Rev Colomb Cir. 2025;40:1141-50
https://doi.org/10.30944/20117582.2851

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Consideraciones sobre la cirugía laparoscópica sin gas: Una actualización a la revisión del tema

Considerations on gasless laparoscopic surgery: An update and review of the topic

Juan Santiago Serna-Trejos, MD, MSc, PhD[1], Carlos Andrés Castro-Galvis, MD[2], Stefanya Geraldine Bermúdez-Moyano, MD[3], Laura Catalina Rodríguez-Fonseca, MD[4], María Alejandra Londoño-Osorio, MD[1], Juan Camilo Díaz-Beltrán, MD[5], Juan Felipe Sanjuan-Marín, MD[6]

1 Programa de especialización en Medicina interna, Universidad ICESI, Cali, Colombia.
2 Programa de especialización en Medicina de Urgencias, Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia.
3 Unidad de Cuidado Intensivo, Hospital Universitario del Valle, Cali, Colombia.
4 Programa de especialización en Radiología e imágenes diagnósticas, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
5 Unidad de Cuidado Intensivo, Clínica Imbanaco, Cali, Colombia.
6 Servicio de Cirugía general, Hospital Serena del Mar, Cartagena, Colombia.

Resumen

Introducción. La laparoscopia sin gas es una técnica emergente en cirugía mínimamente invasiva, que evita los riesgos asociados al neumoperitoneo, como complicaciones hemodinámicas o respiratorias y el impacto ambiental del CO_2.

Métodos. Se realizó una búsqueda en Medline, PubMed, EMBASE, Cochrane Library y ClinicalKey, sin restricciones temporales debido a la limitada disponibilidad de información. Las palabras clave utilizadas fueron: "laparoscopia", "laparoscopia sin gas", "peritoneoscopia" y "cirugía laparoscópica".

Resultados. La laparoscopia sin gas presenta ventajas significativas, como la reducción de complicaciones fisiológicas y el impacto ambiental, además de su aplicabilidad en entornos con recursos limitados. Sin embargo, enfrenta desventajas, como una curva de aprendizaje inicial, limitaciones en la visualización y dificultad técnica en pacientes con obesidad o adherencias abdominales, lo que restringe su uso en procedimientos complejos.

Conclusiones. Aunque la laparoscopia sin gas tiene limitaciones técnicas, sus beneficios en sostenibilidad, accesibilidad y seguridad la posicionan como una técnica prometedora en cirugía mínimamente invasiva. Es necesaria más investigación para superar sus desafíos y expandir su aplicabilidad.

Palabras clave: laparoscopia; procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos; insuflación; neumoperitoneo; dióxido de carbono.

Fecha de recibido: 10/03/2025 - Fecha de aceptación: 06/04/2025 - Publicación en línea: 26/06/2025
Correspondencia: Juan Santiago Serna-Trejos, Calle 18 # 122-135, Cali, Colombia. Código postal: 760008. Teléfono: +57 3176528298
Dirección electrónica: juansantiagosernatrejos@gmail.com
Citar como: Serna-Trejos JS, Castro-Galvis CA, Bermúdez-Moyano SG, Rodríguez-Fonseca LC, Londoño-Osorio MA, Díaz-Beltrán JC, et al. Consideraciones sobre la cirugía laparoscópica sin gas: Una actualización a la revisión del tema. Rev Colomb Cir. 2025;40: 1141-50. https://doi.org/10.30944/20117582.2851

Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons - BY-NC-ND https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es

Abstract

Introduction. Gasless laparoscopy is an emerging technique in minimally invasive surgery that avoids the risks associated with pneumoperitoneum, such as hemodynamic or respiratory complications and the environmental impact of CO_2.

Methods. A search was conducted in Medline, PubMed, EMBASE, the Cochrane Library, and ClinicalKey, with no time restrictions due to limited information availability. The keywords used were "laparoscopy," "gasless laparoscopy," "peritoneoscopy," and "laparoscopic surgery."

Results. Gasless laparoscopy offers significant advantages, such as reduced physiological complications and environmental impact, as well as its applicability in resource-limited settings. However, it faces disadvantages, such as an initial learning curve, visualization limitations, and technical difficulty in patients with obesity or abdominal adhesions, which restrict its use in complex procedures.

Conclusions. Although gasless laparoscopy has technical limitations, its benefits in sustainability, accessibility, and safety position it as a promising technique in minimally invasive surgery. Further research is needed to overcome its challenges and expand its applicability.

Keywords: laparoscopy; minimally invasive surgical procedures; insufflation; pneumoperitoneum; carbon dioxide.

Introducción

La cirugía laparoscópica ha experimentado una notable evolución como un instrumento esencial en la gestión de diferentes condiciones quirúrgicas. Aunque inicialmente se realizó sin neumoperitoneo, con los años se implementó la insuflación de dióxido de carbono (CO_2) para simplificar la visualización y la intervención quirúrgica [1]. No obstante, el neumoperitoneo presenta complicaciones hemodinámicas, riesgos anestésicos y problemas en pacientes con comorbilidades severas o contraindicaciones para la insuflación de CO_2. En este escenario, la laparoscopia sin gas ha emergido como una opción factible, desde que fue ideada por Eruheim en 1911 y ha sido mejorada con el paso del tiempo, especialmente desde los años 90 [2-5].

La laparoscopia sin gas emplea dispositivos mecánicos para levantar la pared abdominal, eliminando así la necesidad de neumoperitoneo. Esto proporciona beneficios potenciales en grupos vulnerables, como individuos con alto riesgo cardiovascular, insuficiencia respiratoria o traumatismos craneoencefálicos, que podrían enfrentar complicaciones severas con el método convencional. Asimismo, la falta de CO_2 disminuye los efectos negativos relacionados como la hipercapnia y el dolor postoperatorio referido en el hombro, que a menudo se vincula a la insuflación. La cirugía laparoscópica sin gas ofrece ventajas logísticas y económicas, especialmente en contextos con escasos recursos, donde obtener y mantener equipos tradicionales puede resultar poco costoefectivo [4–8].

A nivel mundial, cerca de 5 mil millones de personas no tienen acceso a una atención quirúrgica y anestésica segura y oportuna. En naciones de bajos y medianos ingresos, las afecciones abdominales quirúrgicas a menudo no se identifican ni se abordan por la escasez de recursos, lo que aumenta la carga de morbilidad y mortalidad. La laparoscopia sin gas se muestra como una alternativa práctica en estos contextos, donde la disminución de gastos relacionados con el equipo, sin necesidad de anestesia general y el uso de instrumentos quirúrgicos convencionales simplifican su aplicación [6,9-11].

El propósito de este manuscrito fue proporcionar una revisión completa y actualizada de las consideraciones clínicas y otros hallazgos de interés en la cirugía laparoscópica sin gas. A través de un análisis de la literatura existente, se revisaron las ventajas, limitaciones y áreas de oportunidad de esta tecnología, enfatizando su relevancia en el

contexto quirúrgico moderno y su potencial para transformar la práctica quirúrgica en entornos de recursos limitados.

Métodos

Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos Medline, PubMed, EMBASE, Cochrane Library, OVID y ClinicalKey, incluyendo artículos publicados en inglés y español. A diferencia de otros estudios, no se estableció un límite temporal para los años de publicación debido a la limitada información disponible de acceso libre sobre el tema, lo que permitió incluir investigaciones relevantes independientemente de su antigüedad.

Las palabras clave utilizadas en la búsqueda incluyeron: "laparoscopia", "laparoscopia sin gas", "peritoneoscopia" y "cirugía laparoscópica". Se seleccionaron estudios relacionados con el desarrollo, implementación, ventajas, limitaciones y perspectivas futuras de la cirugía laparoscópica sin gas. Los criterios de inclusión consideraron investigaciones que aportaran evidencia sobre la efectividad, seguridad, impacto ambiental y viabilidad económica de esta técnica, así como aquellos que abordaran el diseño e innovación de dispositivos relacionados. Se excluyeron artículos duplicados o que no abordaran directamente el tema de interés.

Resultados

Introducción de la técnica y refinamiento a lo largo del tiempo

La cirugía laparoscópica sin gas (GLS, por las siglas de *Gasless Laparoscopic Surgery*) surgió a principios de la década de 1990 como una solución innovadora a los desafíos asociados con el neumoperitoneo tradicional. Inicialmente, esta técnica se adoptó en entornos con recursos limitados debido a su potencial para reducir costos y evitar las complicaciones fisiológicas asociadas con la insuflación de CO_2. A diferencia de la laparoscopia tradicional, la GLS utiliza dispositivos mecánicos, como un sistema de elevación abdominal, para crear el espacio quirúrgico necesario sin depender del gas. Este enfoque reduce significativamente los riesgos asociados, como las alteraciones hemodinámicas y las complicaciones pulmonares, sobre todo en pacientes con enfermedades preexistentes [12].

El desarrollo inicial de la GLS estuvo limitado por el diseño básico del dispositivo, lo que resultó en problemas de exposición y visualización subóptimos. Sin embargo, con el tiempo se introdujeron innovaciones tecnológicas como el RAIS (*Retractor for Abdominal Insufflation-less Surgery*) y el sistema de elevación STAAN®, mejorando la estabilidad, la funcionalidad y la facilidad de uso de esta tecnología [13]. Estos avances han llevado a un uso más amplio en procedimientos diagnósticos y terapéuticos, demostrando ser una alternativa viable en los casos en que la laparoscopia tradicional no es posible (Figura 1).

Principales innovaciones tecnológicas

El diseño de los equipos para la GLS ha evolucionado significativamente, siendo RAIS un ejemplo notable. El dispositivo incluye un sistema modular fácil de limpiar, es compatible con la esterilización en autoclave y puede adaptarse a diferentes entornos quirúrgicos. RAIS y otros dispositivos semejantes han facilitado la adopción de la GLS al brindar soluciones efectivas a desafíos anteriores, como el manejo del grosor de la pared abdominal y la subexposición de áreas quirúrgicas específicas [12,14].

Además, estos dispositivos cuentan con características que minimizan la contaminación, aumentan la sostenibilidad al reducir las emisiones de carbono y permiten el uso de instrumentos quirúrgicos abiertos tradicionales, ampliando aún más su accesibilidad. Los ensayos clínicos han demostrado que la GLS es comparable a la laparoscopia convencional en términos de seguridad y eficacia, particularmente en procedimientos de riesgo bajo e intermedio. La combinación de avances tecnológicos y la creciente formación de los cirujanos en estas técnicas ha convertido la GLS en una herramienta importante para la cirugía mínimamente invasiva en entornos con recursos limitados, consolidando su papel en la práctica quirúrgica moderna [13,15,16].

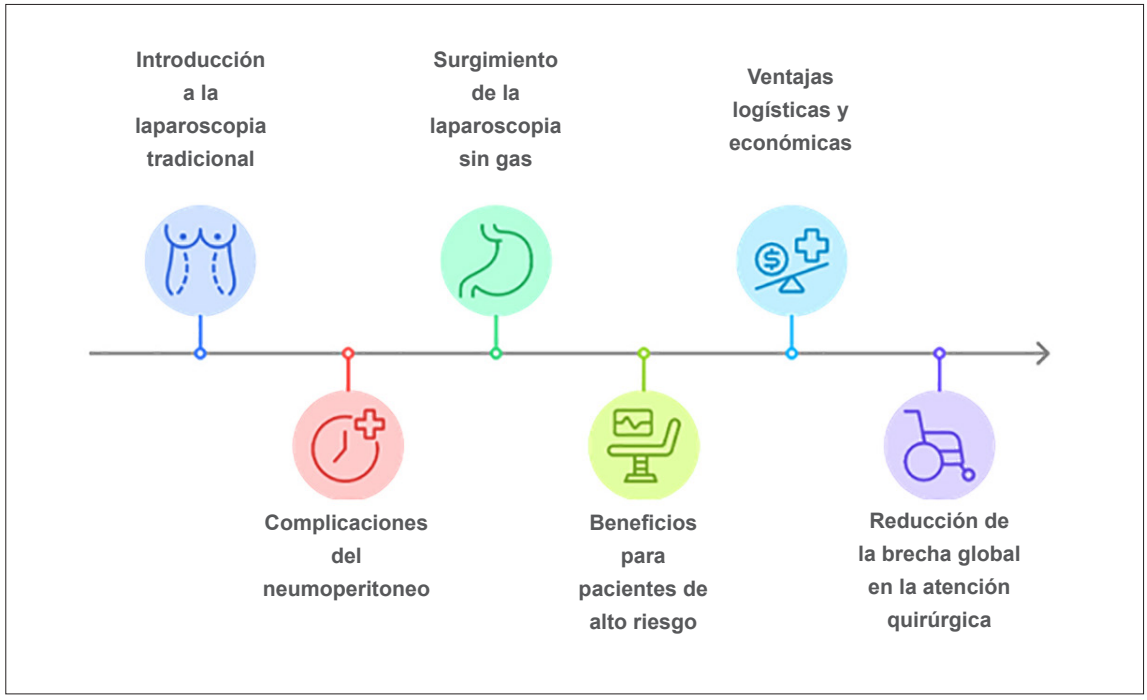

Figura 1. Evolución de la cirugía laparoscópica sin gas
Fuente: Propia de los autores.

Desventajas clínicas y técnicas

A lo largo de los años, la cirugía laparoscópica ha demostrado ser una herramienta valiosa para la intervención quirúrgica mínimamente invasiva. Sin embargo, tanto las técnicas con gas (neumoperitoneo) como la cirugía laparoscópica sin gas tienen limitaciones específicas, que pueden influir en la selección del abordaje más adecuado según las características del paciente y las condiciones quirúrgicas. Comprender estas desventajas es fundamental porque algunas están relacionadas con factores ergonómicos, complicaciones fisiológicas y desafíos técnicos, que afectan el desempeño quirúrgico y la seguridad del paciente. Si bien la GLS presenta desafíos en la visualización y el manejo técnico, la laparoscopia con neumoperitoneo conlleva importantes riesgos fisiológicos, con complicaciones cardiovasculares y pulmonares. Por tanto, es necesario evaluar las especificidades de cada método y fomentar la discusión crítica sobre su aplicabilidad en diferentes situaciones clínicas (Tabla 1) [16-30].

Rol de la laparoscopia sin gas en el abdomen agudo: ¿Qué utilidad tiene?

La laparoscopia sin gas se posiciona como una herramienta importante en el diagnóstico diferencial del abdomen agudo, especialmente en situaciones de emergencia y en pacientes con altos riesgos anestésicos o contraindicaciones para el uso del neumoperitoneo [31]. Esta técnica no requiere insuflación de dióxido de carbono y permite la exploración de la cavidad abdominal mediante un dispositivo mecánico que levanta la pared abdominal. Su uso en pacientes críticos minimiza los riesgos asociados al neumoperitoneo, como cambios hemodinámicos, hipertensión intracraneal y complicaciones pulmonares [4,33].

En un estudio realizado por Moga MA, et al. [3], en tres hospitales entre 2011 y 2013 se evaluaron 49 pacientes con sospecha de abdomen agudo. La GLS permitió un diagnóstico definitivo en el 83,7 % de los casos (41 pacientes), con resultados que incluyeron afecciones como hemoperitoneo, peritonitis pélvica y úlceras perforadas, mientras

Tabla 1. Desventajas de la cirugía laparoscopia con y sin gas.

Aspecto	Desventajas de la cirugía laparoscópica sin gas	Desventajas de la cirugía laparoscópica con gas (neumoperitoneo)
Espacio quirúrgico	- Marcado efecto de canalón de la pared abdominal lateral debido a la elevación limitada a la pared abdominal anterior.	- Insuflación extraperitoneal (enfisema subcutáneo, neumomediastino), que dificulta la continuidad del procedimiento.
	- Incapacidad de crear un espacio de trabajo uniforme en toda la cavidad abdominal.	
Visualización	- Adherencias abdominales anteriores pueden dificultar la inserción del dispositivo, imposibilitando una visualización adecuada.	- Visualización de las estructuras por efecto de “empaño” del lente.
	- Visualización subóptima en pacientes con obesidad o pared abdominal gruesa, aumentando los riesgos de errores quirúrgicos.	
Ergonomía	- Ocupa el espacio disponible para instrumentos, reduciendo la flexibilidad y ergonomía del puerto quirúrgico.	
Acceso abdominal	- Requiere incisiones más grandes en el ombligo para acomodar dispositivos mecánicos, aumentando el riesgo de infecciones quirúrgicas.	
Limpieza peritoneal	- Complicaciones al realizar limpieza o drenaje peritoneal en zonas alejadas, como el fondo de saco de Douglas o regiones subfrénicas.	
Complicaciones vasculares	- Necrosis por presión de los vasos epigástricos superiores o inferiores debido a la fuerza ejercida por el dispositivo de elevación.	- Trombosis venosa profunda secundaria al aumento de presión intraabdominal y reducción del retorno venoso.
Condiciones médicas	- Dificultad para realizar el procedimiento en pacientes con íleo, donde el manejo de obstrucción es fundamental antes de la cirugía.	- Insuficiencia pulmonar debida a la presión intratorácica elevada causada por el neumoperitoneo.
	- Riesgo incrementado en pacientes con adherencias complejas o cirugía previa, donde la manipulación puede causar lesiones tisulares.	
Fisiología sistémica	- Mejor control de las condiciones hemodinámicas debido a la ausencia de gas, aumentando el riesgo de descompensación en pacientes graves.	- Hipotermia inducida por la exposición prolongada y el enfriamiento del gas insuflado.
	- Limitaciones en el manejo intraoperatorio de complicaciones fisiológicas como hemorragias.	- Arritmia cardíaca secundaria a la irritación vagal por neumoperitoneo.
		- Colapso cardiovascular relacionado con la disminución del retorno venoso y aumento de la presión abdominal.
		- Embolia gaseosa como complicación rara pero potencialmente letal.
Duración del procedimiento	- Mayor tiempo quirúrgico inicial debido a la curva de aprendizaje para la técnica sin gas.	- Menor duración en comparación con técnicas tradicionales en equipos experimentados.
Costo	- Aunque reduce el costo de equipos especializados, puede requerir mayor inversión inicial en dispositivos de elevación mecánica modernos.	- Mayor costo operativo debido al uso continuo de dióxido de carbono y equipos de alta precisión.

Fuente: Creada por los autores tomado información de las siguientes referencias [3,4,21,30,32].

que en ocho pacientes la cirugía no fue concluyente o no se encontró ninguna patología obvia. Estas cifras subrayan su eficacia diagnóstica en situaciones críticas y su capacidad para guiar las decisiones de tratamiento y evitar laparotomías innecesarias.

Además, la técnica ofrece ventajas logísticas ya que puede realizarse bajo anestesia local o regional, reduciendo riesgos y costos. Esto la convierte en una opción viable para entornos o instituciones con recursos limitados, que no tienen acceso a instalaciones avanzadas de imágenes, como la tomografía computarizada o la resonancia magnética. La posibilidad de obtener muestras de biopsia y líquido peritoneal amplía aún más su aplicabilidad diagnóstica, permitiendo métodos menos invasivos en casos complejos [32].

Desempeño en entornos de recursos limitados

La GLS ha surgido como una solución eficaz en entornos con recursos limitados donde no se encuentran disponibles tecnologías avanzadas como la laparoscopia tradicional. Según Gnanaraj & Rhodes [34], esta técnica no requiere equipos costosos ni gases insuflados, sino que utiliza instrumentos reutilizables y un sistema mecánico de elevación de la pared abdominal, lo que la hace adaptable a ubicaciones remotas. Esta estrategia permite la cirugía mínimamente invasiva incluso en zonas rurales donde no se encuentran disponibles servicios quirúrgicos avanzados.

Costos reducidos frente a la laparoscopia convencional

La TULAA (*Transumbilical Laparoscopic-Assisted Appendectomy*) sin aire, descrita por Munakata K, et al. [35] en 2015, tiene un costo significativamente menor en comparación con la laparoscopia tradicional. Para la apendicitis leve, esta tecnología reduce los costos al eliminar el uso de trocares y equipos desechables, con un ahorro promedio de hasta el 25 %. Este modelo económico permite a los hospitales de países de ingresos bajos y medianos brindar servicios quirúrgicos de alta calidad sin comprometer la seguridad ni los resultados clínicos.

Accesibilidad y adaptabilidad en hospitales de baja infraestructura

El estudio TARGET (*Training programme in gasless laparoscopy for rural surgeons*) realizado por Aruparayil N, et al.[36] en India en 2021, mostró que la laparoscopia sin gas se puede realizar fácilmente en hospitales con infraestructura limitada. Este enfoque, respaldado por una capacitación estandarizada, permite a los cirujanos locales adquirir habilidades críticas para realizar cirugía laparoscópica de manera segura y efectiva, utilizando tecnología robusta y reutilizable adaptada a las necesidades locales.

Impacto potencial en la reducción de la brecha quirúrgica global

La laparoscopia sin gas tiene el potencial de cerrar la brecha quirúrgica global al proporcionar una alternativa rentable y eficaz en áreas desatendidas. Esta tecnología puede cubrir al 80 % de la población mundial que actualmente no puede someterse a una cirugía laparoscópica debido al alto costo y la complejidad técnica. Su implementación a gran escala podría prevenir millones de muertes evitables y acortar significativamente los años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD), contribuyendo así a la equidad sanitaria mundial [34].

Innovación en laparoscopia sin gas: "Dispositivo isobárico"

La laparoscopia convencional se ha revolucionado con el desarrollo de dispositivos isobáricos diseñados para eliminar la necesidad de insuflar CO_2 durante el procedimiento. Este sistema utiliza una unidad inflable basada en principios de tensegridad y una cúpula geodésica para crear un espacio quirúrgico libre de gas elevando suavemente la pared abdominal. Este enfoque aborda cuestiones clave asociadas con el neumoperitoneo, incluido el riesgo de embolia gaseosa, complicaciones respiratorias como neumonía y dolor

posoperatorio por estiramiento diafragmático. Además, se reduce significativamente el impacto medioambiental del dióxido de carbono sin filtrar liberado durante la cirugía, que representa el 7 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero[37,38].

El diseño del dispositivo isobárico no solo mejora la seguridad quirúrgica, sino que también elimina las interrupciones quirúrgicas causadas por la formación de penachos quirúrgicos generados por el electrocauterio. Estas plumas pueden contener partículas virales como la COVID-19, lo que supone un riesgo importante para el personal quirúrgico y los pacientes. El sistema incluye un evacuador de plumas filtradas que mejora la visibilidad durante la cirugía y reduce el riesgo de transmisión de partículas infecciosas [38].

El dispositivo está diseñado para una variedad de aplicaciones quirúrgicas, incluida la cirugía laparoscópica tradicional, la cirugía robótica y la cirugía laparoscópica asistida manualmente (HALS). Ofrece ventajas significativas sobre el neumoperitoneo tradicional al minimizar el riesgo de diseminación de células cancerosas durante la cirugía laparoscópica. Además, el dispositivo utiliza una fuente de luz portátil y un monitor basado en un teléfono inteligente para permitir que los instrumentos quirúrgicos y los endoscopios pasen a través de un único puerto, lo que reduce la dependencia de equipos quirúrgicos especializados [25,39]. Otro aspecto a destacar es la sostenibilidad del sistema, que puede reducir los costos quirúrgicos hasta en un 60 % al eliminar el gas insuflador y los equipos desechables [25]. Esto lo hace ideal para hospitales con recursos limitados y entornos quirúrgicos móviles, cerrando la brecha quirúrgica global y permitiendo la cirugía mínimamente invasiva en áreas desatendidas [40].

Perspectivas a futuro en cirugía laparoscópica sin gas

La laparoscopia sin gas representa un avance prometedor en la cirugía mínimamente invasiva, con importantes implicaciones para la seguridad del paciente y el impacto ambiental, puesto que la cirugía sin aire elimina los riesgos de la insuflación de CO_2 [41,42]. En el ámbito quirúrgico, una presión de inflado estándar de 15 mmHg se asocia con complicaciones perioperatorias y posoperatorias debido a efectos fisiológicos sobre la pared abdominal [42,43].

El impacto ambiental de la laparoscopia tradicional es otro punto clave para desarrollar alternativas sostenibles. Se han explorado tecnologías alternativas de gas y humidificación para minimizar estos efectos, aunque con un éxito limitado. Por el contrario, la laparoscopia sin gas no solo elimina la necesidad de insuflar gas sino que también reduce el desperdicio quirúrgico al eliminar la necesidad de equipo desechable, mejorando así la sostenibilidad económica y ambiental del procedimiento quirúrgico [41,42]. Una de las áreas más prometedoras es el uso de dispositivos innovadores que no dependen del gas para crear espacio quirúrgico. Estas tecnologías aún se encuentran en etapa experimental y están siendo evaluadas en estudios preclínicos y clínicos, con resultados alentadores en términos de seguridad, efectividad y reducción de costos. Su posible aplicación en hospitales y entornos de emergencia con recursos limitados destaca su relevancia para cerrar la brecha quirúrgica global y democratizar la cirugía mínimamente invasiva (Figura 2) [25,36,41-43].

La adopción a gran escala de la cirugía laparoscópica sin gas requiere una investigación más extensa para validar su eficacia en diferentes poblaciones y cirugías complejas. Los estudios futuros deberían centrarse en comparaciones directas de la laparoscopia sin gas con técnicas convencionales, teniendo en cuenta no sólo los resultados quirúrgicos sino también el impacto ambiental y la sostenibilidad económica. Explorar nuevas tecnologías y mejorar los equipos existentes tiene el potencial de cambiar el estándar de atención quirúrgica, proporcionando métodos más seguros, convenientes y respetuosos con el medio ambiente. Las revistas de cirugía tienen la oportunidad de liderar este cambio destacando las investigaciones innovadoras que impulsan este cambio de paradigma.

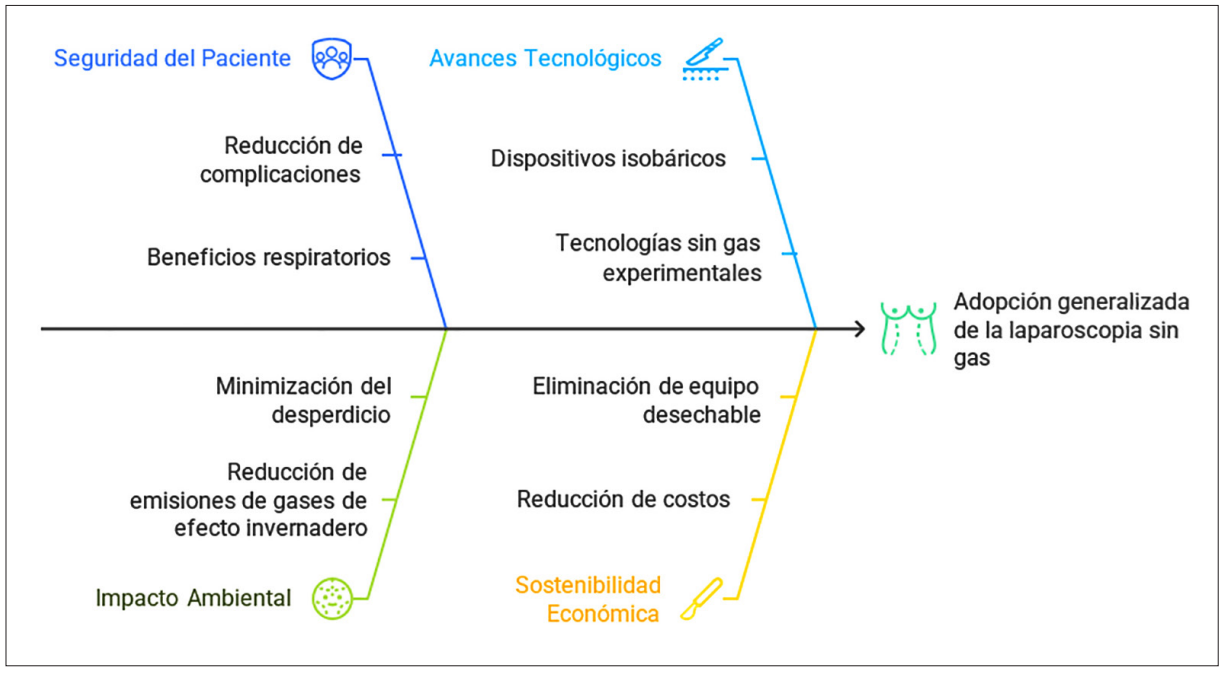

Figura 2. Desafíos y oportunidades en la laparoscopia sin gas.
Fuente: Propia de los autores.

Conclusiones

La laparoscopia sin gas se posiciona como una alternativa innovadora y segura en cirugía mínimamente invasiva, superando las limitaciones asociadas al neumoperitoneo, como las complicaciones hemodinámicas y respiratorias y el impacto ambiental del dióxido de carbono. Además, su capacidad para implementarse en entornos con recursos limitados y reducir los costos operativos la convierte en una opción viable y sostenible adecuada para atender a poblaciones desfavorecidas y cerrar la brecha quirúrgica global.

A pesar de los desafíos iniciales, como las curvas de aprendizaje y las limitaciones de la visualización, los avances tecnológicos recientes, como el desarrollo de dispositivos isobáricos, han ampliado sus aplicaciones y mejorado sus resultados. Se necesita más investigación para validar su eficacia en cirugías complejas, pero su potencial para transformar la cirugía moderna la convierte en una tecnología prometedora para un futuro quirúrgico más seguro, eficiente y equitativo.

Cumplimiento de normas éticas

Consentimiento informado: Este documento corresponde a un artículo de revisión, por lo que no se requiere el diligenciamiento de consentimiento informado.

Conflictos de interés: Los autores declararon que no existen conflictos de interés.

Uso de Inteligencia Artificial: En el desarrollo del manuscrito no se utilizaron herramientas de Inteligencia artificial para la redacción y edición del texto, así como para la búsqueda de literatura científica relevante.

Fuentes de financiación: Autofinanciado por los autores.

Contribución de los autores

- Diseño y concepción del estudio: Juan Santiago Serna-Trejos.
- Adquisición de datos: Juan Santiago Serna-Trejos, Laura Catalina Rodríguez-Fonseca, Juan Camilo Díaz-Beltrán.
- Análisis e interpretación de datos: Juan Santiago Serna-Trejos, Stefanya Geraldine Bermúdez-Moyano.

- Redacción del manuscrito: Juan Santiago Serna-Trejos, María Alejandra Londoño-Osorio, Carlos Andrés Castro-Galvis, Stefanya Geraldine Bermúdez-Moyano.
- Revisión crítica: Juan Santiago Serna-Trejos, Juan Felipe Sanjuán-Marín.

Referencias

1 Abaúnza H. La cirugía endoscópica. Rev Colomb Cir. 1992;7(supl.1):1.

2 Pérez-Reátegui J, Arge-Gamarra BJ, Díaz-Ruiz R, Hernández-Vásquez A. Global scientific production on gasless laparoscopy: A bibliometric analysis. Front Surg. 2024;11:1-2. https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1416681

3 Moga MA, Arvatescu CA, Pratilas GC, Bigiu NF, Dinas K, Burtea V. The role of gasless laparoscopy in differential diagnosis of acute abdomen. Hippokratia. 2015;19:69-72.

4 Paolucci V, Gutt CN, Schaeff B, Encke A. Gasless laparoscopy in abdominal surgery. Surg Endosc. 1995;9:497-500. https://doi.org/10.1007/BF00206834

5 Shoman H, Sandler S, Peters A, Farooq A, Gruendl M, Trinh S, et al. Safety and efficiency of gasless laparoscopy: A systematic review protocol. Syst Rev. 2020;9:98. https://doi.org/10.1186/s13643-020-01365-y

6 Sermonesi G, Tian BWCA, Vallicelli C, Abu-Zidan FM, Damaskos D, Kelly MD, et al. Cesena guidelines: WSES consensus statement on laparoscopic-first approach to general surgery emergencies and abdominal trauma. World J Emerg Surg. 2023;18:57. https://doi.org/10.1186/s13017-023-00520-9

7 Yang X, Cheng Y, Cheng N, Gong J, Bai L, Zhao L, et al. Gases for establishing pneumoperitoneum during laparoscopic abdominal surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2022;2022:CD009569. https://doi.org/10.1002/14651858.CD009569.pub4

8 Banting S, Shimi S, Vander-Velpen G, Cuschieri A. Abdominal wall lift - Low-pressure pneumoperitoneum laparoscopic surgery. Surg Endosc. 1993;7:57-9. https://doi.org/10.1007/BF00591240

9 Brouillette MA, Aidoo AJ, Hondras MA, Boateng NA, Antwi-Kusi A, Addison W, et al. Regional anesthesia training model for resource-limited settings: A prospective single-center observational study with pre-post evaluations. Reg Anesth Pain Med. 2020;45:528-35. https://doi.org/10.1136/rapm-2020-101550

10 Sears ED, Chung KC. Future education and practice initiatives in hand surgery: Improving fulfillment of patient needs. Hand Clin. 2014;30:377-86. https://doi.org/10.1016/j.hcl.2014.05.001

11 Marks IH, Patel SB, Holmer H, Billingsley ML, Philipo GS. Letter from the future surgeons of 2030. Lancet. 2015;386:1942. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00829-6

12 Bains L, Mishra A, Aruparayil N, Culmer P, Gnanraj J. Gasless Laparoscopic Surgery - A technique requiring multidisciplinary collaboration to improve equitable access to surgery worldwide. Surg Innov. 2023;30:131-3. https://doi.org/10.1177/15533506221145305

13 Shoman H, Sandler S, Peters A, Farooq A, Gruendl M, Trinh S, et al. Gasless laparoscopy versus conventional laparoscopy and laparotomy: A systematic review on the safety and efficiency. Surg Pract. 2023;27:171-86. https://doi.org/10.1111/1744-1633.12643

14 Webb MM, Bridges P, Aruparayil N, Chugh C, Beacon T, Singh T, et al. The RAIS device for global surgery: Using a participatory design approach to navigate the translational pathway to clinical use. IEEE J Transl Eng Heal Med. 2022;10:3700212. https://doi.org/10.1109/JTEHM.2022.3177313

15 Rizan C, Steinbach I, Nicholson R, Lillywhite R, Reed M, Bhutta MF. The carbon footprint of surgical operations: A systematic review. Ann Surg. 2020;272:986-95. https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003951

16 de'Angelis N, Conso C, Bianchi G, Rodríguez AGB, Marchegiani F, Carra MC, et al. Systematic review of carbon footprint of surgical procedures. J Visc Surg. 2024;161:7-14. https://doi.org/10.1016/j.jviscsurg.2023.03.002

17 Hill DJ, Maher PJ, Wood EC. Gasless laparoscopy - Useless or useful? J Am Assoc Gynecol Laparosc. 1994;1:265-8. https://doi.org/10.1016/S1074-3804(05)81021-7

18 Goldberg JM, Maurer WG. A randomized comparison of gasless laparoscopy and CO2 pneumoperitoneum. Obstet Gynecol. 1997;90:416-20. https://doi.org/10.1016/S0029-7844(97)00279-2

19 Wu DB, Yang SF, Geng KH, Qin SJ, Bao YL, Chen X, et al. Preliminary study on the application of an umbrella-like abdominal wall-lifting device in gasless laparoscopic surgery. J Laparoendosc Adv Surg Tech. 2013;23:246-9. https://doi.org/10.1089/lap.2012.0381

20 Smith RS, Fry WR, Tsoi EKM, Henderson VJ, Hirvela ER, Koehler RH, et al. Gasless laparoscopy and conventional instruments: The next phase of minimally invasive surgery. Arch Surg. 1993;128:1102-7. https://doi.org/10.1001/archsurg.1993.01420220022003

21 Johnson PL, Sibert KS. Laparoscopy: Gasless vs. CO2 pneumoperitoneum. J Reprod Med. 1997;42:255-9.

22 Hyodo M, Hosoya Y, Yokoyama T, Arai W, Yasuda Y, Nagai H, et al. Gasless laparoscopy-assisted distal gastrectomy for early cancer via mini-laparotomy using an abdominal wall lift. Hepatogastroenterology. 2003;50:2279-81.

23 Barwijuk AJ, Bonarek-Sztaba J. Comparison of gas and gasless laparoscopy in the treatment of benign ovarian tumors. Ginekologia Polska. 2006;77:450.

24 Sesti F, Melgrati L, Damiani A, Piccione E. Isobaric (gasless) laparoscopic uterine myomectomy. An overview. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2006;129:9-14. https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2006.04.027

25 Gupta A, Brown E, Davis JT, Sekabira J, Ramanujam N, Mueller J, et al. KeyLoop: Mechanical retraction of the abdominal wall for gasless laparoscopy. Surg Innov. 2021;29:88-97. https://doi.org/10.1177/15533506211031084

26 Aruparayil N, Bolton W, Mishra A, Bains L, Gnanaraj J, King R, et al. Clinical effectiveness of gasless laparoscopic surgery for abdominal conditions: Systematic review and meta-analysis. Surg Endosc. 2021;35:6427-37. https://doi.org/10.1007/s00464-021-08677-7

27 BS N, Kumar M. Can gasless laparoscopy be an alternative to conventional laparoscopy in low-to middle-income countries? A practical quandary. J Am Coll Surg. 2021;233:152. https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2021.04.014

28 Mishra A, Bains L, Gnanaraj J, Aruparayil N. Use and cost-effectiveness of gasless laparoscopy: The road ahead. J Am Coll Surg. 2021;233:152-3. https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2021.04.013

29 Vofsi O, Barak M, Moscovici R, Bustan M, Katz Y. Cardiorespiratory parameters during conventional or gasless gynecological laparoscopy under general or regional anesthesia. Med Sci Monit. 2004;10:CR152-5.

30 Viani MP, Poggi R V, Pinto A, Fusai G, Andreani SM, Marvotti RA. Gasless laparoscopic gastrostomy. J Laparoendosc Surg. 1995;5:245-9. https://doi.org/10.1089/lps.1995.5.245

31 Mei Y, Huang H, Wei X, Lin Y. A new application of gasless laparoscopy in gynecology. Asian J Surg. 2023;46:3843-4. https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2023.03.131

32 Ge B, Zhao H, Chen Q, Jin W, Liu L, Huang Q. A randomized comparison of gasless laparoscopic appendectomy and conventional laparoscopic appendectomy. World J Emerg Surg. 2014;9:3. https://doi.org/10.1186/1749-7922-9-3

33 Koivusalo AM, Kellokumpu I, Lindgren L. Gasless laparoscopic cholecystectomy: Comparison of postoperative recovery with conventional technique. Br J Anaesth. 1996;77:576-80. https://doi.org/10.1093/bja/77.5.576

34 Gnanaraj J, Rhodes M. Laparoscopic surgery in middle- and low-income countries: Gasless lift laparoscopic surgery. Surg Endosc. 2016;30:2151-4. https://doi.org/10.1007/s00464-015-4433-1

35 Munakata K, Uemura M, Shimizu J, Miyake M, Hata T, Ikeda K, et al. Gasless transumbilical laparoscopic-assisted appendectomy as a safe and cost-effective alternative surgical procedure for mild acute appendicitis. Surg Today. 2016;46:319-25. https://doi.org/10.1007/s00595-015-1177-4

36 Aruparayil N, Gnanaraj J, Maiti S, Chauhan M, Quyn A, Mishra A, et al. Training programme in gasless laparoscopy for rural surgeons of India (TARGET study) - Observational feasibility study. Int J Surg Open. 2021;35:100399. https://doi.org/10.1016/j.ijso.2021.100399

37 Power NE, Silberstein JL, Ghoneim TP, Guillonneau B, Touijer KA. Environmental impact of minimally invasive surgery in the United States: An estimate of the carbon dioxide footprint. J Endourol. 2012;26:1639-44. https://doi.org/10.1089/end.2012.0298

38 Zheng MH, Boni L, Fingerhut A. Minimally invasive surgery and the novel coronavirus outbreak: Lessons learned in China and Italy. Ann Surg. 2020;272:e5-e6. https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000003924

39 Targarona EM, Martínez J, Nadal A, Balagué C, Cardesa A, Pascual S, et al. Cancer dissemination during laparoscopic surgery: Tubes, gas, and cells. World J Surg. 1998;22:55-61. https://doi.org/10.1007/s002689900349

40 Leahy PF. A Novel isobaric (gas-less) laparoscopic surgery device. Surg Innov. 2023;30:758-61. https://doi.org/10.1177/15533506231206039

41 Cheng Y, Lu J, Xiong X, Wu S, Lin Y, Wu T, et al. Gases for establishing pneumoperitoneum during laparoscopic abdominal surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2013;1:CD009569. https://doi.org/10.1002/14651858.CD009569.pub2

42 Birch DW, Manouchehri N, Shi X, Hadi G, Karmali S. Heated CO2 with or without humidification for minimally invasive abdominal surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2011;1:CD007821. https://doi.org/10.1002/14651858.cd007821.pub2

43 Becker C, Plymale MA, Wennergren J, Totten C, Stigall K, Roth JS. Compliance of the abdominal wall during laparoscopic insufflation. Surg Endosc. 2017;31:1947-51. https://doi.org/10.1007/s00464-016-5201-6