



REVISTA DE GASTROENTEROLOGÍA DE MÉXICO

www.elsevier.es/rgmx



ARTÍCULO ORIGINAL

Angiografía por fluorescencia con verde de indocianina en cirugía colorrectal: análisis retrospectivo de casos y controles en México



D. Tueme-de la Peña^a, E.A. Salgado-Gamboa^b, J.I. Ortiz de Elguea-Lizárraga^c, M. Zambrano Lara^c, H.A. Rangel-Ríos^b, A.F. Chapa-Lobo^b y L.E. Salgado-Cruz^{a,b,c,*}

^a Hospital Christus Muguerza Alta Especialidad - UDEM, Monterrey, Nuevo León, México

^b Coloncáncer, Hospital Ángeles Valle Oriente, San Pedro Garza García, Nuevo León, México

^c Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud del Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México

Recibido el 22 de junio de 2022; aceptado el 9 de enero de 2023

Disponible en Internet el 21 de febrero de 2023

PALABRAS CLAVE

Fuga de anastomosis;
Cirugía colorrectal;
Verde de indocianina;
Cirugía con
fluorescencia

Resumen

Introducción y objetivos: La fuga de anastomosis es una de las complicaciones más temidas de la cirugía colorrectal, ya que aumenta la morbilidad postoperatoria. El objetivo de este manuscrito fue identificar si la angiografía por fluorescencia con verde de indocianina (AFVI) disminuía la tasa de dehiscencia de anastomosis en cirugía colorrectal.

Material y métodos: Se realizó un estudio retrospectivo de enero 2019 a septiembre 2021 de los pacientes que fueron sometidos a cirugía colorrectal con resección colónica o resección anterior baja y anastomosis primaria. Se dividió a los pacientes en dos grupos: un grupo de estudio en los que se realizó la AFVI para valoración transoperatoria de la perfusión sanguínea en el sitio de anastomosis, y un grupo control en los que no se utilizó.

Resultados: Se revisaron un total de 168 expedientes, obteniendo un grupo control de 85 pacientes y un grupo de estudio de 83 pacientes. En el grupo de estudio se identificó una inadecuada perfusión que requirió un cambio del sitio de anastomosis en el 4.8% (n = 4). Se identificó una tendencia a la disminución de la tasa de fuga con la AFVI en el grupo de estudio (6%; n = 5) vs el grupo control (7.1%; n = 6) (p = 0.999). Se encontró una tasa del 0% de fugas en los pacientes con cambio de sitio de anastomosis por perfusión inadecuada.

Conclusiones: El uso de AFVI como método de valoración de la perfusión sanguínea de manera transoperatoria muestra una tendencia a disminuir la incidencia de fuga de anastomosis en cirugía colorrectal.

© 2023 Asociación Mexicana de Gastroenterología. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia. Av. Cto. Frida Kahlo 180, Valle Oriente, San Pedro Garza García, N.L., CP 66260. Teléfono: +52 81 1022 8553
Correo electrónico: salgado.luis@gmail.com (L.E. Salgado-Cruz).

<https://doi.org/10.1016/j.rgmx.2023.01.001>

0375-0906/© 2023 Asociación Mexicana de Gastroenterología. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Anastomotic leak;
Colorectal surgery;
Indocyanine green;
Surgery with
fluorescence

Indocyanine green fluorescence angiography in colorectal surgery: A retrospective case-control analysis in Mexico

Abstract

Introduction and aims: An anastomotic leak is one of the most dreaded complications in colorectal surgery because it increases postoperative morbidity and mortality. The aim of the present study was to identify whether indocyanine green fluorescence angiography (ICGFA) reduced the anastomotic dehiscence rate in colorectal surgery.

Material and methods: A retrospective study on patients that underwent colorectal surgery with colonic resection or low anterior resection and primary anastomosis, within the time frame of January 2019 and September 2021, was conducted. The patients were divided into the case group, in which ICGFA was performed for the intraoperative evaluation of blood perfusion at the anastomosis site, and the control group, in which ICGFA was not utilized.

Results: A total of 168 medical records were reviewed, resulting in 83 cases and 85 controls. Inadequate perfusion that required changing the surgical site of the anastomosis was identified in 4.8% of the case group (n = 4). A trend toward reducing the leak rate with ICGFA was identified (6% [n = 5] in the cases vs 7.1% in the controls [n = 6] [P = .999]). The patients that underwent anastomosis site change due to inadequate perfusion had a 0% leak rate.

Conclusions: ICGFA as a method to evaluate intraoperative blood perfusion showed a trend toward reducing the incidence of anastomotic leak in colorectal surgery.

© 2023 Asociación Mexicana de Gastroenterología. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La fuga de anastomosis es una de las complicaciones más temidas de la cirugía colorrectal, ya que aumenta la morbilidad postoperatoria^{1,2}. La fuga de anastomosis se define como «la comunicación entre el compartimiento intraluminal y extraluminal debida a un defecto en la integridad de la pared intestinal en el sitio de la anastomosis»¹. La tasa de fuga de anastomosis en cirugía colorrectal varía ampliamente, con una incidencia promedio de 1-19%²⁻⁴. Existen múltiples factores de riesgo relacionados con la fuga de anastomosis, dentro de los cuales la isquemia en el sitio de anastomosis es uno de los más importantes⁵⁻⁸. Durante la cirugía, el cirujano realiza una valoración clínica de la perfusión en el sitio de anastomosis para decidir si esta es viable o no. Sin embargo, la sensibilidad y la especificidad para predicción de fuga de anastomosis por los cirujanos son del 38% y del 46% para anastomosis localizadas a más de 15 cm del margen anal, y del 62% y del 52% para anastomosis localizadas a menos de 15 cm del margen anal⁹.

El verde de indocianina es una molécula de tricarbocianina, estéril, aniónica, hidrosoluble, relativamente hidrofóbica, que una vez inyectada en el sistema vascular, vía intravenosa, se une a proteínas plasmáticas^{10,11}. Como mencionan Reinhart et al.¹², esta tinción fue utilizada desde mediados de los cincuenta como medio de contraste para valorar la función cardíaca y hepática, y no fue hasta inicios del 2000 cuando se descubrió su reactividad fluorescente al ser estimulada con luz infrarroja. Basado en esta se puede realizar una angiografía en tiempo real y tener una evidencia visual del flujo sanguíneo, por lo que se ha utilizado con múltiples aplicaciones clínicas¹³. En cirugía colorrectal esta

herramienta fue descrita inicialmente por Kudzusz et al.¹⁴ como una forma de evaluar la perfusión en el sitio de anastomosis. Nuestro objetivo fue comparar si el uso de verde de indocianina para valorar la perfusión sanguínea de forma transoperatoria permite reducir la incidencia de fugas de anastomosis.

Material y métodos

Se realizó un estudio retrospectivo de casos y controles de los pacientes que fueron sometidos a cirugía colorrectal con procedimientos de colectomía o resección anterior baja (RAB) y anastomosis primaria en el periodo de enero de 2019 a septiembre de 2021. Se identificaron un total de 178 pacientes, de los cuales 10 fueron descartados por antecedentes de laparotomías previas o incumplimiento en el seguimiento posquirúrgico durante los primeros 30 días posteriores a la cirugía. Se obtuvieron 85 pacientes en los cuales se realizó el procedimiento estándar y 83 pacientes en los cuales se realizó la angiografía por fluorescencia con el verde de indocianina (AFVI). Todas las cirugías fueron realizadas por el mismo grupo de cirujanos colorrectales (Coloncáre, Monterrey, México) con amplia experiencia tanto en el abordaje convencional como en el laparoscópico. Se catalogaron los pacientes según el procedimiento quirúrgico realizado en 5 grupos: colectomía derecha, colectomía izquierda, colectomía de sigmoidees, RAB y resección anterior ultrabaja (RAUB). Se registraron las comorbilidades de los pacientes, así como sus diagnósticos y resultados de estudios preoperatorios.

Técnica quirúrgica

Todos los procedimientos quirúrgicos fueron realizados por el mismo grupo de cirujanos colorrectales mediante abordaje laparoscópico. Todos los pacientes fueron sometidos al procedimiento quirúrgico bajo anestesia general balanceada y colocados en posición de Lloyd-Davis. En los casos de colectomía derecha se colocaba con Trendelenburg parcial con lateralización a la izquierda. En los casos de colectomía izquierda, colectomía de sigmoides, RAB o RAUB se colocó al paciente en Trendelenburg con lateralización a la derecha. En los pacientes en los que se realizó colectomía izquierda/sigmoides o RAB/RAUB se evaluaron la prueba de revisión de donas anastomóticas, la prueba neumática, la visión directa por colonoscopia o rectosigmoidoscopia, además de la AFVI en el caso del grupo de estudio.

Colectomía derecha

El cirujano se coloca del lado izquierdo del paciente. Se colocan 4 trócares. Se inicia con la identificación del ciego y el pedículo ileocólico. Se realiza la disección de medial a lateral. Una vez liberado el colon derecho, identifican los sitios de resección a nivel proximal y distal. Se realiza la AFVI en el grupo de estudio a nivel de íleon terminal y a nivel de colon transverso, o bien directamente la resección en el grupo control, con grapadora lineal de 60 mm cartucho morado a nivel del íleon terminal y cartucho morado a nivel del colon transverso. Se realiza finalmente una anastomosis intracorpórea isoperistáltica latero-lateral con grapadora cartucho morado mediante enterotomía; en el grupo de estudio, una vez colocada la grapadora, se repite la prueba de perfusión previo al disparo y se cierra mediante sutura continua con sutura barbada de 2-0. Se coloca el espécimen en bolsa laparoscópica de 12-15 mm y se retira mediante una incisión de Pfannenstiel, colocando protector de herida Alexis® O™ (Applied Medical, California, EE.UU.).

Colectomía izquierda/de sigmoides

El cirujano se coloca del lado derecho del paciente. Se utilizan 4 trócares. Se inicia con la identificación de la lesión. Se realiza abordaje de medial a lateral y, si se requiere, se libera el ángulo esplénico, con el objetivo de tener una anastomosis libre de tensión. En los casos de patología benigna se preserva la arteria hemorroidal superior. Una vez liberado el colon, se marcan los sitios de resección con clips a nivel proximal y se realiza sección a nivel distal con grapadora lineal de 60 mm. Se realiza incisión de Pfannenstiel, se coloca protector de herida Alexis® O™ (Applied Medical, California, EE.UU.) y se extrae pieza. Se continúa con la AFVI en el grupo de estudio, o bien directamente la resección en el grupo control, con bisturí en el sitio identificado con adecuada perfusión, ya sea de manera clínica o mediante la AFVI. Se coloca anvil de grapadora circular y se cierra mediante jareta de sutura de monofilamento 0. Se cierra la cavidad girando el protector Alexis y se reinicia el neumoperitoneo para realizar la colorrectoanastomosis con grapadora circular; posteriormente se repite la AFVI en el grupo de estudio, confirmando la adecuada perfusión en el sitio de anastomosis. Se retira el espécimen mediante una incisión de Pfannenstiel.

Resección anterior baja/ultrabaja

El cirujano se coloca del lado derecho del paciente. Se utilizan 4 trócares. Se inicia con la identificación de la lesión. Se realiza abordaje de medial a lateral y se libera el ángulo esplénico. Una vez liberado el colon izquierdo y el sigmoides, se incide la reflexión peritoneal y se disecciona el mesorrecto, respetando la integridad de este dentro de la pieza quirúrgica, y se disecciona dependiendo del sitio de lesión para obtener un margen distal adecuado. Se marcan los sitios de resección con hemoclips a nivel proximal y se realiza sección a nivel distal con grapadora lineal de 60 mm. Se realiza incisión de Pfannenstiel, se coloca protector de herida Alexis® O™ (Applied Medical, California, EE.UU.) y se extrae pieza. Se continúa con la AFVI en el grupo de estudio, o bien directamente la resección en el grupo control, con bisturí en el sitio identificado con adecuada perfusión, ya sea de manera clínica o mediante AFVI. Se coloca anvil y se cierra mediante jareta de monofilamento 0. Se cierra la cavidad girando el protector Alexis y se reinicia el neumoperitoneo para realizar la colorrectoanastomosis con grapadora circular de 28 mm; posteriormente se repite la AFVI en el grupo de estudio, confirmando la adecuada perfusión en el sitio de anastomosis. Se retira el espécimen mediante una incisión de Pfannenstiel. En los casos en los que el cirujano consideró necesario, se realizó una ileostomía en asa de derivación.

Angiografía por fluorescencia con verde de indocianina

Para la AFVI se utilizó una plataforma Stryker 1688. Una vez que fuera diseccionado el espécimen y seleccionado el sitio de resección proximal de acuerdo con sus características macroscópicas, se administró el verde de indocianina en bolo a dosis de 7.5 mg en 3 ml de solución fisiológica de manera intravenosa por vía periférica, y posteriormente se utilizó la luz infrarroja cercana en el sitio de resección para realizar la AFVI y valorar de forma visual si tenía una perfusión adecuada (fig. 1A,B). Los casos en los que la AFVI identificó un sitio de resección proximal con perfusión inadecuada por ausencia de visualización del contraste, se modificó el sitio para realizar la anastomosis a una localización donde se identificara presencia del contraste y se consideraron como cambios de decisión terapéutica. Una vez realizada la resección y la anastomosis, se repite la prueba con la misma dosis.

Se consideró como «perfusión adecuada» a aquellos pacientes donde posterior a la administración intravenosa del verde de indocianina y con el uso de la luz infrarroja cercana se logró visualizar en el espectro SPY ENV y SPY Contrast el contraste en el tejido en un tiempo menor a 60 segundos.

Se consideró como «perfusión inadecuada» a aquellos pacientes donde posterior a la administración intravenosa del verde de indocianina y con el uso de la luz infrarroja cercana no se logró visualizar en el espectro SPY ENV y SPY Contrast el contraste en el tejido, o el tiempo de visualización era mayor a 60 segundos.

Diseño del estudio

Se registraron el sexo, la edad, el índice de masa corporal (IMC), las comorbilidades, los resultados de estudios preoperatorios (hemoglobina, albúmina, leucocitos, porcentaje

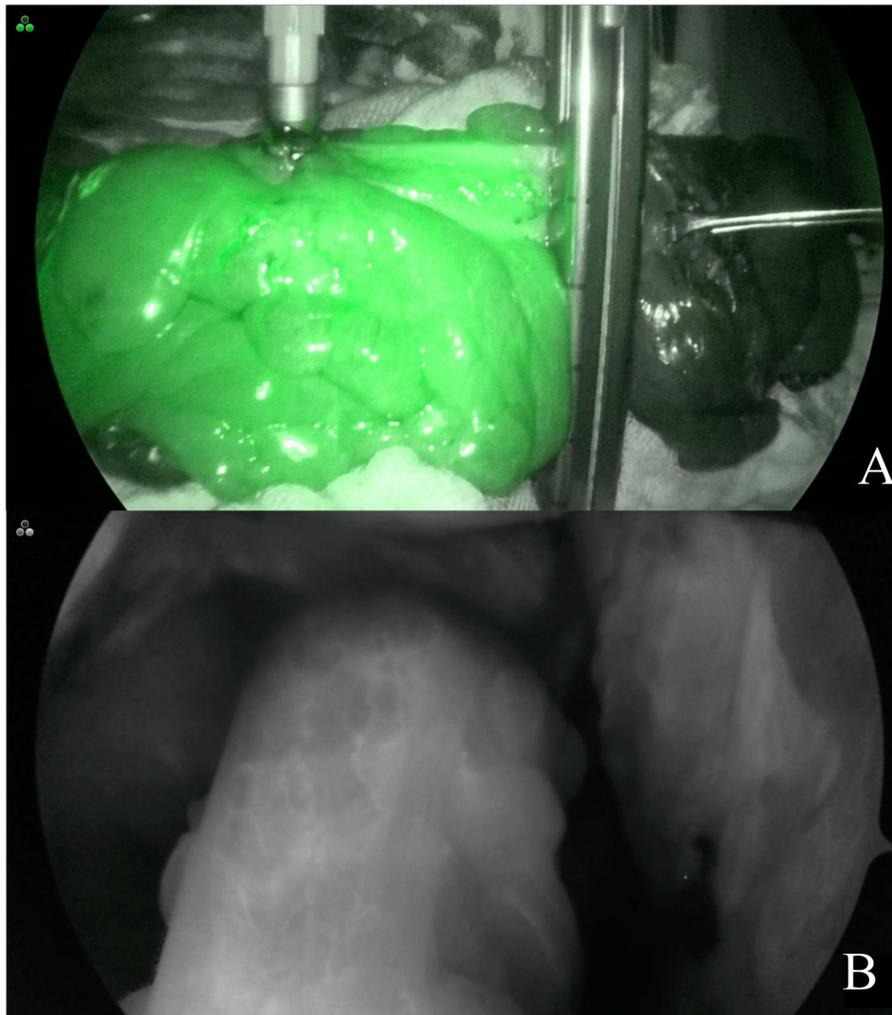


Figura 1 Angiografía por fluorescencia con verde de indocianina a nivel proximal (A) con espectro SPY ENV y de manera intracorpórea previamente al disparo de la grapadora circular (B) con espectro SPY Contrast.

de linfocitos, plaquetas) y la indicación de cirugía, así como variables operatorias como el procedimiento quirúrgico realizado, las conversiones, el sangrado, el tiempo quirúrgico, las complicaciones, la AFVI, el cambio de decisión del sitio de anastomosis, el uso de drenaje, la ileostomía de derivación y hallazgos como obstrucción, perforación, sepsis local, sepsis generalizada, peritonitis focal o peritonitis purulenta.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico las variables cuantitativas fueron reportadas en mediana y rango intercuartil con previa comprobación de su distribución a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov; las variables cualitativas fueron reportadas en frecuencia y porcentaje. Para la comparación de ambos grupos (grupo donde se utilizó verde de indocianina y grupo control) se utilizó la prueba χ^2 (chi cuadrado) para comparar variables cualitativas y la prueba U de Mann-Whitney en el caso de las cuantitativas. Se consideró como estadísticamente significativo un valor de p menor a 0.05. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete SPSS Statistics versión 24 (Armonk, NY).

Consideraciones éticas

Los autores declaran que para esta investigación no se realizaron experimentos en seres humanos ni en animales y que se siguieron los protocolos de cada centro de trabajo de los hospitales participantes sobre la publicación de los datos de los pacientes incluidos. Los médicos colaboradores aplicaron los estándares, requisitos éticos y consentimiento informado para el diagnóstico y manejo de sus pacientes. No se solicitó consentimiento informado por escrito para esta publicación, ya que el trabajo fue retrospectivo multicéntrico, y no se incluyeron datos personales que permitieran la identificación de los pacientes.

Resultados

Un total de 168 participantes fueron incluidos en el estudio: en 83 se realizó AFVI para valorar la perfusión en la anastomosis y en 85 se siguió un procedimiento estándar. La mediana de edad en la población total fue de 60 (51.2-68) años, el IMC fue de 26.8 (24.4-29.2) kg/m² y el 49.4% pertenecía al sexo femenino (tabla 1). Al comparar las

Tabla 1 Características sociodemográficas de los pacientes

Variable	Uso de verde de indocianina (n = 83)	Grupo control (n = 85)	p
Edad, años (media, DE)	58 (49-65)	61 (52.5-69.5)	0.148 ^a
Sexo femenino (n, %)	39 (47)	44 (51.8)	0.542 ^b
IMC (media, DE)	27 (25-29.7)	26.6 (24.3-28.7)	0.272 ^a
Tabaquismo (n, %)	10 (12)	9 (10.6)	0.811 ^b
Consumo de alcohol (n, %)	12 (14.5)	9 (10.6)	0.491 ^b
Diabetes mellitus tipo 2 (n, %)	4 (4.8)	11 (12.9)	0.102 ^b
Hipertensión arterial (n, %)	17 (20.5)	14 (16.5)	0.554 ^b
Enfermedad renal crónica (n, %)	2 (2.4)	0 (0)	0.243 ^b
Uso de esteroides	1 (1.2)	2 (2.4)	0.999 ^b
Hemoglobina (mediana, RIC)	13.7 (11.6-14.9)	13 (11.05-14.05)	0.097 ^a
Leucocitos (mediana, RIC)	6.9 (5.7-9.2)	7.8 (5.9-10.1)	0.156 ^a
Plaquetas (mediana, RIC)	246 (201-292)	261 (207-312)	0.289 ^a
Linfocitos (mediana, RIC)	23 (16-30)	18.05 (12-27)	0.016 ^a
Albumina (mediana, RIC)	4.02 (3.8-4.4)	4.1 (3.8-4.4)	0.779 ^a
Procedimiento quirúrgico (n, %)			0.134 ^b
RAB	20 (24.1)	13 (15.3)	
RAUB	5 (6)	5 (5.8)	
Colectomía de sigmoides	31 (37.3)	31 (36.5)	
Colectomía derecha	14 (16.9)	28 (32.9)	
Colectomía izquierda	13 (15.7)	8 (8.4)	

DE: desviación estándar; RAB: resección anterior baja; RAUB: resección anterior ultra baja; RIC: rango intercuartil.

^a Prueba U de Mann-Whitney.

^b Prueba χ^2 .

Tabla 2 Lista de diagnósticos por grupo de estudio

	Uso de verde de indocianina (n = 83)	Grupo control (n = 85)
Cáncer de colon (n, %)	30 (36.1)	37 (43.5)
<i>Por estadios:</i>		
I	9 (10.8)	6 (7.1)
IIA	4 (4.8)	6 (7.1)
IIB	2 (2.4)	3 (3.5)
IIIA	3 (3.6)	6 (7.1)
IIIB	5 (6)	8 (9.4)
IIIC	5 (6)	4 (4.7)
IV	1 (1.2)	1 (3.6)
Cáncer de recto (n, %)		
<i>Por estadios:</i>	18 (21.68)	19 (22.3)
I	5 (6)	6 (7.1)
IIA	3 (3.6)	1 (1.2)
IIB	2 (2.4)	1 (1.2)
IIC	1 (1.2)	1 (1.2)
IIIA	1 (1.2)	1 (1.2)
IIIB	5 (6)	4 (4.7)
IIIC	0 (0)	2 (2.4)
IV	1 (1.2)	2 (2.4)
Enfermedad diverticular (n, %)	18 (21.7)	21 (24.7)
Enfermedad diverticular + fistula colocutánea/colovesical (n, %)	4 (4.8)	2 (2.4)
Carcinoma de vagina/ovario metastásico (n, %)	3 (3.6)	0 (0)
Pólipos colónicos (n, %)	0 (0)	4 (4.7)
Otros diagnósticos (n, %)	10 (12)	3 (3.5)

Tabla 3 Condiciones preoperatorios

	Uso de verde de indocianina (n = 83)	Grupo control (n = 85)	p
Perforación (n, %)	4 (4.8)	1 (1.2)	0.208 ^a
Obstrucción (n, %)	13 (15.7)	4 (4.7)	0.022 ^a
Radioterapia neoadyuvante (n, %)	5 (6.2)	7 (8.2)	0.767 ^a
Quimioterapia neoadyuvante (n, %)	6 (7.7)	9 (10.6)	0.595 ^a
Sepsis abdominal generalizada (n, %)	0 (0)	1 (1.2)	0.999 ^a
Sepsis focal (n, %)	5 (6)	1 (1.2)	0.115 ^a
Peritonitis purulenta (n, %)	0 (0)	1 (1.2)	0.999 ^a
Peritonitis fecal (n, %)	1 (1.2)	1 (1.2)	0.999 ^a

^a Prueba χ^2 .

Tabla 4 Comparación de desenlaces clínicos y quirúrgicos

	Uso de verde de indocianina (n = 83)	Grupo control (n = 85)	p
Cambio por perfusión (n, %)	4 (4.8)	NA	NA
Fuga (n, %)	0 (0)	NA	NA
Tiempo quirúrgico, minutos (mediana, RIC)	200 (180-240)	180 (150-215)	0.009 ^b
Sangrado quirúrgico, ml (mediana, RIC)	120 (80-180)	100 (50-200)	0.990 ^b
Ileostomía (n, %)	14 (16.9)	17 (20)	0.692 ^a
Drenaje (n, %)	36 (43.4)	34 (40)	0.754 ^a
Fuga (n, %)	5 (6)	6 (7.1)	0.999 ^a
Otras complicaciones (n, %)	9 (11.7)	9 (10.6)	0.999 ^a
Días postoperatorios (mediana, RIC)	6 (4-8)	6 (4-8)	0.577 ^b

RIC: rango intercuartil.

^a Prueba χ^2 .

^b Prueba U de Mann-Whitney.

características clínicas y demográficas de ambos grupos de estudio no se observó que estas fueran estadísticamente diferentes entre ellos, con la única excepción del porcentaje de linfocitos, observándose una ligera tendencia a ser superior en el grupo donde se realizó la AFVI. En la [tabla 2](#) se pueden visualizar los distintos diagnósticos realizados.

De los pacientes en los cuales se utilizó la AFVI, únicamente en el 4.8% de los casos la valoración del sitio de resección realizada por el cirujano contaba con datos de perfusión inadecuada (pobre visualización del verde de indocianina posterior a la AFVI o tiempo de perfusión mayor a 60 segundos) que ameritó un cambio en el sitio de anastomosis. Al comparar las variables preoperatorias entre ambos grupos de estudio (tasa de perforación, sepsis generalizada y focal, y peritonitis purulenta y fecal, radio y quimioterapia neoadyuvante) no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Únicamente se observó una mayor proporción de obstrucción preoperatoria en el grupo sometido a AFVI comparado con el grupo control (15.7% vs 4.7%; $p = 0.022$) ([tabla 3](#)). El tiempo quirúrgico fue estadísticamente superior en el grupo donde se utilizó verde de indocianina ($p = 0.009$) por una diferencia de 20 minutos. Por otra parte, no se observaron diferencias entre grupos con respecto al sangrado perioperatorio o a los días de estancia postoperatoria ([tabla 4](#)).

Al evaluar el desenlace de fuga se observó una proporción similar con una tendencia a la disminución de eventos en el grupo estudio comparado con el grupo de control (6%

vs 7.1%; $p = 0.999$). De los pacientes del grupo de estudio que presentaron fuga se identificó que el 60% ($n = 3$) se presentaron en pacientes sometidos a resección anterior baja (RAB), el 20% ($n = 1$) en colectomía de sigmoides y el 20% ($n = 1$) en colectomía derecha. Por otra parte, de los pacientes del grupo de estudio en los cuales se requirió un cambio por una perfusión inadecuada (4.8%), la tasa de fugas fue del 0%. Finalmente, no se observó ninguna diferencia en la tasa de uso de ileostomías y drenajes, o en la aparición de otros tipos de complicaciones ([tabla 3](#)).

Discusión

Como se mencionó previamente, la fuga de anastomosis es una de las complicaciones con mayor morbimortalidad dentro de los procedimientos de cirugía colorrectal. En cuanto al costo-beneficio de la utilización de verde de indocianina, si bien en México no existe ningún estudio que evalúe el costo estimado de realizar la prueba vs el beneficio que puede otorgar en la disminución de fugas de anastomosis, en Europa y en Estados Unidos se han realizado múltiples análisis al respecto. En Estados Unidos, un estudio retrospectivo realizado por Hammond et al.¹⁵, con un total de 101,929 pacientes sometidos a cirugía colorrectal y con una tasa de fuga de anastomosis del 6.18% (6,174 pacientes), estimó que la dehiscencia de anastomosis incrementó los costos hospitalarios \$24,129 dólares (USD) y aumentó la estancia hospitalaria un promedio de 7.3 días. De igual

manera, Liu et al.¹⁶ realizaron un análisis de costos para determinar si la angiografía por verde de indocianina de forma rutinaria reducía los costos hospitalarios, teniendo como base un costo promedio de cirugía laparoscópica de colon de \$8,652.92 CAD, costo adicional por fuga de anastomosis de \$9,934.50 CAD y un costo de \$250 CAD por la AFVI, concluyeron que el uso rutinario de verde de indocianina para cirugía colorrectal reduce los costos por caso en un 2.06%. En el Reino Unido la fuga de anastomosis representa un gasto anual de 3.5 a 5 millones de euros para el sistema de salud, mientras que el costo promedio de la ampollita de verde de indocianina es de 13 euros².

Actualmente, determinar la utilidad de la AFVI es uno de los principales objetivos de estudio en cirugía colorrectal, ya que se han obtenido resultados contradictorios en relación con su utilidad para la disminución de la tasa de fugas de anastomosis^{2,11,17-19}. En el metaanálisis realizado por Blanco-Colino y Espin-Basany² se reportó una reducción significativa en la tasa de fugas de anastomosis con la AFVI en pacientes sometidos a cirugía por cáncer de colon y cáncer de recto. De igual forma, el metaanálisis de Lin et al.³ reporta una reducción significativa en la tasas de fugas al utilizar esta prueba (OR=0.31, $p < 0.0001$). Por otra parte, el ensayo clínico aleatorizado PILLAR III realizado por Jafari et al.²⁰ no logró demostrar una disminución significativa en la tasa de fugas entre el grupo en el que se realizó la AFVI vs el grupo control en el que no se utilizó (9% vs 9.6%, $p = 0.37$); sin embargo, en este estudio no se logró alcanzar el tamaño de muestra predeterminado. Según el editorial publicado posteriormente por Keller y Hompes²¹, el ensayo clínico fue suspendido de manera prematura, en parte, debido a que los cirujanos involucrados no estaban dispuestos a continuar realizando procedimientos en el grupo control sin utilizar esta herramienta.

Una variable importante para considerar es el tipo de cirugía a realizar. Según el estudio realizado por Morales-Conde et al.⁴, donde evaluaron el porcentaje de cambios de sitio de resección basado en la AFVI, la cirugía en la que más tiene utilidad la AFVI es la hemicolectomía izquierda (25.9%), seguida de la RAB (25.7%), y disminuye para los casos de hemicolectomía derecha (6%). En el estudio que realizamos, la incidencia de fuga de anastomosis en ambos grupos fue baja. Es relevante mencionar que en el grupo de estudio se identificó una perfusión inadecuada que requirió un cambio de sitio de resección en 4 pacientes (4.8%), y de estos, ninguno tuvo fuga. Sin embargo, debido a la baja incidencia de esta complicación en el estudio, se requieren estudios con una mayor cantidad de pacientes para poder establecer conclusiones en relación con la utilidad de esta prueba.

Por otra parte, una de las principales limitantes en la angiografía con verde de indocianina en la actualidad es la falta de consenso en cuanto a la definición de una perfusión inadecuada, sobre todo en los casos en los cuales se aprecia visualmente la perfusión pero con una baja intensidad, como se menciona en el trabajo de Aiba et al.²², donde, además, se sugiere el uso del tiempo de perfusión arterial, el cual se define como el tiempo desde que se aplica el verde de indocianina intravenoso hasta que se logra visualizar la angiografía, con la intención de estandarizar y establecer un protocolo definido para la AFVI. Particularmente para la valoración de la perfusión a nivel de recto se ha establecido

que un tiempo de perfusión mayor a 60 segundos conlleva una perfusión inadecuada y un mayor riesgo de fuga; sin embargo, no se han establecido formas objetivas de medir la visualización o la intensidad de la perfusión con el verde de indocianina²². Recientemente, Serra-Aracil et al.²³ realizaron un programa de computadora para valoración objetiva y cuantitativa de la perfusión realizada con el verde de indocianina llamado SERGREEN con la intención de establecer un protocolo objetivo para la interpretación de la angiografía por verde de indocianina.

Conclusión

Según los datos recabados en este estudio, se identificó una disminución leve en la tasa de fuga de anastomosis en el grupo de estudio comparado con el grupo control, que no se considera estadísticamente significativa. Una limitante del estudio, como se mencionó previamente, es que el cambio por perfusión fue realizado solamente en el 4.8% de los casos, de los cuales ninguno tuvo fuga. La AFVI es una intervención de bajo riesgo que permite realizar una valoración rápida y sencilla de la perfusión sanguínea en el sitio de anastomosis. Al igual que otras pruebas de valoración de anastomosis, como la prueba neumática, la visualización directa mediante colonoscopia o rectosigmoidoscopia, la revisión de las «donas» anastomóticas, entre otras, tiene como objetivo mejorar la seguridad en los pacientes. Si bien ninguna de estas pruebas es perfecta, en conjunto nos permiten mejorar las prácticas quirúrgicas y mejorar los desenlaces quirúrgicos de los pacientes. Los datos presentados en la literatura muestran una tendencia a la disminución de la tasa de fugas de anastomosis mediante la AFVI; sin embargo, tanto en el PILLAR III como en este estudio no se encontró una diferencia significativa en la tasa de fugas. Debido a la baja incidencia de las fugas, es necesario realizar más estudios con un mayor número de pacientes y establecer un protocolo de utilización y de valoración objetiva para poder establecer conclusiones en cuanto a la utilidad de esta prueba.

Financiación

Este estudio no recibió ningún tipo de financiación proveniente de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflictos de intereses

El Dr. Luis E. Salgado Cruz es consultor de Stryker para el uso de verde de indocianina. El resto de los autores no reportan conflicto de intereses.

Bibliografía

- Vallance A, Wexner S, Berho M, et al. A collaborative review of the current concepts and challenges of anastomotic leaks in colorectal surgery. *Color Dis.* 2017;19:01-12, <http://dx.doi.org/10.1111/codi.13534>.
- Blanco-Colino R, Espin-Basany E. Intraoperative use of ICG fluorescence imaging to reduce the risk of anastomotic leakage in colorectal surgery: A systematic review

- and meta-analysis. *Tech Coloproctol.* 2018;22:15–23, <http://dx.doi.org/10.1007/s10151-017-1731-8>.
3. Lin J, Zheng B, Lin S, et al. The efficacy of intraoperative ICG fluorescence angiography on anastomotic leak after resection for colorectal cancer: A meta-analysis. *Int J Colorectal Dis.* 2021;36:27–39, <http://dx.doi.org/10.1007/s00384-020-03729-1>.
 4. Morales-Conde S, Alarcón I, Yang T, et al. Fluorescence angiography with indocyanine green (ICG) to evaluate anastomosis in colorectal surgery: Where does it have more value? *Surg Endosc.* 2020;34:3897–907, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-019-07159-1>.
 5. Vignali A, Gianotti L, Braga M, et al. Altered micro-perfusion at the rectal stump is predictive for rectal anastomotic leak. *Dis Colon Rectum.* 2000;43:76–82, <http://dx.doi.org/10.1007/BF02237248>.
 6. Hasegawa H, Tsukada Y, Wakabayashi M, et al. Impact of intraoperative indocyanine green fluorescence angiography on anastomotic leakage after laparoscopic sphincter-sparing surgery for malignant rectal tumors. *Int J Colorectal Dis.* 2020;35:471–80, <http://dx.doi.org/10.1007/s00384-019-03490-0>.
 7. Frasson M, Flor-Lorente B, Ramos-Rodríguez JL, et al. Risk factors for anastomotic leak after colon resection for cancer: Multivariate analysis and nomogram from a multicentric, prospective, national study with 3193 patients. *Ann Surg.* 2015;262:321–30, <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000000973>.
 8. Meyer J, Naiken S, Christou N, et al. Reducing anastomotic leak in colorectal surgery: The old dogmas and the new challenges. *World J Gastroenterol.* 2019;25:5017–25, <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v25.i34.5017>.
 9. Kartliczek A, Hartaar NJ, Zeebregts CJ, et al. Surgeons lack predictive accuracy for anastomotic leakage in gastrointestinal surgery. *Int J Colorectal Dis.* 2009;24:569–76, <http://dx.doi.org/10.1007/s00384-009-0658-6>.
 10. Boni L, David G, Dionigi G, et al. Indocyanine green-enhanced fluorescence to assess bowel perfusion during laparoscopic colorectal resection. *Surg Endosc.* 2016;30:2736–42, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-015-4540-z>.
 11. De Nardi P, Elmore U, Maggi G, et al. Intraoperative angiography with indocyanine green to assess anastomosis perfusion in patients undergoing laparoscopic colorectal resection: Results of a multicenter randomized controlled trial. *Surg Endosc.* 2020;34:53–60, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-019-06730-0>.
 12. Reinhart MB, Huntington CR, Blair LJ, et al. Indocyanine green: Historical context, current applications, and future considerations. *Surg Innov.* 2016;23:166–75, <http://dx.doi.org/10.1177/1553350615604053>.
 13. Santi C, Casali L, Franzini C, et al. Applications of indocyanine green-enhanced fluorescence in laparoscopic colorectal resections. *Updates Surg.* 2019;71:83–8, <http://dx.doi.org/10.1007/s13304-018-00609-w>.
 14. Kudsus S, Roesel C, Schachtrupp A, et al. Intraoperative laser fluorescence angiography in colorectal surgery: A noninvasive analysis to reduce the rate of anastomotic leakage. *Langenbeck's Arch Surg.* 2010;395:1025–30, <http://dx.doi.org/10.1007/s00423-010-0699-x>.
 15. Hammond J, Lim S, Wan Y, et al. The burden of gastrointestinal anastomotic leaks: An evaluation of clinical and economic outcomes. *J Gastrointest Surg.* 2014;18:1176–85, <http://dx.doi.org/10.1007/s11605-014-2506-4>.
 16. Liu RQ, Elnahas A, Tang E, et al. Cost analysis of indocyanine green fluorescence angiography for prevention of anastomotic leakage in colorectal surgery. *Surg Endosc.* 2022;36:9281–7, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-022-09166-1>.
 17. Shen R, Zhang Y, Wang T. Indocyanine green fluorescence angiography and the incidence of anastomotic leak after colorectal resection for colorectal cancer: A meta-analysis. *Dis Colon Rectum.* 2018;61:1228–34, <http://dx.doi.org/10.1097/DCR.0000000000001123>.
 18. Armstrong G, Croft J, Corrigan N, et al. IntAct: Intra-operative fluorescence angiography to prevent anastomotic leak in rectal cancer surgery: A randomized controlled trial. *Colorectal Dis.* 2018;20:O226–34, <http://dx.doi.org/10.1111/codi.14257>.
 19. Alekseev M, Rybakov E, Shelygin Y, et al. A study investigating the perfusion of colorectal anastomoses using fluorescence angiography: Results of the FLAG randomized trial. *Colorectal Dis.* 2020;22:1147–53, <http://dx.doi.org/10.1111/codi.15037>.
 20. Jafari MD, Pigazzi A, McLemore EC, et al. Perfusion assessment in left-sided/low anterior resection (PILLAR III): A randomized, controlled, parallel, multicenter study assessing perfusion outcomes with PINPOINT near-infrared fluorescence imaging in low anterior resection. *Dis Colon Rectum.* 2021;64:995–1002, <http://dx.doi.org/10.1097/DCR.0000000000002007>.
 21. Keller DS, Hompes R. PILLAR of surgical decision-making? Perhaps not without more evidence. *Dis Colon Rectum.* 2021;64:921–2, <http://dx.doi.org/10.1097/DCR.0000000000002098>.
 22. Aiba T, Uehara K, Ogura A, et al. The significance of the time to arterial perfusion in intraoperative ICG angiography during colorectal surgery. *Surg Endosc.* 2021;35:7227–35, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-020-08185-0>.
 23. Serra-Aracil X, Lucas-Guerrero V, Garcia-Nalda A, et al. When should indocyanine green be assessed in colorectal surgery, and at what distance from the tissue? Quantitative measurement using the SERGREEN program. *Surg Endosc.* 2022;36:8943–9, <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-022-09343-2>.