



TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

Importancia del uso del verde indocianina en cirugía gastrointestinal en animales

Corporación Universitaria Remington.
Facultad de Medicina Veterinaria
Medicina Veterinaria

Estudiantes: Daniel Alejandro Londoño Velásquez
Daniela Ávila Ramírez
Tutor: Angelica Morales Restrepo
Opción de Trabajo de grado - Diplomado.

2025

Tabla de Contenidos

Resumen.....	3
Palabras clave	3
Pregunta orientadora de la búsqueda	4
Metodología de búsqueda de la información	6
Sustentación teórica de la pregunta.....	7
Conclusiones.....	13
Referencias.....	15

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo explorar la importancia del uso de la indocianina en la cirugía gastrointestinal en animales, enfocándose en cómo esta herramienta puede mejorar la precisión diagnóstica, la seguridad quirúrgica y los resultados postoperatorios. Para ello, se revisaron diversos artículos de investigación que demostraron que el verde de indocianina (ICG) se ha consolidado como un recurso clave en la cirugía veterinaria, especialmente en procedimientos quirúrgicos gastrointestinales. Utilizado como agente de contraste, el ICG permite la visualización en tiempo real de estructuras cruciales, como los márgenes tumorales, los ganglios linfáticos centinela y las áreas de perfusión tisular comprometida.

Las investigaciones analizadas indican que la fluorescencia proporcionada por el ICG mejora notablemente la precisión diagnóstica y quirúrgica. Este avance facilita una resección más precisa de tumores, permite la identificación temprana de fugas intestinales y ayuda a evaluar la viabilidad de los tejidos. Estos beneficios no solo optimizan la toma de decisiones intraoperatorias, sino que también contribuyen a una reducción significativa de las complicaciones postoperatorias. Además, la fluorescencia ICG ha demostrado ser esencial en la planificación quirúrgica durante la estadificación de tumores, favoreciendo una intervención más segura y mejores resultados a largo plazo para los animales.

Palabras clave

Indocianina (ICG), contraste, cirugía gastrointestinal veterinaria, imágenes de fluorescencia en animales.

Pregunta orientadora de la búsqueda

El Verde de Indocianina (ICG), es un compuesto fluorescente de alto impacto en el área médica y experimental, cuyo desarrollo ha sobrepasado su aplicación inicial, en la cual se utilizaba como herramienta para estudios vasculares. El ICG, en la actualidad, es uno de los métodos más utilizados al momento de dar un diagnóstico, debido a su versatilidad y practicidad, especialmente en el ámbito quirúrgico, con aplicaciones que van desde la perfusión tisular hasta la detección precisa de estructuras anatómicas y tumorales. (Papayan & Akopov, 2018).

Su funcionamiento proviene de propiedades físico químicas particulares que le permiten absorber la luz en un espectro específico de honda de entre 800-810 nm, generando como consecuencia una fluorescencia infrarroja que posibilita obtener una alta resolución. Mediante cámaras especializadas, es posible identificar la unión de proteínas plasmáticas que se activan tras su administración, y permiten, mediante la iluminación láser o fuentes de imagen fluorescentes, capturar imágenes dinámicas y detalladas de la perfusión tisular en tiempo real. (Papayan & Akopov, 2018).

En el contexto quirúrgico, el ICG ha demostrado ser una valiosa herramienta diagnóstica, que posibilita delinear con precisión la vascularización, evaluar la viabilidad tisular y detectar anomalías estructurales, lo que permitiría reducir los porcentajes de trastornos alrededor de las fases que involucran las cirugías de alta complejidad y/o alto riesgo de eventos adversos. Uno de los procedimientos quirúrgicos con mayor riesgo en animales son las intervenciones gastrointestinales, tanto a nivel perioperatorio como postoperatorio, debido a la alta complejidad inherente a los procedimientos. Múltiples estudios, tanto en animales como humanos, han identificado un conjunto amplio de complicaciones comunes, tales como infecciones, dehiscencia de suturas, peritonitis séptica, y problemas de cicatrización, entre otros (Smith, Wilson, Hardie, Krick & Schmiedt, 2011; Grimes, Schmiedt, Cornell & Radlinksy, 2011); este conjunto de riesgos pone de manifiesto la necesidad de implementar metodologías o herramientas, como el ICG, que pueden mejorar la calidad de los procedimientos, y reducir los riesgos posteriores a los mismos.

El ICG puede complementarse y potenciarse con la integración de otras tecnologías, permitiendo una sinergia con técnicas como la ecografía con contraste, que ha mejorado los resultados de procedimientos como la identificación de ganglios centinelas; mejorando a su vez, los tiempos quirúrgicos y los pronósticos de mejora en el proceso postoperatorio. Esta capacidad del ICG para usarse de forma dinámica en múltiples entornos médicos o quirúrgicos, representa uno de los avances más significativos

en metodologías diagnósticas en la actualidad. (Kogashiwa, Sakurai, Akimoto, Sato, Ikeda, Matsumoto, & Kohno, 2015).

Los beneficios del ICG impactan todas las partes del proceso clínico de evaluación, diagnóstico e intervención, mejorando directamente la calidad de la intervención médica, teniendo presente que, el aumento de la precisión diagnóstica, la optimización y aumento de la seguridad quirúrgica, y la reducción de complicaciones asociadas al tratamiento, constituyen beneficios respaldados por múltiples investigaciones. La consistencia de los resultados, tanto en contextos experimentales como en casos clínicos reales, consolida al ICG como una herramienta diagnóstica de vanguardia, (Papayan & Akopov, 2018; Alander et al., 2012).

A partir de lo anterior, en el presente trabajo se busca responder a la pregunta **¿Cuál es la importancia del uso del verde de indocianina en la cirugía gastrointestinal en pequeños animales?**

Metodología de búsqueda de la información

La búsqueda se realizó teniendo en cuenta criterios relacionados con la calidad de los artículos. Inicialmente se obtuvo un total de 1.004 artículos entre todas las bases de datos consultadas, dentro de las cuales se encuentran PubMed, Scopus, ScienceDirect y Web of Science, donde se tomaron como guía investigaciones publicadas entre el año 2010 y 2025, priorizando aquellas que se encuentran entre el 2020 y 2025, de esta manera, finalmente se seleccionaron 26 artículos que cumplieran además con los criterios de elegibilidad planteados.

Para encontrar los artículos con el mayor grado de correlación se usaron las siguientes palabras clave: "indocianina", "cirugía gastrointestinal", "animales", "fluorescencia de indocianina" y "veterinario", utilizando operadores booleanos (Y/O) para optimizar los resultados. Teniendo presente la cantidad de investigaciones en el extranjero, se realizó una búsqueda mayoritaria de artículos publicados cuyo idioma original fuera el inglés.

Los criterios de inclusión, además de fecha de publicación, idioma y origen, incluyeron la búsqueda de investigaciones empíricas, de alcance correlacional que investigaran el uso de la indocianina en cirugías gastrointestinales en animales de diferentes especies. Se excluyeron las publicaciones anteriores a 2010 y aquellas sin revisión por pares.

Los artículos seleccionados fueron separados según su relevancia y relación con el tema de investigación. La metodología permitió recopilar datos cuantitativos y cualitativos sobre los resultados e impactos del uso de la fluorescencia por indocianina en cirugías gastrointestinales.

Sustentación teórica de la pregunta

En el contexto médico el desarrollo de nuevas herramientas y metodologías es fundamental para la mejora de los resultados clínicos, reducción de costos, aumentar la precisión diagnóstica y el avance en los pronósticos de enfermedades de difícil tratamiento. Una de estas herramientas es el verde de indocianina (IGC), la cual permite visualizar de manera detallada la estructura tisular, en tiempo real, altamente relevante en procesos quirúrgicos, facilitando el trabajo de cirujanos o incluso oncólogos. Rho et al (2021)

El Verde Indocianina (ICG) es un colorante fluorescente que, al inyectarse en el cuerpo, permite visualizar estructuras internas gracias a su capacidad para absorber luz infrarroja cercana (NIR) y emitir una fluorescencia visible. Esta propiedad lo ha convertido en una herramienta invaluable en diversas especialidades médicas (Biotronitech, 2021).

Investigaciones recientes, presentadas en los últimos 5 años, muestran evidencia consistente de las aplicaciones y beneficios del ICG en el marco de las cirugías gastrointestinales en animales. Barberio et al (2021), describieron cómo, el tatuaje submucoso con ICG, permite localizar de manera precisa lesiones gastrointestinales previo a la intervención quirúrgica, facilitando la identificación de áreas específicas, y mejorando la orientación del cirujano durante el procedimiento, aumentando así, la calidad general de la intervención y evitando riesgos asociados a errores humanos. Si bien, el uso de medios fluorescentes puede ser una alternativa igualmente efectiva, el ICG sigue siendo una opción confiable debido a su bajo riesgo de complicaciones y su alta eficacia.

Otra aplicación relevante del ICG, es la evaluación de la perfusión tisular durante los procedimientos. Según autores como Kalayarasan et al (2023), el uso intraoperatorio de ICG permite observar en tiempo real la perfusión en anastomosis gastrointestinales, lo cual, a su vez, reduce la probabilidad de ocurrencia de complicaciones más graves como la dehiscencia anastomótica, al garantizar una irrigación adecuada de los tejidos suturados. La coloración por indocianina permite proporcionar información instantánea, y ello a su vez, aumenta la seguridad de los pacientes durante los procedimientos, Liu et al (2022).

Continuando con las aplicaciones de la indocianina se relaciona su uso en cirugías oncológicas, donde, esta ayuda a la identificación eficaz de márgenes tumorales y ganglios linfáticos centinela. Autores como, Sposito et al (2022) indican que, el ICG es altamente efectivo en la resección de tumores gastrointestinales, debido a que mejora la delimitación de los márgenes quirúrgicos y asegura la

extirpación más completa del tejido maligno; adicionalmente, la fluorescencia, optimiza el proceso de estadificación y reduce el riesgo de recurrencia tumoral.

De forma reciente, estudios han explorado la combinación del ICG, con otros agentes fluorescentes, por ejemplo, Osterkamp et al (2021) identificaron que la linfografía gástrica utilizando ICG junto con fluoresceína sódica mejora la visualización de los ganglios linfáticos, lo que permite una localización más rápida y precisa. Esta combinación maximiza la eficiencia tanto en los procedimientos quirúrgicos como en los diagnósticos. En este sentido, enfoques como este abren nuevas posibilidades para personalizar y hacer más efectivos los tratamientos.

Lim et al (2023) sugieren que el ICG podría convertirse en el estándar para procedimientos complejos, dado su potencial para mejorar tanto la visualización anatómica como la seguridad quirúrgica; además, la integración de la tecnología basada en ICG con sistemas de inteligencia artificial y plataformas avanzadas de imágenes podría expandir su aplicabilidad en escenarios quirúrgicos mínimamente invasivos y robóticos. Los estudios destacan cómo el ICG ha demostrado ser una herramienta valiosa en la mejora de los resultados de las intervenciones quirúrgicas, especialmente en el ámbito veterinario

Lo anterior, es respaldado por investigaciones como las de Rho et al (2021), en donde se logró demostrar la capacidad del ICG para visualizar tumores en modelos experimentales con conejos. De acuerdo con los resultados, el uso de este método posibilita a los cirujanos veterinarios determinar con mayor precisión las dimensiones del tumor y los tejidos afectados subyacentes, reduciendo así, el riesgo en medio de intervenciones de extracción, cauterización o tratamiento, mejorando el pronóstico y reduciendo en un porcentaje significativo el riesgo de recurrencia tumoral. La técnica no solo mejora la precisión quirúrgica, sino que también minimiza la invasividad de los procedimientos oncológicos.

Otros autores como Chen et al (2024) ampliaron la investigación con el objetivo de encontrar más aplicaciones; para ello, usaron el IGC en tiempo real para procedimientos intraabdominales. Este método, tiene una transformación radical en la cirugía veterinaria, pues posibilita a los médicos observar dinámicamente la perfusión tisular y los procesos de adhesión durante la intervención. El hecho de poder visualizar en vivo la integridad y funcionalidad de los tejidos, es un avance crucial en la precisión quirúrgica, reduciendo con ella el margen de error y las complicaciones postoperatorias.

Un ejemplo del uso del IGC en animales se puede visualizar en el trabajo de Mullen et al (2024), quienes investigaron el uso de la fluorescencia NIR (Luz Infrarroja Cercana) con ICG, para evaluar la viabilidad de cirugías gástricas en perros que presentaron síndrome de dilatación – vólvulo gástrico. De acuerdo con los resultados, se logró establecer que la técnica tiene un alto grado de eficacia para evaluar

la perfusión gástrica y determinar con antelación la viabilidad tisular. Lo anterior, posibilitó la realización de intervenciones quirúrgicas más precisas y redujo a su vez las complicaciones adyacentes, demostrando con ello el impacto positivo del uso del IGC en cirugías gastrointestinales de alta complejidad.

Si bien el ICG es de gran utilidad en la marcación del sistema gastrointestinal, diversos autores respaldan su uso en otras aplicaciones quirúrgicas abdominales, como ejemplo de esto, autores como Sakurai et al (2022) analizaron el uso del IGC en el tratamiento quirúrgico de masas hepáticas en perros, de acuerdo con sus resultados, encontraron que el IGC no solo mejora la visualización de masas tumorales, sino que también permite determinar con alta precisión la perfusión hepática, que es fundamental para reducir complicaciones postoperatorias, y tiene un impacto en la mejora de los resultados clínicos generales. La investigación concluye que el uso de la técnica de coloración por indocianina es de gran ayuda cuándo se requieren resecciones meticulosas en masas hepáticas.

Otro proceso crucial donde el uso del IGC demostró tener un impacto elevado, fue en la detección de ganglios linfáticos centinela. Mihara et al (2021), realizaron un experimento donde combinaron la indocianina con óxido de hierro superparamagnético en un modelo de cáncer de vesícula biliar en cerdos. Los resultados demostraron que esta combinación mejora la identificación precisa y oportuna de ganglios linfáticos centinela en medio de cirugías laparoscópicas. El uso de esta tecnología mejoró la precisión diagnóstica y permitiría reducir riesgos quirúrgicos, adicionalmente, podría ser de gran utilidad en procesos como la estadificación de cáncer, con aplicaciones en animales que se encuentran a la espera de procedimientos quirúrgicos que no son altamente invasivos.

El uso del IGC, ha demostrado tener gran versatilidad y efectividad, dando un alto grado de precisión al procedimiento quirúrgico e impacto en los resultados preoperatorios y postoperatorios. En un artículo de Choi y Lee (2024) se documentó el uso de imágenes generadas a partir de fluorescencia infrarroja con ICG en la resección de un tumor del estroma gastrointestinal (Por sus siglas GIST) en un canino; en los resultados se identificó que la técnica fue de gran utilidad para la visualización precisa de los márgenes tumorales, lo que fue clave para realizar una resección quirúrgica de mayor complejidad y eficiencia. Adicionalmente, hubo menos complicaciones posteriores a la intervención, lo que demuestra el gran impacto del IGC en todo el marco quirúrgico, especialmente, en el relacionado con la intervención a tumores en animales.

Otra aplicación relevante fue la documentada por Nolff et al (2023), quienes utilizaron linografía infrarroja con ICG en un perro diagnosticado con un insulinoma maligno. La técnica permitió una identificación con mayor rapidez y precisión de los ganglios linfáticos centinela, facilitando tanto la

estadificación del cáncer como la planificación quirúrgica. Este caso en específico, refuerza la evidencia sobre que, la linfografía con ICG, es una técnica segura y útil, con un gran potencial para la gestión de tumores malignos en pacientes veterinarios, especialmente en aquellos donde la detección precisa de metástasis es esencial para los resultados del tratamiento.

Finalmente, en una investigación realizada por Huang et al (2024), se desarrolló una técnica para detectar fugas intestinales utilizando ICG en el líquido peritoneal. Los investigadores evaluaron su eficiencia en modelos de ratas con fugas anastomóticas, así como en pacientes humanos sometidos a cirugía colorrectal, demostrando que el IGC hace posible una detección pronta de las fugas, mejorando con ello el manejo postquirúrgico. Estos hallazgos, demuestran, por un lado, los múltiples usos que se le pueden dar al ICG, y por otro lado, la gran cantidad de beneficios asociados al proceso quirúrgico a nivel gastrointestinal. En la Tabla 1 se sintetiza cuáles son algunos de los principales usos del ICG y los resultados obtenidos por los investigadores.

Tabla 1. Principales aplicaciones del verde de indocianina.

Usos del verde de indocianina	Resultados	Referencia
Evaluación de necrosis en colgajos en modelos animales (ratas y cerdos)	Permite identificar áreas con perfusión comprometida y predecir necrosis en modelos animales	Giunta et al. (2005)
Visualización de márgenes tumorales y perfusión tisular en modelos animales (cerdos) y humanos	Mejora la precisión en la resección de tumores esofágicos en modelos animales y humanos	Rho et al. (2021)
Adhesión y perfusión tisular en cirugía intraabdominal en cerdos	Mejora la precisión quirúrgica y reduce el riesgo de complicaciones	Chen et al. (2024)
Evaluación de la viabilidad gástrica en perros con vólvulo de dilatación gástrica	Permite evaluar la perfusión gástrica y predecir la viabilidad tisular, reduciendo complicaciones postoperatorias	Mullen et al. (2024)

Evaluación de masas hepáticas en perros	Mejora la visualización de masas hepáticas y facilita la resección precisa de tumores	Sakurai et al. (2022)
Detección de ganglios linfáticos centinela en cáncer de vesícula biliar porcina	Permite una identificación precisa y rápida de los ganglios linfáticos centinela	Mihara et al. (2021)
Diagnóstico de fugas intestinales en ratas y pacientes con cirugía colorrectal	Detecta fugas intestinales de manera temprana y precisa, mejorando el manejo postoperatorio	Huang et al. (2024)
Escisión de tumores gastrointestinales en perros	Mejora la visualización de márgenes tumorales y precisión de la resección quirúrgica, minimizando daños y complicaciones	Choi et al. (2024)
Detección de ganglios linfáticos centinela en insulinooma maligno en perros	Mejora la identificación de ganglios linfáticos centinela para la estadificación del cáncer y planificación quirúrgica	Nolff et al. (2023)

Fuente: autoría propia.

De acuerdo con las investigaciones revisadas, es posible identificar que el uso de la coloración por fluorescencia a través del verde de indocianina en procedimientos quirúrgicos gastrointestinales en animales es una herramienta revolucionaria, eficaz y valiosa para mejorar el proceso clínico completo de evaluación, diagnóstico e intervención, mejorando no solo las tasas de recuperación, sino también, reduciendo algunos riesgos de recidivas en casos de neoplasias. La tabla expone los diferentes usos del ICG en modelos animales como ratas, cerdos, y perros, destacando su capacidad para mejorar la visualización de estructuras clave como márgenes tumorales, ganglios linfáticos centinela y zonas de perfusión tisular. Entre sus mayores beneficios se encuentran la mejora en la resección de tumores, la reducción de complicaciones postoperatorias y la detección temprana de fugas intestinales y necrosis en tejidos. Estos resultados dejan demostrado el impacto positivo que la fluorescencia ICG puede tener en la cirugía veterinaria, facilitando una intervención más precisa, segura y con mejores resultados clínicos.

Si bien, los resultados anteriores muestran que el uso del ICG tiene resultados valiosos en la cirugía veterinaria, es fundamental tener presente que existen riesgos asociados a su aplicación que obligan a hacer un uso cauteloso y consciente de la técnica; algunos de los efectos adversos encontrados se relacionan con la aparición de reacciones alérgicas, que, aunque no son muy comunes, pueden comprometer gravemente la seguridad del procedimiento quirúrgico, (Van Den Hoven et al., 2023). Otras

preocupaciones importantes tienen que ver con la forma a través de la cual se realiza la administración y dosificación de la ICG, ya que un uso indebido o excesivo de la misma podría generar efectos adversos como toxicidad hepática, particularmente, en pacientes en los cuales su función hepática se encuentre comprometida, (Morales-Conde et al., 2022). Aunque la evidencia resalta sus beneficios, aún se requiere una mayor estandarización y protocolización de su uso de manera que se aumente su seguridad y eficacia, evitando así complicaciones derivadas de una inadecuada administración o de la falta de precauciones adecuadas. Es fundamental, por tanto, que los profesionales realicen una evaluación cuidadosa de todas las variables que puedan surgir durante el proceso, desde las características del paciente, hasta, los propios conocimientos sobre el uso y aplicación del ICG.

Conclusiones.

El uso de verde de indocianina (ICG) en cirugía gastrointestinal en animales ha demostrado tener múltiples beneficios con relación a la mejora en la precisión diagnóstica, la seguridad quirúrgica y los resultados postoperatorios en esta población. Los estudios revisados han demostrado que el uso de ICG durante los procedimientos quirúrgicos permite una visualización clara y precisa de estructuras y tejidos importantes, facilitando así la toma de decisiones informadas durante el procedimiento. Se ha demostrado que la capacidad del ICG para resaltar los márgenes tumorales, los ganglios linfáticos centinela y las áreas de perfusión tisular comprometida es particularmente útil en la resección tumoral y en la evaluación de la viabilidad del tejido gastrointestinal, reduciendo así el riesgo de complicaciones y mejorando la precisión de la cirugía. (Sakurai et al 2022).

En términos de seguridad quirúrgica, el uso de ICG redujo significativamente el daño al tejido circundante porque la fluorescencia facilitó la identificación de áreas dañadas que de otro modo podrían haber pasado inadvertidas (Wang et al., 2022). En particular, la aplicación de ICG en la cirugía del cáncer gastrointestinal y en el tratamiento de tumores hepáticos en animales ha sido crucial, ya que mejoró la precisión de la resección y redujo la tasa de complicaciones posoperatorias (Sakurai et al., 2022; Mullen et al., 2024). Además, técnicas como la linfografía infrarroja con ICG han permitido una identificación más precisa de los ganglios linfáticos centinela, contribuyendo a una mejor estadificación tumoral y planificación quirúrgica, optimizando así los resultados clínicos a largo plazo (Nolff et al., 2023).

En términos de resultados postoperatorios, la capacidad del ICG para identificar fugas intestinales y áreas de necrosis tisular en tiempo real ha demostrado ser fundamental para una intervención rápida y eficaz, reduciendo el riesgo de complicaciones graves y mejorando la recuperación del paciente (Huang et al., 2024). Estos resultados reflejan el impacto positivo que la fluorescencia ICG puede tener en la cirugía veterinaria. Representa una herramienta que no sólo mejora la precisión de los procedimientos quirúrgicos, sino que también aumenta la seguridad y reduce los riesgos asociados a procedimientos complejos, beneficiando en última instancia la salud y el bienestar de los animales tratados.

Finalmente, con relación a lo investigado a lo largo del presente trabajo, se concluye que el verde de indocianina ayuda a disminuir los riesgos asociados a los distintos procedimientos quirúrgicos, aumentando su efectividad; esto lo convierte en un método innovador a la hora de realizar procedimientos donde se requiere alta precisión, ya que por su forma de pigmentar los tejidos afectados, le permite al

cirujano evidenciar las zonas de vascularización y perfusión tisular, favoreciendo la toma de decisiones certeras y reducir así el riesgo quirúrgico.

Referencias

- Alander, J. T., Kaartinen, I., Laakso, A., Pätilä, T., Spillmann, T., Tuchin, V. V., Venermo, M., & Välisuo, P. (2012). A review of indocyanine green fluorescent imaging in surgery. *International journal of biomedical imaging*, 2012, 940585. <https://doi.org/10.1155/2012/940585>
- Barberio, M., Pizzicannella, M., Spota, A., Ashoka, A. H., Agnus, V., Al Taher, M., Jansen-Winkel, B., Gockel, I., Marescaux, J., Swanström, L., Kong, S. H., Felli, E., Klymchenko, A., & Diana, M. (2021). Preoperative endoscopic marking of the gastrointestinal tract using fluorescence imaging: submucosal indocyanine green tattooing versus a novel fluorescent over-the-scope clip in a survival experimental study. *Surgical endoscopy*, 35(9), 5115–5123. <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07999-2>
- Biotronitech. (2021). Verde Indocianina: Innovación en la Medicina Quirúrgica y su Regulación en Colombia. [En línea]. Recuperado de: <https://biotronitech.com.co/verde-indocianina-innovacion-en-la-medicina-quirurgica-y-su-regulacion-en-colombia/>
- Chen, Q., Cai, Y., Cheng, K. *et al.* Real-time fluorescence-guided adhesiolysis with indocyanine green in intra-abdominal surgery (with video). *Sci Rep* 14, 726 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51450-8>
- Choi, J., & Lee, S. (2024). Excision of a gastrointestinal stromal tumour in a dog using short-wave infrared fluorescence imaging and indocyanine green. *Veterinary medicine and science*, 10(4), e1506. <https://doi.org/10.1002/vms3.1506>
- Deng, C., Zhang, Z., Qi, H., Guo, Z., Liu, Y., Xiao, H., & Li, X. (2022). Safety and efficacy of indocyanine green near-infrared fluorescent imaging-guided lymph nodes dissection during radical gastrectomy for gastric cancer: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in oncology*, 12, 917541. <https://doi.org/10.3389/fonc.2022.917541>
- Grimes, J. A., Schmiedt, C. W., Cornell, K. K., & Radlinksy, M. A. (2011). Identification of risk factors for septic peritonitis and failure to survive following gastrointestinal surgery in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(4), 486–494. <https://doi.org/10.2460/javma.238.4.486>
- Huang, Y., Li, T. Y., Weng, J. F., Liu, H., Xu, Y. J., Zhang, S., & Gu, W. L. (2024). Peritoneal fluid indocyanine green test for diagnosis of gut leakage in anastomotic leakage rats and colorectal

surgery patients. *World journal of gastrointestinal surgery*, 16(6), 1825–1834. <https://doi.org/10.4240/wjgs.v16.i6.1825>

Jakobson, T., Karjagin, J., Vipp, L., Padar, M., Parik, A. H., Starkopf, L., Kern, H., Tammik, O., & Starkopf, J. (2014). Postoperative complications and mortality after major gastrointestinal surgery. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 50(2), 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.medici.2014.06.002>

Kalayarasan, R., Chandrasekar, M., Sai Krishna, P., & Shanmugam, D. (2023). Indocyanine green fluorescence in gastrointestinal surgery: Appraisal of current evidence. *World journal of gastrointestinal surgery*, 15(12), 2693–2708. <https://doi.org/10.4240/wjgs.v15.i12.2693>

Kogashiwa, Y., Sakurai, H., Akimoto, Y., Sato, D., Ikeda, T., Matsumoto, Y., Moro, Y., Kimura, T., Hamanoue, Y., Nakamura, T., Yamauchi, K., Saito, K., Sugawara, M., & Kohno, N. (2015). Sentinel Node Biopsy for the Head and Neck Using Contrast-Enhanced Ultrasonography Combined with Indocyanine Green Fluorescence in Animal Models: A Feasibility Study. *PloS one*, 10(7), e0132511. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132511>

Lim, Z. Y., Mohan, S., Balasubramaniam, S., Ahmed, S., Siew, C. C. H., & Shelat, V. G. (2023). Indocyanine green dye and its application in gastrointestinal surgery: The future is bright green. *World journal of gastrointestinal surgery*, 15(9), 1841–1857. <https://doi.org/10.4240/wjgs.v15.i9.1841>

Liu, F., Wei, R., Yin, J., Shen, M., Wu, Y., Guo, W., & Sun, D. (2022). Host–guest interactions of indocyanine green with β -cyclodextrin permit real-time characterization of the rat lymphatic system. *JVS-Vascular Science*, 3, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.jvssci.2022.02.002>

Mihara K, Matsuda S, Nakamura Y, Aiura K, Kuwahata A, Chikaki S, et al. (2021) Intraoperative laparoscopic detection of sentinel lymph nodes with indocyanine green and superparamagnetic iron oxide in a swine gallbladder cancer model. *PLoS ONE* 16(3): e0248531. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248531>

Morales-Conde, S., Licardie, E., Alarcón, I., & Balla, A. (2022). Indocyanine green (ICG) fluorescence guide for the use and indications in general surgery: recommendations based on the descriptive review of the literature and the analysis of experience. *Cirugía Española (English Edition)*, 100(9), 534–554. <https://doi.org/10.1016/j.cireng.2022.06.023>

- Mullen, K. M., Regier, P. J., Perez-Rodriguez, V., Fox-Alvarez, W. A., Bertran, J., & Colee, J. (2024). Use of real-time near-infrared fluorescence to assess gastric viability in dogs with gastric dilatation volvulus: A case-control study. *Veterinary surgery : VS*, 53(4), 684–694. <https://doi.org/10.1111/vsu.14067>
- Nolff, M. C., Dennler, R., & Dennler, M. (2023). Use of indocyanine green near-infrared lymphography to detect sentinel lymph nodes in a dog with a malignant insulinoma: a case report. *Frontiers in veterinary science*, 10, 1178454. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1178454>
- Osterkamp, J., Strandby, R. B., Nerup, N., Svendsen, M. B. S., Svendsen, L. B., & Achiam, M. P. (2021). Time to maximum indocyanine green fluorescence of gastric sentinel lymph nodes and feasibility of combined indocyanine green/sodium fluorescein gastric lymphography. *Langenbeck's Archives of Surgery*, 406(8), 2717–2724. <https://doi.org/10.1007/s00423-021-02265-y>
- Papayan, G., & Akopov, A. (2018). Potential of indocyanine green near-infrared fluorescence imaging in experimental and clinical practice. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*, 24, 292–299. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.10.011>
- Rho J, Quan YH, Choi BH, Han KN, Kim BM, Choi YH, Kim HK. Near-infrared fluorescent imaging with indocyanine green in rabbit and patient specimens of esophageal cancer. *J Thorac Dis* 2021;13(11):6314-6322. <https://doi.org/10.21037/jtd-21-790>
- Sakurai, N., Ishigaki, K., Terai, K., Heishima, T., Okada, K., Yoshida, O., Kagawa, Y., & Asano, K. (2023). Impact of near-infrared fluorescence imaging with indocyanine green on the surgical treatment of pulmonary masses in dogs. *Frontiers in veterinary science*, 10, 1018263. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1018263>
- Slooter, M. D., Mansvelders, M. S. E., Bloemen, P. R., Gisbertz, S. S., Bemelman, W. A., Tanis, P. J., Hompes, R., van Berge Henegouwen, M. I., & de Bruin, D. M. (2021). Defining indocyanine green fluorescence to assess anastomotic perfusion during gastrointestinal surgery: systematic review. *BJS open*, 5(2), zraa074. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zraa074>
- Smith, A. L., Wilson, A. P., Hardie, R. J., Krick, E. L., & Schmiedt, C. W. (2011). Perioperative complications after full-thickness gastrointestinal surgery in cats with alimentary lymphoma. *Veterinary surgery : VS*, 40(7), 849–852. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00863.x>

- Sposito C, Maspero M, Belotti P, Simonotti N, Altomare M, Ciana P, Mazzaferro V. (2022). Indocyanine Green Fluorescence-Guided Surgery for Gastrointestinal Tumors: A Systematic Review. *Ann Surg Open* 2;3(3): e190. doi: 10.1097/AS9.000000000000190
- Park, S. Y., Park, J. S., Kim, H. J., Woo, I. T., Park, I. K., & Choi, G. S. (2020). Indocyanine Green Fluorescence Imaging-Guided Laparoscopic Surgery Could Achieve Radical D3 Dissection in Patients With Advanced Right-Sided Colon Cancer. *Diseases of the colon and rectum*, 63(4), 441–449. <https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000001597>
- Van Den Hoven, P., Osterkamp, J., Nerup, N., Svendsen, M. B. S., Vahrmeijer, A., Van Der Vorst, J. R., & Achiam, M. P. (2023). Quantitative perfusion assessment using indocyanine green during surgery—current applications and recommendations for future use. *Langenbeck's Archives of Surgery*, 408(1), 67. <https://doi.org/10.1007/s00423-023-02780-0>
- Van der Vorst, J. R., Hutteman, M., Mieog, J. S., de Rooij, K. E., Kaijzel, E. L., Löwik, C. W., Putter, H., Kuppen, P. J., Frangioni, J. V., van de Velde, C. J., & Vahrmeijer, A. L. (2012). Near-infrared fluorescence imaging of liver metastases in rats using indocyanine green. *The Journal of surgical research*, 174(2), 266–271.