https://doi.org/10.22516/25007440.1512

Trabajo original

Eficacia de la radiofrecuencia y el argón plasma estándar e híbrido en el esófago de Barrett displásico: estudio multicéntrico con evidencia en el mundo real y análisis por probabilidad inversa (IPTW)

Efficacy of standard and hybrid radiofrequency ablation and argon plasma coagulation in dysplastic Barrett's esophagus: A multicenter study with real-world evidence and inverse probability weighting analysis (IPTW)

Rodrigo Castaño-Llano,[1*] Camilo Díaz-Quintero,[2] David Restrepo-Escobar,[3] Daniela Palacio-Patiño,[4] Óscar Alberto Álvarez-Barrera.[5]

ACCESO ABIERTO

Citación:
Castaño-Llano R, Díaz-Quintero C, Restrepo-Escobar D, Palacio-Patiño D, Álvarez-Barrera OA. Eficacia de la radiofrecuencia y el argón plasma estándar e híbrido en el esófago de Barrett displásico: estudio multicéntrico con evidencia en el mundo real y análisis por probabilidad inversa (IPTW). Revista. colomb. Gastroenterol. 2026;41(3):289-302. https://doi.org/10.22516/25007440.1512

[1] Cirujano Gastrointestinal y Endoscopista. Profesor de Cirugía, Universidad Pontificia Bolivariana, Clínica Rosario Tesoro y Centro Oncológico de Antioquia. Medellín, Colombia.
[2] Cirujano General, *fellow* en Gastroenterología, Universidad Sanitas. Bogotá, Colombia.
[3] Médico Internista. *Fellow* en Gastroenterología, Cleveland Clinic. Florida, Estados Unidos.
[4] Médica General, ayudante quirúrgica, Clínica de Occidente. Bogotá, Colombia.
[5] Gastroenterólogo, Internista, Radiólogo, Texas Digestive Specialists. McAllen, Estados Unidos.

***Correspondencia:** Rodrigo Castaño-Llano.
rcastanoll@hotmail.com

Fecha recibido: 22/12/2025
Fecha aceptado: 05/05/2026

Resumen

Antecedentes: la erradicación endoscópica del esófago de Barrett displásico (EBD) mediante coagulación con argón plasma (APC), APC híbrido (APCH) o ablación por radiofrecuencia (RFA) es el estándar actual. Sin embargo, la evidencia comparativa robusta y libre de sesgos de confusión es escasa. El objetivo es comparar la eficacia (recurrencia a 24 meses) y seguridad (eventos adversos mayores) de APC, APCH y RFA en una cohorte de vida real, empleando ponderación por probabilidad inversa del tratamiento (IPTW). **Metodología**: estudio de cohorte retrospectivo y multicéntrico. Se incluyeron pacientes con EBD tratados con las tres modalidades. Los desenlaces principales fueron la recurrencia de displasia y un compuesto de seguridad (sangrado y estenosis). Se aplicó IPTW mediante la regresión logística multinomial para balancear covariables (edad, índice de masa corporal [IMC], Praga, histología y resección previa) evaluando el equilibrio con la diferencia de medias estandarizada (SMD). **Resultados**: se analizaron 131 pacientes (APC = 48; APCH = 41; RFA = 42). Luego del ajuste por IPTW, se logró un balance óptimo (SMD <0,1). El análisis multivariado no mostró diferencias significativas en la recurrencia a 24 meses (APC frente a RFA: OR: 0,62, IC 95%: 0,11-3,58; APCH frente a RFA: OR: 1,18, IC 95%: 0,20-6,95) ni en eventos adversos (APC frente a RFA: OR: 0,58, IC 95%: 0,11-3,01; APCH frente a RFA: OR: 0,38, IC 95%: 0,06-2,36). La extensión de Barrett (Praga M) fue el único predictor independiente de recurrencia. **Conclusión**: después de ajustar por factores de confusión, APC, APCH y RFA demuestran eficacia y seguridad comparables en el tratamiento del EBD. La elección terapéutica debe individualizarse según la disponibilidad, costos y experiencia técnica, dado que ninguna modalidad mostró superioridad clínica intrínseca.

Palabras clave

Esófago de Barrett, coagulación con argón plasma, ablación por radiofrecuencia, modelos estadísticos.

INTRODUCCIÓN

El esófago de Barrett (EB) es una metaplasia del epitelio esofágico que cambia de escamoso a columnar y conlleva un riesgo de progresión por la secuencia displasia-carcinoma[1]. La mayoría de los cánceres esofágicos están avanzados en el momento del diagnóstico, con una supervivencia a 5 años del 15% en el mundo[2]. Si se diagnostica un

Abstract

Background: Endoscopic eradication of dysplastic Barrett's esophagus (DBE) using argon plasma coagulation (APC), hybrid APC (H-APC), or radiofrequency ablation (RFA) is the current standard. However, robust comparative evidence free from confounding bias remains scarce. The objective is to compare the efficacy (24-month recurrence) and safety (major adverse events) of APC, H-APC, and RFA in a real-world cohort using inverse probability of treatment weighting (IPTW). **Methodology:** Retrospective multicenter cohort study. The study included patients with DBE treated with the three modalities. The primary outcomes were dysplasia recurrence and a composite safety outcome (bleeding and stenosis). The study applied IPTW through multinomial logistic regression to balance covariates (age, body mass index [BMI], Prague classification, histology, and previous resection), evaluating balance with the standardized mean difference (SMD). **Results:** The analysis included 131 patients (APC = 48; H-APC = 41; RFA = 42). After IPTW adjustment, the study achieved optimal balance (SMD <0.1). Multivariate analysis showed no significant differences in 24-month recurrence (APC vs. RFA: OR: 0.62, 95% CI: 0.11-3.58; H-APC vs. RFA: OR: 1.18, 95% CI: 0.20-6.95) or adverse events (APC vs. RFA: OR: 0.58, 95% CI: 0.11-3.01; H-APC vs. RFA: OR: 0.38, 95% CI: 0.06-2.36). Barrett's extent (Prague M) was the only independent predictor of recurrence. **Conclusion:** After adjusting for confounding factors, APC, H-APC, and RFA demonstrated comparable efficacy and safety in the treatment of DBE. Clinicians should individualize therapeutic choice according to availability, costs, and technical expertise, as no modality showed intrinsic clinical superiority.

Keywords

Barrett's esophagus, argon plasma coagulation, radiofrequency ablation, statistical models.

cáncer en estadio temprano (T1) o una displasia de alto grado (DAG), el pronóstico es considerablemente mejor. La terapia endoscópica es el tratamiento de elección para los pacientes con displasia o neoplasia precoz relacionada con el EB (HGD o adenocarcinoma T1a)[3] dado su mejor perfil de seguridad y eficacia similar en comparación con la esofagectomía.

La ablación térmica endoscópica se ha consolidado como el tratamiento de primera elección luego de la resección endoscópica de la neoplasia esofágica[4]. La coagulación con argón plasma (APC) fue una de las primeras técnicas que se utilizó en este campo terapéutico, con bajas tasas de complicaciones[5,6]. Cuando se investigó la ablación con APC frente a la vigilancia con fármacos o después de cirugía, se demuestra una menor incidencia de neoplasias con la terapia ablativa[7-10]. Las tasas de complicaciones luego de la APC estándar son comparativamente bajas[11]. Las tasas de estenosis varían en función de la cantidad de energía aplicada y del tamaño de la zona tratada. La APC híbrida (APCH) se desarrolló para evitar estenosis postratamiento. El procedimiento consiste en una inyección de solución salina en el tejido submucoso para evitar lesiones térmicas en las capas más profundas y la *muscularis*. El primer estudio piloto de la técnica mostró resultados prometedores[12], mientras que estudios subsiguientes muestran una remisión macroscópica completa en el 96% de los casos y una tasa de estenosis del 2%[13].

La ablación por radiofrecuencia (RFA) se ha convertido en la modalidad ablativa de primera línea, con base en las pruebas obtenidas en ensayos controlados aleatorizados[14,15]. La RFA consiste en aplicar energía de radiofrecuencia directamente sobre el epitelio de Barrett, lo que provoca una necrosis coagulativa inmediata. Un metaanálisis muestra porcentajes combinados de ablación completa de la metaplasia y la displasia superiores al 80%[16]. Aunque la RFA tiene un perfil de seguridad aceptable, se han descrito estenosis que requieren dilatación y dolor torácico luego del procedimiento. Los efectos adversos consisten principalmente en dolor, hemorragias agudas, casos raros de perforación y el desarrollo de estenosis postratamiento[17]. Un metaanálisis confirmó las buenas tasas de erradicación (88,4%), con una tasa de complicaciones prometedoramente baja (6,1%)[18].

Hasta la fecha, la mayoría de la literatura disponible ha comparado de manera aislada la RFA con APC o APCH, pero no existen estudios que analicen simultáneamente las tres técnicas en una misma cohorte. Esta brecha de conocimiento impide establecer conclusiones sólidas sobre la eficacia relativa y la seguridad de estas modalidades en escenarios clínicos comparables.

El presente estudio retrospectivo y multicéntrico aborda esta limitación al ser el primer análisis comparativo directo entre APC, APCH y la RFA en pacientes con EBD, empleando además un modelo estadístico de ponderación por el inverso de la probabilidad de tratamiento (IPTW). Esta estrategia metodológica permite minimizar los sesgos inherentes a los estudios retrospectivos y emular con mayor fidelidad las condiciones de un ensayo clínico de mundo real, proporcionando una estimación más firme y balanceada de los desenlaces (**Figura 1**).

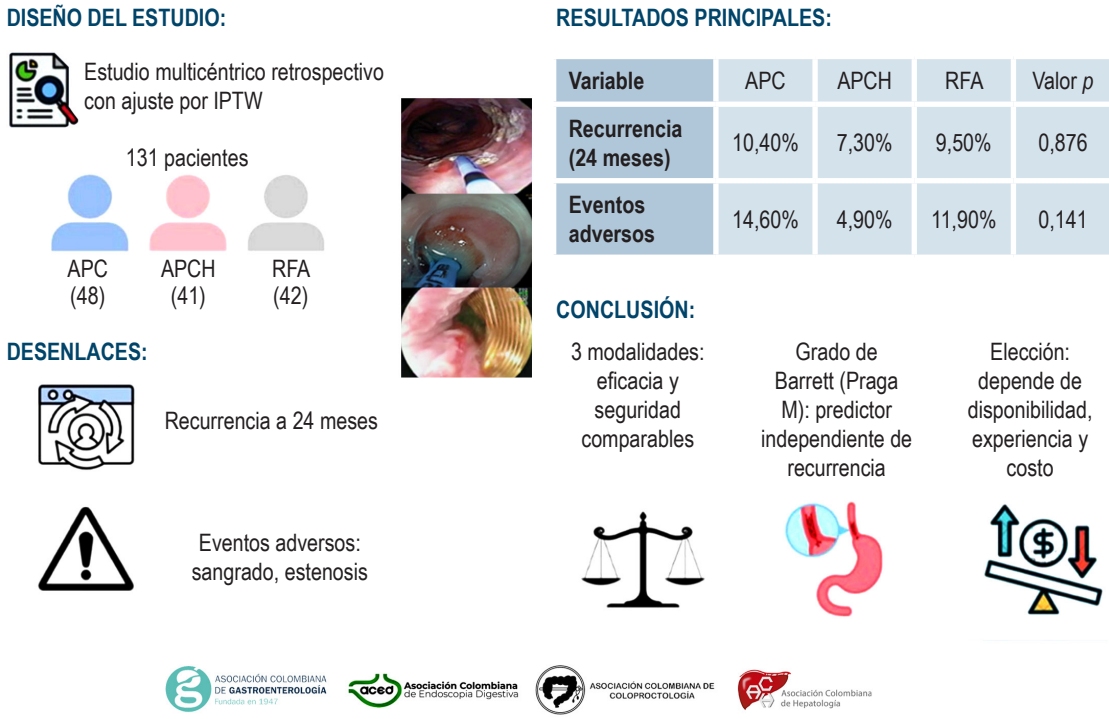


Figura 1. Infografía de APC frente a APCH frente a RFA en el manejo del esófago de Barrett displásico. Imagen propiedad de los autores.

METODOLOGÍA

Selección de pacientes

Se revisó retrospectivamente una base de datos mantenida en forma prospectiva (ambispectiva) de los pacientes sometidos a ablación endoscópica para el tratamiento del EBD y el carcinoma intramucoso desde julio de 2007 hasta mayo de 2023 en tres centros de referencia terciarios en Medellín, Colombia.

Los pacientes se incluyeron si se sometieron a terapia de RFA o APC como modalidad de ablación primaria para el manejo del EBD o carcinoma intramucoso después de la evaluación endoscópica inicial. Se excluyeron los pacientes con registros clínicos incompletos, casos duplicados o con displasia indeterminada, o tratados con APC o RFA previamente o como tratamiento de rescate luego del fracaso de la modalidad de ablación inicial. La información recogida incluía datos demográficos básicos, datos del segmento de EBD, detalles del tratamiento, histología, acontecimientos adversos (perforación, hemorragia clínicamente significativa intra- o posprocedimiento, o formación de estenosis que requiriera dilatación) y fecha del último seguimiento.

Métodos de ablación endoscópica

Todos los procedimientos durante el período de estudio los realizaron endoscopistas expertos con experiencia en terapias de ablación endoscópica utilizando equipos endoscópicos estándar. Los pacientes recibieron anestesia general, sedación con propofol o sedación consciente, según estuviera clínicamente indicado. La mucosa del EBD se evaluó cuidadosamente con endoscopia de luz blanca de alta definición, además de imágenes de banda estrecha (incluido el enfoque cercano) o realce de color de imagen espectral flexible (FICE) durante todos los procedimientos. Todas las lesiones visibles se resecaron endoscópicamente mediante asa o por disección endoscópica de la submucosa asistida con CAP, según el criterio de los endoscopistas tratantes. La ablación se realizó una vez resecadas todas las anomalías. Brevemente se describen las técnicas a continuación.

Terapia con argón plasma

La ablación se realizó con un catéter axial de APC (ERBE, Tübingen, Alemania), con flujo de argón 1-1,5 L/min y potencia de 50 W en modo forzado (ICC 200) o pulsado (VIO), según el equipo disponible. Se empleó una técnica de "cepillado o pincelada" desde distal a proximal, con la

sonda extendida 1 cm fuera del canal de trabajo. En cada sesión se trató hasta el 60% de la circunferencia esofágica, rotando el endoscopio para cubrir sectores radiales. Las islas o lenguas residuales de Barrett se abordaron con idénticos parámetros. A los 12 meses se efectuó una endoscopia de alta definición con biopsias dirigidas y de cuatro cuadrantes cada 2 cm, incluyendo la unión gastroesofágica.

Después del tratamiento inicial, los pacientes fueron reevaluados con endoscopia de alta definición a los 12 meses, incluyendo biopsias dirigidas de áreas sospechosas y de 4 cuadrantes cada 2 cm, cubriendo tanto epitelio neoescamoso como segmentos persistentes de Barrett.

Terapia híbrida con argón plasma

El tratamiento con APCH se realizó con el sistema HybridAPC® (ERBE, Tübingen, Alemania), que combina inyección submucosa de solución salina a presión mediante una aguja retráctil integrada y aplicación subsiguiente de energía de argón. Después de la hidrodisección submucosa, se aplicó ablación con flujo de 1-1,5 L/min y potencia de 60 W en modo pulsado, logrando una coagulación superficial controlada y menor riesgo de lesión transmural. La aplicación siguió el mismo patrón en "cepillado" circunferencial parcial (<60% por sesión), con retratamiento focal de islotes o lenguas persistentes en sesiones posteriores.

Radiofrecuencia

La ablación con RFA se efectuó mediante el sistema HALO® (Medtronic, Sunnyvale, California). Para segmentos circunferenciales se utilizó el catéter HALO^{360} Express, calibrado con balón de diámetro ajustado al esófago. Para lesiones focales, se emplearon catéteres HALO^{90} montados en la punta del endoscopio. Se aplicaron dosis estándar de 12 J/cm^2 por aplicación, con doble pasada (aplicación inicial y reaplicación luego de la limpieza del detrito). Las evaluaciones de control se realizaron a intervalos de 3-6 meses, con retratamiento de áreas residuales hasta lograr la erradicación completa.

Objetivo primario y secundario

Nuestro criterio de valoración primario fue la tasa de ablación completa del EB y el EBD; definidas como la ausencia de metaplasia intestinal y de displasia en las muestras de biopsia del esófago tubular y la unión gastroesofágica durante dos endoscopias de vigilancia consecutivas. Como objetivo secundario, se valoraron las tasas de acontecimientos adversos, incluidas la perforación, la hemorragia clínicamente significativa que requiere manejo endoscópico, la hospitalización o la transfusión de glóbulos rojos en un plazo de 30 días, y las estenosis que requieren dilatación.

Seguimiento a 6, 12 y 24 meses

Todos los pacientes volvieron para control endoscópico a los 6, 12 y 24 meses para reevaluación endoscópica y retratamiento de neoplasia residual o el EB. En cada endoscopia de seguimiento, se inspeccionó cuidadosamente el segmento del EB. La mucosa columnar plana residual se trató nuevamente con APCH o RFA, dependiendo de la modalidad de tratamiento inicial. Si no había evidencia endoscópica de EB, se obtenían muestras de biopsia endoscópica de vigilancia de la unión gastroesofágica y de la mucosa neoescamosa. Toda la histología fue leída por patólogos generales en cada centro.

Se interpretó la presencia de metaplasia o displasia detectada en el control endoscópico realizado a los 6 meses como indicativa de una falla técnica del procedimiento endoscópico inicial (éxito técnico). En contraste, la detección de metaplasia o displasia en controles posteriores se consideró una recurrencia de la lesión, lo que refleja una reaparición o persistencia patológica del proceso displásico (sin éxito clínico).

Análisis estadístico

Las variables continuas se presentan como mediana (rango intercuartílico [RIC]) y las categóricas como frecuencia (%). Las comparaciones entre los grupos de tratamiento (APC, APCH, RFA) se realizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis para variables continuas y la prueba χ^2 para las categóricas.

Para controlar el sesgo de confusión inherente al diseño retrospectivo, se realizó un análisis multivariado mediante ponderación por la probabilidad inversa del tratamiento (IPTW). Se calcularon los puntajes de propensión a partir de un modelo de regresión logística multinomial que incluía las siguientes covariables basales: edad, sexo, índice de masa corporal (IMC), presencia de hernia hiatal (≥3 cm), longitudes Praga C y M, histología (displasia de alto grado y carcinoma *in situ* frente a displasia de bajo grado) y resección endoscópica previa. Se generó una cohorte pseudoaleatorizada asignando a cada paciente un peso equivalente al inverso de su probabilidad de recibir el tratamiento observado. Se confirmó el balance de las covariables luego de la ponderación, considerando una diferencia de medias estandarizada (SMD) <0,1 como un equilibrio adecuado.

Finalmente, se evaluó la asociación entre el tipo de terapia y los desenlaces (recurrencia a 12 y 24 meses y un compuesto de eventos adversos [sangrado o estenosis]) mediante modelos de regresión logística binomial ponderados por IPTW, utilizando RFA como grupo de referencia. Se reportaron los *odds ratios* (OR) ajustados con sus

intervalos de confianza (IC) del 95%. Un valor p <0,05 se consideró estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Entre enero de 2004 y diciembre de 2023 se identificaron 131 pacientes tratados para esófago de Barrett displásico en tres centros médicos de Medellín, Colombia, mediante ablación con coagulación con argón plasma (APC = 48 casos), argón plasma híbrido (APCH = 41 casos) y radiofrecuencia (RFA = 42) (**Figura 2**).

La distribución de la atención en el tiempo (de 2004 a 2023) de las terapias ablativas muestra el inicio de la serie con la terapia con APC en 2004, seguida por la RFA en 2011 y solo a partir de 2017 se implementó la terapia con APCH (**Figura 3**).

Análisis univariado

Las características demográficas basales fueron similares en todos los grupos, sin diferencias significativas en edad (mediana: 61 años [RIC: 52-72] para APC frente a 62 [56-69] para APCH frente a 61 [56-70] para RFA; p = 0,923) o IMC (p = 0,579). Sin embargo, se observaron desequilibrios significativos en la longitud de Praga M (mediana: 4 cm [RIC: 3-5] para APC frente a 5 [RIC: 4-7] para APCH frente a 5 [RIC: 4-7] para RFA; p = 0,004) y la histología, con una mayor proporción de displasia de bajo grado en el grupo APC (65% frente a 39% APCH frente a 31% RFA; p = 0,018). Las tasas de resección endoscópica previa fueron comparables (p = 0,986). Las tasas no ajustadas de resultados fueron bajas en general, sin diferencias significativas en la recurrencia a los 12 meses (14,6% APC frente a 9,8% APCH frente a 11,9% RFA; p = 0,784) o a los 24 meses (10,4% APC frente a 7,3% APCH frente a 9,5% RFA; p = 0,876). Se produjeron acontecimientos adversos (hemorragia o estenosis) en el 16,7% de los pacientes con APC, el 4,9% con APCH y el 11,9% con RFA (p = 0,141), lo que sugiere una tendencia numérica hacia una menor cantidad de acontecimientos con APCH. Sin embargo, al tratarse de comparaciones no ajustadas, estos hallazgos pueden estar influenciados por sesgos o factores de confusión, lo que fundamenta la aplicación de un modelo de ponderación por probabilidad inversa del tratamiento (IPTW) en el análisis multivariado para obtener estimaciones más robustas y comparables. Las características basales y los resultados se resumen en la **Tabla 1**.

Análisis multivariado con ajuste por probabilidad inversa de tratamiento

Se aplicó la ponderación de probabilidad inversa de tratamiento (IPTW) para equilibrar las covariables basales y se logró un excelente equilibrio de covariables (todas las

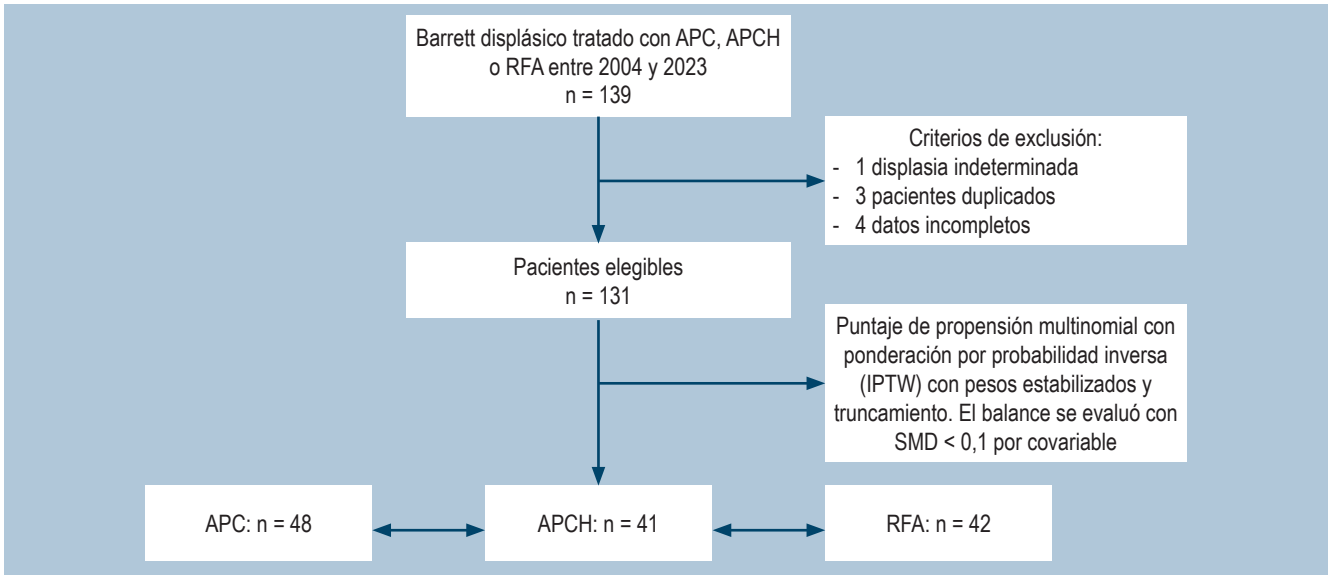


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de selección de pacientes (tipo STROBE), con exclusiones y conformación de las cohortes antes y después del emparejamiento por puntaje de propensión (PSM). APC: coagulación con plasma de argón; APCH: coagulación híbrida con plasma de argón; IPTW: ponderación por probabilidad inversa del tratamiento; RFA: ablación por radiofrecuencia; SMD: diferencia de medias estandarizada. Imagen propiedad de los autores.

Tabla 1. Análisis univariado de las características basales y desenlaces en datos crudos

Variables		APC n = 48	APCH n = 41	RFA n = 42	*p*
Edad		61,0 (52,0-72,0)	62,0 (56,0-69,0)	61,0 (56,2-69,8)	0,923
Sexo (%)	Masculino	34 (70,8%)	30 (73,2%)	30 (71,4%)	0,969
	Femenino	14 (29,2%)	11 (26,8%)	12 (28,6%)	
IMC Kg/m^2, media ± DE		27,9 ± 2,7	28,4 ± 3,1	27,8 ± 3,4	0,579
H. Hiatal (%)	<3 cm	16 (33,3%)	14 (34,1%)	12 (28,6%)	0,838
	≥3 cm	32 (66,7%)	27 (65,9%)	30 (71,4%)	
Praga	C cm	3,0 (2,0-4,0)	3,0 (2,0-4,0)	3,0 (3,0-4,0)	0,190
	M cm	4,0 (3,0-5,0)	5,0 (4,0-7,0)	5,0 (4,2-7,0)	**0,004**
Histología (%)	DBG	31 (65)	16 (39)	13 (31)	0,72
	DAG	15 (31)	21 (51)	23 (55)	
	CA is	2 (4)	4 (10)	6 (14)	
Terapias previas (%)	No	42 (88)	32 (79)	31 (74)	0,668
	Bandas	1 (2)	1 (2)	3 (7)	
	REM	3 (6)	3 (7)	3 (7)	
	DES	2 (4)	5 (12)	5 (12)	
Sesiones (%)	1	7 (15)	3 (7)	5 (12)	**0,003**
	2	15 (31)	11 (27)	16 (38)	
	3	13 (27)	12 (29)	21 (50)	
	≥4	13 (27)	15 (37)	0 (0)	
Dolor (%)	Leve	12 (25)	17 (41)	12 (29)	0,22
	Moderado	21 (44)	17 (41)	19 (45)	
	Grave	15 (31)	7 (18)	11 (26)	
Días con dolor, media ± DE		4,1 ± 1,3	3,2 ± 1,3	6,8 ± 1,9	**<0,01**
Fiebre (%)	Sí	6 (13)	2 (5)	6 (14)	0,335
	No	42 (87)	39 (95)	36 (86)	
Sangrado (%)	Sí	4 (8)	2 (5)	0 (0)	0,141
	No	44 (92)	39 (95)	42 (100)	
Dilatación (%)	Sí	7 (15)	1 (2)	7 (17)	0,141
	No	41 (85)	40 (98)	35 (83)	
Recae 6 meses (%)		5 (10)	2 (5)	2 (5)	0,543
Recae 12 meses (%)		7 (15)	4 (10)	5 (12)	0,784
Recae 24 meses (%)		5 (10)	3 (7)	4 (10)	0,876
Barrett residual (%)		11 (23)	7 (10)	8 (17)	0,779
Seguimiento, meses media ± DE		39,0 (36,0-43,0)	39,0 (33,0-43,0)	39,5 (35,0-44,8)	0,524

APC: coagulación con plasma de argón; APCH: coagulación híbrida con plasma de argón; CA is: carcinoma intramucoso; DAG: displasia de alto grado; DBG: displasia de bajo grado; DE: desviación estándar; DES: disección endoscópica de la submucosa; IMC: índice de masa corporal; REM: resección endoscópica de la mucosa; RFA: ablación por radiofrecuencia. Tabla elaborada por los autores.

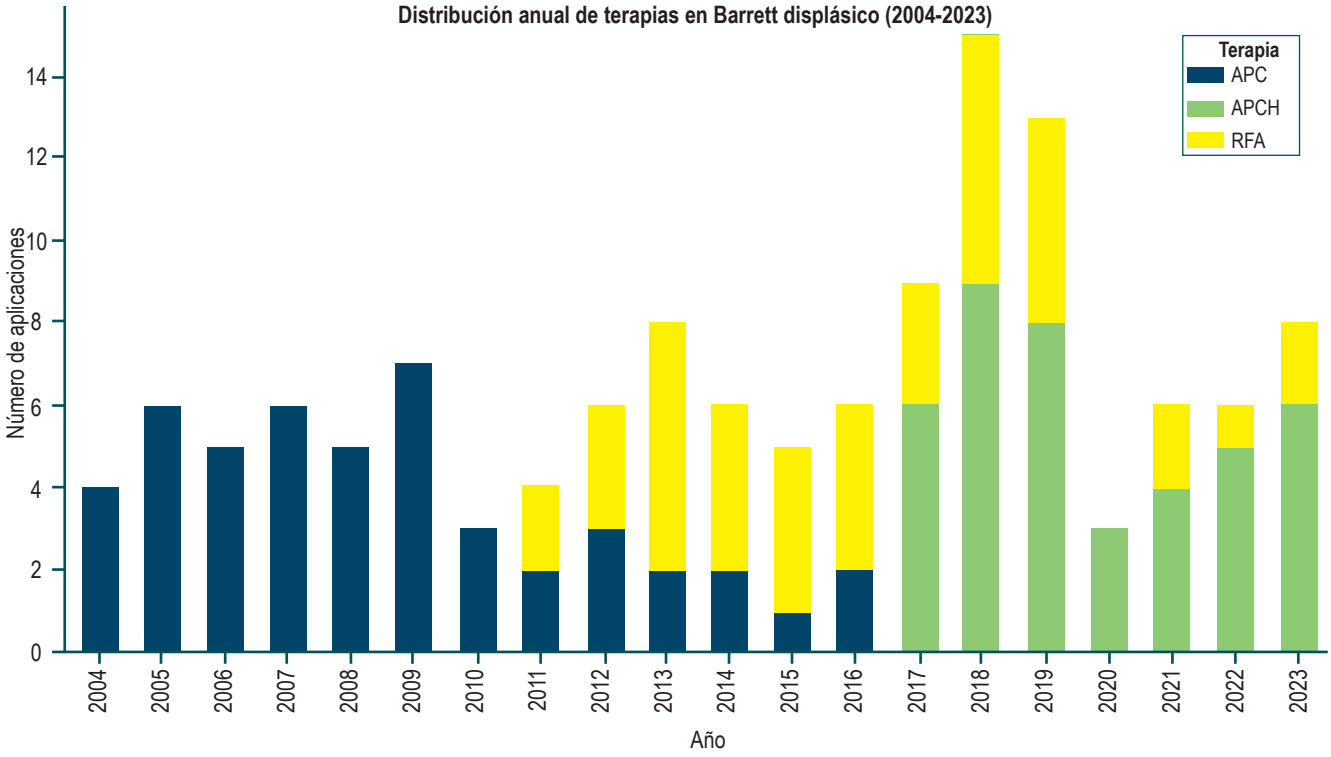


Figura 3. Evolución anual de APC, APCH y RFA en Barrett displásico (2004-2023). APC: coagulación con plasma de argón; APCH: coagulación híbrida con plasma de argón; RFA: ablación por radiofrecuencia. Imagen propiedad de los autores.

diferencias de medias estandarizadas [DME] <0,1 luego de la ponderación) (**Figura 4**).

Las diferencias de medias estandarizadas (DME) preponderación fueron elevadas para Praga M (0,567 APC frente a RFA; 0,136 APCH frente a RFA) e histología (0,468 APC frente a RFA; 0,290 APCH frente a RFA), pero se redujeron sustancialmente después de la ponderación (por ejemplo, Praga M: 0,071 APC frente a RFA; 0,050 APCH frente a RFA) (**Tabla 2**).

Esto indica que la terapia codificada, la edad y las variables de extensión de metaplasia (C y M) son estadísticamente significativas para el desenlace, después de ajustar con IPTW, mientras que el IMC y la hernia hiatal muestran asociación, pero no estadísticamente significativa en este modelo.

Eventos adversos

Para los eventos adversos, el análisis multivariado reveló un patrón similar. El grupo APC exhibió un riesgo marcadamente elevado en comparación con RFA, con un OR ajustado de 4,76 (IC 95%: 2,26-10,03; p <0,001), lo que sugiere que los pacientes en APC tenían casi cinco veces más probabilidades de experimentar sangrado o estenosis postratamiento. Este hallazgo resalta un perfil de seguridad inferior para APC en relación con RFA, incluso luego del ajuste por confusores.

En cambio, el APCH no difirió significativamente de RFA, con un OR ajustado de 1,01 (IC 95%: 0,41-2,52; p = 0,976), lo que indica un riesgo equivalente de complicaciones. Los amplios intervalos de confianza reflejan las bajas tasas de eventos y el moderado tamaño de la muestra.

Tabla 2. Análisis multivariado del desenlace clínico ajustado por IPTW en pacientes con esófago de Barrett tratados con ablación mediante APC, APCH y RFA

Variable	Coeficiente	Error estándar	Valor z	Valor *p*
Constante	-2145	765	-2805	0,005
Terapia	972	452	2149	0,031
Edad	27	12	2250	0,024
IMC	13	10	1300	0,194
Hernia hiatal	134	78	1718	0,086
C	738	265	2783	0,005
M	512	210	2438	0,015

APC: coagulación con plasma de argón; APCH: coagulación híbrida con plasma de argón; C: extensión circunferencial del esófago de Barrett según la clasificación de Praga; IMC: índice de masa corporal; IPTW: ponderación por probabilidad inversa del tratamiento; M: extensión máxima del esófago de Barrett según la clasificación de Praga; RFA: ablación por radiofrecuencia. Tabla elaborada por los autores.

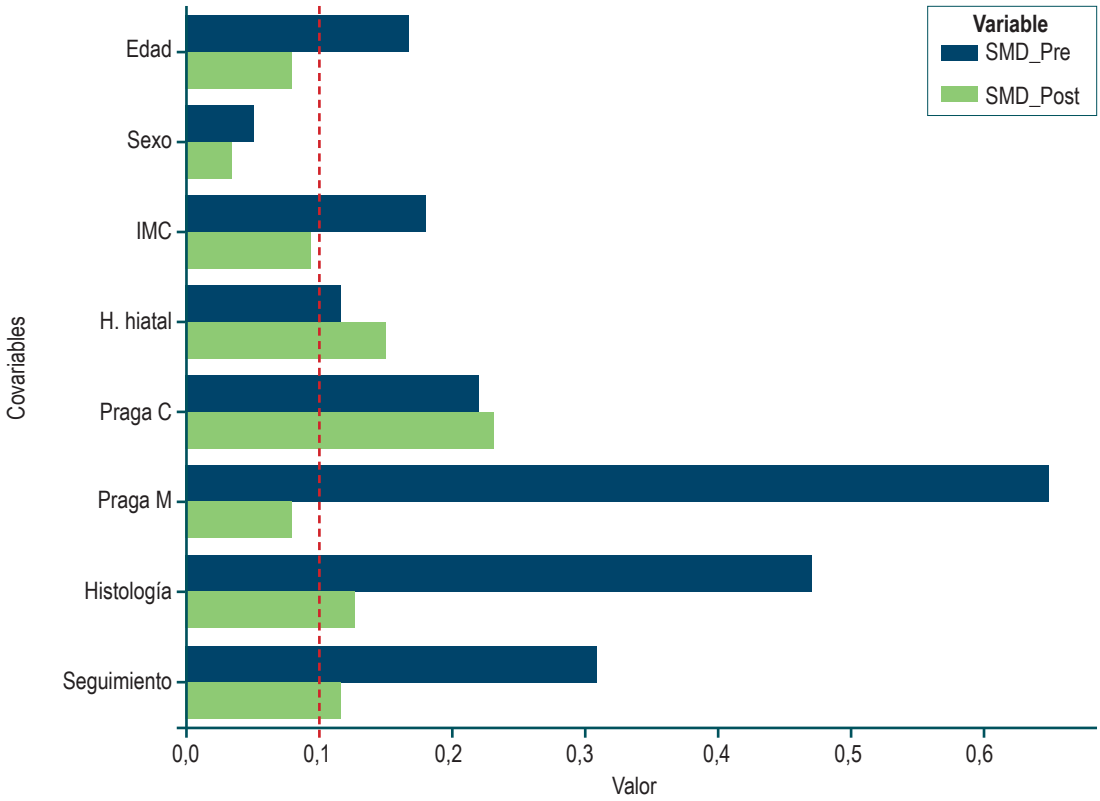


Figura 4. Gráfica de Love para la evaluación del balance de covariables basales antes y después de la ponderación por probabilidad inversa del tratamiento (IPTW). Imagen propiedad de los autores.

Seguimiento a 6 meses (éxito técnico)

En el seguimiento a seis meses, la persistencia de la lesión fue más frecuente en pacientes tratados con APC (5/48; 10%) en comparación con APCH (2/41; 5%) y RFA (2/42; 5%). No obstante, la diferencia en las tasas de persistencia entre los tres grupos no alcanzó significancia estadística (p = 0,78, prueba de χ^2). Estos resultados indican que, si bien se observa una mayor proporción de persistencia con APC, no se puede afirmar una diferencia definitiva en la efectividad inicial entre las técnicas en esta cohorte.

Seguimiento a 12 meses

En el modelo ajustado para recurrencia a los 12 meses, el grupo de coagulación con APC estándar mostró un riesgo significativamente mayor en comparación con RFA, con un OR ajustado de 3,04 (IC 95%: 1,48-6,23; p = 0,002). Esto indica que los pacientes tratados con APC tenían aproximadamente tres veces más probabilidades de presentar recurrencia displásica o metaplásica a los 12 meses, después de ajustar por las covariables basales. Por el contrario, el grupo de APC híbrida (APCH) no presentó diferencias significativas respecto a RFA, con un OR ajustado de 1,06 (IC 95%: 0,46-2,43; p = 0,885), lo que sugiere una eficacia comparable en la prevención de recurrencia a mediano plazo. La edad muestra una tendencia, pero no es significativa y el IMC y la hernia hiatal no tienen impacto estadísticamente significativo.

Seguimiento a 24 meses (éxito clínico)

Para la recurrencia a 24 meses, los resultados también evidencian asociación estadísticamente significativa de la terapia y la extensión de la metaplasia con la recurrencia, con algunos cambios menores en la magnitud de los coeficientes, mientras que las otras variables permanecen sin efectos estadísticos relevantes (**Tabla 3**).

En el análisis de supervivencia libre de se observa que, si bien las tres técnicas presentan un perfil favorable de supervivencia libre de recurrencia, la curva de APC muestra un descenso más pronunciado hacia el final del periodo, lo que sugiere una mayor tasa acumulada de recurrencia en comparación con APCH y RFA.

Como corolario, estos resultados ajustados confirman que, si bien el APC se asocia con mayores tasas de recurrencia y eventos adversos en comparación con RFA, la variante

híbrida (APCH) ofrece un perfil de eficacia y seguridad comparable al de RFA (**Figura 5**).

Tabla 3. Recurrencia de la displasia o el EB a 12 y 24 meses basada en los modelos de regresión logística ajustados por IPTW

Variable	OR 12 meses	IC 95% 12 meses	OR 24 meses	IC 95% 24 meses
Terapia	2,65	1,09-6,45	2,38	1,08-5,24
Edad	1,03	1,00-1,06	1,02	1,00-1,05
IMC	1,01	0,99-1,03	1,01	0,99-1,02
Hernia hiatal	1,14	0,97-1,34	1,13	0,99-1,29
C	2,09	1,21-3,63	1,97	1,23-3,17
M	1,67	1,13-2,48	1,54	1,13-2,10

C: extensión circunferencial del esófago de Barrett según la clasificación de Praga; EB: esófago de Barrett; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; IMC: índice de masa corporal; IPTW: ponderación por probabilidad inversa del tratamiento; M: extensión máxima del esófago de Barrett según la clasificación de Praga; OR: razón de momios. Tabla elaborada por los autores.

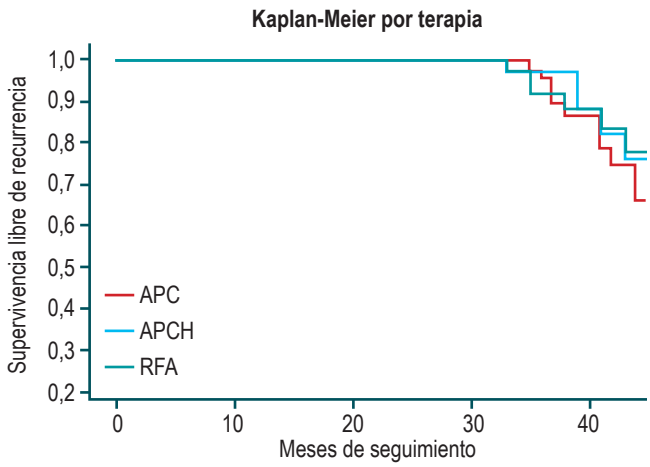


Figura 5. Curvas de supervivencia libre de recurrencia (Kaplan-Meier) según la modalidad terapéutica empleada para la ablación del esófago de Barrett displásico. La comparación mediante la prueba de *log-rank* no evidenció diferencias significativas ($p = 0,35$). Imagen propiedad de los autores.

DISCUSIÓN

En este estudio de cohorte del mundo real, se comparó la eficacia y seguridad de tres modalidades de terapia ablativa (APC, APCH y RFA) para el tratamiento del esófago de Barrett con displasia. Nuestro principal hallazgo, luego de un ajuste robusto por factores de confusión mediante la ponderación por IPTW, es que las tres terapias demuestran una eficacia comparable en la erradicación de la displasia a 24 meses. Sin embargo, emergieron diferencias clínicamente relevantes en sus perfiles de seguridad, donde el APCH se asoció con una tasa significativamente menor de estenosis esofágica en comparación con APC y RFA. Este hallazgo sugiere que, si bien el objetivo de erradicar la displasia se puede alcanzar con múltiples tecnologías, la elección de la modalidad podría tener un impacto sustancial en la morbilidad del paciente.

La ablación por radiofrecuencia se ha consolidado como el estándar de cuidado para la erradicación del EB displásico, respaldada por evidencia de alta calidad de ensayos controlados aleatorizados como el estudio *SURF*, que demostró una tasa de erradicación completa de la displasia y la metaplasia intestinal superior al 90%[15]. Nuestros resultados de eficacia para RFA son consistentes con los reportados en este y otros grandes registros, como el del Registro RFA del Reino Unido, validando la efectividad de esta técnica en nuestra cohorte[19]. En este contexto, cualquier alternativa terapéutica debe demostrar, como mínimo, una eficacia no inferior y, preferiblemente, ventajas en seguridad, accesibilidad o costo.

Históricamente, la APC convencional ha sido una alternativa atractiva por su amplia disponibilidad y menor costo. Sin embargo, su uso para áreas extensas de Barrett se ha cuestionado por una penetración tisular impredecible, lo que puede conducir a una erradicación incompleta o a un mayor riesgo de complicaciones como estenosis y perforación[20], tal como se refleja en la revisión de la literatura. Los resultados de nuestro estudio, incluso después del ajuste, sitúan al APC con una tendencia a una menor eficacia y un perfil de seguridad no superior al de la RFA, lo que apoya la visión actual de que el APC convencional no debería ser la terapia de primera línea para la erradicación del epitelio de Barrett displásico, sino un tratamiento complementario o de rescate.

La innovación más reciente evaluada en nuestro estudio es el APCH. Esta técnica fue diseñada precisamente para superar las limitaciones del APC convencional, combinando la ablación con argón con la creación de un cojín submucoso protector. La hipótesis es que este cojín permite una ablación más uniforme y segura, lo que minimiza el daño térmico a la muscular propia[13]. Nuestro hallazgo de una tasa de estenosis significativamente menor con APCH en comparación con RFA y APC (1 caso en el grupo APCH frente a 7 en los otros dos grupos, en datos crudos y pos-IPTW) proporciona una fuerte evidencia clínica que respalda esta hipótesis mecanicista. Mientras que la RFA induce una necrosis coagulativa de profundidad controlada (aprox. 500-1000 µm), el APCH podría ofrecer un perfil de seguridad superior al aislar térmicamente las capas más profundas de la pared esofágica, un beneficio particularmente relevante en tratamientos de segmentos largos o circunferenciales de Barrett[21-24].

Desde una perspectiva clínica, nuestros resultados tienen implicaciones importantes. Sugieren que los médicos

tienen a su disposición múltiples herramientas eficaces para la erradicación del Barrett displásico[25]. La decisión terapéutica, por tanto, puede ser más matizada. Mientras que la RFA sigue siendo un parámetro de referencia con una vasta base de evidencia, el APCH emerge como una alternativa prometedora, especialmente en pacientes con alto riesgo de estenosis (p. ej., segmentos de Barrett largos, enfermedad estenosante previa o tratamiento posresección endoscópica). La conversación con el paciente debe incluir no solo la probabilidad de éxito en la erradicación de la displasia, sino también el riesgo de eventos adversos que, como la estenosis, pueden requerir múltiples intervenciones y afectar significativamente la calidad de vida[21].

Además de las modalidades evaluadas en nuestro estudio, la crioterapia ha surgido como una importante alternativa en el arsenal terapéutico para la erradicación del epitelio de Barrett displásico[26] e incluso en la recaída del Barrett displásico posquimiorradioterapia[27]. Esta técnica induce la necrosis celular mediante la aplicación de frío extremo, ya sea a través de un espray de nitrógeno líquido a -196 °C o mediante un sistema de balón con óxido nitroso (crioablación con balón). Su mecanismo de acción, que provoca la muerte celular a través de la formación de cristales de hielo intracelulares, isquemia vascular y apoptosis, difiere fundamentalmente de la necrosis coagulativa inducida por las terapias térmicas como la RFA y el APC[28]. Más allá de su uso como terapia primaria, la crioterapia ha consolidado un papel crucial como terapia de rescate para el pequeño pero significativo porcentaje de pacientes con displasia persistente que no responden a la RFA. En este escenario de "falla terapéutica", la crioterapia ha demostrado ser capaz de lograr la erradicación completa de la displasia en más del 75% de los casos, lo que la convierte en una herramienta indispensable para el manejo de los casos más refractarios[28]. Por tanto, cualquier discusión sobre el algoritmo de tratamiento del Barrett displásico debe considerar a la crioterapia no solo como una alternativa de primera línea, sino también como una estrategia de segunda línea fundamental.

Es crucial contextualizar que, a pesar de que el ajuste con IPTW balanceó exitosamente las covariables medibles, nuestro estudio no está exento de limitaciones. Su naturaleza retrospectiva implica una dependencia de la calidad de la documentación clínica y la posibilidad de factores de confusión no medidos. Por ejemplo, la "experiencia del endoscopista" con cada técnica es una variable potente que no fue cuantificada y que podría influir tanto en la eficacia como en la seguridad. Además, la moderada muestra y la diferencia en el tamaño entre los grupos (con un grupo de APC mayor) puede afectar la precisión de las estimaciones para los grupos más pequeños (APCH y RFA), así como el seguimiento solo hasta 24 meses, sin lectura histológica central por patólogos idealmente expertos, y la heterogeneidad en la técnica endoscópica.

La fortaleza principal de nuestro trabajo radica en el uso de una metodología analítica avanzada (IPTW) en una cohorte grande y heterogénea de la práctica clínica de mundo real, lo que aumenta la validez externa y la generalización de nuestros hallazgos más allá de las poblaciones altamente seleccionadas de los ensayos clínicos, identifica a Praga C/M como predictores clave y ofrece evidencia aplicable en entornos con restricciones de costo, en consonancia con la literatura contemporánea[11,17,29,30].

Aunque el análisis económico no fue el objetivo principal del estudio, la diferencia de costos entre las terapias es notable: la radiofrecuencia resulta más de diez veces más costosa que el argón plasma, pese a ofrecer resultados clínicos equivalentes. Este hallazgo refuerza lo descrito por Ragunath y colaboradores[31], quienes demostraron que las técnicas térmicas más complejas y costosas, como la fotodinámica, no proporcionan beneficios adicionales significativos frente al argón plasma en la erradicación del EBD, pese a requerir una inversión adicional de aproximadamente £266 por cada punto porcentual de reducción en la extensión de Barrett y £146 por cada punto porcentual de erradicación de displasia. Desde una perspectiva pragmática, estas diferencias sugieren que el argón plasma, particularmente en su modalidad híbrida, representa una alternativa más costo-efectiva para contextos geográficos donde la disponibilidad tecnológica o los recursos económicos son limitados, sin comprometer los resultados clínicos a corto y mediano plazo.

La investigación futura debe dirigirse a confirmar estos hallazgos a través de ensayos controlados aleatorizados que comparen directamente RFA y APCH. Dichos estudios deberían incluir no solo desenlaces endoscópicos e histológicos a largo plazo, sino también análisis de costo-efectividad y desenlaces reportados por los pacientes, como la disfagia posprocedimiento y la calidad de vida (**Tabla 4**).

CONCLUSIÓN

Nuestro estudio aporta evidencia robusta del mundo real que posiciona al APCH como una alternativa segura y eficaz a la RFA para la erradicación del EB con displasia. Aunque la eficacia a largo plazo parece ser comparable entre las terapias modernas, el perfil de seguridad superior del APCH, particularmente su bajo riesgo de estenosis, lo convierte en una opción terapéutica muy atractiva que merece una mayor consideración en la práctica clínica y en la investigación futura.

Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo de conformidad con los principios de la declaración de Helsinki y de acuerdo con las

Tabla 4. Resumen de ensayos clínicos aleatorizados sobre el tratamiento del esófago de Barrett

Estudio	País	n	Hombre	Edad	Seguimiento	Histología	Terapia
Kahaleh, 2002[32]	Bélgica	39	76,9%	63,7 ± 8,7	12	NDBE + LGD	APC
Ackroyd, 2004[33]	Reino Unido	40	80,0%	48,9 ± 5,1	12	NDBE + LGD	APC, seguimiento
Hage, 2004[34]	Países Bajos	40	77,5%	59,6 ± 6,3	12	NDBE + LGD	PDT, APC
Kelty, 2004[35]	Reino Unido	72	80,1%	59,0 ± 11,9	12	NDBE	PDT, APC
Ragunath K, 2005[31]	Reino Unido	26	80,8%	61,2 ± 13,2	12	LGD + HGD	APC, PDT
Sharma P, 2006[36]	Estados Unidos	35	97,1%	61,1 ± 12,4	24	NDBE + LGD	APC, MPEC
Bright, 2007[10]	Australia	40	80,0%	58,0 ± 9,6	60	NDBE + LGD	APC, seguimiento
Bright T, 2009[9]	Australia	54	70,4%	59,1 ± 7,6	12	NDBE + LGD	APC, seguimiento
Shaheen NJ, 2009[14]	Estados Unidos	127	86,6%	66,0 ± 1,7	12	LGD + HGD	RFA, placebo
Zhang, 2009[37]	China	35	62,9%	53,3 ± 10,7	12	NDBE + LGD	APC, IBP
van Vilsteren, 2011[38]	Países Bajos	47	85,1%	67,6 ± 8,5	24	HGD + EC	SRER, ARF
Sie C, 2013[7]	Australia	129	-	61,5 ± 9,3	12	NDBE + LGD	APC, seguimiento
Manner H, 2014[12]	Alemania	63	90,5%	63,0 ± 9,9	36	HGD + EC	APC, seguimiento
Phoa KN, 2014[15]	Europa	136	85,3%	63 ± 9,5	36	LGD	ARF, seguimiento
Peearally MF, 2019[39]	Reino Unido	76	84,2%	70,0 ± 9,2	12	HGD + EC	ARF, APC
Wronska E, 2021[40]	Polonia	71	76,1%	61,1 ± 4,2	1.5	LGD	APC
Barret M, 2021[41]	Francia	82	92,7%	62,3 ± 10,0	36	LGD	ARF, seguimiento
Knabe M, 2023[22]	Alemania	101	-	64,6	21	LGD, HGD, CA is	ARF, APC
Serie actual	Colombia	131	71	61,3 ± 5,39	39	LGD, HGD, CA is	ARF, APC, APCH

APC: coagulación con argón plasma; ARF: ablación por radiofrecuencia; DAG: displasia de alto grado; DBG: displasia de bajo grado; EBSD: esófago de Barrett sin displasia; IBP: inhibidores de la bomba de protones; TFD: terapia fotodinámica; MPEC: electrocoagulación multipolar; SRER: resección endoscópica radical por etapas. Tabla elaborada por los autores.

directrices de la Conferencia Internacional para las Buenas Prácticas Clínicas. De acuerdo con la calificación del riesgo ético según la Resolución 8430/93 de Colombia, esta se considera una investigación sin riesgo: al tratarse de un estudio que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos, en el que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, en el que se realiza la revisión de historias clínicas, entrevistas, diligenciamiento de cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

Conflictos de interés

Los autores dejan constancia de que no existe ningún conflicto de interés.

Uso de inteligencia artificial

Se utilizaron herramientas de inteligencia artificial (ChatGPT, OpenAI) de manera auxiliar en la redacción y edición del manuscrito, particularmente en la mejora de la redacción en inglés y en la generación de resúmenes estructurados. Todas las secciones han sido revisadas, validadas y aprobadas por los autores, quienes asumen plena responsabilidad por el contenido científico y las conclusiones del trabajo.

Fuentes de financiación

Recursos propios de los autores.

Contribución de los autores

- Diseño y concepción del estudio: Rodrigo Castaño-Llano.

- Adquisición de datos: Camilo Díaz-Quintero, David Restrepo-Escobar, Daniela Palacio.
- Análisis e interpretación de datos: Camilo Díaz-Quintero, David Restrepo-Escobar, Daniela Palacio.
- Redacción del manuscrito: Rodrigo Castaño-Llano, Camilo Díaz-Quintero, David Restrepo-Escobar, Daniela Palacio.
- Revisión crítica del manuscrito: Daniela Palacio, Óscar Alberto Álvarez.

REFERENCIAS

1. Young E, Fantasia J, Phan E, Singh R. Endoscopic treatment for early Barrett's neoplasia - a Western perspective. Digestion. 2026;107(1):58-80. https://doi.org/10.1159/000548561
2. Sung J, Lin D, Fitzgerald R, Sharma P, Law S, Ilson D. Carcinoma of Esophagus. J Gastroenterol Hepatol. 2025;40(8):1861-75. https://doi.org/10.1111/jgh.16990
3. Khetpal N, Ali S, Hussain S, Ali A, Sharbatji M, Childs C, et al. Efficacy and Safety of Advanced Endoscopic Techniques in Early Barrett's Neoplasia: A Systematic Review and Pooled Analysis. Cureus. 2025;17(6):e86015. https://doi.org/10.7759/cureus.86015
4. Rubenstein JH, Sawas T, Wani S, Eluri S, Singh S, Chandar AK, et al. AGA Clinical Practice Guideline on Endoscopic Eradication Therapy of Barrett's Esophagus and Related Neoplasia. Gastroenterology. 2024;166(6):1020-55. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2024.03.019
5. Castaño-Llano R, Álvarez O, Piñeres A, Vélez MHR, Rojas A, Diazgranados AA, et al. Evaluación de la eficacia de la terapia ablativa con argón plasma en el esófago de Barrett con displasia: seguimiento prospectivo no menor a un año. Rev Colomb Gastroenterol. 2014;29(4):347-57. https://doi.org/10.22516/25007440.422
6. Castaño Llano R, Álvarez O, Piñeres A, Ruíz MH, Rojas A, Álvarez A, et al. Argón plasma versus mucosectomía con bandas en el manejo endoscópico del esófago de Barrett con displasia o el carcinoma de esófago in situ. Rev Colomb Gastroenterol. 2014;29(4):358-67. https://doi.org/10.22516/25007440.432
7. Sie C, Bright T, Schoeman M, Game P, Tam W, Devitt P, et al. Argon plasma coagulation ablation versus endoscopic surveillance of Barrett's esophagus: late outcomes from two randomized trials. Endoscopy. 2013;45(11):859-65. https://doi.org/10.1055/s-0033-1344584
8. Manner H, Rabenstein T, Pech O, Braun K, May A, Pohl J, et al. Ablation of residual Barrett's epithelium after endoscopic resection: a randomized long-term follow-up study of argon plasma coagulation vs. surveillance (APE study). Endoscopy. 2013;46(01):6-12. https://doi.org/10.1055/s-0033-1358813
9. Bright T, Watson DI, Tam W, Game PA, Ackroyd R, Devitt PG, et al. Prospective Randomized Trial of Argon Plasma Coagulation Ablation Versus Endoscopic Surveillance of Barrett's Esophagus in Patients Treated with Antisecretory Medication. Dig Dis Sci. 2009;54(12):2606-11. https://doi.org/10.1007/s10620-008-0662-7
10. Bright T, Watson DI, Tam W, Game PA, Astill D, Ackroyd R, et al. Randomized Trial of Argon Plasma Coagulation Versus Endoscopic Surveillance for Barrett Esophagus After Antireflux Surgery: Late Results. Ann Surg. 2007;246(6):1016-20. https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318133fa85
11. Kozyk M, Kumar L, Strubchevska K, Trivedi M, Wasvary M, Giri S. Efficacy and Safety of Argon Plasma Coagulation for the Ablation of Barrett's Esophagus: A Systemic Review and Meta-Analysis. Gut Liver. 2024;18(3):434-43. https://doi.org/10.5009/gnl230094
12. Manner H, Neugebauer A, Scharpf M, Braun K, May A, Ell C, et al. The tissue effect of argon-plasma coagulation with prior submucosal injection (Hybrid-APC) versus standard APC: A randomized ex-vivo study. United Eur Gastroenterol J. 2014;2(5):383-90. https://doi.org/10.1177/2050640614544315
13. Shah SN, Chehade NEH, Tavangar A, Choi A, Monachese M, Chang KJ, et al. Hybrid argon plasma coagulation in Barrett's esophagus: a systematic review and meta-analysis. Clin Endosc. 2023;56(1):38-49. https://doi.org/10.5946/ce.2022.179
14. Shaheen NJ, Sharma P, Overholt BF, Wolfsen HC, Sampliner RE, Wang KK, et al. Radiofrequency Ablation in Barrett's Esophagus with Dysplasia. N Engl J Med. 2009;360(22):2277-88.
15. Phoa KN, van Vilsteren FGI, Weusten BLAM, Bisschops R, Schoon EJ, Ragunath K, et al. Radiofrequency Ablation vs Endoscopic Surveillance for Patients With Barrett Esophagus and Low-Grade Dysplasia: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 2014;311(12):1209-17. https://doi.org/10.1001/jama.2014.2511
16. Wang Y, Ma B, Yang S, Li W, Li P. Efficacy and Safety of Radiofrequency Ablation vs. Endoscopic Surveillance for Barrett's Esophagus With Low-Grade Dysplasia: Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Front Oncol. 2022;12:801940. https://doi.org/10.3389/fonc.2022.801940
17. Klair JS, Zafar Y, Nagra N, Murali AR, Jayaraj M, Singh D, et al. Outcomes of Radiofrequency Ablation versus Endoscopic Surveillance for Barrett's Esophagus with Low-Grade Dysplasia: A Systematic Review and Meta-Analysis. Dig Dis. 2021;39(6):561-8. https://doi.org/10.1159/000514786

18. Qumseya BJ, Wani S, Gendy S, Harnke B, Bergman JJ, Wolfsen H. Disease Progression in Barrett's Low-Grade Dysplasia With Radiofrequency Ablation Compared With Surveillance: Systematic Review and Meta-Analysis. Am J Gastroenterol. 2017;112(6):849-65. https://doi.org/10.1038/ajg.2017.70
19. Haidry RJ, Dunn JM, Butt MA, Burnell MG, Gupta A, Green S, et al. Radiofrequency Ablation and Endoscopic Mucosal Resection for Dysplastic Barrett's Esophagus and Early Esophageal Adenocarcinoma: Outcomes of the UK National Halo RFA Registry. Gastroenterology. 2013;145(1):87-95. https://doi.org/10.1053/j.gastro.2013.03.045
20. Manner H, May A, Kouti I, Pech O, Vieth M, Ell C. Efficacy and safety of Hybrid-APC for the ablation of Barrett's esophagus. Surg Endosc. 2016;30(4):1364-70. https://doi.org/10.1007/s00464-015-4336-1
21. Januszewicz W, Nastazja DP, Wrońska E, Klimkowski R, Wojtowicz-Popiel M, Regula J, et al. Endoscopic radiofrequency ablation versus hybrid argon plasma coagulation in the treatment of Barrett's esophagus – the patients' perspective: a randomized controlled trial assessing procedural acceptability and safety (the RATE study). Endoscopy. 2024;56(S 02):S214. https://doi.org/10.1055/s-0044-1783180
22. Knabe M, Wetzka J, Welsch L, Richl J, Michael F, Blößer S, et al. Radiofrequency ablation versus hybrid argon plasma coagulation in Barrett's esophagus: a prospective randomised trial. Surg Endosc. 2023;37(10):7803-11. https://doi.org/10.1007/s00464-023-10313-5
23. Wang D, Chen Y, Ji F, Hu JW, Zhou PH, Xu SC, et al. Hybrid argon plasma coagulation for the treatment of Barrett's esophagus: A prospective, multicenter study. World J Clin Cases. 2024;12(19):3866-72. https://doi.org/10.12998/wjcc.v12.i19.3866
24. Knabe M, Beyna T, Rösch T, Bergman J, Manner H, May A, et al. Hybrid APC in Combination With Resection for the Endoscopic Treatment of Neoplastic Barrett's Esophagus: A Prospective, Multicenter Study. Off J Am Coll Gastroenterol ACG. 2022;117(1):110. https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000001539
25. Varas Lorenzo M, Abad Belando R. Endoscopic treatment of Barrett´s esophagus. Rev Esp Enferm Dig. 2025;117(2):122-123. https://doi.org/10.17235/reed.2024.10201/2023
26. Tariq R, Enslin S, Hayat M, Kaul V. Efficacy of Cryotherapy as a Primary Endoscopic Ablation Modality for Dysplastic Barrett's Esophagus and Early Esophageal Neoplasia: A Systematic Review and Meta-Analysis. Cancer Control. 2020;27(1):1073274820976668. https://doi.org/10.1177/1073274820976668
27. Khan SM, Kundu S, Godfrey J, Buggiotti C, Haboubi H. Cryotherapy versus radiofrequency ablation in the treatment of post-chemoradiotherapy patients with recurrence of Barrett's dysplasia. Clin Endosc. 2025;58(1):161-2. https://doi.org/10.5946/ce.2024.221
28. Visrodia K, Zakko L, Singh S, Leggett CL, Iyer PG, Wang KK. Cryotherapy for persistent Barrett's esophagus after radiofrequency ablation: a systematic review and meta-analysis. Gastrointest Endosc. 2018;87(6):1396-1404.e1. https://doi.org/10.1016/j.gie.2018.02.021
29. Zhang Q, Li M, Jin X, Zhou R, Ying Y, Wu X, et al. Comparison of interventions for Barrett's esophagus: A network meta-analysis. Plos One. 2024;19(5):e0302204. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302204
30. Papaefthymiou A, Norton B, Telese A, Ramai D, Murino A, Gkolfakis P, et al. Efficacy and Safety of Cryoablation in Barrett's Esophagus and Comparison with Radiofrequency Ablation: A Meta-Analysis. Cancers. 2024;16(17):2937. https://doi.org/10.3390/cancers16172937
31. Ragunath K, Krasner N, Sankara Raman V, Haqqani MT, Phillips CJ, Cheung I. Endoscopic ablation of dysplastic Barrett's oesophagus comparing argon plasma coagulation and photodynamic therapy: A randomized prospective trial assessing efficacy and cost-effectiveness. Scand J Gastroenterol. 2005;40(7):750-8. https://doi.org/10.1080/00365520510015737
32. Kahaleh M, Van Laethem JL, Nagy N, Cremer M, Devière J. Long-term follow-up and factors predictive of recurrence in Barrett's esophagus treated by argon plasma coagulation and acid suppression. Endoscopy. diciembre de 2002;34(12):950-5. PubMed PMID: 12471537. https://doi.org/10.1055/s-2002-35847
33. Ackroyd R, Brown NJ, Davis MF, Stephenson TJ, Marcus SL, Stoddard CJ, et al. Photodynamic therapy for dysplastic Barrett's oesophagus: a prospective, double blind, randomised, placebo controlled trial. Gut. 2000;47(5):612-7. https://doi.org/10.1136/gut.47.5.612
34. Hage M, Siersema PD, van Dekken H, Steyerberg EW, Haringsma J, van de Vrie W, et al. 5-Aminolevulinic acid photodynamic therapy versus argon plasma coagulation for ablation of Barrett's oesophagus: a randomised trial. Gut. 2004;53(6):785-90. https://doi.org/10.1136/gut.2003.028860
35. Kelty CJ, Ackroyd R, Brown NJ, Stephenson TJ, Stoddard CJ, Reed MWR. Endoscopic ablation of Barrett's oesophagus: a randomized-controlled trial of photodynamic therapy vs. argon plasma coagulation. Aliment Pharmacol Ther. 2004;20(11-12):1289-96. https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2004.02277.x
36. Sharma P, Wani S, Weston AP, Bansal A, Hall M, Mathur S, et al. A randomised controlled trial of ablation of Barrett's oesophagus with multipolar electrocoagulation versus argon plasma coagulation in combination with acid suppression: long term results. Gut. 2006;55(9):1233-9. https://doi.org/10.1136/gut.2005.086777
37. Zhang L, Dong L, Liu J, Lu X, Zhang J. Endoscopic ablation of Barrett's esophagus using the second generation argon plasma coagulation: a prospective randomized controlled trail. J Nanjing Med Univ. 2009;23(3):183-8. https://doi.org/10.1016/S1007-4376(09)60052-6

38. van Vilsteren FG, Pouw RE, Seewald S, Alvarez Herrero L, Sondermeijer CM, Visser M, et al. Stepwise radical endoscopic resection versus radiofrequency ablation for Barrett's oesophagus with high-grade dysplasia or early cancer: a multicentre randomised trial. Gut. 2011;60(6):765-73. https://doi.org/10.1136/gut.2010.229310
39. Peerally MF, Bhandari P, Ragunath K, Barr H, Stokes C, Haidry R, et al. Radiofrequency ablation compared with argon plasma coagulation after endoscopic resection of high-grade dysplasia or stage T1 adenocarcinoma in Barrett's esophagus: a randomized pilot study (BRIDE). Gastrointest Endosc. 2019;89(4):680-9. https://doi.org/10.1016/j.gie.2018.07.031
40. Wronska E, Polkowski M, Orlowska J, Mroz A, Wieszczy P, Regula J. Argon plasma coagulation for Barrett's esophagus with low-grade dysplasia: a randomized trial with long-term follow-up on the impact of power setting and proton pump inhibitor dose. Endoscopy. 2020;53(2):123-32. https://doi.org/10.1055/a-1203-5930
41. Barret M, Pioche M, Terris B, Ponchon T, Cholet F, Zerbib F, et al. Endoscopic radiofrequency ablation or surveillance in patients with Barrett's oesophagus with confirmed low-grade dysplasia: a multicentre randomised trial. Gut. 2021;70(6):1014-1022. https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-322082