

Revisiones temáticas en cirugía hepatobiliar y pancreática

Uso de verde de indocianina para prevenir lesiones yatrogénicas de la vía biliar durante colecistectomía laparoscópica

Use of indocyanine green to prevent iatrogenic biliary tract injuries during laparoscopic cholecystectomy

B. Pérez-Saborido¹, M. Toledano-Trincado², D. Pacheco-Sánchez¹

¹Unidad de Cirugía Hepatobiliar y Pancreática. Unidad de Trasplante Hepático. Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo. Hospital Universitario Río Hortega. Valladolid.

²Unidad de Cirugía Esofagogástricointestinal. Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo. Hospital Universitario Río Hortega. Valladolid.

RESUMEN

Las lesiones yatrogénicas de la vía biliar representan un problema importante con una incidencia en la colecistectomía laparoscópica del 0,4-0,6%. Se han postulado muchas medidas para evitarla y entre ellas la más importante es la correcta identificación de la anatomía biliar extrahepática utilizando la técnica quirúrgica de la visión crítica de seguridad. El uso de la colangiografía clásica de manera rutinaria no está consensuado pero en los últimos años, la aparición de la colangiografía por fluorescencia con verde de indocianina parece ser una herramienta muy eficaz en la correcta identificación del conducto cístico y vía biliar principal y por lo tanto una medida de apoyo para evitar lesiones biliares. Se han publicado numerosas experiencias en cirugía laparoscópica y robótica con muy buenos resultados. El problema fundamental es definir la dosis de verde de indocianina a administrar y con qué antelación al momento de la cirugía para conseguir una mejor definición de la imagen. Por otro lado, la penetración de las fuentes de luz actuales es de 5-10 mm y por ello se puede ver dificultada la visualización de las estructuras

biliares cuando los tejidos están engrosados como en obesidad, colecistitis aguda, etc. A pesar de todo ello, es una técnica fácil, barata y muy bien acogida entre los cirujanos, que puede ser usada para disminuir la incidencia de lesiones biliares durante procedimientos de colecistectomía por abordaje mínimamente invasivo.

Palabras clave: lesión yatrogénica vía biliar, colangiografía, fluorescencia, verde de indocianina.

ABSTRACT

Iatrogenic lesions of the bile duct represent a major problem with an incidence in laparoscopic cholecystectomy of 0.4-0.6%. Many measures have been postulated to avoid it and among them the most important is the correct identification of the extrahepatic biliary anatomy using the surgical technique of the critical vision of safety. The use of classical cholangiography in a routine manner is not agreed upon, but in recent years, the appearance of fluorescent cholangiography with indocyanine green seems to be a very effective tool in the correct identification of the cystic duct and the main bile duct and therefore a support measure to avoid biliary injuries. Many experiences in laparoscopic and robotic surgery have been published with very good results. The fundamental problem is to define the dose of indocyanine green to be administered and with what advance at

CORRESPONDENCIA

Baltasar Pérez Saborido
Hospital Universitario Río Hortega
47012 Valladolid
ps.baltasar@gmail.com

XREF

CITA ESTE TRABAJO

Pérez Saborido B, Toledano Trincado M, Pacheco Sánchez D. Uso de verde de indocianina para prevenir lesiones yatrogénicas de la vía biliar durante colecistectomía laparoscópica. *Cir Andal*. 2019;30(2):228-34.

the time of surgery to achieve a better definition of the image. On the other hand, the penetration of current light sources is 5-10 mm and therefore it can be difficult to visualize the biliary structures when the tissues are thickened as in obesity, acute cholecystitis ... In spite of all this, it is an easy, inexpensive and very well received technique among surgeons, which can be used to reduce the incidence of biliary lesions during cholecystectomy procedures by minimally invasive approach.

Keywords: iatrogenic lesion of the bile duct, cholangiography, fluorescence, indocyanine green

INTRODUCCIÓN

La colecistectomía laparoscópica es una de las intervenciones quirúrgicas más frecuentemente realizadas con más de 60.000 operaciones al año en Japón y 750.000 en EE.UU.¹.

La complicación más temida, tanto en la colecistectomía laparotómica como en la colecistectomía laparoscópica es la lesión yatrogénica de la vía biliar (LIVB). Su incidencia se sitúa en 0,4-0,6% en el abordaje laparoscópico, que es 2-3 veces superior a la incidencia en el abordaje abierto¹. En un trabajo turco teniendo en cuenta que realizan unas 200.000 colecistectomías al año y que el 90% se realizan por laparoscopia, estiman que cada año pueden sufrir una lesión de vía biliar entre 600 y 2.400 pacientes².

Además las LIVB suponen una importante morbilidad y mortalidad requiriendo tratamientos complejos y costosos. Incrementan un 126% el coste cuando requieren tratamiento quirúrgico frente a una colecistectomía laparoscópica sin incidencias¹ e incrementa un 8,8% la mortalidad sobre una cirugía sin incidencias¹.

FACTORES RELACIONADOS CON LAS LESIONES YATRÓGENAS DE LA VÍA BILIAR.

Los fallos en la correcta identificación intraoperatoria del conducto cístico, previos al clipaje y la sección, es un factor de riesgo independiente de lesión de vía biliar. Por ello, la realización de una adecuada disección y conseguir una visión crítica de seguridad se consideran que disminuye el riesgo de lesión. La visión crítica de seguridad implica:

- Identificación y disección del triángulo de Calot.
- Exposición del conducto cístico liberando el tercio inferior de la vesícula de la fosa vesicular.
- Confirmar que sólo dos estructuras (y sólo 2) entran a la vesícula biliar¹.

Otros factores de riesgo de LIVB identificados en la literatura son:

- Colecistitis aguda: dobla el riesgo de lesión de vía biliar.
- Colecistitis aguda grave: cuadruplica el riesgo.
- Variaciones anatómicas en el árbol biliar.
- Coledocolitiasis.

- Cirugía urgente.
- Anemia.

En algunos trabajos se han identificado factores relacionados con una mayor dificultad de colecistectomía laparoscópica como edad mayor de 70 años, sexo masculino, colecistitis aguda, sangrado durante la cirugía, piedras impactadas en el Hartman, engrosamiento severo de la pared de la vesícula, cirrosis, cirugía supramesocólica previa y variantes anatómicas. Sin embargo, no queda claro si esta mayor dificultad se relaciona con una mayor incidencia de lesiones de la vía biliar, aunque sí obliga a tener una mayor precaución. Tampoco se aclara si la experiencia del cirujano se relaciona con las lesiones de vía biliar, que aparecen tanto en manos menos experimentadas como más experimentadas².

En un estudio japonés con la metodología de estudio Delphi practicaron un cuestionario a más de 600 cirujanos de Japón, Korea, Taiwan y EE.UU. expertos en cirugía laparoscópica biliar tratando de definir factores de riesgo de lesión de vía biliar, cuando parar, dónde parar y cómo prevenirla. Las situaciones de riesgo que alcanzaron un mayor consenso fueron en casos de litiasis impactadas en la confluencia del cístico y el conducto biliar principal o en casos de severa fibrosis en el triángulo de Calot. En estos casos se deberían aplicar procedimientos de retirada³.

CÓMO EVITAR UNA LESIÓN YATRÓGENA DE LA VÍA BILIAR

Para realizar la colecistectomía laparoscópica con seguridad se ha introducido la visión crítica de seguridad, propuesta por Strasberg en 1995 y que hoy en día se ha convertido en el "gold standard" para evitar una LIVB en la colecistectomía laparoscópica. Se deben crear dos ventanas: una ventana entre la arteria cística y el conducto cístico y la vesícula biliar y otra ventana entre la arteria cística, la vesícula y el hígado⁴.

Aplicando la metodología Delphi, un trabajo reciente de la Asociación de Cirugía Hepatobiliopancreática turca intenta llegar a un consenso sobre las lesiones de la vía biliar. Llegan al consenso de que es necesario alcanzar una visión crítica de seguridad, si no se alcanza no se debe proseguir la colecistectomía laparoscópica pudiendo realizar una colecistectomía parcial o conversión a cirugía abierta. Con un consenso más débil consideran que el empleo de la óptica de 30 grados permite una mejor exposición de la vía biliar y podría contribuir a evitar las lesiones de vía biliar².

En el trabajo japonés³ el mayor consenso entre las medidas de cómo evitar una lesión de vía biliar lo alcanzó:

- Aplicar una correcta retracción de la vesícula biliar para una correcta exposición del triángulo de Calot.
- Siempre obtener la visión crítica de seguridad.
- Evitar una excesiva fulguración o clipaje en casos de sangrado y alcanzar la hemostasia por métodos de compresión.
- Reconocer el triángulo de Calot y la visión crítica de seguridad.

Lo que no existe consenso es sobre qué hacer en los casos de riesgo. La respuesta más aceptada es realizar una conversión a cirugía abierta, realizando una disección de fondo a base, pero que tampoco está exenta de riesgo. Otras opciones son la colecistectomía parcial y la colecistostomía³.

Dado que el factor más importante para evitar LIVB es la correcta identificación de la vía biliar, se han desarrollado numerosas técnicas de imagen para intraoperatoriamente evidenciar la anatomía biliar y hacer la colecistectomía laparoscópica más segura. Las dos técnicas fundamentales son la colangiografía intraoperatoria clásica (CIO) y la colangiografía por fluorescencia con verde de indocianina.

USO RUTINARIO DE LA COLANGIOGRAFÍA INTRAOPERATORIA

La colangiografía clásica precisa de aparataje de radiología en quirófano, la disección e introducción de un catéter en el conducto cístico, maniobra durante la cual se pueden producir lesiones. Además es cara, consume tiempo y expone al paciente a radiaciones ionizantes.

Se ha investigado mucho sobre el uso de la CIO en la prevención y la identificación de lesiones de la vía biliar. El uso rutinario se ha propuesto ampliamente para la prevención de LIVB pero a día de hoy continúa siendo controvertido. La CIO tiene una serie de desventajas: alarga el tiempo operatorio, necesidad de radiología en quirófano, exposición del paciente y de los profesionales a radiación y un incremento de riesgo de daño biliar causado por la inserción de la cánula transcística⁵.

En 2003 un trabajo que recogía 1.570.361 pacientes del Medicare sometidos a colecistectomía (con 7.911 lesiones de la vía biliar) demostraba un significativo incremento de 0,39% a 0,58% cuando la CIO no se usaba^{1,6}. Sin embargo, otros muchos trabajos retrospectivos específicos de colecistectomía laparoscópica no han identificado un beneficio del uso rutinario de la CIO. El trabajo más amplio incluye 111.815 pacientes sin diferencias en la lesión de vía biliar entre el uso rutinario (0,25%) frente al uso selectivo (0,26%) y sí un discreto aumento de complicaciones globales con el uso rutinario (7,3% vs. 6,7%)^{1,7}.

En una encuesta entre cirujanos del American College of Surgeons sólo el 27% usaban de manera rutinaria la CIO^{1,8}.

En la encuesta realizada a los cirujanos turcos, no se considera indicado el empleo rutinario de la CIO pero si consideran que se debe emplear cuando la anatomía es incierta, cuando está planeado hacer una exploración laparoscópica de la vía biliar, o cuando sospechamos lesión intraoperatoria². Sí ha demostrado su utilidad en el diagnóstico precoz intraoperatorio una vez producida la lesión de la vía biliar.

En el estudio japonés sólo el 20% de los cirujanos preguntados estaban de acuerdo con la realización de una CIO sistemática para prevenir la lesión de vía biliar³.

¿QUÉ ES LA FLUORESCENCIA CON VERDE DE INDOCIANINA?

La cirugía guiada por fluorescencia es una modalidad de navegación intraoperatoria que permite al cirujano una mejor imagen de las estructuras anatómicas y/o conocer la perfusión de los órganos en tiempo real. Para obtener la señal de fluorescencia el campo operatorio es sometido a fuentes de luz cercano al infrarrojo mientras se inyecta un pigmento fluorescente que puede emitir fluorescencia tras ser excitado por la fuente de luz. La señal fluorescente se puede visualizar directamente o ser capturada por cámaras específicas y ser visualizada en pantalla en la cirugía laparoscópica. No requiere un equipamiento muy complejo y puede ayudar al cirujano en tiempo real sin alargar en demasía el procedimiento quirúrgico. En los últimos años hemos observado un desarrollo de estas técnicas empleando como pigmento el verde de indocianina, debido a su bajo coste y alta disponibilidad⁹.

El verde de indocianina es un pigmento tricarbocianina que se administra de manera intravenosa y rápidamente y de manera completa se une a la albúmina y es captado por los hepatocitos y eliminado por la bilis. Ha sido aprobado por la FDA y por la EMA en muchas situaciones y entre ellas para la cirugía guiada por fluorescencia. El primero en usarlo para identificar la vía biliar fue Ishizawa *et al.*^{10,11}.

Existen trabajos experimentales que demuestran que el verde de indocianina alcanza un pico de fluorescencia en la bilis a los 8 minutos de su administración y esta fluorescencia se debe a que se liga a proteínas presentes en la bilis. Emite luz con una longitud de onda de 830 nm. Se puede observar en la vía biliar desde los 15 minutos después de su administración y la fluorescencia en la vía biliar puede persistir más de 7 horas tras la administración^{5,12}. Uno de los problemas es la penetración de la luz, que no es mayor de 10 mm por lo que puede ser difícil la identificación de las estructuras con esta técnica en situaciones de inflamación¹⁰.

USOS DE LA FLUORESCENCIA CON VERDE DE INDOCIANINA

La fluorescencia con verde de indocianina se ha utilizado en muchos escenarios. Entre ellos, los usos más extendidos son los siguientes⁹:

Conocer la perfusión visceral en tiempo real. Permite guiar a la hora de elegir el sitio óptimo de resección y ayuda a estimar el aporte sanguíneo a nivel anastomótico tanto en cirugía esofagagástrica como colorectal. Existen trabajos que han demostrado una disminución de la incidencia de dehiscencias anastomóticas empleando esta técnica y cómo ocasiona el cambio de sitio de anastomosis hasta en un 25% de los casos.

Anatomía biliar. Es una de las aplicaciones más establecidas por una simple razón: el verde de indocianina tiene un metabolismo exclusivamente hepático y la excreción comienza en 30 minutos tras la inyección. Discutiremos ampliamente su uso en las LIVB.

Cirugía hepática. El verde de indocianina se retiene en las células tumorales en el hepatocarcinoma y en las células no tumorales (como un anillo) alrededor células de adenocarcinoma (metástasis). Permite, por lo tanto, la localización de hepatocarcinomas (captación en el tumor, ver **figura 1**) o de metástasis hepáticas (captación en anillo). Hay aspectos que aclarar como el tiempo de administración previo a la cirugía. Por otro lado sólo permite localizar lesiones superficiales. También se ha empleado para marcar la línea de transección en cirugías segmentarias (**Figura 2**) o para detectar fugas biliares tras la transección¹³. En un trabajo del grupo de Tanaka emplean la navegación de verde de indocianina para determinar la línea de transección hepática en cirugía hepática compleja tras clampaje de venas suprahepática visualizando regiones veno-oclusivas, no veno-oclusivas e isquémicas^{12,14}.



Figura 1
Fluorescencia con verde de indocianina mostrando lesión hepática con captación (hepatocarcinoma).



Figura 2
Fluorescencia con verde de indocianina en cirugía hepática. Segmentación hepática.

Cirugía oncológica. Se están obteniendo resultados prometedores en la navegación linfática en cáncer de esófago, gástrico y colorectal. La inyección del contraste en el tejido peritumoral por vía endoscópica

permite la evaluación intraoperatoria de la difusión linfática en tiempo real.

Carcinomatosis peritoneal. No hay estudios clínicos pero sí experimentales tratando de determinar el empleo de esta técnica en detectar focos pequeños de carcinomatosis peritoneal.

En la **Tabla 1** resumimos los usos en cirugía hepatobiliopancreática con las dosis y limitaciones.

Tabla 1. Aplicación de fluorescencia con verde de indocianina en cirugía hepatobiliar.

	Aplicación	Administración ICG	Limitaciones
Mapeo hepático	Demarcación segmentaria Resección anatómica	Intraoperatoria 1 mL (5 mg/mL) Intraportal + Pringle	Visualización no permanente
Colangiografía	Colangiografía Angiografía Demarcación CC	1 ml 30 minutos antes 10 mg 24 horas antes Intravenoso	Profundidad limitada Colecistitis?
Visualización tumoral	Resección hepática atípica HCC Metástasis	2-14 días antes cirugía 0,5 mg/Kg Intravenosos	Profundidad limitada Falsos positivos Mala diferenciación entre HCC pobremente diferenciado y metástasis
TH parcial	Evaluar reconstrucciones vasculares Producción biliar Visualizar regiones veno-oclusivas	Intraoperatorio 1,5 mL Intravenoso	Evaluación semicuantitativa Profundidad limitada

[fn] TH: trasplante hepático. ICG: verde de indocianina. HCC: hepatocarcinoma. CC: colangiocarcinoma. Adaptado de A Majlesara et al. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy 2017; 17:208-15.

FLUORESCENCIA CON VERDE DE INDOCIANINA COMO MÉTODO PARA PREVENIR LAS LESIONES DE LA VÍA BILIAR

Se han postulado una serie de posibles ventajas del uso de la colangiografía por fluorescencia con verde de indocianina como^{15,16}:

- Ahorra tiempo
- Previene las lesiones asociadas con la CIO convencional
- La técnica es más conveniente ya que requiere sólo una inyección intravenosa preoperatoria de verde de indocianina e imágenes fluorescentes obtenidas en tiempo real en cualquier momento durante la cirugía sin necesidad de radiación.
- Permite a los cirujanos evaluar la vía biliar extrahepática fácilmente y en un corto período de tiempo.

- Es un procedimiento seguro.

En los últimos años la introducción de la fluorescencia intraoperatoria con verde de indocianina para dibujar la vía biliar ha mostrado su utilidad y existen muchas experiencias al respecto. En la **Tabla 2** destacamos las principales experiencias y los porcentajes de identificación de la vía biliar^{11,15-23}.

Tabla 2. Series de colangiografía por fluorescencia en colecistectomía laparoscópica.

Autor	n	CC	HC	UHC	AC
Larsen et al.	35	100	100	100	83
Daskalaki et al.*	184	97,8	94	83,6	
Dip et al.	45	97,7	60		
Osay et al.	82	95,1	69,5	76,8	
Dip et al.	43	97,6	58,1	-	
Verbeek et al.	14	100			
Schols et al.	15	100			
Kaneko et al.	28	92,9	96,4		89
Aoki et al.	14	71,4			
Ishizawa et al.	52	100	96,2	96,2	

[fn] CC: conducto cístico. HC: hepático común. UHC: unión cístico con hepático común. AC: arteria cística. *Serie robótica. Adaptada de Pesce A, Piccolo G, La Greca G, Puleo S. Utility of fluorescent cholangiography during laparoscopic cholecystectomy: A systematic review. World J Gastroenterol. 2015;21(25):7877-83.

Un estudio canadiense con 12 pacientes destaca que esta técnica aporta ventajas sobre la colangiografía clásica: se realiza a tiempo real, es menos engorrosa, no precisa equipo de radiología en quirófano, se aprecia la anatomía más precisa, es fácil de realizar. En general, ha sido muy bien acogida por los cirujanos canadienses y se considera que en el futuro sustituirá a la CIO clásica y permitirá realizar de manera segura colecistectomías laparoscópicas. Esto lo han corroborado con una encuesta a los cirujanos donde >70% consideran que permite una correcta identificación de la vía biliar²⁴.

Osayl et al. de la Universidad de Ohio comparan la colangiografía por fluorescencia con la colangiografía intraoperatoria en un grupo de 82 pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica y comprueban que la identificación de la anatomía biliar era mayor y más rápida con la colangiografía con verde de indocianina. En 20 pacientes donde no se pudo completar la CIO, en el 80% la identificación se logró con verde de indocianina. La colangiografía con verde de indocianina no pudo identificar ninguna estructura biliar en menos del 5% de los casos²⁵.

Un trabajo reciente de Japón analiza la utilidad de la colangiografía por fluorescencia con verde de indocianina en 65 pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica. Realizan fluorescencia antes y después de la disección del triángulo de Calot y determinan en qué pacientes se identifica conducto cístico y vía biliar y además lo correlacionan con imágenes de colangiografía resonancia. Comprueban

que en casos de mucha inflamación, donde con frecuencia tienen que convertir, no se identifica bien ni el cístico (11 pacientes) ni la vía biliar (4 pacientes) en la fluorescencia. Aunque existen diferencias en la literatura en cuanto a la dosis empleada ellos validan el empleo de 2,5 mg 2 horas antes de la cirugía, pero parece que empleando dosis de 2,5-10 mg antes de la cirugía o 10-12,5 mg el día anterior es aceptable para establecer el mapa de la vía biliar. Concluyen que incluso en casos de severa inflamación si somos capaces de identificar el cístico y la vía biliar en la fluorescencia podremos completar la colecistectomía laparoscópica de manera segura²⁶ (**Figura 3**).

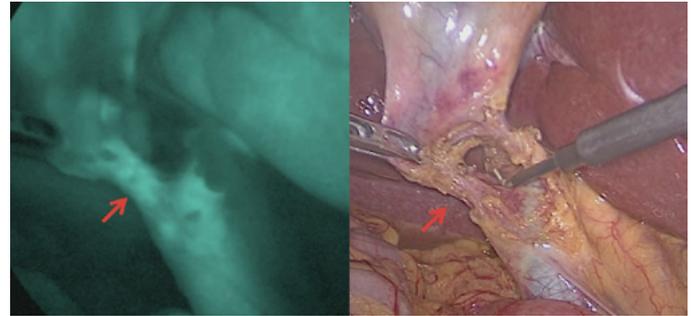


Figura 3 Colangiografía por fluorescencia con verde de indocianina mostrando el cístico y el conducto hepático, así como la unión cístico-coledociana.

Los holandeses han diseñado un estudio multicéntrico aleatorizado para determinar la eficacia del verde de indocianina en determinar el dibujo de la ventana de seguridad durante la colecistectomía laparoscópica que debe ofrecer respuestas respecto a la eficacia de la técnica y las dosis empleadas⁴.

En un interesante trabajo prospectivo alemán recientemente publicado sobre 70 colecistectomías laparoscópicas, no consiguen demostrar diferencias en la duración de la cirugía ni en la incidencia de lesiones con la aplicación de verde de indocianina o sin él. Pero postulan, que se consigue una correcta visión del conducto cístico y de la vía biliar, una más rápida disección del triángulo de Calot y consideran una potencial seguridad en la realización de la colecistectomía laparoscópica²⁷.

Uno de los problemas que a veces se plantea es decidir el momento de la administración y la dosis. En este sentido, un interesante trabajo de la UCLA, en el que compara diferentes momentos y diferentes dosis de administración concluye que una dosis de 0,25 mg/Kg administrado 45 minutos antes facilita la identificación intraoperatoria segura del árbol biliar y considera que la colangiografía por fluorescencia es un método práctico seguro y eficaz de identificar la vía biliar²⁸. En otro trabajo una dosis de 10 mg administrado 24 horas antes de la cirugía obtiene las mejores imágenes de la vía biliar con menor interferencia por la captación hepática, tanto en cirugía laparoscópica como en abordaje abierto²⁰.

En la Universidad de Tokio publicaron un trabajo sobre 108 pacientes en los que practicaron colangiografía por fluorescencia con verde de indocianina tratando de determinar qué factores técnicos y del paciente influyen en la identificación correcta del árbol biliar durante la colecistectomía laparoscópica. Consiguen identificar correctamente la confluencia del conducto cístico con el hepático común en 2/3 de los pacientes antes de la disección del

triángulo de Calot y en el 90% tras la disección. Además, identificaron correctamente alteraciones anatómicas por lo que concluyen que es un método seguro para guiar la disección y conseguir una visión crítica de seguridad. Uno de los principales problemas de esta técnica es definir el intervalo desde la administración hasta la identificación correcta de la vía biliar, según estos autores el mejor resultado lo consiguieron cuando se administró 100 minutos antes. Por lo tanto se debe administrar a la entrada del paciente en quirófano. También consideran clave la tracción lateral del triángulo de Calot para extender mejor la confluencia biliar y adelgazar los tejidos circundantes permitiendo una mejor entrada de la luz. Es conocido que la luz penetra 5-10 mm por lo que en pacientes obesos o con colecistitis puede ser más dificultoso la identificación del árbol biliar, sin embargo consideran que se puede realizar una disección del triángulo de Calot y hacer la fluorescencia una vez adelgazado el tejido peribiliar consiguiendo una identificación correcta en la mayoría de los casos. También comprobaron que la aplicación de verde de indocianina puede ser útil para identificar litiasis enclavadas en el cístico pero no así en la vía biliar principal, para lo que consideran necesario el empleo de CIO clásica o ultrasonografía intraoperatoria⁵.

Un trabajo muy interesante de la Cleveland Clinic determina que es mucho más barato que la CIO (778 dólares vs. 14), mucho más rápido (consume 10 veces menos de tiempo), fácil de realizar por los cirujanos y al menos tan eficaz como la CIO¹⁹.

COLANGIOGRAFÍA POR FLUORESCENCIA CON VERDE DE INDOCIANINA INTRAVESICULAR

Uno de los problemas que se ha observado en la mayoría de trabajos es la rápida concentración de verde de indocianina en el hígado que puede dificultar la visualización de los conductos biliares. Esta dificultad se podría solventar con la inyección del contraste directamente en la vesícula biliar realizando una colecistocolangiografía. En un trabajo reciente de Taiwán (en colaboración con J Marescaux) proponen la inyección de verde de indocianina directamente en el interior de la vesícula biliar. Realizan un estudio prospectivo de 46 pacientes en los que realizan una inyección directa en la vesícula de 10 ml de verde de indocianina a una concentración de 0,125 mg/mL. En 18 pacientes con drenaje percutáneo previo por colecistitis aguda lo inyectan a través del drenaje. Comprobaron que obtienen unas imágenes muy claras de la anatomía biliar a los pocos segundos. Consideran que es especialmente útil en la presencia de inflamación severa ya que permite una correcta visualización del Hartman, como punto de inicio de la disección. Previo a la disección se identificaba el Hartman en el 86,9% de los casos, el cístico en 32,6% y el conducto biliar en 58,6% pero tras la disección se incrementaba a 89%, 85% y 78% respectivamente. El uso de verde de indocianina incrementaba de manera muy significativa la identificación del conducto cístico y del Hartman en casos de colecistitis aguda.

Según estos autores esta técnica aporta las ventajas que la dosis empleada es menor que por vía sistémica, que no importa el tiempo de administración ya que se hace intraoperatoriamente a tiempo real, la tercera ventaja es que no solo muestra la vía biliar sino también la forma y posición del cuello vesicular, lo que puede ser crucial a veces en casos de severa inflamación para localizar el punto de inicio de la disección. Una de las desventajas es la fuga del verde de indocianina que puede contaminar lúminicamente el campo²⁹.

FLUORESCENCIA CON VERDE DE INDOCIANINA EN LA CIRUGÍA ROBÓTICA

El uso de fluorescencia con verde de indocianina se ha incorporado recientemente a la cirugía robótica. Existen muchos trabajos que muestran la utilidad de esta tecnología. Al igual que en la cirugía laparoscópica standard queda por definir la dosis ideal, el tiempo de administración y el sitio mejor de inyección. Aunque no existen trabajos prospectivos los resultados iniciales son buenos^{30,31}.

Existen experiencias publicadas de la seguridad en la identificación de la vía biliar empleando la colangiografía por fluorescencia con verde de indocianina con la tecnología robótica Da Vinci, con una correcta visualización de la vía biliar, como el trabajo de Maker *et al.* con 25 casos³². La serie más larga publicada es de la Universidad de Chicago con 184 pacientes. Aplicaban 2,5 mg de verde de indocianina 45 minutos antes y conseguían identificar correctamente el conducto cístico en el 97,8%, el colédoco en 96,1% y el conducto hepático común en el 94% de los casos, considerando que es un importante instrumento para evitar LIVB¹⁸.

CONCLUSIONES

Existen muchas experiencias publicadas de la utilidad de la colangiografía por fluorescencia con verde de indocianina para el estudio de la vía biliar intraoperatoriamente tratando de disminuir la incidencia de lesiones de la vía biliar. Se ha demostrado que es una técnica segura, fácil de realizar y que permite dibujar en la mayoría de las ocasiones la vía biliar, incluso en casos de colecistitis aguda. Es necesario definir todavía la mejor dosis y el momento de aplicación aunque parece que la aplicación de 0,25 mg/Kg de verde de indocianina, de manera intravenosa, justo antes de que el paciente pase a quirófano, puede ser útil para dibujar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cohen JT, Charpentier KP, Beard RE. An Update on Iatrogenic Biliary Injuries: Identification, Classification, and Management. *Surg Clin North Am.* 2019;99:283-99.
2. Abbasoglu O, Tekant Y, Alper A, Aydin U, Balik A, Bostanci B, et al. Prevention and acute management of biliary injuries during laparoscopic cholecystectomy: Expert consensus statement. *Turkish J Surg [Internet].* 2016 Dec 21;32(4):300-5.
3. Lau WY, Yoon D-S, Honda G, Supe AN, Ohyama T, Kano N, et al. Delphi consensus on bile duct injuries during laparoscopic cholecystectomy: an evolutionary cul-de-sac or the birth pangs of a new technical framework? *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2017;24(11):591-602.
4. Van Den Bos J, Schols RM, Luyer MD, Van Dam RM, Vahrmeijer AL, Meijerink WJ, et al. Near-infrared fluorescence cholangiography assisted laparoscopic cholecystectomy versus conventional laparoscopic cholecystectomy (FALCON trial): Study protocol for a multicentre randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2016;6(8):1-8.
5. Kono Y, Ishizawa T, Tani K, Harada N, Kaneko J, Saiura A, et al. Techniques of fluorescence cholangiography during laparoscopic cholecystectomy for better

- delineation of the bile duct anatomy. *Med (United States)*. 2015;94(25):e1005.
6. Flum DR, Dellinger EP, Cheadle A, Chan L, Koepsell T. Intraoperative Cholangiography and Risk of Common Bile Duct Injury During Cholecystectomy. *JAMA [Internet]*. 2003 Apr 2;289(13):1639–44.
 7. Ragulin-Coyne E, Witkowski ER, Chau Z, Ng SC, Santry HP, Callery MP, et al. Is Routine Intraoperative Cholangiogram Necessary in the Twenty-First Century? A National View. *J Gastrointest Surg [Internet]*. 2013;17(3):434–42.
 8. Massarweh NN, Devlin A, Elrod JAB, Symons RG, Flum DR. Surgeon Knowledge, Behavior, and Opinions Regarding Intraoperative Cholangiography. *J Am Coll Surg [Internet]*. 2008;207(6):821–30.
 9. Baiocchi GL, Diana M, Boni L. Indocyanine green-based fluorescence imaging in visceral and hepatobiliary and pancreatic surgery: State of the art and future directions. *World J Gastroenterol*. 2018;24(27):2921–30.
 10. Gao Y, Li M, Song Z fang, Cui L, Wang B rong, Lou X ding, et al. Mechanism of dynamic near-infrared fluorescence cholangiography of extrahepatic bile ducts and applications in detecting bile duct injuries using indocyanine green in animal models. *J Huazhong Univ Sci Technol - Med Sci*. 2017;37(1):44–50.
 11. Ishizawa, T. YB and NKF cholangiography using indocyanine green for laparoscopic cholecystectomy: an initial experience. For editorial comment see page 449. *Arch Surg*. 2009;144(4):381–2.
 12. Stenau E, Maier-Hein L, Saffari A, Müller-Stich BP, Mehrabi A, Majlesara A, et al. Indocyanine green fluorescence imaging in hepatobiliary surgery. *Photodiagnosis Photodyn Ther [Internet]*. Elsevier B.V.; 2016;17(2017):208–15.
 13. Terasawa M, Ishizawa T, Mise Y, Inoue Y, Ito H, Takahashi Y, et al. Applications of fusion-fluorescence imaging using indocyanine green in laparoscopic hepatectomy. *Surg Endosc*. Springer US; 2017;31(12):5111–8.
 14. Nomura Y, Ishida T, Sakuraoaka Y, Kawaguchi Y, Tanaka N, Ishizawa T, et al. Liver transection using indocyanine green fluorescence imaging and hepatic vein clamping. *Br J Surg*. 2017;104(7):898–906.
 15. Pesce A, Piccolo G, La Greca G, Puleo S. Utility of fluorescent cholangiography during laparoscopic cholecystectomy: A systematic review. *World J Gastroenterol*. 2015;21(25):7877–83.
 16. Dip F, Roy M, Menzo E Lo, Simpfendorfer C, Szomstein S, Rosenthal RJ. Routine use of fluorescent incisionless cholangiography as a new imaging modality during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. Springer US; 2015;29(6):1621–6.
 17. Larsen SS, Schulze S, Bisgaard T. Non-radiographic intraoperative fluorescent cholangiography is feasible. *Dan Med J*. 2014;61(8):1–5.
 18. Daskalaki D, Fernandes E, Wang X, Bianco FM, Elli EF, Ayloo S, et al. Indocyanine green (ICG) fluorescent cholangiography during robotic cholecystectomy: Results of 184 consecutive cases in a single institution. *Surg Innov [Internet]*. 2014;21(6):615–21.
 19. Dip FD, Asbun D, Rosales-Velderrain A, Menzo E Lo, Simpfendorfer CH, Szomstein S, et al. Cost analysis and effectiveness comparing the routine use of intraoperative fluorescent cholangiography with fluoroscopic cholangiogram in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. 2014;28(6):1838–43.
 20. Verbeek F, Schaafsma BE TQ et al. Optimization of near-infrared fluorescence cholangiography for open and laparoscopic surgery. *Surg Endosc*. 2014;28(4):1076–82.
 21. Schols RM, Bouvy ND, Masclee AAM, Van Dam RM, Dejong CHC, Stassen LPS. Fluorescence cholangiography during laparoscopic cholecystectomy: A feasibility study on early biliary tract delineation. *Surg Endosc*. 2013;27(5):1530–6.
 22. Kaneko J, Ishizawa T, Masuda K, Kawaguchi Y, Aoki T, Sakamoto Y, et al. Indocyanine green reinjection technique for use in fluorescent angiography concomitant with cholangiography during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Laparosc Endosc Percutaneous Tech*. 2012;22(4):341–4.
 23. Aoki T, Murakami M, Yasuda D, Shimizu Y, Kusano T, Matsuda K, et al. Intraoperative fluorescent imaging using indocyanine green for liver mapping and cholangiography. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2010;17(5):590–4.
 24. Zroback C, Chow G, Meneghetti A, Warnock G, Meloche M, Chiu CJ, et al. Fluorescent cholangiography in laparoscopic cholecystectomy: The initial Canadian experience. *Am J Surg [Internet]*. Elsevier Inc; 2016;211(5):933–7.
 25. Osayi S, Wendling MDJ et al. N infrared fluorescent cholangiography facilitates identificacion of biliary anatomy during laparoscopic cholecystectomy. *HHS Public Access*. *Surg Endosc*. 2015;29(2):368–75.
 26. Maenohara S, Okumura H, Hiwataishi K, Aridome K, Ando K, Ogura Y, et al. Evaluation of laparoscopic cholecystectomy using indocyanine green cholangiography including cholecystitis. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(30):e11654.
 27. Ambe PC, Plambeck J, Fernandez-Jesberg V, Zarras K. The role of indocyanine green fluoroscopy for intraoperative bile duct visualization during laparoscopic cholecystectomy: an observational cohort study in 70 patients. *Patient Saf Surg [Internet]*. Patient Safety in Surgery; 2019 Dec 12;13(1):2.
 28. Hines OJ, Mobley C, Cheaito A, Lewis CE, Tillou A, Hiyama DT, et al. Intraoperative Laparoscopic Near-Infrared Fluorescence Cholangiography to Facilitate Anatomical Identification. *Surg Innov*. 2016;23(4):360–5.
 29. Liu Y-Y, Liao C-H, Diana M, Wang S-Y, Kong S-H, Yeh C-N, et al. Near-infrared cholecystocholangiography with direct intragallbladder indocyanine green injection: preliminary clinical results. *Surg Endosc [Internet]*. Springer US; 2018 Mar 15;32(3):1506–14.
 30. Macedo AL de V, Schraibman V. Intraoperative near-infrared fluorescent imaging during robotic operations. *Einstein (São Paulo)*. 2017;14(4):577–9.
 31. Daskalaki D, Aguilera F, Patton K, Giulianotti PC. Fluorescence in robotic surgery. *J Surg Oncol [Internet]*. 2015 Sep;112(3):250–6.
 32. Maker A V., Kunda N. A Technique to Define Extrahepatic Biliary Anatomy Using Robotic Near-Infrared Fluorescent Cholangiography. *J Gastrointest Surg. Journal of Gastrointestinal Surgery*; 2017;21(11):1961–2.