

# Sistema de imagem intraoperatória por fluorescência infravermelha durante cirurgias robóticas

Intraoperative near-infrared fluorescent imaging during robotic operations

Antonio Luiz de Vasconcellos Macedo<sup>1</sup>, Vladimir Schraibman<sup>1</sup>

## RESUMO

A identificação intraoperatória de certas estruturas anatômicas, por seu tamanho ou por elas serem ocultas à visão, pode ser desafiadora. O desenvolvimento da cirurgia minimamente invasiva trouxe dificuldades adicionais, pela falta da sensibilidade tátil completa. Diversas formas de detecção intraoperatória destas estruturas têm sido tentadas. Recentemente, a tecnologia de fluorescência infravermelha com verde de indocianina foi associada às plataformas robóticas. Além disso, essa tecnologia tem sido testada em uma variedade de cirurgias, e suas vantagens parecem estar ligadas a baixo custo, segurança e bons resultados. As desvantagens estão associadas à má distribuição do contraste em determinados cenários. A imagem intraoperatória por fluorescência infravermelha é uma nova e promissora adição à cirurgia robótica. Diversas séries mostram a utilidade da tecnologia em diferentes procedimentos. Dose ideal, local e tempo da injeção do corante ainda não estão bem estabelecidos. Estudos comparativos de alta qualidade epidemiológica baseados em evidência ainda não estão disponíveis. No entanto, os resultados iniciais são bons e seguros.

**Descritores:** Colectomia; Colectomia; Fluorescência; Robótica; Período intraoperatório; Verde de indocianina

## ABSTRACT

The intraoperative identification of certain anatomical structures because they are small or visually occult may be challenging. The development of minimally invasive surgery brought additional difficulties to identify these structures due to the lack of complete tactile sensitivity. A number of different forms of intraoperative mapping have been tried. Recently, the near-infrared fluorescence imaging technology with indocyanine green has been added to robotic platforms. In addition, this technology has been tested in several types of operations, and has advantages such as safety, low cost and good results. Disadvantages are linked to contrast distribution in certain clinical scenarios. The intraoperative near-infrared fluorescent imaging is new and promising addition to robotic surgery. Several reports show the utility of this technology in several

different procedures. The ideal dose, time and site for dye injection are not well defined. No high quality evidence-based comparative studies and long-term follow-up outcomes have been published so far. Initial results, however, are good and safe.

**Keywords:** Cholecystectomy; Colectomy; Fluorescence; Robotics; Intraoperative period; Indocyanine green

## INTRODUÇÃO

A identificação intraoperatória de certas estruturas anatômicas pode ser desafiadora. Pequenas estruturas, como linfonodos relevantes em cirurgias oncológicas, podem ser esquecidas ou ocultas à visão, devido à situação intraparenquimal ou à presença de baixo contraste com o ambiente circundante, que pode estar prejudicado ou requerer grande dissecação para serem localizadas.<sup>(1)</sup> O desenvolvimento de procedimentos minimamente invasivos possibilitou diversos avanços em relação às cirurgias tradicionais, porém desvantagens também estão associadas a essa técnica, e a completa falta de sensibilidade tátil é uma dificuldade adicional para identificar as estruturas mencionadas.

Diferentes formas de mapeamento intraoperatório têm sido consideradas. Alguns dos métodos disponíveis são a coloração por meio de injeção de corantes vitais (tinta indiana, azul de metileno, azul patente, índigo-carmin etc.),<sup>(2)</sup> o mapeamento com radioisótopos,<sup>(3)</sup> a imagem intraoperatória (ultrassonografia, tomografia etc.),<sup>(4)</sup> a fluorescência,<sup>(1)</sup> ou a combinação de imagens radiológicas e intraoperatórias pré-adquiridas (imagem híbrida).<sup>(5)</sup>

Recentemente, um sistema de imagem intraoperatória por fluorescência infravermelha com indocianina verde foi adicionado às plataformas robóticas e está disponível comercialmente desde 2011, tendo sido

<sup>1</sup> Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

Autor correspondente: Antonio Luiz de Vasconcellos Macedo – Avenida Albert Einstein, 627/701, bloco A1, 5º andar, sala 512/514 – Morumbi – CEP: 05652-900 – São Paulo, SP, Brasil – Tel.: (11) 2151-3367  
E-mail: tala@uol.com.br

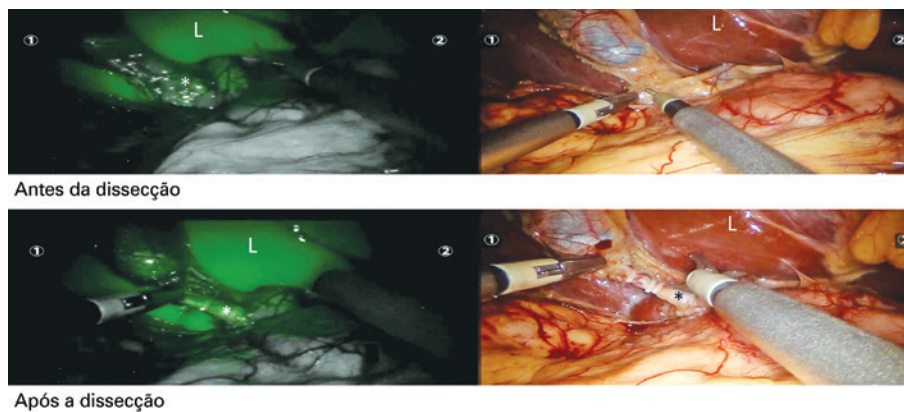
Data de submissão: 19/2/2016 – Data de aceite: 13/4/2016

DOI: 10.1590/S1679-45082016MD3658



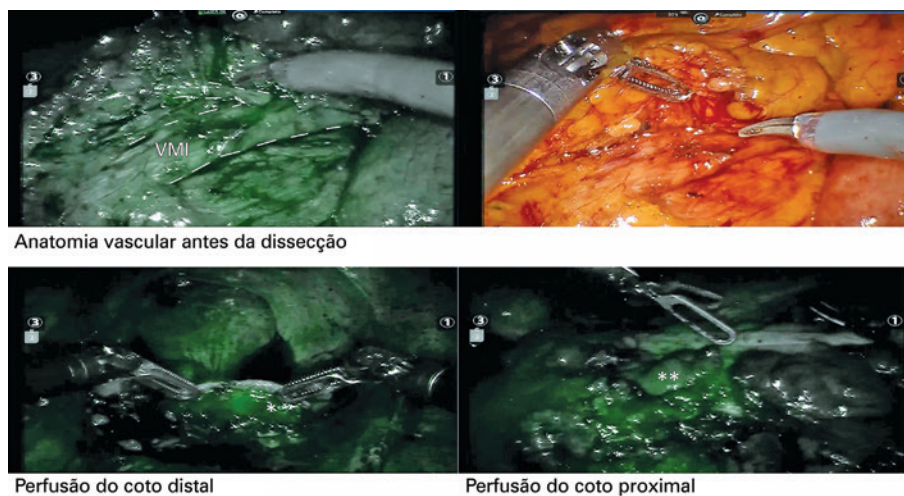
aprovado em 2014 pela *Food and Drug Administration* (FDA) e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A técnica consiste na administração em bólus de medicamento em veias periféricas (para imagem hepatobiliar, devido à excreção biliar da substância), vasos regionais (para identificação de anatomia vascular), ou submucosa ou subserosa (para identificação de linfonodos ou marcadores tumorais).<sup>(6)</sup> A dose segura recomendada para procedimentos de diagnóstico padrão é 0,1 a 0,5mg/kg. A excisão é realizada com *laser* infravermelho, respondendo com sinal fluorescente de alta intensidade, que é capturado por câmeras especiais, combinadas ou não com imagens no espectro visível.<sup>(7)</sup>

A tecnologia tem sido testada em diversos tipos de cirurgias, desde a identificação de estruturas para resgate, como extração de linfonodos em cirurgias oncológicas ou foco de endometriose,<sup>(8,9)</sup> até a prevenção de lesões em órgãos como uretra ou ductos biliares. Esta prevenção é realizada pelo contraste dessas estruturas<sup>(6,10)</sup> com a anatomia dos vasos sanguíneos e sua identificação, permitindo a ressecção parcial de órgãos sólidos ou anastomoses em locais com melhor vascularização,<sup>(6,7)</sup> mas o conhecimento desse sistema ainda é prematuro. A maioria dos estudos é constituída por pequenas séries ou relato de casos. Nossa experiência é limitada por colecistectomia eletiva (Figura 1) e uma colectomia (Figura 2), ambas realizadas no Hospital Israelita Albert Einstein.



\*Ducto cístico; L: fígado.

**Figura 1.** Anatomia biliar apresentada em imagem intraoperatória por fluorescência infravermelha durante colecistectomia robótica com porta única em paciente do sexo feminino de 42 anos. O corante com indocianina verde foi administrado por via intravenosa 30 minutos antes da obtenção da imagem. A árvore biliar é identificada em verde mesmo antes da dissecação devido à fluorescência (parte superior esquerda). A anatomia biliar ainda está oculta na imagem correspondente em espectro visível (parte superior direita). Nota-se também a contrastação do parênquima hepático. Após a dissecação do ducto cístico (parte inferior), a anatomia biliar está ainda mais limpa



\*Cotos distais (reto); \*\*nível proximal bem perfusionado na ressecção.

VMI: vasos mesentéricos inferiores.

**Figura 2.** Anatomia vascular apresentada em imagem intraoperatória por fluorescência infravermelha durante sigmoidectomia robótica. Vasos e ramos mesentéricos inferiores (linha tracejada) foram identificados antes da dissecação com corante contendo indocianina verde (parte superior). Após a dissecação, a perfusão adequada do coto distal (inferior, esquerda) foi confirmada, e uma porção altamente vascularizada do colo foi suturada para anastomose baseada na microvascularização, que foi observada após injeção de fluorescência com corante com indocianina verde (parte inferior direita)

Os vantagens deste método são uma aparente diminuição no tempo intraoperatório, um aumento no número de linfonodos extraídos e a correta identificação das anatomias biliar e vascular.<sup>(6,7)</sup> Os custos são baixos: o equipamento não tem custo proibitivo e o preço do medicamento não é alto.<sup>(7)</sup> O corante (indocianina) tem poucos efeitos colaterais, baixa toxicidade e reações alérgicas.<sup>(6)</sup> O medicamento pode ser utilizado até 6 horas após a reconstituição.<sup>(7)</sup>

As desvantagens estão relacionadas ao tempo de coloração para ser gerenciado em situações de emergência, à diminuição da acurácia em indivíduos obesos,<sup>(8)</sup> à pós-radioterapia,<sup>(7)</sup> a tecidos inflamados<sup>(7)</sup> e à injeção preoperatória de corante.<sup>(7)</sup> Provavelmente, o conhecimento futuro da dose ideal, tempo e local para aplicação do corante poderá melhorar esses cenários.

A imagem intraoperatória por fluorescência infravermelha é uma nova e proeminente inclusão na cirurgia robótica. Diversos relatos mostram a utilidade da tecnologia em uma variedade de procedimentos. A dose ideal, tempo e local para injeção do corante ainda não estão bem definidos. Estudos comparativos baseados em evidência de alta qualidade e resultados de seguimentos a longo prazo não estão disponíveis. Os resultados iniciais, porém, são bons e seguros.

## REFERÊNCIAS

1. Koch M, Ntziachristos V. Advancing Surgical Vision with Fluorescence Imaging. *Annu Rev Med*. 2016;67:153-64. Review.
2. Eitan R, Sabah G, Krissi H, Raban O, Ben-Haroush A, Goldschmit C, et al. Robotic blue-dye sentinel lymph node detection for endometrial cancer - Factors predicting successful mapping. *Eur J Surg Oncol*. 2015;41(12):1659-63.
3. Kamiya S, Takeuchi H, Nakahara T, Niihara M, Nakamura R, Takahashi T, et al. Auxiliary diagnosis of lymph node metastasis in early gastric cancer using quantitative evaluation of sentinel node radioactivity. *Gastric Cancer*. 2016; 19(4):1080-7.
4. Sulzbacher L, Klinger M, Scheurecker C, Wacha M, Shamiyeh A, Malek M, et al. Clinical usefulness of a novel freehand 3D imaging device for radio-guided intraoperative sentinel lymph node detection in malignant melanoma. *Clin Nucl Med*. 2015;40(9):e436-40.
5. KleinJan GH, van den Berg NS, de Jong J, Wit EM, Thygessen H, Vegt E, et al. Multimodal hybrid imaging agents for sentinel node mapping as a means to (re)connect nuclear medicine to advances made in robot-assisted surgery. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016;43(7):1278-87.
6. Marano A, Piora F, Lenti LM, Ravazoni F, Quarati R, Spinoglio G. Application of fluorescence in robotic general surgery: review of the literature and state of the art. *World J Surg*. 2013;37(12):2800-11. Review.
7. Autorino R, Zargar H, White WM, Novara G, Annino F, Perdonà S, et al. Current applications of near-infrared fluorescence imaging in robotic urologic surgery: a systematic review and critical analysis of the literature. *Urology*. 2014;84(4):751-9. Review.
8. Jewell EL, Huang JJ, Abu-Rustum NR, Gardner GJ, Brown CL, Sonoda Y, et al. Detection of sentinel lymph nodes in minimally invasive surgery using indocyanine green and near-infrared fluorescence imaging for uterine and cervical malignancies. *Gynecol Oncol*. 2014;133(2):274-7.
9. Guan X, Nguyen MT, Walsh TM, Kelly B. Robotic single-site endometriosis resection using firefly technology. *J Minim Invasive Gynecol*. 2016;23(1):10-1.
10. Lee Z, Kaplan J, Giusto L, Eun D. Prevention of iatrogenic ureteral injuries during robotic gynecologic surgery: a review. *Am J Obstet Gynecol*. 2016;214(5): 566-71. Review.