

Eventos adversos durante la esofagectomía mínimamente invasiva en posición prona y su relación con la curva de aprendizaje

Adverse events during minimally invasive esophagectomy in prone position associated with the learning curve

Daniel N. Velasco Hernández , Héctor R. Horiuchi , Lucas A. Rivaletto , Carolina Gómez Oro , Enrique Ortiz 

Servicio de Cirugía General, Hospital Interzonal General de Agudos General San Martín e Instituto de Diagnóstico de La Plata

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

Correspondencia
Correspondence:
 Daniel N. Velasco Hernández
 e-mail:
 daniels84@hotmail.com

RESUMEN

Antecedentes: desde la introducción de la funduplicatura laparoscópica en 1991 para tratar la enfermedad por reflujo gastroesofágico, se han desarrollado diferentes procedimientos mínimamente invasivos hasta llegar en la actualidad a las esofagectomías totalmente toracoscópicas y laparoscópicas.

Objetivo: analizar los eventos adversos durante la esofagectomía mínimamente invasiva en posición prona durante la curva de aprendizaje.

Material y métodos: en el período comprendido entre noviembre de 2011 y junio de 2017 fueron intervenidos quirúrgicamente en el Hospital Interzonal General de Agudos San Martín (HIGA) y el Instituto de Diagnóstico de La Plata 36 pacientes mediante esofagectomía mínimamente invasiva (EMI) en posición prona (PP).

Resultados: durante el tiempo abdominal se produjo una lesión de vasos coronarios. En el tiempo torácico se registraron dos lesiones pulmonares, una lesión del cayado de vena ácigos y una sección del conducto torácico; además hubo un caso de daño al nervio recurrente y una lesión del bronquio fuente izquierdo durante la linfadenectomía. Al analizar el total de las complicaciones se observó que la mayoría de ellas se presentaron en los primeros 20 casos, mientras que en los 16 siguientes solo se registró una lesión pulmonar ($p=0,10$).

Conclusión: como conclusión podemos decir que la EMI en PP, como ya es sabido, es un procedimiento factible y seguro pero –dada su complejidad– puede provocar lesiones intraoperatorias graves. Aunque los resultados de nuestra serie no arrojaron diferencias de significancia estadística, la cantidad de eventos adversos durante las operaciones realizadas por el mismo equipo disminuyó sensiblemente en la medida en que se adquirió el entrenamiento suficiente.

■ **Palabras clave:** esofagectomía mínimamente invasiva, posición prona, complicaciones.

ABSTRACT

Background: Since the initial description of laparoscopic fundoplication in 1991 for the treatment of gastroesophageal reflux disease, different minimally invasive procedures have been developed until nowadays, when esophagectomy is performed using combined thoracoscopy and laparoscopy.

Objective: The aim of our study is to analyze the adverse events of minimally invasive esophagectomy in prone position during the learning curve.

Material and methods: Between November 2011 and June 2017, 36 patients underwent minimally invasive esophagectomy in prone position in the Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) San Martín and the Instituto de Diagnóstico de La Plata.

Results: During the abdominal stage one patient presented coronary vessel injury. The complications occurring in the thoracic stage included lung injury ($n=2$), azygos arch injury ($n=1$), thoracic duct dissection ($n=1$), laryngeal recurrent nerve lesion ($n=1$) and main stem bronchus injury ($n=1$) during lymph node resection. Most of these complications occurred in the first 20 patients, while in the remaining 16 cases only lung injury occurred ($p=0.10$).

Conclusion: Minimally invasive esophagectomy in prone position is a feasible and safe procedure that can cause serious intraoperative complications due to its complexity. Although the results of our series did not show statistically significant differences, the number of adverse events during surgeries performed by the same team showed an important reduction associated with better training.

■ **Keywords:** minimally invasive esophagectomy, prone position, complications.

Recibido | Received
 18-07-18
 Aceptado | Accepted
 24-11-18

ID ORCID: Daniel N. Velasco Hernández, 0000-0002-5975-1162; Héctor R. Horiuchi, 0000-0002-4085-2713; Lucas Alberto Rivaletto, 0000-0001-8440-1773; Carolina Gomez Oro, 0000-0002-1603-9423; Enrique Ortiz, 0000-0003-4922-6847

Introducción

La cirugía del cáncer de esófago ha sido frecuentemente asociada con una significativa morbilidad. Desde la introducción en 1991 de la funduplicatura laparoscópica para el control de la enfermedad por reflujo gastroesofágico, se han desarrollado diferentes procedimientos mínimamente invasivos para el tratamiento de las enfermedades del esófago. De esta manera, se incorporó la toracoscopia estadificadora, con el fin de evitar una toracotomía innecesaria en los tumores avanzados; posteriormente se desarrollaron procedimientos resecivos videoasistidos hasta llegar, en la actualidad, a las esofagectomías totalmente toracoscópicas y laparoscópicas^{1,2}.

La esofagectomía mínimamente invasiva (EMI) en posición prona (PP) designa la esofagectomía en la cual el tiempo torácico se realiza mediante un abordaje mínimamente invasivo con el paciente en decúbito prono. Las primeras publicaciones al respecto fueron las de Cuschieri, de 1994. En ellas se describe este abordaje para el acceso al mediastino posterior y al esófago para su movilización y resección³. Luego de varios informes aislados, en el año 2006 se presenta el trabajo de Palanivelu, la serie más importante de EMI en PP hasta la fecha. En dicha publicación se realiza la descripción detallada del procedimiento y se informan resultados sorprendentes por la baja morbilidad. Este fue el punto de partida para que muchos cirujanos comenzaran a incursionar en este abordaje en aquellos pacientes candidatos a esofagectomía^{4,5}.

El objetivo de nuestro trabajo es analizar los eventos adversos que se desarrollaron en la EMI en PP y su relación con la curva de aprendizaje.

Material y métodos

En el período comprendido entre noviembre de 2011 y junio de 2017 fueron intervenidos quirúrgicamente 52 pacientes, a los cuales se les efectuó esofagectomía total o subtotal en el Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) San Martín y el Instituto de Diagnóstico de La Plata. De ese total, 14 esofagectomías fueron realizadas por vía transhiatal y 2 por vía transtorácica, mientras que en las 36 restantes el abordaje fue por vía mínimamente invasiva en posición prona. Solo estos últimos casos fueron incluidos en el presente estudio, que tuvo un diseño transversal, retrospectivo, descriptivo y observacional. Las características de los pacientes y el tipo de patología se detallan en la tabla 1.

El tratamiento realizado y el tipo de cirugía se presentan en la tabla 2.

El equipo quirúrgico interviniente fue siempre el mismo, uno de sus integrantes con experiencia en cirugía torácica. El entrenamiento en dicho abordaje fue realizado previamente en cerdos en el Laboratorio de

■ TABLA 1

Características de los pacientes y causas por las cuales fueron sometidos a esofagectomía

Características y patologías	Datos (%)
Edad	
Media	60,3
Rango	27-77
Sexo	
Femenino	12 (33,3)
Masculino	24 (66,6)
Patología	
Adenocarcinoma	25 (69,4)
Carcinoma epidermoide	10 (27,7)
Megaesófago	1 (2,7)

■ TABLA 2

Tratamiento realizado. Neoadyuvancia y tipo de cirugía

Tratamiento	Datos (%)
Neoadyuvancia	10 (27,7)
Quimioterapia	6
Quimiorradioterapia	4
Cirugía	
Abordaje torácico y abdominal (Ivor-Lewis)	5 (13,8)
Triple abordaje (McKeown)	30 (83,3)
Esófago-gastrectomía total*	1 (2,7)

*Paciente diagnosticado como adenocarcinoma tipo 1 (Clasificación de Siewert), que durante el intraoperatorio se objetivó extensión hacia techo y cuerpo gástrico; clasificado finalmente como tipo 2^{6,7}.

Cirugía Mínimamente Invasiva de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

Técnica. Tiempo torácico: paciente en decúbito ventral, brazos extendidos, dos resaltes, uno en la parte alta del tórax y otro en la pelvis, lo que permite una adecuada movilidad del diafragma y buena mecánica ventilatoria. Colocación de 3 puertos, uno de 10 mm por debajo del ángulo de la escápula, otro de 5 mm en el 4° o 5° espacio intercostal, a aproximadamente 7 cm de la columna, y el último para la mano izquierda, de 10 mm, en el 9° espacio intercostal, también a 7 cm de la columna.

Una vez introducida la cámara, el primer reparo por visualizar son las vértebras torácicas; se procede a la apertura de la pleura mediastínica, se continúa con el tratamiento del cayado de la vena ácigos, movilización completa del esófago, más linfadenectomía subcarinal. En los primeros 20 casos se realizó intubación selectiva y luego se procedió a efectuar intubación simple con neumotórax de 8 mm Hg de presión de CO₂. Además, se modificó la secuencia; actualmente se inicia con la sección del ligamento triangular del pulmón

y se prosigue con la disección esofágica, hacia cefálico por detrás del pericardio, de la vena pulmonar y del bronquio fuente derecho. En esta instancia se comienza con la linfadenectomía, para realizar la exéresis en bloque. Sección del cayado de vena áigigos; liberación completa del esófago, con vaciamiento ganglionar subcarinal, el que se extiende hacia las caras laterales de la tráquea en los casos de carcinoma epidermoide. El tiempo abdominal se realiza en decúbito dorsal, con el cirujano entre las piernas del paciente y los ayudantes, uno a cada lado. Se comienza con la apertura del epiplón gastrocólico hacia la curvatura mayor, preservando los vasos gastroepiploicos derechos que irrigarán la gastroplastia. Se realiza linfadenectomía de los grupos ganglionares 7, 8, 9 y 11 proximales. Se completa la esqueletización gástrica y, tras la sección del esófago cervical, se extrae la pieza a través de una minilaparotomía mediana supraumbilical, por donde a su vez se confeccionará el tubo gástrico con suturas mecánicas (técnica híbrida). Posteriormente se efectúa el ascenso por vía mediastinal y anastomosis cervical. En los casos en los que se decide realizar una esofagectomía subtotal con anastomosis intramediastínica según la técnica de Ivor-Lewis, se comienza por vía abdominal, se confecciona la gastroplastia totalmente laparoscópica, para luego colocar al paciente en decúbito prono y completar el tiempo torácico con la extracción de la pieza por una minitoracotomía^{1,8-11}.

Ambas descripciones corresponden a los abordajes que se realizaron sistemáticamente en nuestra serie a partir del año 2013, desplazando por completo la vía abierta para todos los pacientes que fueron sometidos a esofagectomía.

Para la recolección de datos se utilizaron nuestro archivo digital y videos; la búsqueda bibliográfica se realizó por medio de Pubmed, Embase y Cochrane Library. Para el análisis estadístico se utilizó el test exacto de Fischer.

Resultados

El procedimiento se pudo concretar en la mayoría de los casos. Se requirió una conversión en el tiempo torácico por imposibilidad de acceder al mediastino posterior debido a importantes adherencias pleuro-pulmonares, por el antecedente de una neumonía con derrame pleural. En el tiempo abdominal se convirtió un solo caso por múltiples adherencias, producto de cirugías previas. Las complicaciones intraoperatorias se detallan en la tabla 3.

Las dos lesiones pulmonares registradas, por tratarse de pequeñas efracciones del parénquima, no causaron mayores complicaciones en el posoperatorio. La lesión del cayado de la vena áigigos fue consecuencia de una manipulación inapropiada de la endosutura vascular, situación que pudo ser controlada con clips y posterior recolocación de la endograpadora. El conduc-

■ TABLA 3

Complicaciones intraoperatorias

Complicaciones	Datos (%)
Tiempo abdominal	
Lesión de vasos coronarios	1 (2,7)
Tiempo torácico	
Ingreso	
Lesión de pulmón derecho	2 (5,5)
Movilización esofágica	
Lesión del cayado de vena áigigos	1 (2,7)
Lesión de conducto torácico	1 (2,7)
Lesión de nervio recurrente derecho	1 (2,7)
Linfadenectomía	
Lesión de bronquio fuente izquierdo	1 (2,7)
TOTAL	7 (19,4)

to torácico fue seccionado inadvertidamente, lo que originó un quilotórax con mala respuesta al tratamiento médico, hecho que determinó la reoperación al quinto día de posoperatorio por vía toracoscópica para su clipado. La lesión del nervio recurrente fue una desafortunada complicación que ocasionó, de manera permanente, disfonía en una paciente de 27 años, con buen pronóstico oncológico por tratarse de un carcinoma en estadio T2 N0. Por último, la lesión del bronquio fuente izquierdo ocurrió durante la linfadenectomía subcarinal por la acción térmica del bisturí armónico. A pesar de tratarse de un hecho dramático, pudo solucionarse con sutura hermética de monofilamento 4-0. Esta situación prolongó su estadía en la sala de cuidados intensivos, pero afortunadamente no desencadenó mayores inconvenientes. La lesión de los vasos coronarios durante la linfadenectomía abdominal se pudo subsanar rápidamente con la colocación de clips, sin necesidad de conversión u otra medida de importancia.

Al analizar el total de las complicaciones se observó que la mayoría de estas se presentaron en los primeros 20 pacientes (6 complicaciones intraoperatorias), mientras que en los 16 casos subsiguientes solo se produjo una lesión de pulmón por medio de un trocar debido a adherencias pleuro-pulmonares. Si bien fue notoria la diferencia entre los primeros procedimientos con respecto a los casos posteriores, probablemente por el tamaño reducido de la muestra no se evidenció significancia estadística ($p=0,10$). Al efectuar la comparación entre los pacientes que recibieron neoadyuvancia frente a los que fueron a cirugía directa, se observó en el primer grupo solo una complicación, a pesar del tratamiento oncológico previo (lesión pulmonar en el ingreso), mientras que en los pacientes del segundo grupo se objetivaron las 6 complicaciones restantes. Este análisis tampoco evidenció diferencias estadísticamente significativas ($p=0,64$).

En ninguno de los casos hubo que lamentar consecuencias fatales por alguna de las complicaciones mencionadas; por lo tanto, estas no fueron causa directa o indirecta de mortalidad en nuestra serie.

Discusión

Actualmente se cuenta con suficiente evidencia a favor de la EMI, por presentar menor número de complicaciones, principalmente respiratorias, y preservar los resultados oncológicos de la cirugía abierta¹²⁻¹⁷.

Las principales ventajas del procedimiento mínimamente invasivo en posición prona en comparación con el abordaje en decúbito lateral serían la menor incidencia de complicaciones respiratorias, una mejor ergonomía para el cirujano, un campo operatorio más limpio y la posible obtención de un número mayor de ganglios por la mejor exposición del espacio subcarinal. La desventaja más importante radica en la dificultad que genera esta posición ante la necesidad de una rápida conversión¹⁸⁻²¹.

Como se ha mencionado anteriormente, son notables las ventajas de la EMI en PP. Sin embargo, las complicaciones durante el procedimiento pueden ser graves; por lo tanto, es necesario tomar todos los recaudos posibles con el fin de evitarlas, o al menos minimizarlas. Dichas complicaciones pueden producirse en el tiempo torácico durante el ingreso; las más habituales son las lesiones pleuro-pulmonares y diafragmáticas, principalmente en pacientes con antecedentes de cirugías o infecciones con derrame. En la instancia de movilización del esófago están descritas lesiones vasculares diversas, como las de los vasos esofágicos, vena álgica, arteria aorta, pericardio y vasos pulmonares, principalmente la de la vena pulmonar izquierda, ya que esta se encuentra oculta detrás del esófago. También se ha descrito la sección completa o parcial del conducto torácico, que, al no ser detectada en el intraoperatorio, ocasiona quilotórax y, en algunas situaciones, desnutri-

ción y trastornos hidroelectrolíticos graves. Durante la linfadenectomía se pueden presentar lesiones de la vía aérea, fundamentalmente de la carina o del bronquio fuente, y lesiones de los nervios recurrentes, por lo general cuando se efectúa el vaciamiento ganglionar completo o extendido por carcinoma epidermoide. Algunas de las recomendaciones para disminuir las complicaciones durante el tiempo torácico son ser muy meticuloso en la disección y utilizar de manera precavida elementos de energía; de ser posible, usar solo aquellos que han demostrado menor propagación de calor. El tiempo abdominal no escapa a las complicaciones habituales de toda cirugía laparoscópica. En la esofagectomía, las principales intercorrelaciones que se pueden presentar son la lesión de los vasos gastroepiploicos derechos en la movilización gástrica, situación que podría comprometer la vascularización de la gastroplastia, y la lesión del tronco celíaco o de sus ramas durante la exéresis ganglionar²²⁻²⁶.

La curva de aprendizaje de la EMI en PP muestra diferencias considerables entre las distintas publicaciones. Los resultados obtenidos en nuestra casuística evidencian una reducción de dichas complicaciones luego del vigésimo caso, aunque el análisis estadístico no mostró diferencias significativas. Esto podría deberse al tamaño reducido de la muestra. Para algunos autores, los casos necesarios para alcanzar la meseta en la curva de aprendizaje oscilan entre 15 y 20; para otros, que trabajaron con sistemas de mediciones acumulativos y sistematizados, el número debe ser mayor de 35 o 40^{8, 27-31}.

Como conclusión, podemos decir que la EMI en PP, como es sabido, es un procedimiento factible y seguro pero –dada su complejidad– puede provocar lesiones intraoperatorias graves. Aunque los resultados de nuestra serie no arrojaron diferencias de significancia estadística, la cantidad de eventos adversos durante las operaciones realizadas por el mismo equipo disminuyó sensiblemente en la medida en que se adquirió el entrenamiento suficiente.

ENGLISH VERSION

Introduction

Surgery for esophageal cancer has been commonly associated with significant morbidity and mortality. Since the initial description of laparoscopic fundoplication in 1991 for the treatment of gastroesophageal reflux disease, different minimally invasive procedures have been developed for the management of esophageal diseases. In this way, thoracoscopic staging was incorporated to avoid unnecessary thoracotomy in advanced tumors; later, video-assisted thoracoscopic procedures were developed until nowadays, when esophagectomy

is performed using combined thoracoscopy and laparoscopy^{1,2}.

Minimally invasive esophagectomy (MIE) in prone position (PP) is a procedure during which the patient is placed in a prone position during the thoracoscopic approach. The first experiences were published by Cuschieri et al. in 1994 who described this approach to access the posterior mediastinum and the esophagus for mobilization and resection³. The largest experience reported with MIE in PP was described by Palanivelu et al. in 2006. This publication provides a detailed description of the procedure and reports surprising results of low morbidity and mortality. This

■ TABLE 1

Patients' characteristics and reasons for esophagectomy

Characteristics and type of esophageal cancer	Data (%)
Age	
Mean	60.3
Range	27-77
Sex	
Female	12 (33.3)
Male	24 (66.6)
Type of cancer	
Adenocarcinoma	25 (69.4)
Squamous cell carcinoma	10 (27.7)
Megaesophagus	1 (2.7)

■ TABLE 2

Treatments performed. Neoadjuvant therapy and type of surgery

Treatment	Data (%)
Neoadjuvant therapy	10 (27.7)
Chemotherapy	6
Chemoradiotherapy	4
Surgery	
Ivor-Lewis esophagectomy (laparoscopic + thoracoscopic approach)	5 (13.8)
McKeown (3 incision) esophagogastrectomy	30 (83.3)
Total esophagogastrectomy*	1 (2.7)

*In a patient with a diagnosis of type I adenocarcinoma of the Siewert-Stein classification with intraoperative visualization of tumor extension above and below the gastroesophageal junction, finally classified and type II 6,7.

was the starting point for many surgeons to use this approach in candidates for esophagectomy^{4,5}.

The aim of our study is to analyze the adverse events of MIE in PP associated with the learning curve.

Material and methods

Between November 2011 and June 2017, 52 patients underwent total or subtotal esophagectomy in the Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) San Martín and the Instituto de Diagnóstico de La Plata. Fourteen procedures were performed via the transhiatal approach, and the transthoracic approach was used in two patients; in the remaining 36 patients, the minimal invasive approach in PP was used and constituted the sample of this retrospective, cross-sectional, descriptive and observational study. The characteristics of the patients and the type of esophageal cancer are described in Table 1.

Treatments performed and types of surgery are shown in Table 2.

All the procedures were performed by the same surgical team integrated by an experienced thoracic surgeon. The training process was previously carried out in pigs in the Minimally Invasive Surgery Laboratory of the Faculty of Medicine of the National University of La Plata (UNLP).

Technique. Thoracic stage: The patient is positioned in prone position, with both arms extended. Two devices are used to provide support on the upper chest and pelvis for an adequate excursion of the diaphragm and ventilation. Three ports are introduced: a 10-mm port at the level of the tip of the scapula, a 5-mm trocar at the level of the 4th or 5th intercostal space, approximately 7 cm from the spine, and a 10-mm port for the left hand at the ninth intercostal space, 7 cm from the spine.

Once the camera has been introduced, the thoracic vertebrae are visualized; the mediastinal pleura is opened, the azygos arch is cut, followed by total mobilization of the esophagus and resection of the sub-carinal lymph nodes. We used selective intubation in the first 20 cases and then changed to normal intubation with 8 mm Hg carbon dioxide insufflation. We also changed the sequence of the procedure. The first step is the transection of the inferior pulmonary ligament. Then, the esophagus is dissected and pushed upwards behind the pericardium and alongside the inferior pulmonary vein up to the right main stem bronchus. The entire periesophageal lymph nodes are excised en bloc with the specimen. The arch of the azygos vein is dissected; the esophagus is dissected with the subcarinal lymph nodes, and is continued to the borders of the trachea in case of squamous cell carcinoma. Abdominal stage: the patient is repositioned to the supine position. The surgeon takes place in between the legs, the first assistant on the right side of the patient, the second assistant on the left side of the patient. The procedure starts with the opening of the greater omentum and continues along the greater curvature, preserving the right gastro-epiploic vessels that will provide irrigation to the gastroplasty. Lymph nodes from stations 7, 8, 9 and 11 proximal are then dissected. After skeletonization of the stomach, the cervical esophagus is dissected and the specimen is removed through a mini supra-umbilical midline laparotomy. At this level, the gastric conduit is constructed using mechanical stappler (hybrid technique). Then, the gastric conduit is pulled up through the mediastinum and an anastomosis is performed with the cervical esophagus. When a subtotal esophagectomy with anastomosis in the mediastinum is performed according to the Ivor-Lewis technique, the procedure begins in the abdomen, the gastroplasty is made completely through laparoscopy. Then the patient is placed in prone position and the

■ TABLE 3

Intraoperative complications	
Complications	Data (%)
Abdominal stage	
Injury of coronary vessels	1 (2.7)
Thoracic stage	
First step	
Right lung injury	2 (5.5)
Esophageal mobilization	
Injury of the azygos arch	1 (2.7)
Injury of the thoracic duct	1 (2.7)
Injury of the right recurrent laryngeal nerve	1 (2.7)
Lymph node resection	
Injury of the left main stem bronchus	1 (2.7)
TOTAL	7 (19.4)

thoracic stage ends with the removal of the specimen via a mini-thoracotomy^{1,8-11}.

Both descriptions correspond to the techniques systematically used in our series since 2013, completely replacing open surgery for all the patients undergoing esophagectomy.

Our digital file and videos were used for data collection, and we performed a bibliographic search in Pubmed, Embase and Cochrane Library. The statistical analysis was performed using Fisher's exact test.

Results

The procedure was successfully in most cases. One patient with a history of pneumonia with pleural effusion was converted during the thoracic stage because the posterior mediastinum could not be accessed due to pleural and pulmonary adhesions. Another patient was converted during the abdominal stage due to multiple adhesions secondary to previous surgeries. Intraoperative complications are summarized in Table 3.

The two cases of lung injury were minor complications. Azygos arch injury was due to inappropriate manipulation of the vascular endostapler that was resolved using clips and adequate positioning of the device. The thoracic duct was inadvertently dissected, producing chylothorax with poor response to medical treatment. The patient required reoperation five days with clip insertion via thoracoscopy. The recurrent laryngeal nerve injury was an unfortunate complication that produced permanent dysphonia in a 27-year-old female patient with a favorable oncological prognosis due to a stage T2 N0 carcinoma. Finally, the harmonic scalpel produced thermal damage of the left main stem bronchus during resection of the sub-carinal lymph nodes. Although it was a dramatic event,

it could be solved by using a hermetically sealed 4-0 monofilament suture. This situation prolonged the patient's stay at the intensive care unit, but, fortunately, no major inconveniences developed. Injury of the coronary vessels during resection of the abdominal lymph nodes was rapidly solved using clips and there was no need for conversion.

Most of these complications occurred in the first 20 patients (six were intraoperative complications), while only one complication occurred in the remaining 16 cases, with lung injury produced by a trocar in a patient with pleuropulmonary adhesions. Despite the considerable difference between the first procedures and the subsequent cases, it was not statistically significant, probably due to the small sample size ($p = 0.10$). When comparing patients who received neoadjuvant therapy with those who underwent surgery directly, only one patient in the neoadjuvant therapy group presented a complication despite previous oncological treatment (lung injury on admission) versus six patients with complications in the other group. Yet, this difference was also non significant ($p = 0.64$).

There were no fatal consequences for any of the complications mentioned and these complications were not associated with mortality in our series.

Discussion

There is sufficient evidence supporting the use of MIE due to less pulmonary complications while maintaining equal oncological long-term outcomes of open surgery¹²⁻¹⁷.

Prone position for the minimally invasive procedure has been proposed as an alternative to the lateral approach due to decreased pulmonary morbidity, better surgeon ergonomics and operative exposure, and higher lymph node yield due to better exposure of the sub-carinal space. The most important disadvantage is the difficulty generated by this position in case a rapid conversion is needed¹⁸⁻²¹.

As already mentioned, the advantages of MIE in the PP are remarkable. However, the procedure-related complications may be serious; therefore, all possible care must be taken to avoid or at least minimize them. These complications can occur at the beginning of the thoracic stage, and include injury of the lungs, pleura or diaphragm, mainly in patients with previous surgeries or infections with pleural effusion. Esophageal mobilization may cause vascular injury of esophageal vessels, azygos vein, aorta, pericardium and left pulmonary vein which is hidden behind the esophagus. Complete or partial section of the thoracic duct has also been described, which is not detected during surgery, resulting in chylothorax and even serious malnutrition and fluid

and electrolyte disorders. Airway injury, mainly in the carina or main stem bronchus, and recurrent laryngeal nerve injury may occur during lymph node resection, particularly in patients with extended lymph node resection due to squamous cell carcinoma. During the thoracic stage, meticulous care must be taken during dissection and when using thermal devices to minimize the incidence of complications; if possible, devices with reduced thermal spread should be used. The abdominal stage is not exempt from the usual complications of laparoscopic surgery. The main complications of esophagectomy are associated with right gastroepiploic artery injury during gastric mobilization, a situation that could compromise gastroplasty vascularization, and injury of the celiac trunk and branches during lymph node resection²²⁻²⁶.

The learning curve of MIE in PP shows differences in the different publications. In our series, the number of complications decreased after 20 procedures; however, this reduction was not statistically significant. This could be due to the small sample size. For some authors, the learning curve to reach a plateau ranges between 15 and 20 cases, while other authors who worked with systematized cumulative measurement systems reported > 35 or 40 cases^{8, 27-31}.

In conclusion, MIE in PP is feasible and safe procedure but can cause serious intraoperative complications due to its complexity. Although the results of our series did not show statistically significant differences, the number of adverse events during surgeries performed by the same team showed an important reduction associated with better training.

Referencias bibliográficas | References

- Luketich JD, Alvelo-Rivera M, Buenaventura PO, Christie NA, McCaughan JS, Litle VR, et al. Minimally invasive esophagectomy. Outcomes in 222 patients. *Ann Surg.* 2003; 238:486-94.
- Goldfarb M, Brower S, Schwaitzberg SD. Minimally invasive surgery and cancer: controversies part 1. *Surg Endosc.* 2010; 24(2):304-34.
- Cuschieri A. Thoracoscopic subtotal oesophagectomy. *Endosc Surg Allied Technol.* 1994; 2:21-5.
- Palanivelu C, Prakash A, Senthilkumar R, Senthilnathan P, Parthasarathi R, Rajan, et al. Minimally invasive esophagectomy: thoracoscopic mobilization of the esophagus and mediastinal lymphadenectomy in prone position--experience of 130 patients. *J Am Coll Surg.* 2006; 203:7-16.
- Koyanagi K, Ozawa S, Tachimori Y. Minimally invasive esophagectomy performed with the patient in a prone position: a systematic review. *Surg Today.* 2016; 46:275-84.
- Siewert R, Feith M, Werner M, Stein HJ. Adenocarcinoma of the esophagogastric junction: results of surgical therapy based on anatomical/topographic classification in 1,002 consecutive patients. *Ann Surg.* 2000; 232:353-61.
- NCCN. Esophageal and esophagogastric junction cancers. April 2017.
- Oshikiri T, Yasuda T, Yamamoto M, Kanaji S, Yamashita K, Matsuda T, et al. Trainee competence in thoracoscopic esophagectomy in the prone position: evaluation using cumulative sum techniques. *Langenbecks Arch Surg.* 2016; 401:797-804.
- Li X, Lai FC, Qiu ML, Luo RG, Lin JB, Liao B. Minimally invasive esophagectomy in the lateral-prone position: experience of 226 cases. *Surg Laparosc Endosc Percut Tech.* 2016; 26:60-5.
- Tapias LF, Morse CR. Minimally invasive Ivor Lewis esophagectomy: description of a learning curve. *J Am Coll Surg.* 2014; 218:1130-40.
- Pirchi D, Cerutti R, Pankl L, Lyons G, Porto E. Esofagectomía subtotal por abordaje mini-invasivo. *Rev Argent Cirug.* 2013; 104:6-13.
- Taioli E, Schwartz RM, Lieberman-Cribbin W, Moskowitz G, van Gerwen M, et al. Quality of life after open or minimally invasive esophagectomy in patients with esophageal cancer—A systematic review. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2017 Aug 24.
- Straatman J, van der Wielen N, Cuesta MA, Daams F, Roig García J, Bonavina, et al. Minimally invasive versus open esophageal resection: three-year follow-up of the previously reported randomized controlled trial: the TIME trial. *Ann Surg.* 2017; 266:232-6.
- Yibulayin W, Abulizi S, Lv H, Sun W. Minimally invasive oesophagectomy versus open esophagectomy for resectable esophageal cancer: a meta-analysis. *World J Surg Oncol.* 2016 8; 14:304.
- Shen Y, Zhong M, Wu W, Wang H, Feng M, Tan L, Wang Q. The impact of tidal volume on pulmonary complications following minimally invasive esophagectomy: a randomized and controlled study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013; 146:1267-73.
- Dantoc MM, Cox MR, Eslick GD. Does minimally invasive esophagectomy (MIE) provide for comparable oncologic outcomes to open techniques? A systematic review. *J Gastrointest Surg.* 2012; 16:486-94.
- Biere SS, van Berge Henegouwen MI, Maas KW, Bonavina L, Rosman C. Minimally invasive versus open oesophagectomy for patients with oesophageal cancer: a multicentre, open-label, randomised controlled trial. *Lancet.* 2012; 379:1887-92.
- Javed A, Manipadam JM, Jain A, Kalayarsan R, Uppal R, Agarwal AK. Minimally invasive oesophagectomy in prone versus lateral decubitus position: A comparative study. *J Minim Access Surg.* 2016; 12:10-5.
- Tanaka E, Okabe H, Kinjo Y, Tsunoda S, Obama K, Hisamori S, et al. Advantages of the prone position for minimally invasive esophagectomy in comparison to the left decubitus position: better oxygenation after minimally invasive esophagectomy. *Surg Today.* 2015; 45:819-25.
- Shen Y, Feng M, Tan L, Wang H, Li J, Xi Y, Wang Q. Thoracoscopic esophagectomy in prone versus decubitus position: ergonomic evaluation from a randomized and controlled study. *Ann Thorac Surg.* 2014; 98:1072-8.
- Kubo N, Ohira M, Yamashita Y, Sakurai K, Lee T, Toyokawa T, et al. Thoracoscopic esophagectomy in the prone position versus in the lateral position for patients with esophageal cancer: a comparison of short-term surgical results. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2014; 24:158-63.
- Badaloni A. Avances en el tratamiento del cáncer de la unión gastroesofágica. *Relato Oficial. Asociación Argentina de Cirugía.* 2006:11-60.
- Pennathur A, Luketich J. Complication of minimally invasive esophagectomy. In: Little AG, Merrill WH, eds. *Complications in cardiothoracic surgery* (Second edition). Dayton, OH: Blackwell Publishing Ltd.; 2010. pp. 247-65.
- Guo X, Ye B, Yang Y, Sun Y, Hua R, Zhang X, Mao T, Li Z. Impact of unplanned events on early postoperative results of minimally invasive esophagectomy. *Thorac Cancer.* 2017 Oct 30. [Epub ahead of print].
- van Workum F, Berkelmans GH, Klarenbeek BR, Nieuwenhuijzen GAP, Luyer MDP, Rosman C, McKeown or Ivor Lewis totally minimally invasive esophagectomy for cancer of the esophagus and gastroesophageal junction: systematic review and meta-analysis. *J Thorac Dis.* 2017; 9(Suppl 8):S826-S833.
- Seesing MFJ, Gisbertz SS, Goense L, van Hillegersberg R, Kroon HM, Lagarde SM, et al. Propensity score matched analysis of open versus minimally invasive transthoracic esophagectomy in the Netherlands. *Ann Surg.* 2017; 266:839-46.
- Osugi H, Takemura M, Higashino M, Takada N, Lee S, Ueno M, et al. Learning curve of video-assisted thoracoscopic esophagectomy and extensive lymphadenectomy for squamous cell cancer of the thoracic esophagus and results. *Surg Endosc.* 2003; 17:515-9.
- van Workum F, Stenstra MHBC, Berkelmans GHK, Slaman AE, van Berge Henegouwen MI, Gisbertz SS, et al. Learning curve and as-

- sociated morbidity of minimally invasive esophagectomy: A retrospective multicenter study. *Ann Surg.* 2017 29:1-7 [Epub ahead of print].
29. Ma S, Yan T, Liu D, Wang K, Wang J, Song J, et al. Minimally invasive esophagectomy in the lateral-prone position: Experience of 124 cases in a single center. *Thorac Cancer.* 2017 23 [Epub ahead of print].
30. Dhamija A, Rosen JE, Dhamija A, Gould Rothberg BE, Kim AW, Deterbeck FC, Boffa DJ. Learning curve to lymph node resection in minimally invasive esophagectomy for cancer. *Innovations (Phila).* 2014; 9:286-91.
31. McCulloch P, Altman DG, Campbell WB, Flum DR, Glasziou P, Marshall JC, et al. No surgical innovation without evaluation: the IDEAL recommendations. *Lancet.* 2009; 374:1105-12.