

Abordaje mínimamente invasivo del empiema pleural crónico mediante videotoroscopia y sistema de vacío intracavitario (SIVIC)

Minimally invasive approach of chronic pleural empyema using uniportal video-assisted thoracoscopy and intracavitary vacuum system (ICVS)

Claudio A. Ruiz^{1,2} , José R. Aranibar F.² , Walter G. Otero² , Alejandro Giacoia² , Emiliano A. Gloazzo² 

1. Servicio de Cirugía Torácica. Clínica Modelo Los Cedros. Buenos Aires. Argentina
2. Sección de Cirugía Torácica. Hospital Nacional Prof. Dr. Alejandro Posadas. Buenos Aires. Argentina

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Conflicts of interest
None declared.

Correspondencia
Correspondence:
José R. Aranibar,
E-mail: jr_aranibar@hotmail.com

RESUMEN

Antecedentes: en los últimos años se ha informado un aumento de pacientes con empiema pleural, aun en países desarrollados. El tratamiento del empiema pleural crónico, a pesar de la terapéutica antibiótica y los procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos en la actualidad, presenta alta morbilidad y mortalidad.

Objetivo: describir los resultados del tratamiento de pacientes con empiema pleural crónico a través de videotoroscopia uniportal y sistemas de vacío intracavitario (SIVIC).

Material y métodos: se realizó un estudio de diseño observacional, descriptivo y retrospectivo mediante la revisión de las historias clínicas de pacientes con diagnóstico de empiema pleural crónico tratados entre agosto de 2023 y febrero de 2024.

Resultados: fueron tratados 13 pacientes con empiema pleural crónico mediante SIVIC; tuvieron un promedio de edad de 66 años (rango 39-80) y 8 fueron varones. Los síntomas que presentaron fueron: disnea en 8, dolor torácico en 9 y fiebre en 13. El tiempo de evolución del cuadro clínico tuvo un promedio de 37 días (rango 25 a 60).

En todos los pacientes estudiados se realizó: toracocentesis ecoguiada, videotoroscopia uniportal, toilette de cavidad pleural, apertura de *peel* visceral y confección de SIVIC.

La resolución del cuadro infeccioso se logró en todos los casos; el cierre de la cavidad empiemática se completó en 10 oportunidades (76,9%) en el momento del alta.

Conclusión: esta experiencia mostró que el procedimiento mínimamente invasivo fue eficaz aun en pacientes de alto riesgo operatorio, posicionándose como una alternativa quirúrgica de primera elección ante el empiema pleural crónico.

■ **Palabras clave:** empiema crónico, videotoroscopia uniportal, sistema de vacío intracavitario (SIVIC).

ABSTRACT

Background: The number of patients with pleural empyema has increased in recent years. Despite antibiotic therapy and the minimally invasive procedures currently available, management of pleural empyema has high morbidity and mortality.

Objective: The aim of this study was to describe the results of the management of patients with chronic pleural empyema using uniportal video-assisted thoracoscopy and intracavitary vacuum systems (ICVS).

Material and methods: We conducted a retrospective, observational and descriptive study using data obtained from the medical records of patients with diagnosis of chronic pleural empyema treated between August 2023 and February 2024.

Results: A total of 13 patients with chronic pleural empyema were treated; mean age was 66 years (range 39-80), and 8 were male. Eight patients presented with dyspnea, 9 with chest pain and 13 had fever. Mean time from the onset of symptoms was 37 days (range 25-60).

All the patients underwent ultrasound-guided thoracocentesis, uniportal video-assisted thoracoscopy, and pleural lavage. The visceral peel was opened and the ICVS was constructed in all the cases.

The infection was resolved in all the cases and closure of the empyematic cavity was achieved in 10 patients (76.9%) at discharge.

Conclusion: This experience showed that the minimally invasive procedure was effective even in patients at high surgical risk, positioning it as a first-line surgical option for the management of chronic pleural empyema.

■ **Keywords:** chronic empyema, uniportal video-assisted thoracoscopy, intracavitary vacuum system (ICVS)

Recibido | Received
08-02-24
Aceptado | Accepted
31-07-24

ID ORCID: Claudio A. Ruiz, 0009-0009-2653-7774; José R. Aranibar F., 0009-0004-4349-7640; Walter G. Otero, 0000-0003-4803-5280; Alejandro Giacoia, 0009-0009-4377-2776; Emiliano A. Gloazzo, 0009-0003-56315917.

Introducción

El empiema pleural crónico presenta una alta morbimortalidad durante su evolución, a pesar de contar en la actualidad con terapéutica antibiótica específica y procedimientos quirúrgicos mininvasivos¹⁻³. En los últimos 20 años se ha informado un aumento continuo de los casos que requirieron un procedimiento quirúrgico terapéutico mayor para su resolución, ya sea decorticación o toracostomía¹. Con el objetivo de disminuir el riesgo operatorio y emplear técnicas menos invasivas y mutilantes se comenzó a aplicar el sistema de vacío para el tratamiento del empiema crónico en pacientes añosos o con comorbilidades, utilizando presión negativa intrapleural continua^{1,2,4}.

Nuestra experiencia comenzó en agosto de 2023 en un paciente añoso con empiema crónico con contraindicación para efectuar una decorticación bajo anestesia general, a quien se le realizó un abordaje mininvasivo de la cavidad empiemática. Dicho procedimiento consistió en videotoracoscopia uniportal, toilette pleural e introduciendo el recurso quirúrgico original de la sección del peel pleural con anestesia local y sedación, para favorecer la reexpansión pulmonar y el sistema de vacío intracavitario, al que denominamos SIVIC. Dicho sistema aspira el contenido purulento, favorece la descontaminación de la cavidad y la reexpansión pulmonar con su consiguiente cierre.

El objetivo de este trabajo fue describir los resultados del tratamiento de pacientes con empiema pleural crónico a través de videotoracoscopia uniportal y sistema de vacío intracavitario (SIVIC).

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio de diseño observacional, descriptivo y retrospectivo, a través de la revisión de las historias clínicas de pacientes con diagnóstico de empiema pleural crónico tratados entre agosto de 2023 y febrero de 2024 por el mismo equipo quirúrgico. Esta experiencia se realizó en dos centros: el Hospital Nacional Prof. Dr. Alejandro Posadas (6 pacientes) y Clínica Modelo Los Cedros (7 pacientes).

Se analizaron variables demográficas, el cuadro clínico de ingreso y los métodos de diagnóstico empleados. Se describió el procedimiento quirúrgico efectuado, así como los resultados obtenidos relacionados con el control de la infección y el colapso de la cavidad. Se enumeraron las complicaciones y la mortalidad de la serie.

Las variables continuas se expresaron mediante media y rango, y las categóricas con porcentajes.

Resultados

En el período del estudio fueron tratados 13 pacientes, con un promedio de edad de 66 años (rango 39-80), y 8 fueron varones.

Los síntomas que presentaron los pacientes fueron: disnea en 8, dolor torácico en 9 y fiebre en 13. El tiempo de evolución del cuadro clínico tuvo una media de 37 días (rango 25 a 60).

Tres pacientes habían tenido un drenaje pleural previo y una paciente registraba un drenaje y toilette pleural videotoracoscópica previos, e ingresó con secreción purulenta por la herida quirúrgica.

A todos los pacientes se les realizó una radiografía de tórax de ingreso y posteriormente tomografía computarizada de tórax. La indicación para realizar la videotoracoscopia y SIVIC alcanzó a todos aquellos enfermos con empiema crónico o en etapa de organización diagnosticado por tomografía computarizada de tórax, la cual mostraba la cavidad empiemática y el engrosamiento o corteza pleural. Al identificar la cavidad empiemática se realizó una toracocentesis guiada por ecografía y envío de muestras a examen físico-químico y cultivo.

En todos los pacientes estudiados se realizó: toracocentesis ecoguiada, videotoracoscopia uniportal, toilette de cavidad pleural, apertura de *peel* visceral y confección de SIVIC. El tipo de anestesia utilizado fue sedación y anestesia local en 8 enfermos y en 5 pacientes anestesia general: 2 con intubación bronquial selectiva y 3 con tubo oro-traqueal.

Todos los pacientes se posicionaron en decúbito lateral y posterior marcación ecográfica de la colección (Fig. 1).

■ FIGURA 1



Tomografía ecográfica, identificación ecográfica de colección pleural y posterior toracocentesis.

■ FIGURA 2



Toracotomía mínima y aspiración de secreción purulenta

Se realizó una toracotomía mínima de 1,5 cm posterior a la marcación ecográfica de la colección (Fig. 2) y se aspiró el contenido.

Se realizó videotoracoscopia uniportal con óptica de 10 mm y 30° y posterior toilette pleural (Fig. 3). Fueron aspiradas las secreciones, se eliminaron los residuos, como fibrina y material purulento, y se efectuaron exhaustivo lavado y drenaje hasta dejar la cavidad limpia.

Posteriormente se identificó el *peel* pleural producto del cuadro infeccioso que imposibilitaba la expansión pulmonar y se procedió a realizar su apertura con electrobisturí a baja intensidad (Fig. 4), realizando incisiones paralelas céfalo caudales, con movimientos delicados para no lesionar la pleura visceral pulmonar y prevenir sangrado y fuga aérea.

Posteriormente se confeccionó el SIVIC. Se in-

trodujo en la cavidad un drenaje pleural con todas las ventanas cubiertas con gomaespuma de alta densidad. Se lo fijó a la piel, se realizó una curación hermética, y se lo conectó directamente a una aspiración con presión -85 a -125 mm/Hg (sin frasco bitubulado). De esta manera se pudo distribuir de manera homogénea la presión aspirativa en toda la cavidad (Fig. 5).

En el posoperatorio, 7 pacientes fueron a sala general y 6 pacientes a un área cerrada para su monitorización, todos en estado vigil sin complicaciones relacionadas con el tipo de anestesia.

Sobre la base de la evolución clínica y radiológica de los pacientes en el posoperatorio se realizó recambio del sistema SIVIC entre en el 5.º y 7.º día en la cama de paciente, con técnica estéril y anestesia local. En 6 pacientes fue necesario un solo recambio, en uno se realizaron 2 recambios y en 6 no fue necesario realizar ningún recambio.

El tiempo total de duración de SIVIC fue entre 5 y 17 días, con un tiempo promedio de 9 días.

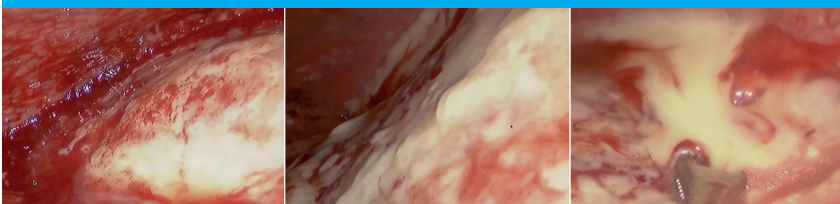
Todos los pacientes recibieron tratamiento antibiótico entre 7 y 10 días, según el desarrollo bacteriano en los cultivos correspondientes.

La resolución total del cuadro infeccioso fue lograda en todos los enfermos tratados, con normalización de la curva térmica, los parámetros bioquímicos y con drenaje completo de la cavidad empiemática sin necesidad de emplear otro procedimiento quirúrgico complementario.

La descontaminación y esterilización de la cavidad producida por el SIVIC, sumadas a la toilette videotoracoscópica, permitieron el cierre completo de la cavidad en 10 casos (76,95) en el momento del alta (Fig. 6). No se observaron complicaciones relacionadas con la presión negativa.

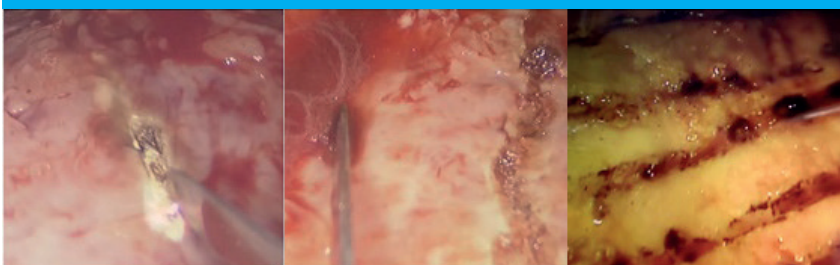
El seguimiento se prolongó hasta el tercer mes posterior al drenaje, y se comprobó el cierre total en todos los pacientes, sin colecciones residuales. El tratamiento

■ FIGURA 3



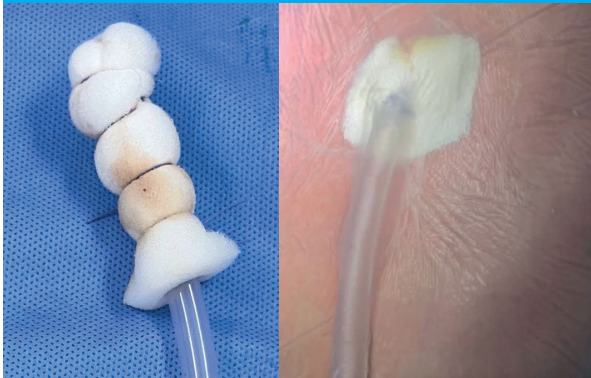
Videotoracoscopia evidenciando cavidad empiemática con resto de fibrina y pus.

■ FIGURA 4



Identificación del *peel* pleural que imposibilita la expansión pulmonar. Se realizan incisiones longitudinales cefalocaudales con el electrobisturí a baja intensidad.

■ FIGURA 5



Confección de SIVIC con gomaespuma, introducción en la cavidad y curación hermética.

del dolor producido durante el uso del SIVIC se realizó adecuadamente con opioides y analgésicos comunes. Todos los enfermos se manifestaron sin dolor crónico en el seguimiento alejado. No se registraron complicaciones inherentes al procedimiento descrito.

Discusión

El tratamiento del empiema crónico es un gran desafío para todo equipo de cirugía torácica, agravado por la incidencia creciente de esta patología en la población mundial^{1,2,5}. La decorticación pulmonar continúa indicándose actualmente como alternativa terapéutica de primera elección^{3,6,7}, pero conlleva morbilidad y mortalidad elevadas cercanas al 40%^{2,8}. En los pacientes que no toleran una decorticación por edad o comorbilidades se indica el toracostoma, el cual produce secuelas parietales permanentes^{1,7}.

En aquellos enfermos en quienes se identifica por imágenes la persistencia de una cavidad posdecorticación o postoracostomía habitualmente supurada, se debe indicar obligatoriamente un procedimiento colapsoterápico como la mioplastia cavitaria o la toracoplastia, los cuales son aún más cruentos y mutilantes que los anteriormente nombrados^{5,9}.

Ante esta realidad compleja que plantea el empiema crónico, donde confluyen la frecuencia creciente de pacientes afectados y los procedimientos quirúrgicos de alta morbimortalidad para resolverlo, surgió la necesidad de utilizar un procedimiento mininvasivo efectivo con el objetivo de minimizar el traumatismo quirúrgico, lograr el control de la infección y el cierre de la cavidad. Fue así como combinamos y desarrollamos la videotoroscopia uniportal y el SIVIC.

La técnica aquí descrita presenta la ventaja de poder realizarse con anestesia local y sedación, lo que evita la anestesia general y todas sus complicaciones. Por ello puede ser indicada en un mayor número de enfermos, aunque sean añosos y con comorbilidades.

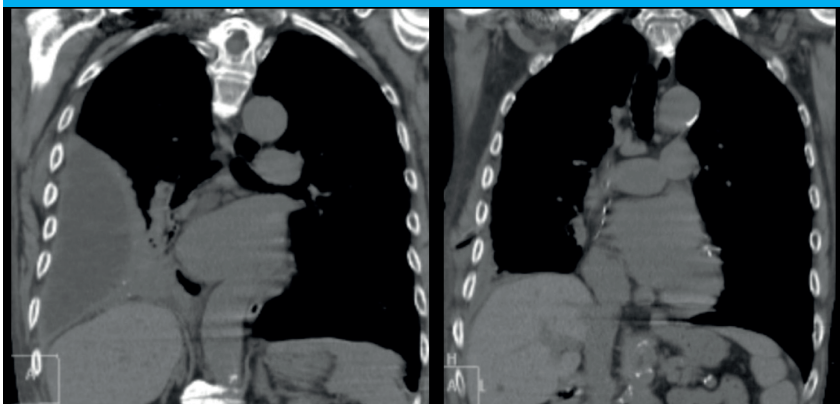
Esta experiencia inicial fue sumamente alentadora en relación con la resolución del cuadro infeccioso y el cierre de la cavidad, aunque presenta la limitación del diseño retrospectivo del estudio y del tamaño de la muestra, por lo que no es posible poder afirmar que estamos ante un cambio de paradigma en el tratamiento del empiema crónico.

Tanto la decorticación como el toracostoma son procedimientos centenarios que forman parte del arsenal terapéutico del empiema pleural y han demostrado su eficacia a través del tiempo, pero se efectúan bajo anestesia general, presentan complicaciones graves, mortalidad considerable y secuelas parietales. La videotoroscopia uniportal y el SIVIC pueden efectuarse con anestesia local, pueden ser realizados por personal con mediano entrenamiento videoscópico y no requieren instrumental sofisticado.

En conclusión, la evidencia derivada de esta corta experiencia mostró que este procedimiento mininvasivo fue factible, efectivo y seguro, aun en pacientes de alto riesgo operatorio.

Si bien se requieren ensayos aleatorios más grandes para validar esta opción de tratamiento, toda la evidencia recogida por nuestra experiencia inicial nos muestra el alto potencial de esta técnica para posicionarse como una alternativa quirúrgica de primera elección en el arsenal terapéutico del empiema pleural crónico.

■ FIGURA 6



Oclusión de cavidad empiemática posterior a SIVIC

■ ENGLISH VERSION

Introduction

The clinical course of pleural empyema is associated with high morbidity and mortality despite the availability of specific antibiotic therapy and minimally invasive surgical procedures¹⁻³. Over the past 20 years, there has been a steady increase in the number of cases requiring major surgery, either decortication or thoracostomy, to resolve this condition¹. Vacuum-assisted therapy has been introduced for the management of chronic empyema in elderly patients or those with comorbidities, using continuous negative intrapleural pressure with the aim of reducing the operative risk and using less invasive and less mutilating techniques^{1,2,4}.

Our experience began in August 2023 in an elderly patient with chronic empyema with contraindications for decortication under general anesthesia who underwent a minimally invasive approach to the pleural cavity. This procedure consisted of uniportal video-assisted thoracoscopy, pleural lavage and an original surgical resource of sectioning the pleural peel under local anesthesia and sedation to facilitate pulmonary re-expansion and using an intracavitary vacuum system, which we named ICVS. This system suctions the purulent content, facilitates decontamination of the cavity, lung re-expansion and closure of the cavity.

The aim of this study was to describe the results of the management of patients with chronic pleural empyema using uniportal video-assisted thoracoscopy and ICVS.

Material and methods

We conducted a retrospective, observational and descriptive study using data obtained from the medical records of patients with diagnosis of chronic pleural empyema treated between August 2023 and February 2024 by the same surgical team. Our experience was performed in two centers: Hospital Nacional Prof. Dr. Alejandro Posadas (6 patients) and Clínica Modelo Los Cedros (7 patients).

The demographic variables, the clinical presentation on admission and the diagnostic tests used were analyzed. The surgical procedure and the results in terms of infection control and closure of the cavity are described. The series was analyzed to identify complication and mortality rates.

Continuous variables were expressed as mean and range and categorical variables as percentages.

Results

A total of 13 patients were treated during the study period; mean age was 66 years (range 39-80) and 8 were male.

Eight patients presented with dyspnea, 9 with chest pain and 13 had fever. Mean time from the onset of symptoms was 37 days (range 25-60).

Three patients had previously undergone pleural drainage. One patient had a history of pleural lavage and drainage through video-assisted thoracoscopy and was admitted with purulent discharge from the surgical site.

All the patients underwent a chest radiography on admission and a chest computed tomography scan subsequently. Video-assisted thoracoscopy and ICVS were indicated in those patients with chronic empyema or empyema in the organized stage diagnosed by computed tomography scan of the chest which showed the empyema and pleural thickening or cortex. Once the thoracic empyema was identified, the patients underwent ultrasound-guided thoracocentesis and the samples obtained were sent for pleural fluid testing and culture.

All the patients underwent ultrasound-guided thoracocentesis, uniportal video-assisted thoracoscopy, and pleural lavage. The visceral peel was opened and the ICVS was constructed in all the cases. The type of anesthesia used was sedation and local anesthesia in 8 patients, general anesthesia in 5: selective bronchial intubation in 2 and orotracheal intubation in 3.

After positioning the patient in the lateral decubitus position, ultrasound was performed for site marking (Fig. 1).

Then a minimal 1.5-cm thoracotomy was done, and the content was aspirated (Fig. 2).

Uniportal video-assisted thoracoscopy was performed with a 30° 10-mm camera (Fig. 3). The procedure continued with pleural lavage, aspiration of purulent fluid, debridement, irrigation and drainage until the cavity was cleared.

Then, the pleural peel resulting from the infection that prevented lung expansion was identified and opened with a cautery knife using low energy (Fig. 4), making parallel incisions caudally with delicate movements so as not to injure the visceral pleura and prevent bleeding and air leakage.

The ICVS was then created. A pleural tube with all the fenestrations covered with high-density foam sponge was introduced into the cavity. In this way, the suction pressure could be homogeneously distributed throughout the cavity (Fig. 5).

The drain was fixed to the skin and hermetically

■ FIGURE 1



Computed tomography scan, pleural collection identified on ultrasound and thoracocentesis

■ FIGURE 2



Minimal thoracotomy and aspiration

sealed so that it could then be connected directly to a suction pump at a pressure of -85 to -125 mm Hg (without using double-tube bottle).

After surgery, 7 patients were admitted to the general ward and 6 to a critical care area to be monitored; all the patients were awake and had no anesthesia-related complications.

The ICVS was changed between postoperative day 5 and 7, depending on the patient's clinical and radiological progression. This was done at the bedside using sterile technique and local anesthesia. The system was changed once in 6 patients and twice in 2 patients, while 6 patients did not require any change.

Mean duration of ICVS was 9 days (range: 5 to 17).

All the patients were treated with antibiotics for 7 to 10 days, depending on the bacteria found in the cultures.

Complete resolution of the infection was achieved in all the patients treated, resulting in the absence of fever, normalization of biochemical parameters and complete drainage of the pleural empyema without the need for additional surgical intervention.

Decontamination and sterilization of the cavity produced by the ICVS, together with pleural lavage during video-assisted thoracoscopy, allowed complete closure of the cavity at discharge in 10 cases (76.95%) (Fig. 6). There were no complications associated with the negative pressure.

Patients were followed-up for 3 months after drainage. Total closure was verified in all the patients and there were no residual collections. During ICVS, pain was adequately managed with opioids and non-opioid drugs. None of the patients complained about chronic pain during long-term follow-up. There were no complications related to the procedure.

Discussion

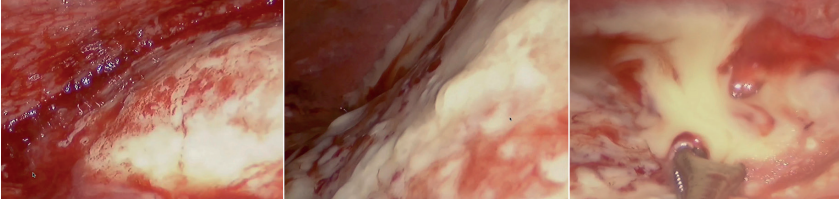
The management of chronic empyema is a major challenge for any thoracic surgical team, exacerbated by the increasing incidence of this condition worldwide^{1,2,5}. Lung decortication is still first treatment choice^{3,6,7}, but it is associated with high morbidity and mortality close to 40%^{2,8}. In patients who are not suitable for decortication due to age or comorbidities, a thoracostomy is indicated but entails a permanent drainage opening in the chest wall^{1,7}.

In patients with persistent post-decortication or post-thoracostomy suppurated cavities on imaging tests, collapse therapy procedures such as myoplasty or thoracoplasty are indicated. However, these procedures are more invasive and mutilating than those previously mentioned^{5,9}.

Considering the complex scenario of chronic empyema, where the number of affected patients is increasing and the morbidity and mortality rates associated with surgical procedures to address it are high, it became imperative to implement an effective minimally invasive procedure with the objective of minimizing surgical trauma, achieving infection control and facilitating cavity closure. Thus, we combined and developed uniportal video-assisted thoracoscopy and the ICVS.

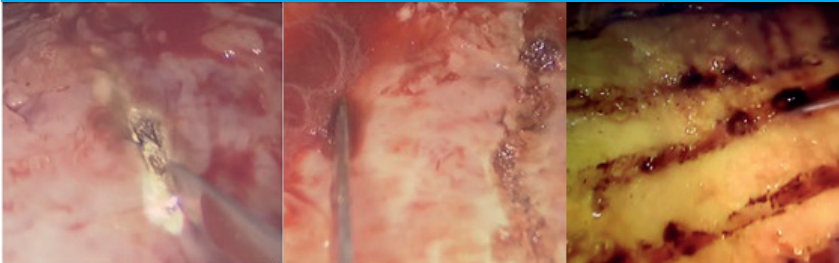
The technique here described has the advantage of being performed under local anesthesia and

■ FIGURE 3



Video-assisted thoracoscopy showing pus and fibrin in the cavity

■ FIGURE 4



Identification of the pleural peel that prevented lung expansion. Longitudinal incisions are performed caudally with a cautery knife using low energy.

sedation, which avoids the need for general anesthesia and all its associated complications. This technique can be indicated in a greater number of patients, including elder patients and with comorbidities.

This initial experience was highly encouraging in terms of solving the infection and closing the cavity. However, the retrospective design of the study and the

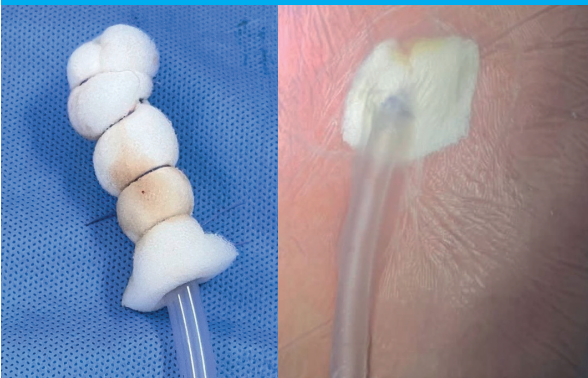
sample size represent limitations to our experience, so we are unable to confirm that we are facing a paradigm shift in the management of chronic empyema.

Both decortication and thoracostomy are century-old procedures that are part of the therapeutic toolkit to treat pleural empyema and have demonstrated their efficacy over time. Nevertheless, they require general anesthesia and present serious complications, significant mortality and permanent wall defects. Uniportal video-assisted thoracoscopy and ICVS do not require sophisticated instruments and can be performed under local anesthesia by surgeons with intermediate training in video-assisted procedures.

In conclusion, the evidence derived from this short-term experience showed that this minimally invasive procedure was feasible, effective and safe, even in patients with high operative risk.

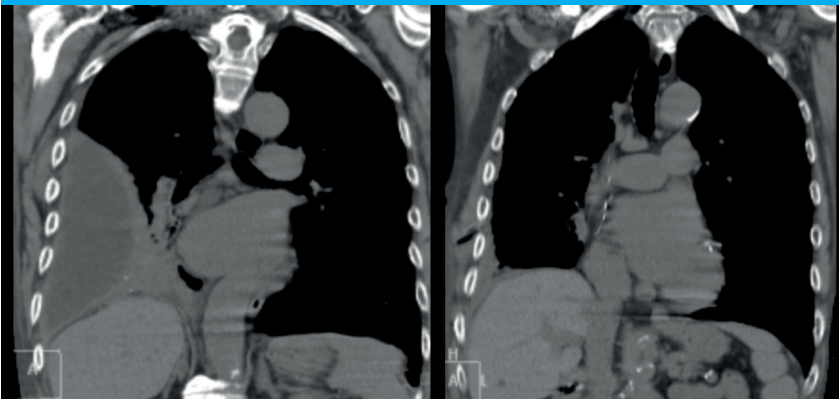
While larger randomized trials are needed to validate this treatment option, the evidence gathered from our initial experience indicates that this technique has significant potential to become a first-choice surgical option in the therapeutic toolkit for chronic pleural empyema.

■ FIGURE 5



Creation of the ICVS with foam sponge, introduction of the cavity and skin dressing hermetically sealed.

■ FIGURE 6



Empyematic cavity closed after ICVS

Referencias bibliográficas /References

1. Mariani AW, Ribeiro Machado Lisboa JB, Abreu Rodrigues G, Moraes Avila E, Mingarini Terra R, Pêgo-Fernandes. Mini-thoracostomy with vacuum-assisted closure: a minimally invasive alternative to open-window thoracostomy. *J Bras Pneumol.* 2018; 44(3): 227-30. doi: 10.1590/S1806-37562017000000167.
2. Stüben B-O, Pnitzko GA, Sauerbeck J, Busch P, Melling N, Reeh M. Minimally invasive intrathoracic negative-pressure therapy and flexible thoracoscopy (FlexVATS) for patients with pleural empiema. *Sci Rep.* 2023;13(1):10869. doi: 10.1038/s41598-023-37961.
3. Bouros D, Schiza S, Tzanakis N, Chalkiadakis G, Drositis J, Siafakas N. Intrapleural urokinase versus normal saline in the treatment of complicated parapneumonic effusions and empyema A randomized, double-blind study. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159(1):37-42. doi: 10.1164/ajrccm.159.1.9803094.
4. Scarci M, Abah U, Solli P, Page A, Waller D, van Schil P. EACTS expert consensus statement for surgical management of pleural empyema. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;48(5):642-53. doi: 10.1093/ejcts/ezv272.
5. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W. Vacuum-assisted closure a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg.* 1997;38(6):553-62. doi: 10.1097/0000637-199706000-00001.
6. Reichert M, Pösentrup B, Hecker A, Schneck E, Pons-Kühnemann J, Agustin F, et al. Thoracotomy versus video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) in stage III empyema-an analysis of 217 consecutive patients. *Surg. Endosc.* 2018;32(6):2664-75. doi: 10.1007/s00464-017-5961-7.
7. Willy C, Agarwal A, Andersen CA, Santis G, Gabriel A, Grauhan O. Closed incision negative pressure therapy international multidisciplinary consensus recommendations. *Int Wound J.* 2017;14(2):385-98.
8. Sziklavari Z, Ried M, Neu R, Schemm R, Grosser C, Szöke T, et al. Mini-open vacuum-assisted closure therapy with instillation for debilitated and septic patients with pleural empyema. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2015;48(2):e9-16. doi: 10.1093/ejcts/ezv186.
9. Sziklavari Z, Ried M, Zeman F, Grosser C, Szöke, Neu R, et al. Short-term and long-term outcomes of intrathoracic vacuum therapy of empyema in debilitated patients. *J Cardiothorac Surg.* 2016;11(1):148. doi: 10.1186/s13019-016-0543-7.