

Utilidad de la angiografía fluorescente en la cirugía colorrectal

Usefulness of fluorescent angiography in colorectal surgery

Alejandro Moreira Grecco , Gonzalo Zapata , Fernando D. Dip , Lucas N. Pina , Luis E. Sarotto 

División Cirugía Gastroenterológica Hospital de Clínicas José de San Martín. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Conflicts of interest
None declared.

Correspondencia
Correspondence:
Alejandro Moreira Grecco
E-mail:

a_moreira_grecco@hotmail.com

RESUMEN

Antecedentes: la fístula anastomótica (FA) es una de las complicaciones más severas de la cirugía colorrectal. Su desarrollo obedece a múltiples factores dependientes del paciente y la técnica operatoria; entre estos últimos podemos mencionar la vascularización de los cabos como uno de los principales. La angiografía fluorescente (AF) permite la evaluación de ese factor en tiempo real durante la cirugía. **Objetivo:** describir la experiencia en el uso de la AF durante la cirugía colorrectal en un Hospital Universitario de la ciudad de Buenos Aires, registrar el cambio de conducta quirúrgica inducido por el uso de la AF y la incidencia de FA.

Material y métodos: entre enero de 2016 y junio de 2018 se incluyeron 37 pacientes sometidos a resecciones colónicas programadas y con evaluación de la perfusión con AF.

Resultados: la AF pudo realizarse en todos los pacientes con un tiempo operatorio extra de 3 a 9 minutos, registrando un cambio de conducta en 4 (10,81%) pacientes. Se registraron 2 (5,41%) fístulas anastomóticas.

Conclusiones: la AF con verde de indocianina durante la cirugía colorrectal fue factible, sumó mínima complejidad y tiempo a la operación tradicional, y permitió cambiar la conducta en la sección intestinal en el 11% de los casos, con baja tasa de fístulas anastomóticas.

■ **Palabras clave:** angiografía fluorescente, cirugía colorrectal.

ABSTRACT

Background: Anastomotic leak (AL) is one of the most feared complication of colorectal surgery. Its development is dependent of patient and surgery factors. Of these, bowel perfusion is one of the most important. Fluorescent angiography (FA) allows the identification in real time of the bowel perfusion.

Objective: to describe the experience in the use of FA during colorectal surgery in a University Hospital setting in Buenos Aires, to register the change in surgical plan according to the FA findings and record the incidence of AL.

Material y methods: Between January 2016 and June 2018, 37 patients with scheduled colorectal resections and FA bowel perfusion assessment were included.

Results: Perfusion assessment with FA was possible in all cases with an extra operative time of 3 to 9 minutes, a change in surgical plan was registered in 4 cases (10.81%) and 2 AL were recorded (5.41%).

Conclusions: FA during colorectal surgery is feasible, with minimum extra operative time and results in a change in surgical plan in 11% of the cases, and low rate of anastomotic fistula.

■ **Keywords:** fluorescent angiography, colorectal surgery.

Recibido | Received
06-05-20
Aceptado | Accepted
21-07-20

ID ORCID: Alejandro Moreira Grecco, 0000-0002-8383-4822; Gonzalo Zapata, 0000-0002-2550-4737; Fernando D. Dip, 0000-0002-2643-8831; Lucas N. Pina, 0000-0001-6113-7260; Luis E. Sarotto, 0000-0002-7480-7144x

Introducción

La cirugía colorrectal presenta una morbilidad de hasta el 35% en algunas series y la fístula anastomótica (FA) es una de las complicaciones más temidas, con índices informados entre el 2 y el 24%^{1,2}. No solo conlleva un riesgo inmediato para el paciente por mayor tasa de reoperación, sino también puede empeorar su pronóstico oncológico³. Se han asociado múltiples factores al desarrollo de las FA, como el sexo masculino, la edad, comorbilidades, ASA III-IV, abuso de alcohol, desnutrición, obesidad, tabaquismo, estadio del tumor, diverticulitis, anastomosis rectales bajas, tiempo operatorio prolongado, perfusión de la anastomosis insuficiente, transfusiones posoperatorias y sepsis perioperatoria⁴. La morbilidad, mortalidad y costos generados por la FA pueden ser minimizados con estrategias de prevención.

Las anastomosis bien perfundidas, no rotadas y sin tensión previenen la FA, pero su valoración se basa en la impresión subjetiva del cirujano interviniente. La angiografía fluorescente (AF) mediante la inyección de verde de indocianina (ICG) permite realizar una evaluación de la perfusión intestinal y de la anastomosis con baja variabilidad interobservador⁵. No encontramos informe del uso de AF en población argentina.

El presente trabajo tuvo como objetivos primarios evaluar la perfusión intestinal con AF durante la cirugía colónica, y cuantificar su impacto en el cambio de conducta quirúrgica sobre el sitio de sección y anastomosis. Como objetivo secundario se registró la aparición de fístulas anastomóticas, clínicas o radiológicas, y su relación con el uso de AF previa.

Material y métodos

Se incluyeron de manera prospectiva todos los pacientes ASA I-III operados de resección colónica programada con confección de anastomosis realizada con asistencia de AF con ICG intraoperatoria entre el 30 de enero de 2016 y el 30 de junio de 2018, en la División Cirugía Gastroenterológica Sección de Coloproctología del Hospital de Clínicas José de San Martín, Universidad de Buenos Aires. Todos los participantes dieron consentimiento para ingresar en el estudio y el protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital.

Las cirugías se realizaron según la indicación habitual del Servicio y la elección de la técnica operatoria no estuvo inducida por el uso de AF. Se realizaron cirugías por vía convencional y laparoscópica. También se incluyeron las cirugías laparoscópicas convertidas. En cada caso, se registraron los siguientes datos: edad, sexo, comorbilidades, diagnóstico inicial, diagnóstico definitivo, tipo de cirugía y tipo de anastomosis realizada.

Para la realización de la angiografía fluorescente se utilizó una torre especializada para fluorescencia (Karl Storz, Tutingen Alemania), la cual cuenta con una fuente de luz blanca de xenón que alterna con

una fuente de luz infrarroja de 860 nm, óptica de laparoscópica o "sistema vitom" para cirugía abierta especialmente diseñados para fluorescencia (Karl Storz, Tunningen, Alemania). Una vez realizada la movilización intestinal, ligadura del meso y elegido el sitio para realizar la sección intestinal y anastomosis, se marcó este según los criterios quirúrgicos estándares de vitalidad del segmento intestinal: coloración, presencia de sangrado en el extremo mucoso, movilidad) y la evaluación del cirujano interviniente. Este momento quirúrgico fue documentado con una captura digital de imagen (AIDA®, Karl Storz, Tunningen, Alemania) y se lo denominó "basal". A continuación se procedió a la inyección intravenosa de 3 mL de verde de indocianina (5mg/mL, Verdyne®, Green Diagnostics, Aschheim-Dornach, Alemania) diluido en 7 mL de solución fisiológica aplicados en bolo, y luego lavados con 20 mL de solución fisiológica adicionales. Al momento de realizar la inyección, la iluminación del quirófano se reduce y se cambia la fuente de luz a infrarroja. Se evaluó la perfusión por AF del asa intestinal en el sitio de sección previamente elegido (basal); este segundo momento y evaluando el mismo segmento que en el momento basal, luego de la inyección de verde de indocianina, se denominó "perfusión del cabo" y se lo documentó digitalmente. Al finalizar la confección de la anastomosis se realizó una segunda inyección del verde de indocianina para comprobar la perfusión de la anastomosis; este tercer momento se denominó "perfusión de la anastomosis" y se documentó digitalmente. Se registró, con respecto al uso de la AF, la imposibilidad de realizarla, tiempo operatorio suplementario necesario para su realización, número de inyecciones de ICG, clasificación de la perfusión intestinal en no identificada, adecuada, limítrofe o deficiente, cambio de conducta operatoria sobre la base de los resultados de la AF (sitio de sección basal diferente del sitio real de sección intestinal). El tiempo operatorio suplementario se consideró midiendo los minutos transcurridos luego de finalizar la preparación del cabo intestinal para seccionar o anastomosar durante la evaluación con luz blanca hasta el momento de finalización del uso de la luz infrarroja para la evaluación de la perfusión con fluorescencia. Para la clasificación de la perfusión intestinal se definieron las siguientes categorías: no identificada, no es posible detectar la presencia de fluorescencia en el campo operatorio; adecuada, señal fluorescente de intensidad significativa y equivalente al control en el sitio de sección elegido (basal); señal fluorescente de baja intensidad, menor que el control, en el sitio basal, y deficiente, ausencia de señal fluorescente en el sitio basal. La comparación de la intensidad de la señal fluorescente se realizó entre las asas intestinales no involucradas en la resección (perfusión normal, control) y la señal obtenida en el sitio basal. En los posoperatorios se registró la aparición de fístulas anastomóticas con manifestación clínica⁶. El estudio radiológico se realizó en aquellos pacientes con sospecha clínica de FA, se utilizó la tomografía axial com-

putarizada con contraste para la objetivación de la FA.

Resultados

Se presentan los resultados de 37 pacientes cuya edad promedio fue de 68,7 años (DS 12), 17(45%) eran varones, y el IMC promedio fue de 28,7 (DS 11,7), 11 pacientes (64%) presentaron comorbilidades asociadas, siendo 16 (43,2%) ASA I y 21(56,76%) ASA II. Treinta y cinco (94,6%) pacientes fueron operados por cáncer colorrectal. Se realizaron 9 resecciones anteriores, 2 colectomías subtotaes, 16 colectomías izquierdas, 9 colectomías derechas y 1 reconstrucción del tránsito. La realización de la evaluación de la perfusión colónica fue posible en tiempo real en todos los pacientes

(37/37, 100%). El tiempo operatorio extra necesario para realizar la AF fue de entre 3 y 9 minutos, con un promedio de 5,8 minutos. El área de perfusión luego de las anastomosis fue adecuada en todos los casos (100%) (Fig. 1). Se modificó el área de anastomosis en 4 pacientes (10,8%) por presentar perfusión deficiente del área elegida para realizar la anastomosis o por presentar perfusión adecuada en un área que, con la evaluación de luz blanca, parecía isquémica (Figs. 2 y 3 y Tabla 1). En un caso de una colectomía derecha debieron researse 5 cm adicionales de colon transverso; en una colectomía izquierda se conservó un muñón rectal que impresionaba hipoperfundido en la evaluación con luz blanca y que presentó una perfusión óptima con la AF, mientras que en 2 casos de resección anterior fue necesario modificar hacia proximal en 2 y 3 cm el sitio

■ FIGURA 1



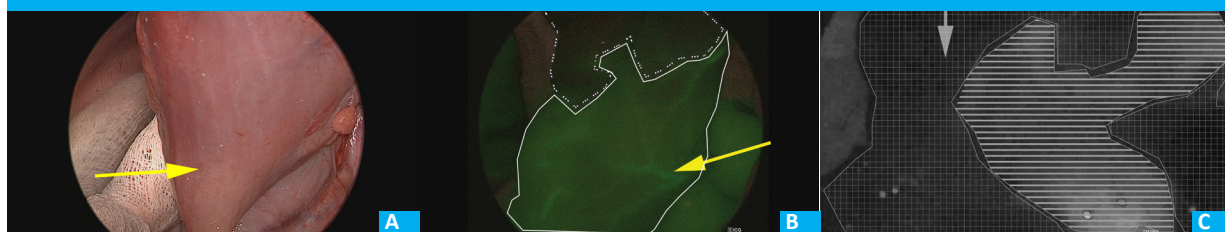
Determinación del sitio de sección colónica durante una sigmoidectomía laparoscópica. A. Evaluación con luz blanca durante la laparoscopia, luego de la ligadura del mesocolon. La flecha indica la zona perfundida proximal. B. Evaluación con luz infrarroja e inyección intravenosa de verde de indocianina. La pared colónica perfundida emite una fluorescencia azulado-violeta (delimitada por la línea sólida blanca), mientras que el segmento isquémico, no perfundido, no emite luz y no se ve en la imagen (área negra, delimitada por la línea de puntos). C. Imagen en blanco y negro donde la emisión fluorescente se identifica como tonos blancos con esquema superpuesto de área perfundida (rayada) y área no perfundida (cuadrícula)

■ FIGURA 2



Colon transverso durante colectomía derecha convencional. A. Evaluación con luz blanca con adecuada coloración y sangrado del borde del cabo. La flecha indica el sitio de anastomosis propuesto. B. Durante la angiografía fluorescente se objetivó la distribución en parches del verde de indocianina a nivel del meso y la pared colónica, indicando una perfusión deficiente, por lo que se modificó el sitio de sección hacia distal en 5 cm hasta una zona con perfusión homogénea. Se delimitaron las áreas perfundidas con línea sólida y, con puntos, las áreas isquémicas. C. Imagen en blanco y negro donde la emisión fluorescente se identifica como tonos blancos con esquema superpuesto de área perfundida (rayada) y área no perfundida (cuadrícula).

■ FIGURA 3



Cabo rectal durante una colectomía izquierda convencional. A. Evaluación con luz blanca con coloración dudosa para la evaluación de su vitalidad. La flecha indica el sitio de sección propuesto. B. Durante la angiografía fluorescente se pueden observar los vasos intramurales (flecha) y la emisión de luminosidad verde de la pared en el muñón rectal indicando una adecuada perfusión de este. Se delimitaron las áreas perfundidas con línea sólida y, con puntos, las áreas isquémicas. C. Imagen en blanco y negro donde la emisión fluorescente se identifica como tonos blancos con esquema superpuesto de área perfundida (rayada) y área no perfundida (cuadrícula).

■ TABLA 1

Resultados	
variable, n (%)	valor
Realización de AF	37(100)
Tiempo operatorio extra, promedio (DS)	5.89(1.9)
AF cabos con hipoperfusión, n(%)	3(8.1)
AF cabos preservados, n(%)	1(2.7)
AF anastomosis profundidas, n (%)	37(100)
Cambio en conducta, n(%)	4(10.8)
Resección extra del cabo, promedio cm, rango	3,3(2-5)
Fístula anastomótica, n (%)	2(5.41)

de sección del colon izquierdo. Las complicaciones posoperatorias fueron fístulas anastomóticas en 2 casos (5,41%). El primero, un varón de 45 años con índice de masa corporal (BMI) de 31 con un tumor sincrónico de colon, en quien se realizó una colectomía subtotal con ileorrecto-anastomosis mecánica; el segundo caso se trató de una colectomía derecha por cáncer en una paciente de 72 años con un BMI de 26 y una ileotransverso-anastomosis manual. En ninguno de los casos con FA fue registrada una perfusión deficiente de los cabos anastomóticos o de la anastomosis una vez confeccionada.

Discusión

A medida que se fue ganando experiencia y se difundió el uso de la AF en cirugía, se la propuso como una técnica que permite evaluar la perfusión intestinal durante la cirugía colorrectal con menor subjetividad a la hora de realizar una anastomosis bien perfundida. La historia de diabetes, anticoagulación, quimioterapia preoperatoria y el tiempo operatorio son factores que se relacionaron con una pobre perfusión intestinal⁷. La adición de la evaluación de la perfusión con AF nos resultó técnicamente posible (100% de los casos) y sumó pocos minutos de tiempo operatorio extra (6 minutos) al tiempo total del procedimiento. Por lo tanto, consideramos que es posible utilizar la AF sin generar un impacto sustancial en la organización del quirófano. La operación del sistema de fluorescencia, una vez realizado un entrenamiento, resulta intuitivo para el cirujano. Otra ventaja que presenta la AF es la posibilidad de obtener la información en cuanto a la perfusión intestinal en tiempo real, o sea que la evaluación ocurre en el mismo instante en que se realiza el estudio, y permite tomar decisiones intraoperatorias.

En un estudio multicéntrico sobre 139 pacientes sometidos a una colectomía, la AF logró la evaluación de la perfusión en todos los casos con un cambio en el plan quirúrgico en el 7,9% de las cirugías⁸. Boni y cols., en un centro especializado, informaron 107 co-

lectomías con AF durante cirugías laparoscópicas con un 4% de cambio de conducta⁹. Kawada informó el uso de la AF en la cirugía laparoscópica con anastomosis colorrectales, donde la utilización de la AF derivó en una modificación en el sitio de transección original en 5 mm en el 26,5% de los casos y de más de 50 mm en el 4,4% de ellos⁷. En nuestra serie, la evaluación de la perfusión con fluorescencia fue posible en todos los casos, en concordancia con los autores precedentes. Más aún, la aplicación de la AF no solo resultó posible, sino influyó el plan quirúrgico en un número significativo de los casos, por lo cual se modificó la conducta sobre el intestino para anastomosar en el 10,8% de los casos.

Otro elemento para analizar es si la utilización y el cambio del sitio de sección se traducen en una disminución de la incidencia de FA. Boni, en una serie realizada en un centro único con control histórico reciente y comparable, no encontró diferencia significativa en 42 casos con el uso de AF; sí llama la atención que, en este informe, en el grupo control hubo 2 FA y en el grupo con AF se cambió el sitio de sección en 2 casos y no hubo FA¹⁰. En este, el 4,7% de cambios del sitio de sección se tradujo en la ausencia de fístulas. Kudzszu remarcó una reducción del riesgo de FA en el grupo en el que se utilizaba AF, siendo la presencia de FA en este grupo del 3,5% y en el grupo control sin AF del 7,5%¹¹. Una revisión sistemática sobre el valor del análisis de la perfusión de las anastomosis con fluorescencia resaltó la diferencia entre los grupos en los que se utilizaba AF en relación con los grupos control; el promedio de FA en los grupos con estudio de perfusión fue del 3,83% y, en los grupos control, del 7,58%¹². Un estudio con macheo de casos demostró una reducción en casi 6% de la incidencia de FA con el uso de AF, siendo la tasa de FA en el grupo AF del 8,8% y en el grupo control del 14,7%¹³. Una revisión sistemática y metanálisis concluyen que la utilización de AF produce una reducción del riesgo de FA con un odds ratio de 0,51¹⁴. Se desprende de este análisis que el valor de la utilización de la AF aumenta cuando se trata de resección oncológica, y de colon izquierdo, en particular de recto, donde la reducción de la AF sería del 81% cuando se utiliza AF con ICG (OR 0,19). Otro metanálisis que solo incluyó cirugías por cáncer colorrectal también mostró una reducción del riesgo de FA en los casos en los que se utilizó AF con ICG; el sitio elegido de anastomosis se cambió en entre el 4,7 y el 19% de los casos, siendo la incidencia de FA menor con significancia estadística y sin parcialidad¹⁵. El metanálisis concluyó que es claro que la AF con ICG se relaciona con una tasa menor de FA luego de una resección colorrectal. Los resultados fueron validados por un tercer metanálisis, el cual corroboró los resultados de los anteriores con una reducción del riesgo de FA del 12%¹⁵. Un reciente estudio aleatorizado que evaluó la disminución de la tasa de FA en cirugía colorrectal no demostró diferencias entre los grupos de tratamiento¹⁶. Este incluyó 252 pacientes aleatorizados 1:1 en evaluación de la perfusión con luz blanca y con AF con el ob-

jetivo primario de evaluar la reducción de la tasa de FA, y el objetivo secundario de registrar los cambios en la conducta operatoria. Se registró una modificación de la conducta quirúrgica en 13 pacientes (11%), 11(9%) FA en el grupo de luz blanca y 6(5%) en el grupo con AF, pero esta diferencia no alcanzó una significancia estadística.

En nuestra serie obtuvimos una tasa de FA de 5,41% (2 casos), valor que se compara con los presentados en otras series, como las precedentes. Teniendo en cuenta que el objetivo del presente trabajo era evaluar la posibilidad técnica y sus impactos en el cambio de la conducta quirúrgica, no se definió un grupo control en cuanto a la incidencia de FA sin el uso de la AF. Sin embargo, nos parece de importancia analizar este punto porque constituye el factor de impacto mayor de la AF.

Si bien la AF nos ofrece la posibilidad de evaluar en tiempo real la adecuada perfusión intestinal, presenta un grado de subjetividad al evaluar la intensidad de la señal fluorescente en la pantalla de video. Por otro lado, se presentan variaciones en los colores y la intensidad de la señal de video según los diferentes fabricantes; existen, además, factores técnicos como la dosis de ICG, la velocidad de inyección del ICG o de perfusión, la distancia de la fuente y cámara al intestino, la calidad del cable de la fibra óptica, la intensidad de la fuente de luz infrarroja y las características de los pa-

cientes, así como la tensión arterial, la arterioesclerosis y el IMC pueden influir sobre la intensidad de la señal. Para resolver este problema se encuentran en desarrollo sistemas de cuantificación de la señal fluorescente. Se han descrito curvas de emisión de fluorescencia a nivel de la pared intestinal¹⁷. Estas curvas permitirían agrupar a los pacientes en grupos de riesgo para la realización de una anastomosis y eliminar la subjetividad de la evaluación del video reemplazándolo con valores numéricos estandarizados.

Nuestro informe presenta algunas desventajas como el número de pacientes incluidos, la heterogeneidad de las cirugías realizadas y la falta de grupo control para la comparación de la incidencia de FA, y también algunas fortalezas: constituir un informe prospectivo y ser el primero en la bibliografía nacional.

Conclusiones

La angiografía fluorescente con verde de indocianina durante la cirugía colorrectal fue factible, sumó mínima complejidad y tiempo a la operación tradicional y derivó en el cambio de conducta en la sección intestinal en el 11% de los casos, con baja tasa de fístula anastomótica.

ENGLISH VERSION

Introduction

Colorectal surgery is associated with 35% morbidity in some series, and anastomotic leak (AL) is one of the most feared complications, with reported rates between 2 and 24%^{1,2}. Not only does it carry an immediate risk due to high rate of reoperation, but it can also worsen the oncological prognosis³. Multiple factors have been associated with the development of AL, such as male sex, age, comorbidities, ASA III-IV, alcohol abuse, malnutrition, obesity, smoking, tumor stage, diverticulitis, low rectal anastomosis, prolonged operative time, poor anastomotic perfusion, postoperative transfusions, and perioperative sepsis⁴. Morbidity, mortality and costs resulting from AL can be minimized with prevention strategies.

Well-perfused, non-rotated, tension-free anastomoses prevent AL, but their assessment is based on the subjective view of the attending surgeon. Indocyanine green (ICG) fluorescent angiography (FA) allows the assessment of intestinal perfusion and anastomosis with low inter-observer variability⁵. We found no reports of the use of FA in the Argentine population.

The primary aim of this paper was to assess the intestinal perfusion with FA during colonic surgery, and to quantify its impact in the change of the surgical strategy on the site of resection and anastomosis. The

secondary aim was recording clinical or radiological anastomotic leaks and their association with the utilization of previous FA.

Material and methods

We prospectively included All ASA I-III patients undergoing scheduled colonic resection with anastomosis confection performed with ICG-FA assistance between January 30, 2016 and June 30, 2018 in the Division of Gastroenterology Surgery, Coloproctology Section, of the Hospital de Clínicas "José de San Martín", University of Buenos Aires. All participants consented to be included in the study, and the protocol was approved by the hospital's Ethics Committee.

Surgeries were performed following the usual indications of the division, and the operating approach was not induced by the use of FA. Laparoscopy and conventional approaches were followed. Converted laparoscopy was also performed. The data recorded in each case were age, sex, comorbidities, initial diagnosis, definitive diagnosis, type of surgery, and type of anastomosis performed.

Fluorescent angiography was carried out using a special tower for fluorescence (Karl Storz, Tuttlingen, Germany) which has a xenon white light source that

alternates with a near infrared light source of 860 nm, laparoscopic optics or VITOM® 3D system for open surgery, specially designed for fluorescence (Karl Storz, Tuttlingen, Germany). Once intestinal mobilization and mesocolon ligation were performed, and the site for intestinal resection and anastomosis were chosen, the site was marked according to standard surgical criteria for the vitality of the intestinal segment: dye, bleeding at the mucosal end, mobility) and the evaluation of the attending surgeon. This surgical moment, called 'basal', was documented with a digital image capture (AIDA™, Karl Storz, Tuttlingen, Germany). Next, an intravenous bolus injection of 3 ml of indocyanine green (5 mg/ml, Verdyne, Diagnostic Green, Aschheim-Dornach, Germany) diluted in 7 ml of saline solution was administered, and then washed with additional 20 ml of saline solution. At the time of injection, the operating room lights were dimmed, and the light source was changed to infrared light. FA perfusion of the intestinal loop was assessed at the site of resection (basal); this second moment –assessing the same segment as in the basal moment, after indocyanine green injection– was called “perfusion of the intestinal tract” and was digitally captured. A second ICG injection was administered upon completion of the anastomosis to check its perfusion; this third moment was called “perfusion of the anastomosis” and was digitally documented. Regarding the use of FA, the impossibility to perform it, additional operating time to perform it, number of ICG injections, intestinal perfusion classified as unidentified, adequate, borderline, or deficient,

change of operating strategy based on FA results (basal resection site different from the actual intestinal resection site) were recorded. The additional operating time was calculated by measuring the minutes elapsed after preparing the intestinal tract to be resected or anastomosed during white-light assessment, until completion of the infrared light use for perfusion assessment with fluorescence. The following categories for intestinal perfusion were defined: unidentified, it is not possible to detect fluorescence in the operative field; adequate, high intensity fluorescence signal and equivalent to the control in the chosen resection site (basal); low intensity fluorescence signal –lower than the control– in the basal site; and deficient, absence of fluorescence signal in the basal site. The intensity of the fluorescence signal was compared between the intestinal loops not involved in the resection (normal perfusion, control) and the signal at the basal site. Postoperative anastomotic leaks with clinical manifestations were detected⁶. The radiological study was performed in those patients clinically suspected of AL, using contrast-computed tomography for AL targeting.

Results

The results of 37 patients were presented; mean age was 68.7 years (SD 12), and mean BMI was 28.7 (SD 11.7); 17 (45%) were male, 11 patients (64%) showed associated comorbidities, 16 (43.2%) were ASA I and 21

■ FIGURE 1



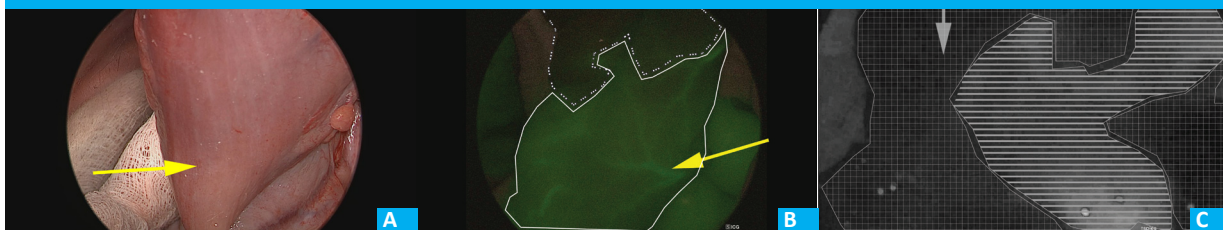
Determining the colonic resection site during a laparoscopic sigmoidectomy. A. White-light assessment during laparoscopy, after mesocolon ligation; arrow shows the proximal perfused area. B. Infrared light assessment, and indocyanine-green intravenous injection. The perfused colonic wall emits a bluish-violet fluorescence (outlined by the white solid line), while the nonperfused ischemic segment emits no light and is not observed in the image (black area, outlined by dotted line). C. Black and white image where fluorescent emission is identified as white tones with an overlapping pattern of the perfused (striped) and nonperfused (grid) areas.

■ FIGURE 2



Transverse colon during conventional right colectomy. A. White-light assessment with adequate dye, and bleeding from the edge of the tract; the arrow indicates the proposed anastomotic site. B. During fluorescent angiography, distribution of indocyanine green in patches was targeted at the level of the mesocolon and the colonic wall, showing deficient perfusion. The resection site was then changed distally by 5 cm to a homogeneous perfusion area. Perfused areas were outlined with solid lines, and ischemic areas with dotted lines. C. Black and white image where fluorescent emission is identified as white tones with an overlapping pattern of the perfused (striped) and nonperfused (grid) area.

■ FIGURE 3



Rectal end during conventional left colectomy. A. White-light assessment with inadequate dye to determine vitality; the arrow indicates the proposed resection site. B. During fluorescent angiography, intramural vessels (arrow) and green light emission of the wall in the rectal stump can be observed, indicating adequate stump perfusion. Perfused areas were outlined with solid lines, and ischemic areas with dotted lines. C. Black and white image where fluorescent emission is identified as white tones with an overlapping pattern of the perfused (striped) and nonperfused (grid) area.

■ TABLA 1

Resultados

variable, n (%)	valor
Realización de AF	37(100)
Tiempo operatorio extra, promedio (DS)	5.89(1.9)
AF cabos con hipoperfusión, n(%)	3(8.1)
AF cabos preservados, n(%)	1(2.7)
AF anastomosis profundidas, n (%)	37(100)
Cambio en conducta, n(%)	4(10.8)
Resección extra del cabo, promedio cm, rango	3,3(2-5)
Fístula anastomótica, n (%)	2(5.41)

(56.76%) ASA II. Thirty-five (94.6%) patients underwent colorectal cancer surgery. Nine anterior resections, 2 subtotal, 16 left and 9 right colectomies, and 1 transit reconstruction were performed. Real-time assessment of colonic perfusion was achieved in all patients (37/37, 100%). The additional operating time needed to perform FA was 3-9 minutes (average, 5.8 minutes). Perfusion site after the anastomoses was adequate in all cases (100%) (Figure 1). The anastomosis site was changed in 4 patients (10.8%) due to poor perfusion of that site or to adequate perfusion in a site that appeared ischemic under white-light assessment (Figures 2 & 3) (Table 1). In one right colectomy, an additional 5 cm of the transverse colon had to be resected; in a left colectomy, a rectal stump was preserved, which appeared hypoperfused under the assessment with white light and presented optimal perfusion with FA; while in 2 cases with anterior resection, it was necessary to change to proximal in 2 and 3 cm the resection site in the left colon. Postoperative complications included anastomotic leaks in 2 patients (5.41%). One was a 45-year-old male patient with a BMI of 31 and a synchronous colon tumor, who underwent subtotal colectomy with ileorectal mechanical anastomosis; the second one was a 72-year-old female patient with a BMI of 26 and a manual ileotransverse anastomosis, who underwent right colectomy for cancer. None of the

cases with AL showed poor perfusion of the anastomotic tracts, or of the anastomosis once it was performed.

Discussion

As experience was gained and the use of FA in surgery spread, it was proposed as a technique to assess intestinal perfusion during colorectal surgery with less subjectivity when performing a well-perfused anastomosis. A history of diabetes mellitus, anticoagulation therapy, preoperative chemotherapy and operating time were significantly associated with poor intestinal perfusion⁷.

Perfusion assessment with FA was technically possible for us (100% of cases), and added a few minutes of extra operating time (6 minutes) to the total procedure time. Therefore, we believe that using FA is feasible and does not cause a substantial impact on the organization of the operating room. With proper training, operating the fluorescence system is intuitive for the surgeon. Another FA advantage is getting information on intestinal perfusion in real time; the assessment takes place at the same time as the study is performed, and allows intraoperative decisions to be made.

In a multicenter study of 139 patients undergoing colectomy, FA achieved perfusion assessment in all cases with a change in the surgical plan in 7.9% of the surgeries⁸. In a specialized center, Boni et al reported 107 FA colectomies during laparoscopic surgery with a 4% change in the strategy⁹. Kawada reported the use of FA in laparoscopy with colorectal anastomosis. FA resulted in a proximal change of the transection line by 5 mm in 26.5 % of the patients, and by 50 mm in 4.4 % of the patients⁷. In our series, perfusion assessment with fluorescence was possible in all cases, in line with the authors above. Moreover, FA was not only possible, but it also influenced the surgical strategy in a significant number of cases, modifying the approach to the intestine anastomosis in 10.8% of the patients.

Another element to discuss is whether use and change of resection site result in decreased incidence of AL. In a series conducted in a single center with

recent and comparable historical control, Boni found no significant difference with FA in 42 patients; it is noteworthy, however, that there were 2 patients with AL in the control group, but the resection site was changed in the FA group and there were no cases of AL¹⁰. In this group, 4.7% of the resection site changes resulted in the absence of leaks. Kudsus reported a 3.5% AL risk reduction in the FA group, as opposed to 7.5% in the control group without FA¹¹. A systematic review on the value of the analysis of anastomotic perfusion with fluorescence highlighted the difference between FA groups and the control groups, the average AL being 3.83% and 7.58%, respectively¹². A subject-matched study showed a 6% reduction in the incidence of AL with the use of FA, being the rate of AL in the FA group 8.8%, and 14.7% in the control group¹³. A systematic review and meta-analysis concluded that the use of FA reduces the risk of AL with an odds ratio of 0.51¹⁴. It follows from this analysis that the value of FA increases in oncological resection, and left colon—particularly rectum—where AL reduction would be 81% when ICG-FA is used (OR 0.19). Another meta-analysis that only included colorectal cancer surgeries also showed reduced risk for AL in patients undergoing ICG-FA, changing the anastomotic site in 4.7-19% of the cases, with an incidence of AL being lower, statistically significant, with no bias¹⁵. This meta-analysis concludes that ICG-FA is associated with a lower AL rate after colorectal resection. Those results were validated by a third meta-analysis, which confirmed the results of the previous analyses with a risk reduction of 12% for AL. [15] A recent randomized trial evaluating the reduction of AL rate in colorectal surgery showed no difference between the treatment groups¹⁶. The trial involved 252 patients randomized 1:1 to white-light perfusion assessment or to ICG-FA. The primary aim was to assess whether ICG-FA could lead to a reduction in AL rate. Secondary outcomes were possible changes in the surgical strategy. A change in surgical strategy was reported in 13 patients (11%): 11 (9%) AL in the white-light group and 6 (5%) in the FA group; this difference was not statistically significant.

Our series showed an AL rate of 5.41% (2 cases), a value that compares to those from other series, such as the ones mentioned above. Considering that the aim of this study was to assess the technical possibility and its impact on the change of surgical strategy, no control group was defined in terms of the incidence of AL without using FA. However, we believe it is important to discuss this point because it is the major impact factor of FA.

While FA offers us the possibility of real-time assessment of adequate intestinal perfusion, it presents a degree of subjectivity when assessing the intensity of the fluorescence signal on the video screen. On the other hand, there are variations in the colors and the intensity of the video signal depending on the manufacturers; there are also technical factors such as the ICG dose, ICG injection or perfusion speed, distance from the source and camera to the intestine, quality of the fiber optic cable, intensity of the infrared light and characteristics of the patients—such as blood pressure, arteriosclerosis and BMI—that may influence the intensity of the signal. To solve this issue, systems for quantifying fluorescence are under development. Fluorescence emission curves at the level of the intestinal wall have been described¹⁷. These curves would classify patients into risk groups for anastomosis and eliminate the subjectivity of the video assessment by replacing it with standardized numerical values.

Some disadvantages in our report include the number of participants, the heterogeneity of surgeries performed, and the lack of a control group to compare the incidence of AL. Strengths include being a prospective report and the first in the national literature.

Conclusions

Indocyanine-green fluorescent angiography in colorectal surgery was feasible, adding minimal complexity and time to the traditional procedure and resulting in change of strategy for the intestinal resection in 11% of cases, with a low rate of anastomotic leak.

Referencias bibliográficas /References

- Alves A, Y. Panis Y, Bouhnik YY, et al. Postoperative mortality and morbidity in French patients undergoing colorectal surgery: results of a prospective multicenter study. *Arch Surg.* 2005; 140(3): 278-83. discussion 284, Mar. 2005.
- Kingham T, Pachter H. Colonic Anastomotic Leak: Risk Factors, Diagnosis, and Treatment. *J Am Coll Surg.* 2009; 208(2):69-278.
- Hyman N, Manchester T, Osler T, et al. Anastomotic leaks after intestinal anastomosis: It's later than you think. *Ann. Surg.* 2007; 245(2):254-8.
- Midura E, Hanseman D, Davis B, Atkinson S, Abbott D, Shah S. Risk factors and consequences of anastomotic leak after colectomy: A national analysis. *Dis Colon Rectum.* 2015; 58(3): 333-8.
- Sujatha-Bhaskar S, Jafari M, Stamos M. The Role of Fluorescent Angiography in Anastomotic Leaks. *Surgical Technology International.* 2017; 30:83-8.
- Dindo D, Demartines N, Clavien P. Classification of surgical complications: A new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg.* 2004; 240(2):205-13.
- Kawada K, Hasegawa S, Wada T, et al. Evaluation of intestinal perfusion by ICG fluorescence imaging in laparoscopic colorectal surgery with DST anastomosis. *Surg Endosc.* 2017; 31(3):1061-9.
- Jafari M, Wexner S, Martz J, et al. Perfusion assessment in laparoscopic left-sided/anterior resection (PILLAR II): A multi-institutional study. *J Am Coll Surg.* 2015; 220(1):82-92.e1.
- Boni L, David G, Dionigi G, et al. Indocyanine green-enhanced fluorescence to assess bowel perfusion during laparoscopic colorectal resection. *Surg Endosc Other Interv Tech.* 2016; 30(7):2736-42.
- Boni L, Fingerhut A, Marzorati A, et al. Indocyanine green fluorescence angiography during laparoscopic low anterior resection: results of a case-matched study. *Surg Endosc.* 2017; 31(4):1836-40.
- Kudsus S, C. 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(8): 1025-30.

12. Degett T. Indocyanine green fluorescence angiography for intraoperative assessment of gastrointestinal anastomotic perfusion : a systematic review of clinical trials. *Langenbeck's Arch Surg.* 2016; 401(6): 767-75.
13. Wada T, Kawada K, Hoshiro N, et al. The effects of intraoperative ICG fluorescence angiography in laparoscopic low anterior resection: a propensity score-matched study. *Int J ClinOncol.* 2018; 0(0):0.
14. 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(1):15-23.
15. 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(10):1228-34.
16. 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.* 2019: 1–8.
17. Son G, Kwon M, Kim Y, et al. Quantitative analysis of colon perfusion pattern using indocyanine green (ICG) angiography in laparoscopic colorectal surgery. *Surg Endosc.* 2018; 1-10.