

## CAPÍTULO 9

# Tratamiento quirúrgico: cirugía colorrectal guiada por fluorescencia

*Con la colaboración de Alejandro Moreira Grecco*

La fluorescencia, particularmente con el verde de indocianina (ICG), se ha posicionado como una herramienta que mejora la seguridad y precisión de los procedimientos quirúrgicos colorrectales. Permite la identificación intraoperatoria de las estructuras anatómicas y la evaluación de la perfusión tisular en tiempo real, guiando las resecciones y las anastomosis, con una potencial reducción de las complicaciones postoperatorias.

Para la realización de una cirugía guiada por fluorescencia se utiliza un fluoróforo (ej. ICG) que se evalúa con un sistema óptico específico con fuente de luz infrarroja y una cámara especialmente adaptada para captar la señal fluorescente. La señal es procesada por diferentes softwares que conforman una imagen que es evaluada en tiempo real por el cirujano.

Particularmente en la cirugía colorrectal, la fluorescencia se utiliza para la evaluación de la perfusión intestinal, la localización de las lesiones con mapeo linfático y la identificación de los uréteres.

### Evaluación de la perfusión intestinal

La angiografía fluorescente (AF) es un procedimiento adicional que se realiza durante una cirugía colorrectal para conseguir una evaluación en tiempo real de la perfusión y el flujo sanguíneo en un segmento intestinal. Es aplicable durante la cirugía convencional, laparoscópica o robótica.<sup>1-3</sup>

La dehiscencia anastomótica es una de las complicaciones más severas y temidas de la cirugía colorrectal.<sup>4</sup> Para la confección de una anastomosis segura se recomienda que esté bien perfundida, no rotada y sin tensión.<sup>5</sup> El uso de la fluorescencia permite la evaluación de la perfusión de los cabos intestinales a anastomosar para realizar anastomosis con perfusión óptima y mayores chances de cicatrización adecuada, sin fistulación.

La AF, en el 4 al 27% de los casos resulta en el cambio del sitio elegido para la realización de la anastomosis.<sup>6-9</sup> En un estudio multicéntrico en los EEUU que incluyó 139 pacientes, se produjo un cambio en el plan en 11 (7,9%), sin modificar significativamente el tiempo operatorio (con ICG: 214,9 ± 67,5 min vs. sin ICG 228,9 ± 66,1 min).<sup>10</sup>

Una serie de casos nacional, reportó un cambio de conducta en el 11% de los pacientes, con revisión del sitio a anastomosar en 8,7%, insumiendo un breve tiempo quirúrgico extra.<sup>11</sup>

Se ha reportado la resección de 2 cm en promedio del colon proximal luego de la AF.<sup>6</sup> Este cambio de conducta intraoperatorio se refleja en la menor incidencia de fístulas en las series en las que se utiliza AF.<sup>12</sup> Degget et al.<sup>13</sup> realizaron una revisión sistemática en la cual las series con AF presentaban un 3,8% de fugas anastomóticas, en comparación con el 7,6% en las que no utilizaron AF. El uso de la AF disminuye el riesgo de fístulas pero no lo elimina, debido a que participan otros factores en su producción.

La ventaja del uso de la angiografía es aún más evidente en el caso de las cirugías rectales, en las cuales el colon descendido luego de la movilización del ángulo esplénico, la mayoría de las veces queda solo irrigado a través de la arcada vascular conectada a la arteria cólica media.

En el metaanálisis realizado por Blanco Colino et al.,<sup>14</sup> cuando se analizaron todas las cirugías colorrectales, el uso de AF se asoció con un OR de 0,5 para el desarrollo de dehiscencia. Pero cuando solo se tuvo en cuenta a las cirugías rectales, el OR fue de 0,19, lo que equivale a decir que hubo una reducción del 81% en el riesgo de dehiscencia de la anastomosis colorrectal.

A pesar de presentar una tendencia, no todos los estudios encuentran una diferencia estadística significativa para la prevención de fístulas. Al respecto, De Nardi et al.,<sup>15</sup> reportan una tasa del 5% en el grupo con fluorescencia en comparación con el 9% en el grupo sin fluorescencia, pero sin alcanzar significancia estadística. Sin embargo, otros grupos encontraron diferencia. El estudio EssentiAL, reportó en 850 pacientes randomizados una tasa de dehiscencia anastomótica del 7,6% cuando se utilizó AF contra el 11,8% cuando no se utilizó. (RR 0,645;  $p=0,041$ ).<sup>16</sup> Cuando analizaron las fístulas que requirieron alguna intervención para su resolución, la diferencia fue aún más significativa, 4,7 vs. 8,2% para el grupo con fluorescencia y sin fluorescencia, respectivamente ( $p=0,044$ ).<sup>17</sup>

La cuantificación de la intensidad de la señal fluorescente, como la velocidad en la que se produce la perfusión, permiten una medición objetiva de la perfusión intestinal identificando grupos de riesgo para la realización de una anastomosis.<sup>18</sup>

## Marcación de lesiones y linfografía fluorescente

Otra aplicación de la fluorescencia a la cirugía colorrectal es la marcación de lesiones y la linfografía fluorescente. La inyección del ICG a nivel de la submucosa o subserosa del colon produce su migración, con realización de una linfografía en tiempo real y la posibilidad de observar los vasos y ganglios linfáticos. De este modo, se puede identificar el ganglio centinela y el territorio del drenaje linfático del segmento intestinal en estudio.<sup>19,20</sup>

La marcación endoscópica previa o durante la cirugía permite la localización de la lesión a tratar, de manera similar a lo que ocurre con un tatuaje con tinta china, pero con una mejor visualización.<sup>21</sup> La migración del contraste se produce en un tiempo medio de 4-9 minutos y no progresa luego de los 25 minutos posteriores a su aplicación.<sup>22,23</sup>

La identificación del ganglio centinela es posible en el 80 al 98% de los casos.<sup>22</sup> Se detectan drenajes aberrantes en el 25% de los pacientes, especialmente en las lesiones ubicadas cerca de los ángulos del colon. La detección del drenaje aberrante permite la modificación del plan quirúrgico para incluir en el vaciamiento ganglionar el área del drenaje no sospechado previamente y por lo tanto, puede modificar la elección del vaso central a ligar.<sup>24,25</sup> La linfografía fluorescente tiene una sensibilidad del 78% y una especificidad del 84% para determinar el territorio del drenaje linfático.<sup>26</sup>

Durante la cirugía rectal, la linfografía fluorescente guía el plano fascial de la TME, mejora la disección de los ganglios mesorrectales y laterales y reduce el tejido mesorrectal residual.<sup>27</sup>

Algunos factores pueden afectar los resultados de la linfografía fluorescente, como la presencia de un tumor de gran volumen T3-4, el uso de una concentración inadecuada de ICG, la presencia de un meso grueso y la utilización de agujas rígidas.<sup>10</sup>

## Identificación de los uréteres

Una aplicación adicional de la fluorescencia en la cirugía colorrectal incluye la identificación de los uréteres. Se han descrito diferentes compuestos con excreción urinaria para la identificación fluorescente de los uréteres.<sup>28</sup> El ICG circula en el torrente sanguíneo unido a la albúmina, por lo que no es filtrado por los riñones y no se excreta en la orina, aunque se encuentran en desarrollo compuestos de bajo peso con afinidad al ICG para conseguir su excreción urinaria.<sup>29</sup> En la actualidad, la visualización de los uréteres con ICG requiere la inyección del colorante dentro del uréter mediante cistoscopia. Esta maniobra ha resultado en la disminución del tiempo operatorio en las cirugías colorrectales, al minimizar el tiempo utilizado en la búsqueda del uréter.<sup>30</sup>

En resumen, la cirugía guiada por fluorescencia ofrece la posibilidad de visualizar y objetivar estructuras y fenómenos que antes no era posible identificar, mejora la capacidad del cirujano para tomar decisiones intraoperatorias y optimiza los resultados quirúrgicos. Aunque la fluorescencia no elimina por completo los riesgos asociados a la cirugía colorrectal, su uso sistemático se asocia con una mejora significativa de los resultados, particularmente la reducción de la incidencia de dehiscencias anastomóticas.

## REFERENCIAS

1. Marano A, Piora F, Lenti LM, et al. Application of fluorescence in robotic general surgery: review of the literature and state of the art. *World J Surg.* 2013;37:2800-11.
2. 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;31:1836-40.
3. 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;31:1061-69.
4. Kingham TP, Pachter HL. Colonic anastomotic leak: risk factors, diagnosis, and treatment. *J Am Coll Surg.* 2009;208:269-78.
5. Hyman N, Manchester TL, Osler T, et al. Anastomotic leaks after intestinal anastomosis: it's later than you think. *Ann Surg.* 2007;245:254-58.
6. Wada T, Kawada K, Hoshino N, et al. The effects of intraoperative ICG fluorescence angiography in laparoscopic low anterior resection: a propensity score-matched study. *Int J Clin Oncol.* 2019;24:394-402.
7. 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.
8. Watanabe J, Ishibe A, Suwa Y, et al. Indocyanine green fluorescence imaging to reduce the risk of anastomotic leakage in laparoscopic low anterior resection for rectal cancer: a propensity score-matched cohort study. *Surg Endosc.* 2020;34:202-8.
9. Nishigori N, Koyama F, Nakagawa T, et al. Visualization of lymph/blood flow in laparoscopic colorectal cancer surgery by ICG fluorescence imaging (Lap-IGFI). *Ann Surg Oncol.* 2016;23 Suppl 2:S266-74.
10. Jafari MD, Wexner SD, Martz JE, et al. Perfusion assessment in laparoscopic left-sided/anterior resection (PILLAR II): a multi-institutional study. *J Am Coll Surg.* 2015;220:82-92.e1.
11. Moreira Grecco A, Zapata G, Dip FD, et al. Utilidad de la angiografía fluorescente en la cirugía colorrectal. *Rev Argent Cir.* 2021;112:508-16.
12. Kudszus S, Roesel C, Schachtrupp A, et al. Intraoperative laser fluorescence angiography in colorectal surgery: a noninvasive analysis to reduce the rate of anastomotic leakage. *Langenbecks Arch Surg.* 2010;395:1025-30.
13. Degett TH, Andersen HS, Gögenur I. Indocyanine green fluorescence angiography for intraoperative assessment of gastrointestinal anastomotic perfusion: a systematic review of clinical trials. *Langenbecks Arch Surg.* 2016;401:767-75.
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;22:15-23.
15. 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.
16. Watanabe J, Takemasa I, Kotake M, et al. Blood perfusion assessment by indocyanine green fluorescence imaging for minimally invasive rectal cancer surgery (Essential Trial): a randomized clinical trial. *Ann Surg.* 2023;278:e688-94.

17. Son GM, Kwon MS, Kim Y, et al. Quantitative analysis of colon perfusion pattern using indocyanine green (ICG) angiography in laparoscopic colorectal surgery. *Surg Endosc.* 2019;33:1640–49.
18. Seeliger B, Barberio M, D'Urso A, et al. Fluorescence in rectal cancer surgery. *Ann Laparosc Endosc Surg.* 2018;3:4.
19. Cahill RA, Anderson M, Wang LM, et al. Near-infrared (NIR) laparoscopy for intraoperative lymphatic road-mapping and sentinel node identification during definitive surgical resection of early-stage colorectal neoplasia. *Surg Endosc.* 2012;26:197–204.
20. Park JH, Moon HS, Kwon IS, et al. Usefulness of colonic tattooing using indocyanine green in patients with colorectal tumors. *World J Clin Cases.* 2018;6:632–40.
21. Nagata J, Fukunaga Y, Akiyoshi T, et al. colonic marking with near-infrared, light-emitting, diode-activated indocyanine green for laparoscopic colorectal surgery. *Dis Colon Rectum.* 2016;59:e14–8.
22. Chand M, Keller DS, Joshi HM, et al. Feasibility of fluorescence lymph node imaging in colon cancer: FLICC. *Tech Coloproctol.* 2018;22:271–77.
23. Currie AC, Brigic A, Thomas-Gibson S, et al. A pilot study to assess near infrared laparoscopy with indocyanine green (ICG) for intraoperative sentinel lymph node mapping in early colon cancer. *Eur J Surg Oncol.* 2017;43:2044–51.
24. Watanabe J, Ota M, Suwa Y, et al. Evaluation of lymph flow patterns in splenic flexural colon cancers using laparoscopic real-time indocyanine green fluorescence imaging. *Int J Colorectal Dis.* 2017;32:201–7.
25. Watanabe J, Ota M, Suwa Y, et al. Real-Time indocyanine green fluorescence imaging-guided complete mesocolic excision in laparoscopic flexural colon cancer surgery. *Dis Colon Rectum.* 2016;59:701–5.
26. Emile SH, Elfeki H, Shalaby M, et al. Sensitivity and specificity of indocyanine green near-infrared fluorescence imaging in detection of metastatic lymph nodes in colorectal cancer: Systematic review and meta-analysis. *J Surg Oncol.* 2017;116:730–40.
27. Ismael G, Al Furajji H, Cahill RA. Near-infrared laparoscopic fluorescence to guide fascial plane identification in total mesorectal excision for rectal cancer: A Video Vignette. *Colorectal Dis.* 2015;17 Suppl 3:36.
28. Dip FD, Moreira Grecco AD, Nguyen D, et al. Ureter identification using methylene blue and fluorescein In: *Fluorescence Imaging for Surgeons.* Springer International Publishing, Cham, 2015, pp 327–32.
29. Schols RM, Bouvy ND, van Dam RM, et al. Advanced intraoperative imaging methods for laparoscopic anatomy navigation: an overview. *Surg Endosc.* 2013;27:1851–59.
30. Soriano CR, Cheng RR, Corman JM, et al. Feasibility of injected indocyanine green for ureteral identification during robotic left-sided colorectal resections. *Am J Surg.* 2022;223:14–20.