halmans Y, Wellenstein DJ, Romijn M, van Bommel AJM, van den Berge H, Scheeren RA, et al. A multicenter study comparing the bacterial reduction on flexible endoscopes without a working



channel between UV-C light disinfection versus standard endoscope Washer Disinfection: a randomized controlled trial. *Antimicrob Resist Infect Control* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Aug 20];13(1):1–8. Available from: <https://aricjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13756-024-01486-2>

20. Kwakman JA, Rauwers AW, Buijs JG, de Groot W, Vos MC, Bruno MJ. No relation between adenosine triphosphate after manual cleaning and presence of microorganisms on endoscopes after automated high-level disinfection. *Endosc Int Open* [Internet]. 2022 Sep [cited 2025 Aug 20];10(9):E1275–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36118629/>

21. Medeot R, Mena J, Rodríguez P, Najum PH, López L, Muñoz MS. Evaluaciones pre y post procesamiento manual y automatizado de endoscopios: aislamiento microbiológico. *Acta Gastroenterol Latinoam* [Internet]. 2024 Sep 30 [cited 2025 Aug 20];54(3):254–61. Available from: <https://actaojs.org.ar/ojs/index.php/acta/article/view/423/783>

22. Michael FA, Jung M, Reimers M, Oschwald C, Mihm U, Welsch C, et al. A New Drying Method of Thermolabile Flexible Endoscope Channels by Laminar and Turbulent Airflow: A Prospective, Randomized-Controlled, Single-Center, Proof-of-Concept Trial. *Am J Gastroenterol* [Internet]. 2025 May 1 [cited 2025 Aug 20];120(5):1027–35. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39311431/>

23. Moshkanbaryans L, Shah V, Tan LY, Jones MP, Vickery K, Alfa M, et al. Comparison of two endoscope channel cleaning approaches to remove cyclic build-up biofilm. *Journal of Hospital Infection* [Internet]. 2024 Aug 1 [cited 2025 Aug 20];150:91–5. Available from: <https://www.journalofhospitalinfection.com/action/showFullText?pii=S0195670124001993>

24. Van Der Ploeg K, Bruno MJ. The potential benefits of an automated flexible endoscope channel brushing system for manual cleaning of endoscopes. *Endoscopy* [Internet]. 2023 Jun 28 [cited 2025 Aug 17];55(7):643–4. Available from: <http://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/a-2065-0196>

25. Pashynskiy V, Radeha Y. Disinfection and sterilization of endoscopic equipment: modern challenges and safety standards. *Perioperaciina Medicina* [Internet]. 2024 Jan 7 [cited 2025 Aug 20];7(2):23–7. Available from: <https://perioperative.org.ua/index.php/prtmdc/article/view/128>



26. Shenoy ES, Weber DJ, McMullen K, Rubin Z, Sampathkumar P, Schaffzin JK, et al. Multisociety guidance for sterilization and high-level disinfection. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2025 Jun 1 [cited 2025 Aug 20];46(6):561–83. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/infection-control-and-hospital-epidemiology/article/multisociety-guidance-for-sterilization-and-highlevel-disinfection/CF829F279CADE2BF9AC2655EEB742DF8>
27. Larsen S, Russell RV, Ockert LK, Spanos S, Travis HS, Ehlers LH, et al. Rate and impact of duodenoscope contamination: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine* [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2025 Aug 20];25:100451. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2589537020301954>
28. Okamoto N, Sczaniecka A, Hirano M, Benedict M, Baba S, Horino Y, et al. A prospective, multicenter, clinical study of duodenoscope contamination after reprocessing. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2022 Dec 18 [cited 2025 Aug 20];43(12):1901. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9753065/>
29. Chantarojanasiri T, Rungrueangmaitree R, Thongsri S, Jampa-ngern U, Ratanachu-Ek T. A comparative assessment of contamination rates in gastrointestinal endoscope reprocessing: sterilization versus high-level disinfection. *DEN Open* [Internet]. 2025 Apr 1 [cited 2025 Aug 20];5(1):e70093. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/deo2.70093>
30. Ofstead CL, Smart AG, Hurst LL, Lamb LA. Endoscope processing effectiveness: A reality check and call to action for infection preventionists and clinicians. *Am J Infect Control* [Internet]. 2025 Jul 1 [cited 2025 Aug 20];53(7):785–93. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196655325002901>
31. Sivek AD, Davis J, Tremoulet P, Smith M, Lavanchy C, Sparnon E, et al. Healthcare worker feedback on duodenoscope reprocessing workflow and ergonomics. *Am J Infect Control* [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2025 Aug 20];50(9):1038–48. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196655322000554>
32. Sohn SY, Alfa MJ, Lai R, Tabani Y, Labib ME. Turbulent fluid flow is a novel closed-system sample extraction method for flexible endoscope channels of various inner diameters. *J Microbiol*



Methods [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2025 Aug 20];168:105782. Available from:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167701219306694>

