








# Duodenopancreatectomía cefálica con resección vascular laparoscópica

## Laparoscopic cephalic pancreaticoduodenectomy with laparoscopic vascular resection

Gustavo Kohan<sup>1,2</sup> , Juliana Di Menno Stavron<sup>1,2</sup> , María E. Fratantoni<sup>1,2</sup> , Héctor D. Vanzini<sup>1,2</sup> , Santiago Rubio<sup>1</sup> , Juan Peña<sup>1,3</sup> , Javier Lendoire<sup>1</sup> , Oscar Imventarza<sup>1</sup> 

1. Sanatorio de la Trinidad Mitre, CABA.  
2. Centro Gallego de Buenos Aires, CABA  
3. Hospital Zonal General de Agudos Mariano y Luciano de la Vega, Buenos Aires, Argentina.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.  
*Conflicts of interest*  
None declared.

Correspondencia  
*Correspondence:*  
Gustavo Kohan.  
E-mail:  
gustavokohan@yahoo.com.ar

### RESUMEN

**Antecedentes:** la duodenopancreatectomía cefálica (DPC) con resección vascular venosa está indicada para el tratamiento del adenocarcinoma ductal y de tumores neuroendocrinos de páncreas, tanto por laparoscopia como por laparotomía.

**Objetivo:** describir los resultados de una serie de pacientes operados de DPC con resección vascular venosa y comparar la morbimortalidad entre los abordados por laparoscopia y por laparotomía.

**Material y métodos:** se realizó un estudio observacional, comparativo, retrospectivo de pacientes con DPC con resección vascular entre enero de 2022 y agosto de 2023. El abordaje laparoscópico fue determinado en menores de 80 años, invasión venosa tumoral igual a 180° o menor en la tomografía, buen performance status, y no haber realizado tratamiento neoadyuvante.

**Resultados:** fueron realizadas 23 DPC con resección vascular venosa: 11 por laparoscopia y 12 por laparotomía. Las 11 realizadas por laparoscopia fueron resecciones laterales, y en los 12 abordados por laparotomía, se realizó resección total de vena porta en 5 y en el resto, resección lateral. El tiempo de "clampeo" (pinzamiento) portal y la necesidad de transfusiones fue similar en ambos grupos. El estudio patológico reveló R0 en el 78,2% de los pacientes e invasión venosa en el 40,9%. La morbilidad con laparoscopia y con laparotomía consistió, respectivamente, en: fistula pancreática en 7 (4 y 3), vaciamiento gástrico retardado en 4 (1 y 4), fistula biliar en uno (1 y 0), neumonía en dos (1 y 1) e infección de herida en uno (0 y 1). La mortalidad fue de 8,6% por el fallecimiento de dos pacientes, uno en cada grupo.

**Conclusión:** de acuerdo con los criterios empleados, la morbimortalidad de la DPC con resección vascular fue similar por laparoscopia y por laparotomía.

■ **Palabras clave:** duodenopancreatectomía cefálica laparoscópica, resección vascular laparoscópica, cirugía pancreática mininvasiva, cáncer pancreático.

### ABSTRACT

**Background:** Cephalic pancreaticoduodenectomy (CPD) with venous resection is indicated for the treatment of ductal adenocarcinoma and neuroendocrine tumors of the pancreas, either through laparoscopy or laparotomy.

**Objective:** The aim of this study was to describe the results of a series of patients undergoing CPD with venous vascular resection and compare morbidity and mortality between the laparoscopic approach and open surgery.

**Material and methods:** We conducted a retrospective, comparative and observational study of patients who underwent CPD with venous vascular resection between January 2022 and July 2023. Criteria for laparoscopic surgery were age < 80 years, interface between tumor and vein of 180° of the circumference of the vessel wall or less on computed tomography, good performance status, and no previous neoadjuvant treatment.

**Results:** A total of 23 CPD procedures with venous vascular resection were performed: 11 by laparoscopy and 12 by laparotomy. The 11 laparoscopic procedures were lateral resections, and in the 12 patients approached by laparotomy, 5 were total portal vein resections and 7 were lateral resections. Portal vein clamping time and need for transfusion was similar in both groups. The pathological examination reported R0 resections in 78.2% and venous invasion in 40.9%. The complications associated with laparoscopy and laparotomy were pancreatic fistula in 4 and 3 patients, respectively, delayed gastric emptying in 1 and 4 patients, respectively, biliary fistula in 1 and 0 patients, respectively, aspiration pneumonia in 1 and 1 patients, respectively and surgical site infection in 0 and 1 patients, respectively. Mortality was 8.6% (n = 2), one in each group.

**Conclusion:** According to the criteria used, the morbidity and mortality of CPD with vascular resection were similar for laparoscopy and laparotomy.

■ **Keywords:** laparoscopic pancreaticoduodenectomy, laparoscopic vascular resection, minimally invasive pancreatic surgery, pancreatic cancer.

Recibido | Received  
02-10-23  
Aceptado | Accepted  
21-03-24

ID ORCID: Gustavo Kohan, 0000-0003-3779-1013; Juliana Di Menno Stavron, 0000-0002-7737-257X; María E. Fratantoni, 0000-0003-2815-2973; Héctor D. Vanzini, 0000-0002-6107-3807; Santiago Rubio, 0000-0003-3850-6130; Juan Peña, 0000-0001-7384-1095; Javier Lendoire, 0000-0002-3387-0397; Oscar Imventarza, 0000-0003-4070-1162

## Introducción

La duodenopancreatectomía cefálica (DPC) laparoscópica ha sido una técnica puesta en duda desde que fue por primera vez publicada, debido a su extensa y dificultosa curva de aprendizaje. Sin embargo, varios estudios prospectivos y aleatorizados demostraron que es un método factible de ser realizado con la misma morbimortalidad que la cirugía convencional, siempre y cuando sea realizado por cirujanos especialistas en cirugía pancreática laparoscópica en centros de alto volumen<sup>1-5</sup>.

Una vez superada la curva de aprendizaje, se llevan a cabo cirugías cada vez con mayor complejidad. La resección vascular es reproducible por vía laparoscópica sin aumentar la morbimortalidad de la cirugía por laparotomía<sup>6,7</sup>.

El objetivo de este trabajo fue describir los resultados de una serie de pacientes con DPC con resección vascular venosa y comparar la morbimortalidad entre los abordados por laparoscopia y por laparotomía.

## Material y método

Fueron analizados en forma retrospectiva los casos de nuestra base de datos de pacientes operados de DPC que requirieron resección vascular venosa entre enero de 2022 y julio de 2023. Se eligió ese período acotado dado que la primera resección venosa laparoscópica en DPC se llevó a cabo en febrero de 2022. Todos los pacientes fueron operados por el mismo equipo quirúrgico en instituciones privadas (Sanatorio de la Trinidad Mitre, Trinidad Palermo, Centro Gallego de Buenos Aires) y en el hospital público (Hospital Mariano y Luciano de la Vega).

De acuerdo con la clasificación de la National Comprehensive Cancer Network (NCCN), se considera un tumor resecable cuando la vena se encuentra infiltrada menos de 180°, y borderline venoso cuando la infiltración supera los 180°<sup>8</sup>.

Se indicó la DPC en patología maligna y en patología premaligna; la indicación de resección venosa obedeció a invasión tumoral plausible de resección quirúrgica tanto por vía laparotómica como por vía laparoscópica. La resección venosa por laparoscopia se realizó luego de haber realizado 110 DPC por laparoscopia.

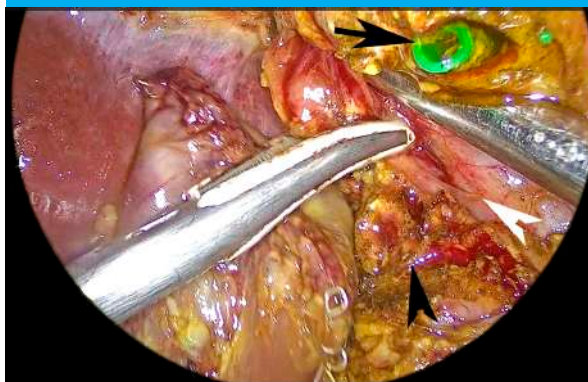
Se excluyeron los pacientes con presencia de invasión arterial, metástasis a distancia y/o ascitis en los estudios por imágenes, y aquellos con mal estado general que no fueran plausibles de una resección.

La decisión de utilizar el abordaje laparoscópico o por laparotomía se determinó según el grado de invasión venosa, el performance status del paciente y la edad. Los criterios para realizar la DPC por vía laparoscópica fueron: edad menor de 80 años, invasión venosa tumoral igual a 180° o menor en la tomografía, buen performance status, y no haber realizado tratamiento neoadyuvante.

## Técnica quirúrgica

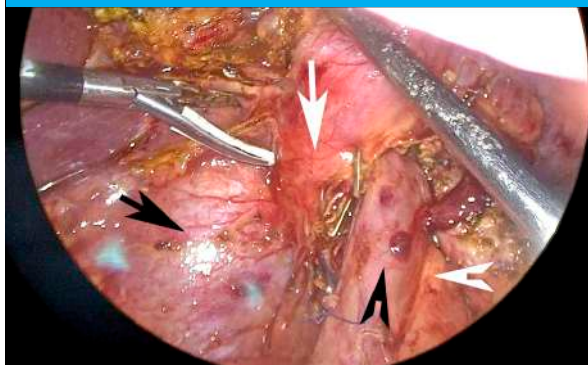
La técnica quirúrgica de la DPC laparoscópica estándar utilizada por nuestro grupo ya fue descrita en un artículo previo<sup>5</sup>. Para realizar la resección laparoscópica lateral de la vena porta se disecciona todo el proceso uncinado próximo a la arteria mesentérica superior y se deja solamente el sector adherido a la vena porta para que sea el último gesto de la resección. La sección del páncreas permite exponer la cara anterior de la vena porta y la entrada de la vena esplénica en ella. Se secciona la vía biliar y se disecciona todo el tejido que se encuentra lateral a la vena porta suprapancreática (Fig. 1). Para ello se coloca la óptica en el trocar ubicado en fosa ilíaca derecha. El cirujano opera utilizando el trocar de hipocondrio derecho y el trocar umbilical. Esto permite tener una visión lateral y disecar la vena porta hasta la zona comprometida por el tumor. La amplia maniobra de Vautrin-Köcher permite traccionar hacia arriba la cabeza del páncreas y el duodeno para realizar la disección posterior (Fig. 2) y separarlo de la arteria mesentérica superior. En esta maniobra hay que ser muy cuidadoso para no lesionar accidentalmente la vena porta.

■ FIGURA 1



Disección del borde lateral derecho de la vena porta suprapancreática. Vía biliar seccionada. Cabeza de flecha negra: páncreas. Cabeza de flecha blanca: vena porta. Flecha negra: vía biliar.

■ FIGURA 2



Tracción hacia el cenit de la cabeza de páncreas y duodeno para liberar la cara posterior de la vena porta y vena mesentérica superior. Flecha negra: vena cava. Cabeza de flecha negra: vena porta. Flecha blanca: páncreas. Cabeza de flecha blanca: arteria mesentérica superior

Es necesario extraer todo el tejido posible con el fin de reducir al máximo la resección venosa (Fig. 3). Una vez liberada la cara posterior del páncreas y la cara anterior, se coloca un clamp (pinza) vascular laparoscópico para realizar la sección de la vena (Fig. 4). Se secciona la vena con tijera (Fig. 5) y se sutura con sutura continua de polipropileno 5-0 (Fig. 6). Se retira el clamp vascular y luego se procede a la reconstrucción digestiva.

En situaciones de compromiso extenso de vena porta, se realiza la cirugía por laparotomía. Luego de la resección portal se puede colocar un parche lateral con peritoneo o bien se realiza una resección total de la vena interponiendo una prótesis vascular de PTFE (politetrafluoretileno expandido). Al igual que en cirugía laparoscópica se cumplen todos los pasos de la resección duodenopancreática en forma completa, exceptuando la zona de invasión vascular. En los casos de resección lateral extensa de la vena porta se coloca un parche de peritoneo. Una vez reseca la porta en forma completa, la vena esplénica se liga y secciona. La interposición vascular se realiza con una prótesis de PTFE de 8 mm de preferencia anillada. No es necesaria la reinsertación de la vena esplénica.

Para su control posoperatorio, todos los pacientes fueron internados en terapia intensiva. Se realizó antiagregación con heparina. De no existir compli-

caciones, se retiró la sonda nasogástrica el primer día posoperatorio y comenzaron con dieta.

En la evaluación de la morbimortalidad se utilizaron para el diagnóstico de fístula pancreática, el retardo del vaciamiento gástrico y hemorragias, las definiciones propuestas por el Grupo Internacional de Estudio en Cirugía Pancreática (ISGPS). Las complicaciones fueron consignadas según la clasificación de Dindo-Clavien. La extracción de los drenajes se realizó ante la ausencia de débito o de fístula pancreática confirmada bioquímicamente. El alta hospitalaria se otorgó a los pacientes que toleraban dieta oral, deambulaban y no presentaban signos clínicos ni bioquímicos de infección.

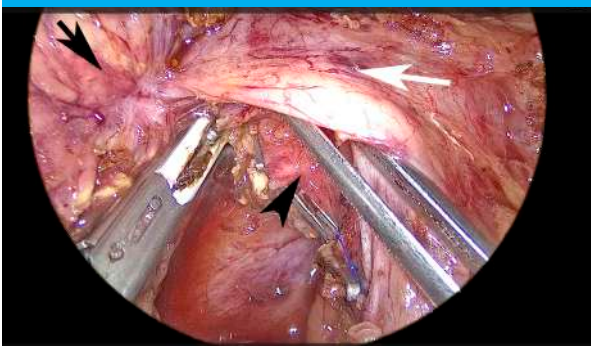
En el estudio anatomopatológico se consideró R0 cuando el margen fue superior a 1 mm del borde de sección. Se estimaron los porcentajes de resecciones R0 y de invasión de la íntima de la vena.

Fueron analizadas separadamente las siguientes variables en los operados por laparoscopia y por laparotomía:

Intraoperatorias: tiempo quirúrgico, tiempo de "clampeo" (pinzamiento) venoso y necesidad de transfusión.

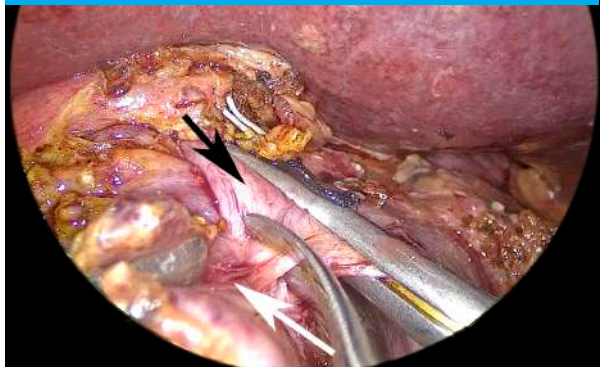
Posoperatorias: incidencia de fístula pancreática, retardo del vaciamiento gástrico, de fístula biliar, la morbilidad general y la mortalidad.

■ FIGURA 3



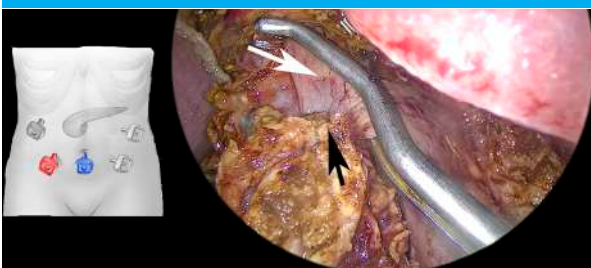
Diseción del borde lateral derecho de la arteria mesentérica superior. Liberación del tejido sano hasta la zona de invasión venosa. Flecha negra: tumor. Cabeza de flecha negra: arteria mesentérica superior. Flecha blanca: vena porta

■ FIGURA 5



Sección con tijera de la vena porta lejos de la zona de invasión tumoral. Flecha negra: vena porta. Flecha blanca: tumor

■ FIGURA 4



Colocación de clamp (pinza) vascular de tipo Satinsky en vena porta. Nótese que el tumor se encuentra liberado estando únicamente en contacto con la vena porta. En el esquema, el trocar rojo se utiliza para colocar la óptica y el trocar azul para colocar el clamp vascular. Flecha negra: tumor. Flecha blanca: vena porta

■ FIGURA 6



Vena porta suturada con sutura continua de polipropileno 5-0. Clamp liberado. Flecha negra: vena porta suturada



## Resultados

En período de análisis se realizaron 86 DPC. Cuarenta y cinco fueron realizadas por vía totalmente laparoscópica y el resto por laparotomía.

Se realizó resección venosa en 23 pacientes: 12 por laparotomía y 11 por laparoscopia. La histología registró en 22 pacientes adenocarcinoma ductal y en 1 paciente, tumor neuroendocrino.

El promedio de edad de toda la serie fue de 72 años con un rango entre 54 y 92 años. Los detalles demográficos y tumorales, discriminados por forma de abordaje, están descriptos en la tabla 1.

Los 11 pacientes abordados por laparoscopia recibieron una resección lateral de vena porta. En 9, la resección fue realizada completamente por vía laparoscópica. En 1 paciente fue necesario convertir a una minilaparotomía de 8 cm para completar la resección debido a dificultad en la progresión de la cirugía. Un paciente requirió conversión a minilaparotomía luego de haber completado la resección lateral y sutura de la vena porta para realizarle una resección lateral de la vena cava.

Con respecto a la resección vascular en pacientes abordados por laparotomía, en 3 oportunidades se realizó resección total de vena porta con reconstrucción interponiendo prótesis de PTFE de 8 mm anillada, en un paciente se colocó un parche lateral de peritoneo y en otro se realizó anastomosis término-terminal de vena porta y vena mesentérica superior. En el resto de los pacientes, la resección de porta fue lateral.

El tiempo quirúrgico medio por laparoscopia fue 445 minutos (rango 330-500 minutos). Por laparotomía, el tiempo medio fue 331 minutos (rango 200 minutos-420 minutos).

El tiempo medio de "clampeo" portal para la resección venosa lateral por laparoscopia fue de 28 minutos (rango 21-42 minutos). Por laparotomía, el tiempo de "clampeo" portal (incluyendo resecciones laterales y resecciones totales) fue de 26 minutos (rango 15-43 minutos).

La necesidad de transfusión fue, en promedio, de una unidad por paciente (rango 0-4 unidades por paciente). Por laparoscopia, el promedio fue de 0,9 unidades de sangre (rango 0-3 unidades por paciente), mientras que por laparotomía fue 1,1 unidades por paciente (rango 0-4 unidades por paciente).

El estudio anatomopatológico reveló R0 en 18 oportunidades (78,2%). Fueron resecciones R1, 5 pacientes, 3 por laparoscopia y 2 por laparotomía. Se confirmó la invasión venosa en el 40,9% de los casos.

La morbilidad de los pacientes operados por laparoscopia incluyó fístula pancreática en 4 de ellos, fístula biliar en uno, retardo del vaciamiento gástrico en uno y neumonía bilateral en uno. Con respecto a la fístula pancreática, tipo A ocurrió en 2 pacientes, tipo B en 1 paciente que requirió drenaje percutáneo y tipo C en 1 paciente que fue reexplorado. Este mismo paciente presentó sangrado por fístula al 10.º día. La fístula

■ TABLA 1

Características demográficas y tumorales

Variables	Abordaje laparoscópico n = 11	Abordaje convencional n = 12
Sexo femenino	8 (72%)	5 (41%)
Edad (años) promedio	69,8	74
Conversión	2	No aplicable
Tumor reseccable	11	5
Tumor borderline	0	7
Tamaño tumoral (cm)	3,27	3,75

biliar ocurrió en el mismo paciente con fístula pancreática tipo B.

Con respecto a los pacientes operados por laparotomía, la morbilidad incluyó fístula pancreática en 3 de ellos, todas de tipo A, retardo del vaciamiento gástrico en 3 pacientes, neumonía por broncoaspiración en uno e infección de herida en 2.

La mortalidad en los 23 pacientes sometidos a resección vascular fue del 8,69% (2 pacientes). Un paciente operado por laparoscopia presentó fístula pancreática con sangrado al 10.º día posoperatorio. Se realizó reexploración quirúrgica pero falleció a los 32 días de la cirugía por fallo multiorgánico.

Otra mujer de 92 años, operada por laparotomía, murió por neumonía secundaria a broncoaspiración a los 23 días de la cirugía, luego de iniciar la alimentación por vía oral.

## Discusión

La DPC con resección vascular venosa es un procedimiento aceptado para el tratamiento del adenocarcinoma ductal y de tumores neuroendocrinos localmente avanzados del páncreas<sup>8,9</sup>. La resección en bloque con vena tiene el objetivo de aumentar el número de pacientes con resección R0 y de esta forma lograr un aumento en la supervivencia. De acuerdo con la clasificación de la NCCN<sup>10</sup>, la invasión venosa en menos de 180° se considera un tumor reseccable y, con invasión mayor de 180°, un tumor borderline. La resección venosa puede ser lateral o total. Esta última se indica cuando la extensión del contacto tumoral supera los 4 cm en forma longitudinal o bien cuando la invasión supera los 180° del radio de circunferencia de la vena. En casos de resección lateral se realiza una sutura continua con polipropileno 5-0. Sin embargo, en algunas situaciones, para evitar una reducción significativa del calibre de la vena, se coloca un parche lateral confeccionado con peritoneo o bien utilizando vena safena interna. En lo que respecta a la reconstrucción venosa luego de una resección total de vena porta, existen 2 opciones. Una de ellas es hacer una anastomosis venosa término-terminal realizando previamente una movilización de

los tejidos para reducir la tensión en la anastomosis. La otra posibilidad es interponer un graft (que puede ser vena o una prótesis vascular) que permita restituir el flujo de sangre venosa hacia el hígado. En estos casos, la vena esplénica se liga y no se reinserta en el graft utilizado. Este tipo de cirugía debe ser llevada a cabo en centros de alto volumen. La resección venosa también puede efectuarse por vía laparoscópica, siempre y cuando el equipo quirúrgico tenga amplia experiencia en DPC laparoscópica<sup>6,7</sup>. Los trabajos publicados sobre DPC con resección vascular mayor por vía laparoscópica muestran que es un procedimiento factible de realizar con buenos resultados<sup>6,7</sup>.

Uno de los puntos débiles de la DPC laparoscópica es que se trata de una cirugía técnicamente demandante, con una extensa curva de aprendizaje (no mayor que la curva de aprendizaje de la DPC convencional) y que hace que sea difícil de reproducir. Varios estudios prospectivos y aleatorizados han demostrado ventajas del abordaje laparoscópico sobre el convencional en lo que respecta a días de internación y necesidad de transfusión<sup>1-5</sup>. Y comparándolos desde el punto de vista oncológico, los trabajos han demostrado que el índice de R0/R1 es igual que en cirugía abierta y el número de ganglios resecados es igual o incluso mayor<sup>11,12</sup>.

Es recomendable que la curva de aprendizaje esté tutorizada por cirujanos con amplia experiencia en cirugía pancreática convencional y laparoscópica. En nuestro grupo, los cirujanos que se encuentran realizando la curva de aprendizaje realizan algunos pasos de la resección y de la reconstrucción hasta que logren reducir los tiempos quirúrgicos, siempre en casos seleccionados. A medida que se logra experiencia se incluyen casos cada vez con mayor complejidad. Otro punto importante que ayuda a reducir la curva de aprendizaje es la frecuencia con que se realiza DPC por vía laparoscópica. Probablemente la realización de esta cirugía en forma semanal acelere y mejore el aprendizaje en comparación con llevarla a cabo en forma mensual. La repetición del procedimiento en forma semanal permite incorporar más rápidamente los pasos técnicos de la resección.

La resección vascular por vía totalmente laparoscópica se logró después de haber efectuado al menos 110 resecciones por vía totalmente laparoscópica por el mismo cirujano. Después 110 casos, el tiempo de la cirugía laparoscópica excedió al de la cirugía convencional en no más de 2 horas. Esto último permitió

incrementar la complejidad de los casos operados y realizar la resección venosa por vía totalmente laparoscópica. En la comparación de los tiempos quirúrgicos en nuestra experiencia, el abordaje laparoscópico supera en 110 minutos al abordaje convencional. Para realizar la resección venosa es muy importante contar con el instrumental adecuado y tener una amplia experiencia en sutura intracorpórea. Desde el punto de vista técnico, para realizar la resección lateral de la vena porta se puede utilizar un clamp (pinza) vascular de tipo Satinsky. Como se observa en la figura 4, el clamp se coloca por el trocar umbilical (en color azul), el cual permite tomar una disposición paralela a la vena porta. La óptica se coloca en el trocar de flanco derecho (en color rojo). El cirujano, ubicado a la derecha del paciente, opera a través del trocar de hipocondrio derecho y el trocar de flanco izquierdo. En 10 de los 11 pacientes se pudo realizar la sutura de la vena porta utilizando esa disposición de trocates. En un paciente se colocó un nuevo trocar de 5 mm para ubicar el clamp y luego realizar la sutura utilizando el trocar umbilical.

Cuando se analiza la causa de conversión, en un caso de debió a la dificultad técnica que generaba exceso de tiempo en la resección debido a obesidad mórbida y, en el otro, por requerir resección de vena cava por contacto con el tumor. Ninguno fue convertido por sangrado y en los 2 casos se pudo completar en forma exitosa la resección y sutura de la vena porta. El abordaje laparoscópico no generó morbilidad y mortalidad diferentes de la cirugía convencional.

Las limitaciones del presente estudio son su diseño retrospectivo y el tamaño de la muestra, como también el hecho de tratarse de una etapa inicial de resecciones vasculares de nuestro grupo quirúrgico.

Con mayor experiencia se podrán realizar resecciones completas en pacientes con tumores borderline. De esa forma se podrá encarar un estudio aleatorizado para comparar la utilidad o no de este tipo de abordaje mínimamente invasivo en lesiones localmente avanzadas.

En conclusión, de acuerdo con los criterios empleados en la selección de la técnica, la morbimortalidad de la DPC con resección vascular fue similar por laparoscopia y por laparotomía.

El entrenamiento exhaustivo en procedimientos laparoscópicos permite emular en forma segura la mayoría de los procedimientos realizados por vía convencional.

## ENGLISH VERSION

### Introduction

Laparoscopic cephalic pancreaticoduodenectomy (CPD) has been a controversial technique since its first publication due to its long and difficult learning curve. However, several prospective and randomized studies

have demonstrated that it is a feasible method, with morbidity and mortality rates similar to those of conventional surgery when performed by surgeons specialized in pancreatic surgery and in high-complexity laparoscopic procedures<sup>1-5</sup>.

Once the learning curve has been overcome,

more complex procedures can be performed. Vascular resection can be performed laparoscopically without increasing morbidity and mortality of open surgery<sup>6,7</sup>.

The aim of this study was to describe the results of a series of patients undergoing CPD with venous vascular resection and compare morbidity and mortality between the laparoscopic approach and open surgery.

## Material and methods

We conducted a retrospective analysis of the data recorded in our database of patients who underwent CPD and required venous vascular resection between January 2022 and July 2023. We chose that short period because the first laparoscopic venous resection in CPD was performed in February 2022. All the procedures were performed by the same surgical team in private institutions (Sanatorio de la Trinidad Mitre, Trinidad Palermo, Centro Gallego de Buenos Aires) and in a public hospital (Hospital Mariano y Luciano de la Vega).

According to the National Comprehensive Cancer Network (NCCN) classification, a tumor is considered resectable when the interface between tumor and vein is  $< 180^\circ$  of the circumference of the vessel wall and borderline resectable when it is  $> 180^\circ$ <sup>8</sup>.

Cephalic PD was indicated for malignant and pre-malignant tumors; the indication for venous resection was due to tumor invasion suitable for surgical resection either by laparotomy or laparoscopy. Laparoscopic venous resection was started after performing 110 laparoscopic CPD.

Patients with arterial invasion, distant metastases or ascites on imaging tests and those with poor performance status who could not undergo resection were excluded.

The decision to use a laparoscopic approach or laparotomy was based on the extent of venous invasion, patient performance status, and age. Criteria for laparoscopic CPD were age  $< 80$  years, interface between tumor and vein of  $180^\circ$  of the circumference of the vessel wall or less on computed tomography, good performance status, and no previous neoadjuvant treatment.

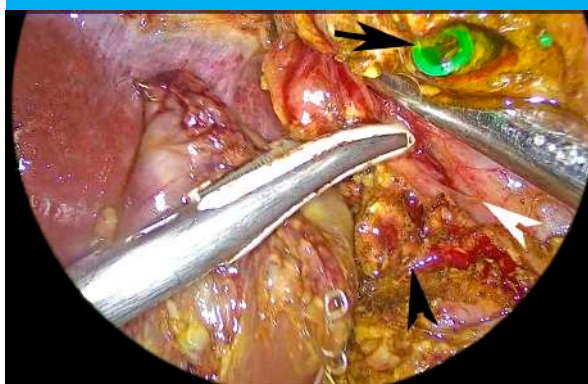
## Surgical technique

The standard technique of laparoscopic CPD that is used by our group has already been described in a previous article<sup>5</sup>. To perform the laparoscopic lateral resection of the portal vein, the entire uncinate process is dissected close to the superior mesenteric artery, leaving the section that is attached to the portal vein as the last surgical gesture. The section of the pancreas exposes the anterior aspect of the portal vein and its connection with the splenic vein. The bile duct is sectioned and all the tissue lateral to the suprapancreatic portal vein is

dissected (Fig. 1). For this purpose, the optical trocar is placed in the right iliac fossa. The surgeon uses the trocars placed in the right hypochondriac region and umbilical region. This technique provides a lateral view of the portal vein, allowing for its dissection until the area affected by the tumor is reached. The wide Vautrin-Köcher maneuver involves pulling up the duodenum and head of the pancreas (Fig. 2) to perform the dissection and separate it from the superior mesenteric artery. This maneuver requires great care to avoid inadvertent injury to the portal vein. It is necessary to remove as much tissue as possible to minimize venous resection (Fig. 3). Once the posterior and anterior aspects of the pancreas have been released, a laparoscopic vascular clamp is placed to section the vein (Fig. 4). The vein is sectioned using scissors (Fig. 5) and repaired with continuous 5-0 polypropylene suture (Fig. 6). The vascular clamp is removed and the reconstruction phase begins.

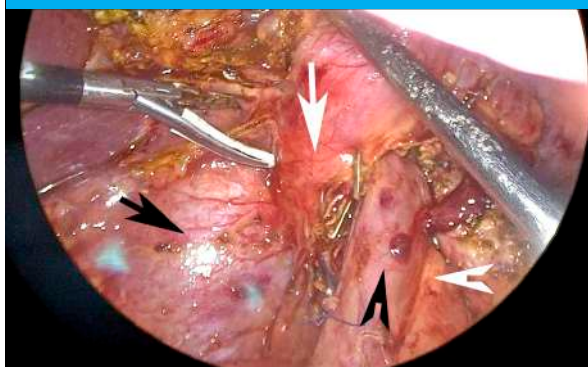
If portal vein involvement is extensive, a laparotomy is performed. After portal vein resection, a lateral peritoneal patch can be placed, or a complete resection of the vein can be performed and replaced with an expanded polytetrafluoroethylene (PTFE)

■ FIGURA 1



Dissection of the right lateral border of the suprapancreatic portal vein. Section of the bile duct. Black arrowhead: pancreas. White arrowhead: portal vein. Black arrow: bile duct

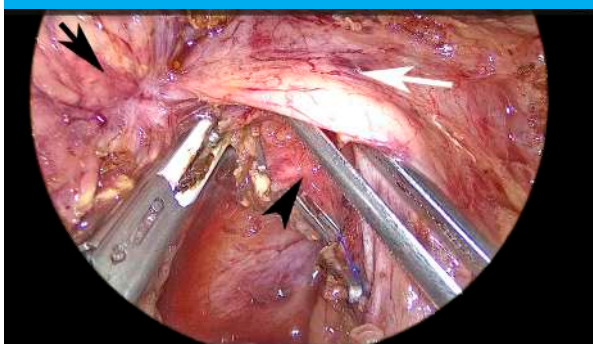
■ FIGURA 2



Upward traction of the head of the pancreas and duodenum to release the posterior aspect of the head of the portal vein and superior mesenteric vein. Black arrow: vena cava. Black arrowhead: portal vein. White arrow: pancreas. White arrowhead: superior mesenteric artery

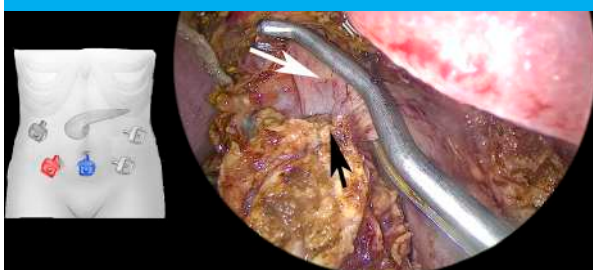


■ FIGURE 3



Dissection of the right lateral border of the superior mesenteric artery. The healthy tissue is freed until the area of venous invasion. Black arrow: tumor. Black arrowhead: superior mesenteric artery. White arrow: portal vein

■ FIGURE 4



A Satinsky vascular clamp is placed in the portal vein. The tumor is freed and is only in contact with the portal vein. In the diagram, the red trocar is used to introduce the scope and the blue trocar to introduce the vascular clamp. Black arrow: tumor. White arrow: portal vein

interposition graft. As with laparoscopic surgery, all steps of pancreaticoduodenectomy are completed except for the area of vascular invasion. In cases of extensive lateral resection of the portal vein, a peritoneal patch is placed. Once the portal vein has been completely resected, the splenic vein is ligated and sectioned. Vascular reconstruction is performed using an 8-mm ringed PTFE graft. It is not necessary to reinsert the splenic vein.

After surgery, all the patients were transferred to the intensive care unit and received prophylactic heparin. If no complications developed, the nasogastric tube was removed on postoperative day 1 and oral feeding was started.

The definitions of postoperative complications, as pancreatic fistula, delayed gastric emptying and bleeding were based on the International Study Group of Pancreatic Surgery (ISGPS). Complications were categorized using the Clavien-Dindo classification. Drains were removed in the absence of fluid output or biochemical fistula. The patients were discharged when they tolerated oral diet, were able to walk independently and had no clinical or biochemical signs of infection.

The pathological examination considered R0 resections as those with a margin > 1 mm. The

■ FIGURE 5



The portal vein is sectioned with scissors far from the area of tumor invasion. Black arrow: portal vein. White arrow: tumor

■ FIGURE 6



Portal vein repaired with continuous 5-0 polypropylene suture. The clamp is released. Black arrow: portal vein sutured

percentages of R0 resections and invasion of venous layer intima were estimated.

The following variables were analyzed separately for those who underwent laparoscopic surgery and those who underwent laparotomy:

Intraoperative variables: operative time, portal vein clamping time and need for transfusion.

Postoperative variables: incidence of pancreatic fistula, delayed gastric emptying, biliary fistula, and overall morbidity and mortality.

## Results

A total of 86 CPDs were performed during the study period; 45 were fully laparoscopic procedures and the rest were through laparotomy.

Twenty-three patients underwent venous resection: 12 through laparotomy and 11 through laparoscopy. The pathological examination reported ductal adenocarcinoma in 22 patients and neuroendocrine tumor in 1.

Mean age was 72 years (range 54-92). The demographic and tumor characteristics by type of approach are described in Table 1.

The 11 patients approached laparoscopically

■ TABLE 1

Demographic and tumor characteristics

Variables	Laparoscopic approach n = 11	Conventional approach n = 12
Female sex	8 (72%)	5 (41%)
Age (years) mean	69,8	74
Conversion	2	Not applicable
Resectable tumors	11	5
Borderline tumor	0	7
Tumor size (cm)	3.27	3.75

underwent lateral portal vein resection. In 9, the resection was fully laparoscopically. One patient required conversion to open surgery via an 8-cm mini-incision because the procedure was difficult to complete. Another patient required conversion via a mini-incision to perform a lateral resection of the vena cava after the lateral resection and reconstruction of the portal vein were completed.

In patients intervened through laparotomy, 3 patients underwent total portal vein resection. The reconstruction techniques used were placement of an 8-mm ringed PTFE graft or a lateral peritoneal patch or an end-to-end anastomosis between the portal vein and superior mesenteric vein. The rest of the patients underwent lateral portal vein resection.

Mean operative time was 445 minutes (range 330-500 minutes) through laparoscopy and 331 minutes (range 200-420 minutes) through laparotomy.

Mean portal vein clamping time for lateral vein resection was 28 minutes (range 21-42 minutes) for laparoscopic surgery and 26 minutes (range 15-43 minutes) for laparotomy (including lateral and total resections).

The patients required an average of one unit of transfusion each (range 0-4 units per patient), 0.9 units per patient (range 0-3 units) for laparoscopic surgery and 1.1 units per patient (range 0-4 units) for laparotomy.

The pathological examination reported R0 resections in 18 cases (78.2%) and R1 resections in 5 patients, 3 through laparoscopy and 2 through laparotomy. Venous invasion was confirmed in 40.9% of the cases.

The complications in patients undergoing laparoscopy were pancreatic fistula (n = 4), biliary fistula (n = 1), delayed gastric emptying (n = 1) and bilateral pneumonia (n = 1). Pancreatic fistulas were type A in 4 patients, type B in 1 patient who required percutaneous drainage and type C in 1 patient who was reoperated and presented fistula-related bleeding on postoperative day 10. Biliary fistula occurred in the same patient with type B pancreatic fistula.

The complications in patients undergoing laparotomy included type A pancreatic fistula (n = 3),

delayed gastric emptying (n = 3), aspiration pneumonia (n = 1) and surgical site infection (n = 2).

In the 23 patients undergoing vascular resection mortality was 8.69% (n = 2). One patient in the laparoscopy group presented bleeding associated with pancreatic fistula on postoperative day 10. The patient underwent re-exploration but died 32 days after surgery due to multiple organ failure.

Another 92-year-old female patient in the laparotomy group died of aspiration pneumonia 23 days after surgery after starting an oral diet.

## Discussion

Cephalic PD is a widely accepted technique for ductal adenocarcinoma and locally advanced neuroendocrine tumors of the pancreas<sup>8,9</sup>. The aim of PD with en bloc vein resection is to increase the number of patients with R0 resection and thus improve survival. According to the National Comprehensive Cancer Network (NCCN) classification, a tumor is considered resectable when the interface between tumor and vein is  $< 180^\circ$  of the circumference of the vessel wall and borderline resectable when it is  $> 180^\circ$ . Venous resection can be lateral or total. Total venous resection is indicated when tumor contact with the vein is  $> 4$  cm in the longitudinal direction or when the interface between the tumor and the portal vein is  $> 180^\circ$  of the vessel wall circumference. In cases of lateral resection, the vein is repaired with continuous 5-0 polypropylene suture. However, in some situations, a lateral peritoneal or saphenous vein patch is placed to avoid significant reduction in portal vein diameter. There are 2 options for vein reconstruction after total portal vein resection. One option is to mobilize the tissues and perform a tension-free end-to-end venous anastomosis. The other possibility is to use a venous or vascular interposition graft to restore the venous blood flow to the liver. In these cases, the splenic vein is ligated and not reinserted in the graft used. This type of surgery should be performed in high-volume centers. Venous resection can be performed laparoscopically if the surgical team has extensive experience in laparoscopic CPD<sup>6,7</sup>. The publications on laparoscopic CPD with major vascular resection show that it is a feasible procedure with good results<sup>6,7</sup>.

A weakness of laparoscopic CPD is that it is a technically challenging procedure with a long learning curve (no longer than the learning curve for conventional CPD), which is difficult reproduce. Several prospective and randomized studies have demonstrated advantages of the laparoscopic approach over the conventional approach in terms of length of hospital stay and need for transfusion<sup>1-5</sup>. In addition, the R0/R1 index is similar to that of open surgery and the number of lymph nodes resected is not inferior or even higher<sup>11,12</sup>.

It is recommended that the learning curve be supervised by surgeons with extensive experience



in conventional and laparoscopic pancreatic surgery. In our group, surgeons on the learning curve perform several steps of resection and reconstruction until they are able to reduce operative times, always in selected cases. Once experience is gained, more complex procedures are included. Another key factor in reducing the learning curve is the frequency with which laparoscopic CPD is performed. Performing this procedure on a weekly basis is likely to accelerate and improve the learning process compared to a monthly frequency. The repetition of the procedure every week allows for a more rapid incorporation of the technical steps of resection.

After performing at least 110 fully laparoscopic resections, the surgeon was deemed proficient in performing fully laparoscopic vascular resections. After 110 cases, the operative time for laparoscopic surgery was found to be no more than 2 hours longer than that of conventional surgery. This allowed for an increase in the complexity of cases undergoing fully laparoscopic venous resection. Based on our experience, the laparoscopic approach is approximately 110 minutes longer than the conventional approach. Venous resection requires the use of appropriate instruments and extensive experience in intracorporeal suturing. A Satinsky vascular clamp can be used for lateral resection of the portal vein. As shown in Figure 4, the vascular clamp is inserted through the umbilical trocar (in blue), which allows the clamp to be positioned parallel to the portal vein. The scope is introduced in the trocar placed in the right lumbar region (in red). The surgeon stands

on the patient's right side and operates through the trocars placed in the right hypochondriac region and left lumbar region. In 10 of the 11 patients, the portal vein was sutured through these trocars. In one patient, a 5-mm trocar had to be placed to introduce the clamp and suture the vein using the umbilical trocar.

The reasons for conversion were technical difficulties that prolonged resection time in one patient with morbid obesity and the need for vena cava resection due to tumor contact in the other. Bleeding was not the cause of conversion and in both cases portal vein resection and reconstruction was successfully completed. The laparoscopic approach did not result in any additional complications beyond those typically associated with conventional surgery.

The limitations of this study include its retrospective design and sample size, as well as the fact that it is an initial stage of vascular resections in our surgical group.

As our experience grows, we will be able to perform complete resections on borderline tumors. This will enable the design of a randomized trial to determine whether the minimally invasive approach for locally advanced disease is useful or not.

In conclusion, the morbidity and mortality of CPD with vascular resection were similar for laparoscopy and laparotomy following the criteria used to select the technique.

An extensive training in laparoscopic procedures allows to safely reproduce the majority of conventional procedures.

## Referencias bibliográficas /References

- Ausania F, Landi F, Martínez-Pérez A, Fondevila C. A meta-analysis of randomized controlled trials comparing laparoscopic vs open pancreaticoduodenectomy. *HPB (Oxford)*. 2019;21(12):1613-20.
- Feng Q, Liao W, Xin W, Jin H, Du J, Cai Y, et al. Laparoscopic Pancreaticoduodenectomy versus Conventional Open Approach for Patients with Pancreatic Duct Adenocarcinoma: An Up-to-Date Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Oncol*. 2021(11):749140.doi: 10.3389/fonc.2021.749140. eCollection 2021.
- Poves I, Burdi F, Morató O, Iglesias M, Radošević A, Ilzarbe L, et al. Comparison of Perioperative Outcomes Between Laparoscopic and Open Approach for Pancreatoduodenectomy, The PADULAP Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*. 2018;268(5):731-9.
- Palanivelu C, Senthilnathan P, Sabnis SC, Babu NS, Srivatsan Gurumurthy S, Anand Vijai N, et al. Randomized clinical trial of laparoscopic versus open pancreaticoduodenectomy for periampullary tumors. *Br J Surg*. 2017;104(11):1443-50.
- Uranga L, Kohan G, Bisio L, Ditulio OA, Monestés JO, Carbajal Maldonado AL y cols. Cien duodenopancreatectomías cefálicas laparoscópicas. Experiencia de dos grupos de trabajo. *Acta Gastroenterol Latinoam*. 2020;50(2):109-17.
- Kendrick M, Sclabas G. Major venous resection during total laparoscopic pancreaticoduodenectomy. *HPB (Oxford)*. 2011;13(7):454-8.
- Wang X, Cai Y, Zhao W, Gao P, Li Y, Liu X, et al. Laparoscopic pancreaticoduodenectomy combined with portal-superior mesenteric vein resection and reconstruction with interposition graft: Case series. *Medicine (Baltimore)*. 2019; 98(3): e14204.
- Spencer Liles J, Katz MHG. Pancreaticoduodenectomy with vascular resection for pancreatic head adenocarcinoma. *Expert Rev Anticancer Ther*. 2014;14(8):919-29.
- Fusai GK, Tamburrino D, Partelly S, Lykoudis P, Pipan P, Di Salvo F, et al. Portal vein resection during pancreaticoduodenectomy for pancreatic neuroendocrine tumors. An international multicenter comparative study. *Surgery*. 2021;169(5):1093-101.
- Isaji S, Mizuno Y, Windsor J, Bassi C, Fernández-Del Castillo C, Hackert T, et al. International consensus on definition and criteria of borderline resectable pancreatic ductal adenocarcinoma 2017. *Pancreatology*. 2018;18(1):2-11. Doi: 10.1016/j.pan.20217.11.011. PMID: 29191513.
- Adam MA, Choudhury K, Dinan MA, Reed SD, Scheri RP, Blazer DG, et al. Minimally invasive versus open pancreaticoduodenectomy for cancer: practice patterns and short-term outcomes among 7061 patients. *Ann Surg*. 2015;262:372-7.
- de Rooij T, Lu MZ, Willemijn Steen M, Gerhards MF, Dijkgraaf MG, Busch OR, et al. Minimally Invasive versus Open Pancreatoduodenectomy: Systematic Review and Meta-analysis of Comparative Cohort and Registry Studies. *Ann Surg*. 2016; 264:257-67.