

Cirugía pancreática laparoscópica y por puerto único guiada por fluorescencia: Modelo de tumor pancreático, dosis y abordaje quirúrgico

F. M. Sánchez-Margallo¹, J. A. Sánchez-Margallo²

¹ Unidad de Laparoscopia, Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España, msanchez@ccmijesususon.com

² Unidad de Bioingeniería y Tecnologías Sanitarias, Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón, Cáceres, España, jasanchez@ccmijesususon.com

Resumen

La resección pancreática laparoscópica es un procedimiento complejo, para la cual el entrenamiento quirúrgico con modelos pancreáticos fiables es fundamental. Durante esta cirugía, el uso de técnicas de imagen preoperatoria permiten mejorar su planificación, pero el traslado al campo operatorio presenta varias limitaciones. Por consiguiente, resulta conveniente analizar nuevas técnicas de imagen intraoperatoria como es la imagen por infrarrojos cercanos. Los objetivos de este estudio son: el desarrollo de un modelo porcino de tumor pancreático; analizar la viabilidad en el uso de este modelo durante cirugía de páncreas por abordaje laparoscópico y por puerto único; y analizar la utilidad de la imagen por infrarrojos cercanos durante la cirugía de resección pancreática, definiendo la dosis adecuada de verde de indocianina para el modelo porcino. Se presenta de forma satisfactoria el desarrollo de un modelo porcino de tumor pancreático como herramienta de utilidad tanto para la formación en procedimientos de resección pancreática como para estudios de investigación en diagnóstico y cirugía en tumores pancreáticos. Se ha demostrado la viabilidad en el uso de este modelo de tumor durante la pancreaticoduodenectomía laparoscópica y la pancreatectomía parcial por puerto único. Por otro lado, se establece la dosis de verde de indocianina para la adecuada visualización tanto de la anatomía biliar como pancreática en modelo porcino. La técnica de imagen por infrarrojos cercanos podría ser beneficiosa durante la cirugía de resección pancreática en casos en los que la anatomía quirúrgica sea difícil de identificar.

1. Introducción

El adenocarcinoma pancreático es la cuarta causa principal de muertes relacionadas con cáncer. El cáncer de páncreas presenta una tasa de supervivencia en 5 años de 6% [1]. En este sentido, la cirugía es el único tratamiento curativo viable para este tipo de cáncer. Sin embargo, la tasa de márgenes negativos de resección en las cirugías pancreáticas son todavía bajos (34-42%) [2].

La resección pancreática laparoscópica es un procedimiento técnicamente complejo debido, además de la limitada información visual y táctil proporcionada durante la cirugía laparoscópica, a que el páncreas es una estructura delicada situada cerca de importantes estructuras vasculares y su ubicación retroperitoneal dificulta el acceso y la identificación del tumor durante la intervención. Estos factores limitantes pueden verse agravados durante el desarrollo de este tipo de procedimientos quirúrgicos por abordaje por puerto único, debido principalmente a la

reducción de la movilidad de los instrumentos quirúrgicos que este abordaje conlleva. Por lo tanto, el entrenamiento quirúrgico con modelos pancreáticos fiables es crucial para abordar los retos de la cirugía pancreática laparoscópica.

El uso de técnicas de imagen preoperatoria durante la resección de tumores pancreáticos resulta fundamental durante la fase de planificación quirúrgica. Sin embargo, trasladar este tipo de fuentes de información al campo operatorio presenta una serie de limitaciones debido principalmente a los cambios en las estructuras anatómicas durante el desarrollo de la cirugía. Por lo tanto, es importante explorar y analizar nuevas técnicas de imagen intraoperatoria para su uso durante la cirugía pancreática, como es el caso de la imagen por infrarrojos cercano (near infrared, NIR) [2][3]. Para este tipo de técnicas de imagen, es necesario definir la dosis adecuada de verde de indocianina (Indocyanine green, ICG) para cada procedimiento y modelo quirúrgico con el fin de obtener un resultado claro y de utilidad para el cirujano.

El objetivo de este estudio es triple: (1) Desarrollar un modelo porcino de tumor pancreático para su uso en formación e investigación en la resección de tumores pancreáticos; (2) analizar la viabilidad en el uso de este modelo de tumor durante cirugía de páncreas por abordaje laparoscópico y por puerto único; y (3) analizar la utilidad de la imagen por infrarrojos cercanos durante la cirugía de resección pancreática y definir una dosis adecuada para el uso del verde de indocianina en cirugía pancreática en modelo porcino.

2. Material y métodos

2.1. Modelo de tumor pancreático

Se desarrollaron dos modelos diferentes de tumor en tres cerdos machos (peso promedio 35 kg). El primer modelo de tumor fue creado en la cabeza del páncreas en dos animales. El segundo modelo de tumor fue creado en la cola del páncreas en un animal.

Los tumores se crearon con una mezcla de alginato, solución salina y contraste para tomografía computerizada (TAC). La mezcla se inyectó en la capa superficial de la cabeza y cola del páncreas, dependiendo del modelo, haciendo uso de una aguja percutánea de 14G y 51 mm de longitud y con el apoyo de una pinza laparoscópica.

Este estudio fue revisado y aprobado por el comité local de ética y bienestar animal. El alojamiento de los animales y su manejo se realizó de acuerdo con la directiva europea (2010/63/UE) sobre el uso de animales con fines científicos, las leyes españolas (RD 53/2013) para el uso y cuidado de los animales, las pautas ARRIVE, y de acuerdo con la guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio [4].

2.2. Procedimientos quirúrgicos

Para llevar a cabo la resección de los modelos de tumor, los tumores presentes en la cabeza del páncreas fueron resecados mediante una pancreaticoduodenectomía laparoscópica. Para el tumor presente en la cola del páncreas, éste fue extraído mediante una pancreatectomía distal con un abordaje por puerto único.

2.3. Sistema de imagen por infrarrojos cercanos

Durante el transcurso de las cirugías, se utilizó un sistema de imagen por infrarrojos cercanos Image1 SPIES™ (Karl Storz). Para ello, quince minutos antes de cada intervención, se inyectó por vía intravenosa una solución de verde de indocianina (ICG).

La solución de ICG fue administrada con una concentración de 5 mg/ml. Las dosis empleadas fueron de 0.25 mg/kg (dosis A) durante una pancreaticoduodenectomía y la pancreatectomía distal y de 0.5 mg/kg (dosis B) durante la segunda pancreaticoduodenectomía.

2.4. Calidad de la hepaticoyeyunostomía

A modo de evaluar la calidad de la hepaticoyeyunostomía realizada durante la pancreaticoduodenectomía, se evaluó la permeabilidad de la anastomosis mediante la excreción de ICG y fluoroscopia. Para este último, se inyectó medio de contraste a través del conducto biliar común.

3. Resultados y discusión

3.1. Modelos de tumor pancreático

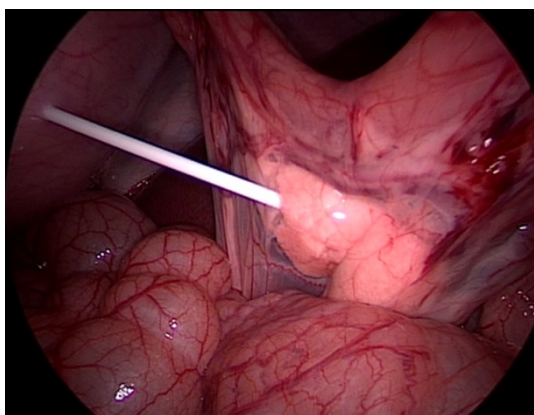


Figura 1. Inyección percutánea para la creación del modelo de tumor en la cabeza del páncreas.

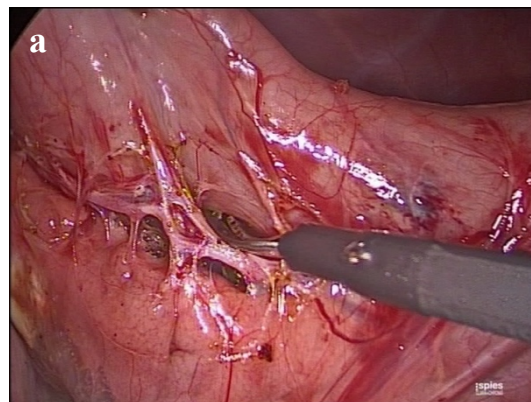
Los tres modelos de tumor pancreáticos, en la cabeza y la cola del páncreas, fueron desarrollados con éxito en todos los animales y sin complicaciones. La Figura 1 muestra la inyección percutánea de la mezcla para la creación del modelo de tumor en la cabeza del páncreas porcino, justo

por debajo del duodeno. La Figura 2 muestra una reconstrucción 3D del estudio de TAC preoperatorio del paciente tras la creación del modelo de tumor. El tumor en la cabeza del páncreas puede ser identificado con claridad en la imagen.



Figura 2. Reconstrucción 3D de un estudio de TAC preoperatorio. El modelo de tumor en la cabeza del páncreas es marcado por la flecha de color blanco.

Teniendo en cuenta los estudios de TAC preoperatorios, se evaluó la localización y extensión de cada tumor y se planificó el procedimiento quirúrgico a llevar a cabo. Las dos pancreaticoduodenectomías con abordaje laparoscópico multipuerto y la pancreatectomía distal mediante abordaje por puerto único se realizaron sin complicaciones. Durante la pancreaticoduodenectomía, para la resección de la cabeza del páncreas, la arteria pancreaticoduodenal y el duodeno fueron disecados en primer lugar. Finalmente, el duodeno y la cabeza del páncreas fueron resecados usando una grapadora y Ligasure® (Covidien) (Figura 3). Para llevar a cabo la hepaticoyeyunostomía, se realizó una incisión en la última parte del intestino (yeyuno), previamente resecada del páncreas, para posteriormente realizar una anastomosis entre el yeyuno y los conductos biliares (Figura 4).



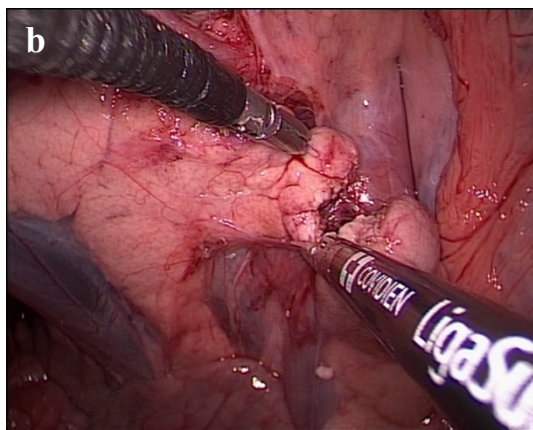


Figura 3. Resección pancreática: Disección de la arteria gastroduodenal durante la pancreaticoduodenectomía (a) y resección de la cola del páncreas durante la pancreatectomía distal (b).

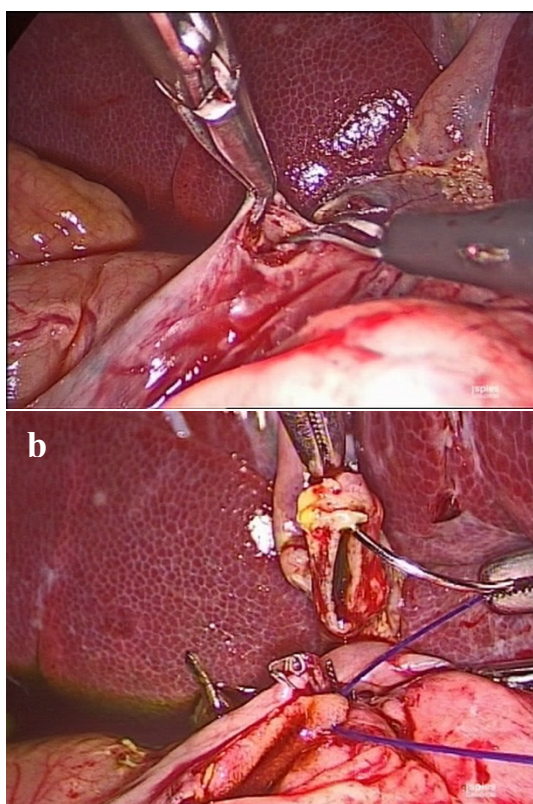


Figura 4. Hepaticoyeyunostomía: Incisión en el yeyuno (a) y anastomosis (b).

Por consiguiente, se han presentados los pasos necesarios para el desarrollo de un modelo porcino de tumor en la cabeza y cola del páncreas. El modelo es viable para la formación en técnicas de diagnóstico por imagen y planificación quirúrgica para el tratamiento de tumores pancreáticos. Por otro lado, el modelo puede ser una herramienta fundamental para la formación en técnicas quirúrgicas de mínima invasión aplicadas al cáncer de páncreas.

2.2. Sistema de imagen por infrarrojos cercanos

Las Figuras 5 y 6 muestran los resultados obtenidos de las dos dosis de ICG utilizadas durante el estudio. Para ambas dosis, el uso del sistema de imagen por infrarrojos cercanos

facilitó la identificación del conducto cístico y la arteria pancreaticoduodenal en todos los procedimientos quirúrgicos. Sin embargo, el aumento de la dosis de ICG (dosis B), mostró resultados anatómicos más claros (Figura 6). Esta dosis permitió la visualización de la arteria cística (Figura 6), la cual no fue visible con la dosis más baja de ICG (dosis A).

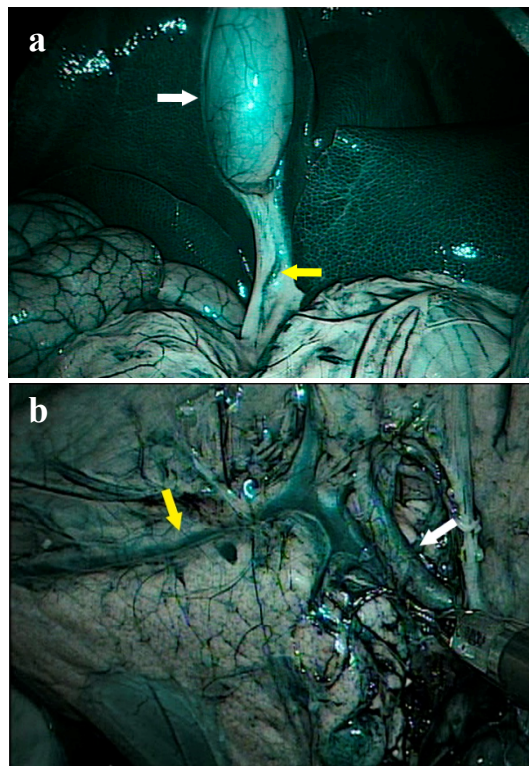
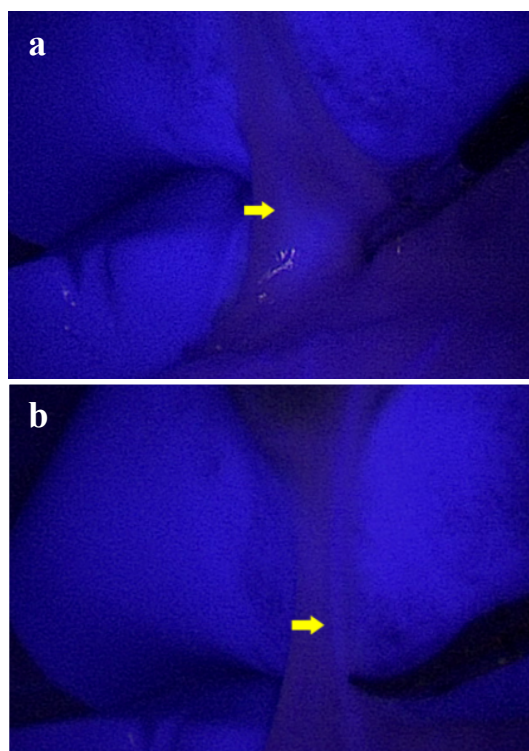


Figura 5. Dosis A. Anatomía biliar (a): Vesícula biliar (flecha blanca) y conducto cístico (flecha amarilla). Anatomía pancreática (b): Arteria pancreaticoduodenal (flecha anmarilla) y arteria esplénica (flecha blanca).



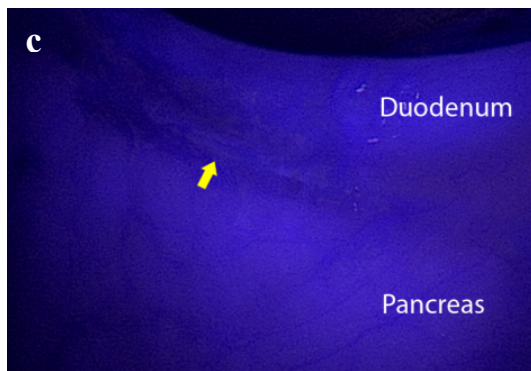


Figura 6. Dosis B. Anatomía biliar: Arteria cística (a) y conducto cístico (b). Anatomía pancreática: Arteria pancreaticoduodenal (c).

La visualización de estas estructuras anatómicas, tanto de la zona biliar como pancreática, proporcionó información en tiempo real de utilidad para el desarrollo de las cirugías de resección pancreática. Por lo tanto, los resultados muestran que una dosis de ICG de 0.5 mg/kg a una concentración de 5 mg/ml es la adecuada para poder identificar de forma clara la anatomía biliar y pancreática en el modelo porcino para la formación e investigación en técnicas quirúrgicas para el tratamiento de tumores pancreáticos.

Durante la prueba de permeabilidad de la hepaticoyeyunostomía, los resultados mostraron que la excreción biliar de ICG no se visualizó de forma clara en ninguno de los dos procedimientos. En el caso de la imagen por fluoroscopia, la permeabilidad se verificó en uno de los casos (Figura 7). Subar et al. [5] presentaron resultados satisfactorios respecto a la evaluación de la hepaticoyeyunostomía en abordaje convencional mediante la excreción biliar de ICG. Sin embargo, los resultados del presente estudio muestran que el uso de la fluoroscopia es más efectivo para evaluar la permeabilidad de este tipo de anastomosis, aunque sería necesario llevar a cabo un mayor número de casos para poder demostrar con mayor certeza esta afirmación.



Figura 7. Prueba de permeabilidad de la hepaticoyeyunostomía. Imagen de fluoroscopia.

4. Conclusiones

Se ha presentado el desarrollo de un modelo de tumor pancreático claramente identificable mediante TAC. Este modelo puede ser una herramienta de utilidad tanto para la formación en procedimientos de resección pancreática como para estudios de investigación en diagnóstico y cirugía en tumores pancreáticos. Se ha demostrado la viabilidad en el uso de este modelo de tumor pancreático durante la pancreaticoduodenectomía laparoscópica y la pancreatectomía parcial por puerto único. Se ha establecido la dosis de ICG para la adecuada visualización tanto de la anatomía biliar como pancreática en modelo porcino. Los resultados muestran como la imagen por infrarrojos cercanos proporciona una técnica de imagen intracorpórea en tiempo real útil para el guiado anatómico durante la cirugía de resección pancreática, y la cual puede ser beneficiosa en aquellos casos en los que la anatomía quirúrgica sea difícil de identificar.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado en parte por la Consejería de Empleo, Empresa e Innovación del Gobierno de Extremadura, y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (GR15175) y el Fondo Social Europeo (PO14034).

Referencias

- [1] Siegel RL, Miller KD, Jemal A (2015) Cancer statistics, 2015. *CA Cancer J Clin* 65(1):5-29.
- [2] Sánchez-Margallo JA, Langø T, Hofstad EF, Mårvik R, Sánchez-Margallo FM (2017) Laparoscopic Pancreas Surgery: Image Guidance Solutions. In: *Laparoscopic Surgery*. InTech, pp 65–89
- [3] Handgraaf HJM, Boonstra MC, Erkel AR Van, Bonsing BA, Putter H, Velde CJH Van De, Vahrmeijer AL, Mieog JSD (2014) Current and Future Intraoperative Imaging Strategies to Increase Radical Resection Rates in Pancreatic Cancer Surgery. *Biomed Res Int* 2014:1-8.
- [4] National Research Council (2011) *Guide for Care and Use of Laboratory Animals*. Washington: The National Academies Press.
- [5] Subar D, Pietrasz D, Fuks D, Gayet B (2015) A novel technique for reducing pancreatic fistulas after pancreaticojejunostomy. *J Surg case reports* 7: 1–3.