

TRABAJOS CIENTÍFICOS

Resección hepática laparoscópica en modelo porcino: Desarrollo de un modelo experimental*

Laparoscopic liver resection in porcine: Development of an experimental model

Drs. ALEX ESCALONA P¹, FELIPE BELLOLIO R¹, NICOLÁS JARUFE C¹, NICOLÁS DEVAUD J¹,
GUSTAVO PÉREZ B, MATÍAS GUAJARDO, LUIS IBÁÑEZ A

¹Departamento de Cirugía Digestiva. División de Cirugía. Facultad de Medicina.
Pontificia Universidad Católica de Chile

Presentado en el "Annual Meeting of the Society of American Gastrointestinal Endoscopic Surgeons (SAGES)",
Ft. Lauderdale, FL, USA. 13 al 16 de Abril de 2005

RESUMEN

Introducción: La segmentectomía lateral izquierda (SL) (segmentos II y III de Couinaud) es la resección hepática más frecuentemente realizada por vía laparoscópica en humanos. El objetivo de este estudio es evaluar la factibilidad de realizar una SL en modelo porcino y comparar los resultados con la técnica abierta. **Material y Método:** Diez cerdos fueron sometidos a una SL. En 4 casos se realizó el procedimiento por técnica clásica (grupo 1) y en 6 por vía laparoscópica (grupo 2). Se registró en forma prospectiva el tiempo operatorio, sangrado y peso del segmento resecado. En todos los casos se realizó autopsia al séptimo día postoperatorio donde se registró la presencia de complicaciones. **Resultados:** El tiempo operatorio fue de 77+19 min en el grupo 1 y de 52+38 min en el grupo 2. Se cuantificó un sangrado intraoperatorio de 185+67 ml y de 70+52 ml en los grupos 1 y 2 respectivamente. El peso del segmento resecado fue de 128+27 g y de 128+16 g para grupos 1 y 2 respectivamente. Un animal operado por vía clásica presentó infección de la herida operatoria. No se observaron otras complicaciones. **Conclusiones:** la SL laparoscópica es un procedimiento factible de realizar. Se observa un menor sangrado operatorio en los animales operados por vía laparoscópica, mientras que el tiempo operatorio y tamaño del segmento resecado son comparables. La implementación de este procedimiento en un modelo animal puede ser de utilidad en el desarrollo de protocolos de investigación, adquisición de destreza laparoscópica en cirugía hepática e implementación de la técnica en humanos.

PALABRAS CLAVES: *Modelo animal, laparoscopia, resección hepática*

SUMMARY

Background: The left lateral segmentectomy (LLS) (segments II and III of Couinaud) is the more frequently carried out laparoscopic liver resection. The objective of this study is to evaluate the feasibility to perform laparoscopic LLS in porcine model and to compare the results with the open technique. **Methods:** Ten animals were undergone to LLS. In 4 cases the procedure was performed by open technique and in 6 cases by laparoscopy. The operative time, bleeding and weight of the resected liver segment was

*Recibido el 8 de Noviembre de 2005 y aceptado para publicación el 12 de Enero de 2006.
E-mail: aescalon@puc.cl

registered in a prospective database. Autopsy was performed at the seventh postoperative day. *Results:* The operative time was 77 ± 19 minutes in the open LLS group and 52 ± 38 minutes in the laparoscopic LLS group. Intraoperative bleeding was of 185 ± 67 and 70 ± 52 ml. in the open and laparoscopic LLS group respectively. The weight of the extracted segment was of 128 ± 27 and of 128 ± 16 grams in the open LLS and laparoscopic LLS group respectively. One animal in the open group presented a wound infection. There were no other complications or deaths. *Conclusions:* Laparoscopic LLS in porcine model is a feasible procedure. Less intraoperative bleeding was observed in the animals operated by laparoscopic technique. The operative time and weight of the specimen is comparable in both techniques. The implementation of this procedure in an animal model could be useful in the development of research, acquisition of laparoscopic skills in liver surgery and implementation of the technique in humans.

KEY WORDS: **Animal model, laparoscopy, liver resection**

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la cirugía laparoscópica ha permitido incorporar esta tecnología al tratamiento quirúrgico de diversas patologías. Estos avances, sumado al mejoramiento de las técnicas e instrumental, han hecho posible su implementación en resecciones hepáticas.

Desde Gagner en 1992¹, numerosos grupos en diferentes centros especializados han comunicado su experiencia en resecciones hepáticas laparoscópicas. Esta se ha desarrollado como tratamiento de lesiones sólidas benignas², lesiones metastásicas y tumores primarios³⁻⁷, además de resecciones laparoscópicas para donante vivo⁸. Los procedimientos realizados son en su mayoría resecciones limitadas a uno o dos segmentos, en lesiones menores de 5 cm y de ubicación periférica (segmentos 2 a 6), aunque también se han descrito resecciones mayores como hemihepatectomías⁹.

Diferentes estudios han comparado y evaluado en forma favorable las ventajas de la cirugía laparoscópica en distintos procedimientos. Estos son principalmente un menor requerimiento de analgesia postoperatoria, menor estadía hospitalaria y retorno laboral precoz, además de ventajas cosméticas. En el caso de las resecciones hepáticas, existen estudios en que se han comparado series laparoscópicas con cirugía clásica y se han visto resultados similares en términos de morbilidad postoperatoria, sin embargo, con mayor tiempo operatorio y tiempo de clampeo del hilio hepático^{4,6, 10}.

La segmentectomía lateral (SL) hepática (segmentos II y III de Couinaud) es una de las resecciones más frecuentemente realizada por vía laparoscópica¹¹ y además ofrece facilidades anatómicas, por lo que es un atractivo punto de partida para la cirugía resectiva hepática laparoscópica en un modelo animal.

El hígado porcino presenta algunas similitudes con el humano por lo que es útil como modelo

quirúrgico. Su apariencia macroscópica presenta un lóbulo lateral derecho, lateral izquierdo (el de mayor tamaño) y un lóbulo medio, el que a su vez se divide en medio derecho y medio izquierdo. Su anatomía segmentaria es similar a la descrita en el humano por Couinaud, dada la existencia de 8 segmentos, con algunas diferencias sólo en relación al segmento I y a los volúmenes relativos de cada segmento¹². Reportes internacionales han comunicado resecciones hepáticas laparoscópicas en modelo porcino, con resultados comparables a cirugía abierta^{13,14}.

Los objetivos de este estudio son evaluar la factibilidad de realizar una SL laparoscópica en modelo porcino desarrollando una técnica segura y reproducible, y comparar los resultados de la técnica laparoscópica con los obtenidos con cirugía abierta en el mismo modelo.

MATERIAL Y MÉTODO

Animales

Este estudio fue aprobado por el comité de ética del Centro de Investigaciones Médicas (CIM) de la institución. En total fueron operados 10 cerdos (Large White x Landrace) de 25 kilos de peso. Todos los animales fueron sometidos a dieta con régimen hídrico por 24 horas previo a la cirugía. Se les administró una dosis de 1 gramo de cefazolina (Laboratorio Chile®, Santiago, Chile) una hora antes de realizar la incisión y dos dosis postoperatorias cada 8 horas. Los animales fueron operados usando anestesia general balanceada, intubación orotraqueal y monitorización no invasiva. La inducción se realizó con Ketamina, Tiopental Sódico y Xylazina (Rompún® 2%, BayerAG, Leverkusen, Alemania) y la mantención con Oxido nitroso, Halotano y Fentanyl. Todos los animales recibieron analgesia intramuscular postoperatoria con Ketorolaco (Burtén®, Laboratorio Chile, Santiago, Chile).

Cuatro animales fueron sometidos a SL con técnica abierta (SLA) y 6 cerdos fueron sometidos al mismo procedimiento por vía laparoscópica (SLL).

Técnica quirúrgica laparoscópica

Los animales sometidos a SL abierta fueron operados a través de una incisión media supraumbilical. En los operados por vía laparoscópica se usó óptica de 0 grados y 3 ó 4 trocares de 10 mm. (Ethicon Endo-Surgery, Inc) dispuestos según se muestra en la Figura 1. La disposición del cerdo, el equipo quirúrgico y el equipo audiovisual en los animales sometidos a SL laparoscópica se muestra en la Figura 2.

Para la realización de la resección hepática se usó, tanto en la vía abierta como en la laparoscópica, y en forma combinada, coagulación monopolar, bipolar, disector ultrasónico (Harmonic Scalpel®, Ethicon Endo-Surgery, Inc) y Ligasure® (Valleylab, Boulder, Colorado, USA).

El neumoperitoneo con CO₂ se realizó con aguja de Veress en una incisión media supraumbilical hasta 15 mmHg, introduciendo posteriormente un laparoscopio de visión frontal. En los primeros 3 animales operados por vía laparoscópica se realizó ecografía intraoperatoria para corroborar la anatomía hepática y posibles variaciones anatómicas. El procedimiento se inició disecando el pedículo portal del segmento III (Figura 3) que se seccionó con engrapadora lineal cortante de 45 mm (Carga blanca, 2,1 mm) (Ethicon Endo-Surgery, Inc). Posteriormente se avanza disecando el tejido

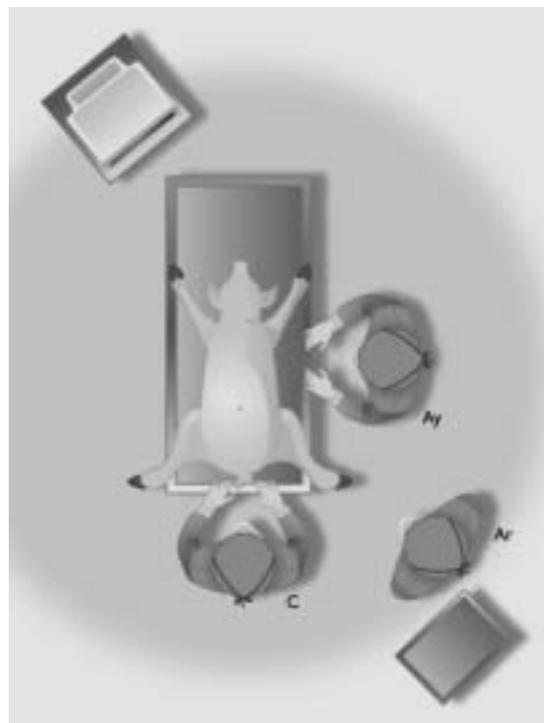


Figura 2. Disposición del cerdo, el equipo quirúrgico y el equipo audiovisual en los animales sometidos a SL laparoscópica. (C: cirujano, Ay: ayudante, Ar: arsenalera)

hepático con el uso de disector ultrasónico o Ligasure®, disección y sección del pedículo del segmento II y finalmente la vena suprahepática izquierda (Figura 4). Se completa la sección del

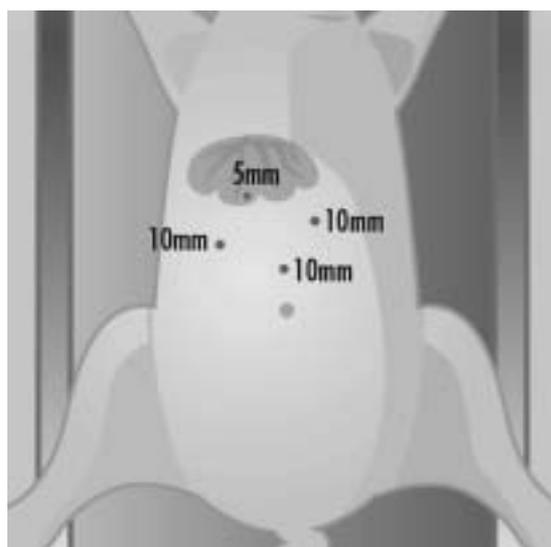


Figura 1. Ubicación de trocares en animales sometidos a SL laparoscópica.

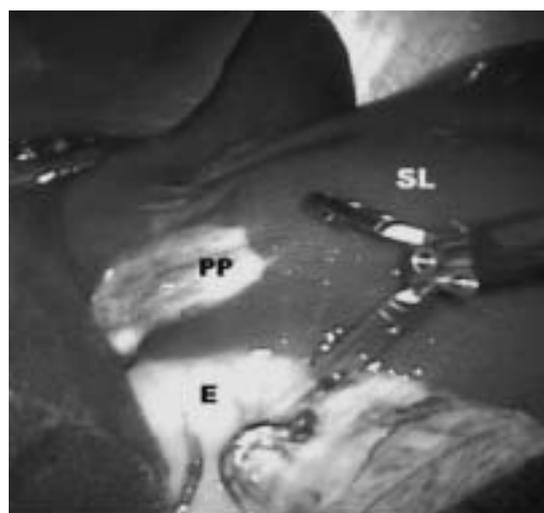


Figura 3. Previo al inicio de la disección, identificación del segmento lateral (SL) y su pedículo portal (PP). Bajo él se observa el estómago (E).



Figura 4. Sección del pedículo portal y parénquima hepático con Ligasure (Valleylab, Boulder, Colorado, USA). SL: Segmento lateral.

parénquima hasta separar completamente la pieza operatoria del segmento remanente. Ocasionalmente es necesario realizar hemostasia del lecho cruento del hígado con coagulación monopolar, bipolar o sutura de vicril 3/0. En ninguno de los cerdos fue necesario clampear el pedículo portal (maniobra de Pringle).

Una vez completada la resección se extrae la pieza operatoria por una pequeña incisión media supraumbilical.

Manejo postoperatorio

Posterior a la cirugía, los animales fueron mantenidos en el vivero del CIM por 7 días. En la noche de la cirugía recibieron agua por boca. Al día siguiente se les administró su dieta habitual.

Los animales fueron nuevamente anestesiados al 7º día postoperatorio y sometidos a laparotomía exploradora donde se evaluó en forma dirigida la presencia de complicaciones quirúrgicas. Posteriormente los animales recibieron una dosis letal de cloruro de potasio.

Se registró en forma prospectiva el tiempo operatorio, sangrado intraoperatorio y el peso del segmento resecado, calculando los promedios de las distintas variables en cada grupo.

RESULTADOS

El tiempo operatorio fue de 77 ± 19 min. en el grupo sometido a SLA ($n=4$) y de 52 ± 38 min. en el que se realizó SLL ($n=4$). En el intraoperatorio el sangrado de los animales sometidos a cirugía abierta fue de 185 ± 67 ml, mientras que en los operados por técnica laparoscópica de 70 ± 52 ml.

El peso del segmento resecado fue de 128 ± 27 y de 128 ± 16 g para los cerdos operados por vía abierta y laparoscópica respectivamente (Tabla 1).

No hubo necesidad de conversión a cirugía abierta ni mortalidad intra o postoperatoria en ninguno de los grupos. Un animal operado por vía clásica presentó infección de la herida operatoria. No se observaron otras complicaciones en el resto de los animales.

DISCUSIÓN

Este artículo demuestra que la SL laparoscópica en modelo porcino es un procedimiento factible de realizar y que se asocia a mínimas complicaciones postoperatorias.

En esta serie se observa un menor sangrado operatorio en los animales operados por vía laparoscópica aunque, por el reducido tamaño de la serie, no permite comparaciones estadísticas. El tiempo operatorio y tamaño del segmento resecado es comparable en ambas técnicas.

Diversos grupos han reportado sus experiencias en resecciones laparoscópicas en patología benigna y maligna, con resultados satisfactorios²⁻¹⁰. Si bien no existen trabajos controlados randomizados a la fecha, estudios de casos y controles muestran mayor tiempo operatorio, tiempo de clampeo portal más prolongado, menor sangrado intraoperatorio y estadía hospitalaria más corta para la cirugía laparoscópica, con una morbilidad comparable entre ambas técnicas^{4,6,10}.

La SL laparoscópica es un procedimiento ideal para el tratamiento de lesiones tanto benignas como malignas ubicadas a la izquierda del ligamento falciforme. Especialmente atractivo es resolver por vía laparoscópica tanto el tumor primario como la o las metástasis cuando son de origen colorrectal, en un tiempo y sin necesidad de dos grandes incisiones en diferente ubicación en el abdomen, como ocurre en cirugía abierta.

Cherqui *et al*⁸ describen la utilidad de este procedimiento para la resección de los segmentos II y III en el donante vivo para receptor pediátrico. Ellos reportan 2 casos en que el uso de la vía

Tabla 1

| Resultados | SLA | SLL |
|----------------------------------------|--------------|--------------|
| Tiempo operatorio (min \pm DE) | 77 ± 19 | 52 ± 38 |
| Sangrado intraoperatorio (mL \pm DE) | 185 ± 67 | 70 ± 52 |
| Peso segmento resecado (gr \pm DE) | 128 ± 27 | 128 ± 16 |

SLA: Segmentectomía lateral abierta.

SLL: Segmentectomía lateral laparoscópica.

laparoscópica se asoció a trasplantes pediátricos exitosos, sin morbilidad para el donante.

Uno de los riesgos reportados para este procedimiento es la embolía aérea, probablemente por el desgarro inadvertido de vasos venosos sometidos a la presión positiva del neumoperitoneo. Schmandra *et al*¹⁵ evaluaron la frecuencia de este fenómeno mediante el uso de ecocardiografía en cerdos sometidos a resección hepática laparoscópica, describiendo que en el 100% de las cirugías se detectaron burbujas en torrente sanguíneo, las que sin embargo no se asociaron a alteración de los gases ni complicaciones posteriores. El mismo autor, al comparar el procedimiento laparoscópico con un modelo de resección mano asistida, evidenció menor riesgo con este último¹⁶. Por otra parte, Farges y cols estudian a 21 pacientes sometidos a resección hepática laparoscópica, sin encontrar evidencias de embolía en ninguno de ellos¹⁷. En nuestra serie, si bien no fue un objetivo esta determinación, ninguno de los cerdos presentó compromiso hemodinámico ni mortalidad intraoperatoria que pudiera traducir una embolía aérea.

En resumen, la implementación de este procedimiento en un modelo animal puede ser de utilidad en el desarrollo de protocolos de investigación y adquisición de destreza laparoscópica tanto en cirugía hepática como en otros procedimientos abdominales, lo que lo hace un buen modelo de entrenamiento para cirujanos y residentes. Una vez perfeccionada la técnica, lo aprendido en este modelo debe servir para la implementación en forma segura de la técnica en humanos.

AGRADECIMIENTOS: Agradecemos a Natalia Pavlovic, Antonio Alfaro y Ricardo Veloso por su colaboración en este proyecto.

REFERENCIAS

- Gagner M, Rheault M, Dubuc J. Laparoscopic partial hepatectomy for liver tumor. *Surg Endosc* 1992; 6: 99.
- Descottes B, Glineur D, Lachachi F, Valleix D, Paineau J, Hamy A *et al*. Laparoscopic liver resection of benign liver tumors. *Surg Endosc* 2003; 17: 23-30.
- Fong Y, Jarnagin W, Conlon K, Dematteo R, Dougherty E, Blumgart L. Hand-assisted laparoscopic liver resection: Lessons from an initial experience. *Arch Surg* 2000; 135: 854-59.
- Morino M, Morra I, Rosso E, Miglietta C, Garrone C. Laparoscopic vs open hepatic resection. A comparative study. *Surg Endosc* 2003; 17: 1914-18.
- Linden B, Humar A, Sielaff T. Laparoscopic stapled left lateral segment liver resection-technique and results. *J Gastrointest Surg* 2003; 7: 777-82.
- Lesurtel M, Cherqui D, Laurant A, Tayar C, Fagniez L. Laparoscopic versus open left lateral hepatic lobectomy: a case-control study. *J Am Coll Surg* 2003; 196: 236-42.
- Gigot J, Glineur D, Azagra J, Georgen M, Ceuterick M, Morino M, *et al*. Laparoscopic liver resection for malignant liver tumors. Preliminary results of a multicenter European study. *Ann Surg* 2003; 236: 90-97.
- Cherqui D, Soubrane O, Husson E, Barshasz E, Vignaux O, Ghimouz M, *et al*. Laparoscopic living donor hepatectomy for liver transplantation in children. *Lancet* 2002; 359: 392-96.
- Cherqui D, Husson E, Hammoud R, Malassagne B, Stéphan F, Bensaid S, *et al*. Laparoscopic liver resections: a feasibility study in 30 patients. *Ann Surg* 2000; 232: 753-62.
- Rau HG, Buttler E, Meyer G, Schardey HM, Schildberg FW. Laparoscopic liver resection compared with conventional partial hepatectomy-a prospective analysis. *Hepatogastroenterology* 1998; 45: 2333-38.
- Gagner M, Rogula T, Selzer D. Laparoscopic liver resection: benefits and controversies. *Surg Clin North Am* 2004; 84: 451-62.
- Court F, Wemyss-Holden SA, Morrison CP, Teague bd, Laws PE, Kew J, *et al*. Segmental nature of the porcine liver and its potential as a model for experimental partial hepatectomy. *Br J Surg* 2003; 90: 440-44.
- Burpee SE, Kurian M, Murakame Y, Benevides S, Gagner M. The metabolic and immune response to laparoscopic vs open liver resection. *Surg Endosc* 2002; 16: 899-904.
- Kurian M, Gagner M, Murakami Y, Andrei V, Jossart G, Schwartz M, *et al*. Hand-assisted laparoscopic donor hepatectomy for living related transplantation in the porcine model. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2002; 12: 232-37.
- Schmandra TC, Mierdl S, Bauer H, Gutt C, Hanisch E. Transoesophageal echocardiography shows high risk of gas embolism during laparoscopic hepatic resection under carbon dioxide pneumoperitoneum. *Br J Surg* 2002; 89: 870-76.
- Schmandra TC, Mierdl S, Hollander D, Hanisch E, Gutt C. Risk of gas embolism in hand-assisted versus total laparoscopic hepatic resection. *Surg Technol Int* 2004; 12: 137-43.
- Farges O, Jago T P, Kirstetter P, Marty J, Belghiti J. Prospective assessment of the safety and benefit of laparoscopic liver resections. *J Hepatobiliary Pancreat Surg* 2002; 9: 242-48.