



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DELEGACIÓN 3 SUROESTE DEL DISTRITO FEDERAL

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI  
"DR. BERNARDO SEPULVEDA G."

EXPERIENCIA EN EL MANEJO QUIRÚRGICO DE HERNIAS  
DIAFRAGMÁTICAS DE 5 AÑOS EN EL SERVICIO DE GASTROCIRUGÍA  
DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL SXXI.

F-2011-3601-134

T E S I S

QUE PRESENTA:

DR. EDUARDO ALANIS MONROY

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN

CIRUGÍA GENERAL

DR. ROBERTO BLANCO BENAVIDES  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

ASESOR CLÍNICO: DR. TEODORO ROMERO HERNÁNDEZ.  
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE CIRUGÍA GENERAL



MÉXICO, D.F.

2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DELEGACIÓN 3 SUROESTE DEL DISTRITO FEDERAL

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

EXPERIENCIA EN EL MANEJO QUIRÚRGICO DE HERNIAS DIAFRAGMÁTICAS DE 5  
AÑOS EN EL SERVICIO DE GASTROCIRUGÍA DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL SXXI.

---

TESIS QUE PRESENTA

**DR. EDUARDO ALANIS MONROY**

PARA OBTENER EL TÍTULO EN LA ESPECIALIDAD DE

CIRUGÍA GENERAL

ASESOR: DR. TEODORO ROMERO HERNÁNDEZ

MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE GASTROCIRUGIA,

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

---

DOCTORA

**DIANA G. MENEZ DIAZ**

JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉDICA  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G."  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI.

---

DOCTOR

**ROBERTO BLANCO BENAVIDES**

TITULAR DEL CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN DE CIRUGÍA GENERAL  
JEFE DEL SERVICIO DE GASTROCIRUGÍA  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G."  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI.

---

DOCTOR

**TEODORO ROMERO HERNÁNDEZ**

PROFESOR ADJUNTO DEL CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN CIRUGÍA  
GENERAL.  
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE GASTROCIRUGÍA  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G."  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI.



## REGISTRO NACIONAL DE TESIS DE ESPECIALIDAD

Delegación: SUR DF. Unidad de adscripción: UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES, CMN SXXI. IMSS.

Asesor: Nombre: Teodoro Romero Hernández Matrícula: 8582181.

Paterno: Alanis Materno: Monroy Nombre: Eduardo

Matrícula: 99387484. Especialidad: Cirugía General. Fecha Grad.: 29/02/2012.

Título de la tesis:

**EXPERIENCIA EN EL MANEJO QUIRÚRGICO DE HERNIAS DIAFRAGMÁTICAS DE 5 AÑOS EN EL SERVICIO DE GASTROCIRUGÍA DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL SXXI.**

### Resumen:

Los defectos diafragmáticos son trastornos estructurales los cuales tienen una incidencia de 1:4000-5000 nacidos vivos que se eleva a 1:2000 si se incluyen todos los recién nacidos muertos en EUA (Bochdalek) y de 1:10,000-13,000 adultos (Morgagni). Así mismo alrededor del 80% se presenta del lado izquierdo. Se realizó un estudio retrospectivo, transversal, descriptivo y observacional con el objetivo de conocer la incidencia de hernia diafragmática en los pacientes que han ingresado a cargo del servicio de Gastrocirugía del Hospital de Especialidades "Bernardo Sepúlveda G." del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social, durante un periodo de 5 años (2006-2011). Se identificaron un total de 8 pacientes, ninguna mujer con edad entre los 27 y 69 años con media de 53.3 años. El 62.5% de las hernias se encontró en el lado izquierdo. No se detectaron comorbilidades comunes, sí el antecedente de atropellamiento y accidente de tránsito. La sintomatología principal fue el dolor retroesternal (100%), reportándose también dificultad respiratoria (62.5%), intolerancia a la ingesta (37.5%), HTDA (25%), hemoptisis (12.5%) y pérdida ponderal (12.5%). El protocolo diagnóstico incluyó tele de tórax en todos los pacientes y en menor medida TAC, panendoscopia y SEG. El tratamiento quirúrgico de los pacientes se clasificó en tres variedades: plastía diafragmática sin malla (62.5%), plastía diafragmática con malla (12.5%) y plicatura diafragmática (25%).

Se les dio seguimiento por un periodo promedio de 12.75 meses tiempo en que se diagnosticaron complicaciones secundarias al procedimiento, únicamente neumonía en el 25% de los casos. Así mismo se detectó la recidiva en dos casos (25%) que ameritaron una y dos intervenciones respectivamente. No se reporta mortalidad secundaria en el grupo estudiado.

### Palabras Clave:

- 1) Hernia diafragmática      2) Bochdalek      3) Morgagni  
4) Plastía diafragmática      5) Plicatura diafragmática      Pags.57      Ilus. 30

( Anotar el número real de páginas en el rubro correspondiente sin las dedicatorias ni portada )

( Para ser llenado por el jefe de Educación e Investigación Médica )

Tipo de Investigación: \_\_\_\_\_

Tipo de Diseño: \_\_\_\_\_

Tipo de Estudio: \_\_\_\_\_

# INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
EMBRIOLOGÍA DEL DIAFRAGMA.....	3
ANATOMÍA.....	5
FISIOLOGÍA.....	7
CONSIDERACIONES QUIRÚRGICAS.....	8
IMAGENOLOGÍA Y PRUEBAS DIAGNÓSTICAS.....	10
DEFECTOS CONGÉNITOS DEL DIAFRAGMA.....	12
HERNIA DE MORGAGNI.....	12
HERNIA DE BOCHDALEK.....	15
DEFECTOS ADQUIRIDOS DEL DIAFRAGMA.....	17
HERNIAS DIAFRAGMATICAS AGUDAS.....	17
HERNIAS DIAFRAGMATICAS CRÓNICAS.....	18
EVENTRACIÓN DEL DIAFRAGMA.....	22
PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA.....	23
TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LAS HERNIAS DIAFRAGMÁTICAS.....	26
TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LA EVENTRACIÓN DIAFRAGMÁTICA.....	31
JUSTIFICACIÓN.....	39
HIPÓTESIS.....	39
OBJETIVOS.....	39
MATERIAL Y MÉTODOS.....	39
RESULTADOS.....	44
TRATAMIENTO.....	49
DISCUSIÓN.....	52
CONCLUSIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55

## RESUMEN.

**Introducción y antecedentes.** Los defectos diafragmáticos son trastornos estructurales, en su mayoría de origen congénito, aunque también son adquiridos, se subdividen en hernias diafragmáticas congénitas (De Bochdalek y de Morgagni) y en eventración diafragmática, los cuales tienen una incidencia de 1:4000-5000 nacidos vivos que se eleva a 1:2000 si se incluyen todos los recién nacidos muertos en EUA para el primer tipo y para el segundo tipo es de 1:10,000-13,000 adultos en EUA.<sup>1</sup> Así mismo alrededor del 80% se presenta del lado izquierdo.<sup>2</sup>

En el 27-47% de los pacientes con hernia diafragmática congénita se asocian a otras malformaciones (hipoplasia pulmonar, rotación intestinal defectuosa o anomalías de la fijación del mesenterio, malformaciones cardíacas, genitourinarias, esqueléticas, del sistema nervioso central, etc.).<sup>5</sup>

**Pacientes y métodos.** Se realizó un estudio retrospectivo, transversal, descriptivo y observacional con el objetivo de conocer la incidencia de hernia diafragmática en los pacientes que han ingresado a cargo del servicio de Gastrocirugía del Hospital de Especialidades "Bernardo Sepúlveda G." del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social, durante un periodo de 5 años (2006-2011). Se encontraron a 8 pacientes durante ese periodo, se recabaron los expedientes y registro de egresos hospitalarios y se vació la información en una base de datos se realizó análisis estadístico.

**Resultados.** Se identificaron un total de 8 pacientes con el diagnóstico de hernia diafragmática en el periodo comprendido entre el 1ero de enero de 2006 al 1ero de enero del 2011, 8 hombres y ninguna mujer con edad entre los 27 y 69 años con media de 53.3 años. El 62.5% de las hernias se encontró en el lado izquierdo. No se detectaron comorbilidades comunes, si el antecedente de atropellamiento y accidente de tránsito. La sintomatología principal fue el dolor retroesternal (100%), reportándose también dificultad respiratoria (62.5%), intolerancia a la ingesta (37.5%), HTDA (25%), hemoptisis (12.5%) y pérdida ponderal (12.5%). El protocolo diagnóstico incluyó tele de tórax en todos los pacientes y en menor medida TAC, panendoscopia y SEG.D. El tratamiento quirúrgico de los pacientes se clasificó en tres variedades plastía diafragmática sin malla (62.5%), plastía diafragmática con malla (12.5%) y plicatura diafragmática (25%).

Se les dio seguimiento por un periodo promedio de 12.75 meses tiempo en que se diagnosticaron complicaciones secundarias al procedimiento, únicamente neumonía en el 25% de los casos. Así mismo se detectó la recidiva en dos casos (25%) que ameritaron una y dos intervenciones respectivamente. No se reporta mortalidad secundaria en el grupo estudiado.

**Conclusiones.** Las hernias diafragmáticas son entidades complejas por las características anatómicas del diafragma, su importante función como barrera y en la mecánica ventilatoria. Cuando se presentan en la edad adulta tienen en su mayoría pocas complicaciones y excelente pronóstico pues se tratan principalmente de forma electiva; sin embargo en casos de urgencia el pronóstico varía considerablemente y se empobrece.

Su recidiva es baja y continúa en descenso gracias a la modificación de las técnicas quirúrgicas, así como por la utilización de materiales prostéticos más seguros y efectivos. El cirujano debe conocer y estar familiarizado con una variedad de métodos para el manejo de las hernias diafragmáticas.

1.Datos del alumno (Autor)	1.Datos del alumno
Apellido Paterno	Alanis
Apellido Materno	Monroy
Nombres	Eduardo
Teléfono	01 (55) 56505064 ó 04455 18499724
Universidad	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad o escuela	Facultad de Medicina
Carrera	Médico Cirujano Especialista en Cirugía General
No. De cuenta	9902111-3
2.Datos del asesor	2.Datos del asesor
Apellido paterno	Romero
Apellido Materno	Hernández
Nombres	Teodoro
3.Datos de la tesis	3.Datos de la tesis
Título	Experiencia en el Manejo Quirúrgico de Hernias Diafragmáticas de 5 Años en el servicio de Gastrocirugía del Centro Médico Nacional SXXI.
No. de páginas/Año	57/2012
	<b><u>F-2011-3601-134</u></b>



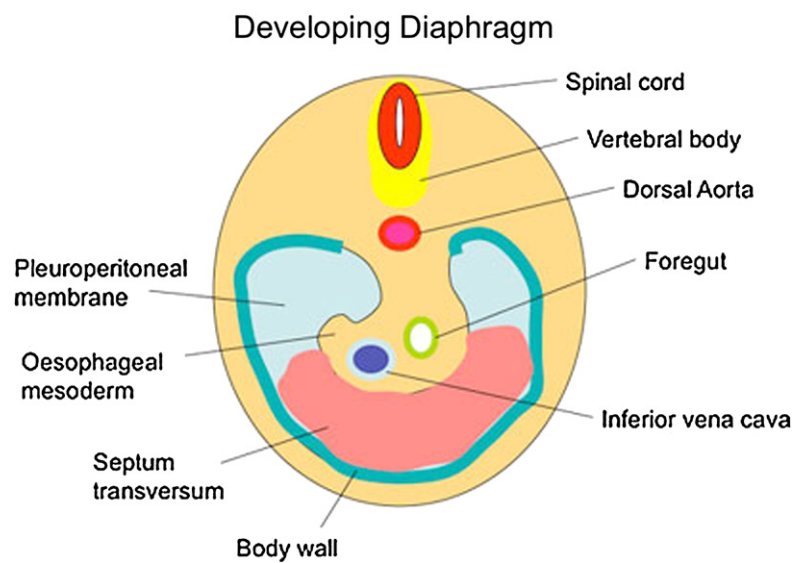
## **INTRODUCCIÓN.**

A pesar de que el diafragma no es tan grandioso, sin él la vida tal como se conoce actualmente no sería posible. Esto obliga a preguntarse, ¿cuándo el diafragma se desarrolló y con qué propósito? Pues resulta que esta es una cuestión de semántica. Ya desde hace 300 millones de años, las especies de vertebrados primitivos tenían una membrana que sólo sirvió para separar a un compartimiento de alimentación superior de un tracto digestivo inferior.<sup>6</sup> En los dinosaurios y otros reptiles y anfibios, los pulmones fueron siempre caudales al diafragma. No fue sino hasta que los mamíferos de sangre caliente evolucionaron y los pulmones se herniaron a través del diafragma hacia la cavidad torácica por lo cual se convirtió en un componente crítico en la función de las vías respiratorias.<sup>7</sup> Se cree que esta transición se produjo alrededor de 100 millones de años atrás en los mamíferos tipo roedores. El diafragma es ahora un órgano crítico para la respiración correcta y está presente en alguna forma en más de 5000 especies de mamíferos. El diafragma puede ser sutil en su presencia, pero es indispensable en su función.

## **EMBRIOLOGÍA DEL DIAFRAGMA.**

El desarrollo del diafragma se inicia en la séptima semana de gestación y se completa alrededor de la décima semana. Se deriva de cuatro precursores embriológicos: el septum transversum, las membranas pleuroperitoneal derecha e izquierda, y el mesenterio dorsal del esófago (Fig. 1). El septum transversum es una estructura anterior que se convierte en el tendón central y se funde con tres estructuras de dorsal para formar el diafragma primitivo. El mesenterio dorsal, que contiene la aorta primitiva, la vena cava inferior, y el esófago, se convierte en la porción posteromedial del diafragma. Mioblastos migran a esta estructura, formando los pilares bilateral. Las membranas pleuroperitoneal derecha e

izquierda crecen medial y anteriormente a fusionarse con el tendón central. La fase final del desarrollo del diafragma es la formación de los componentes neuromusculares. Las fibras musculares migran de los miotomas tercero cervical, cuarto y quinto de la pared del cuerpo. Los nervios frénicos, que surgen de los nervios en tercero, cuarto y quinto (cervicales) migran distalmente, completando la fase final del desarrollo del diafragma.<sup>8</sup>



*Fig.1 Diagrama del desarrollo del diafragma a las 7 semanas.*

La importancia de entender el desarrollo embrionario para el cirujano se encuentra en profundizar en el conocimiento de las variantes comunes y no comunes los defectos congénitos que se encuentran en la práctica quirúrgica. Afortunadamente, el diafragma es un órgano muy constante y no tiene variaciones normales. Sin embargo, el resultado de varias anomalías comunes y deficiencias en el desarrollo embriológico, como hernias diafragmáticas congénitas y eventración, que será tratado más adelante.

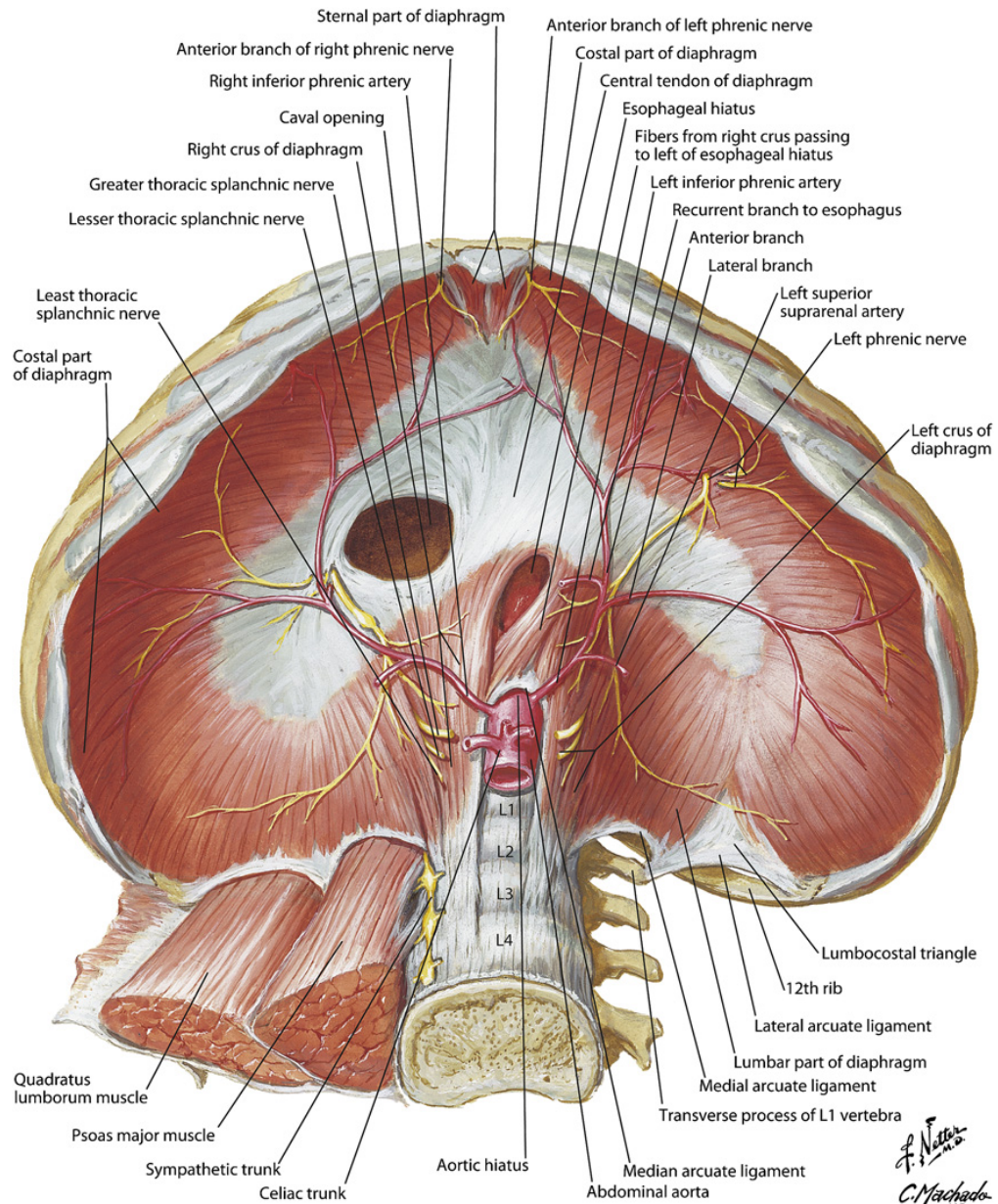
## **ANATOMIA.**

El origen etimológico del griego *dia* (entre ellas) y *phragma* (valla) describe este órgano. El diafragma es una cúpula musculofibrosa que separa la membrana torácica de la cavidad abdominal. Tiene una porción muscular periférica, y una parte central fibrosa (Fig. 2). Cuenta con tres grupos principales de músculos: esternal, costal y lumbar y una gran tendón de fibrina central compuesto de tres hojas: derecha, izquierda y central. Estructuras principales pasan por tres aberturas: la apertura de la vena cava (T8), el hiato esofágico (T10), y el hiato aórtico (T12). Además de la aorta, el hiato aórtico también permite el paso por el conducto torácico y la vena ácigos. Los orígenes del músculo son desde el esternón hacia delante, la parte inferior seis costillas lateralmente, y posteriormente los ligamentos arqueados. Los pilares son paquetes posterior del músculo que se derivan de las vértebras lumbares: el derecho de L1-3 y la izquierda de L1-2.<sup>9</sup>

## **IRRIGACIÓN ARTERIAL Y DRENAJE VENOSO.**

El principal suministro de sangre arterial al diafragma viene de las arterias frénicas izquierda y derecha (ver fig. 2). Estas arterias pares surgen directamente de la aorta abdominal cerca del hiato aórtico. Que se bifurcan posterior y emiten una gran rama anterior, que los cursos a lo largo de la parte anterior y superior del músculo, la fusión con la arteria pericardiofrénica. Sangre arterial adicional se suministra al diafragma a través de ramas de las arterias mamarias internas, izquierda y derecha.

El drenaje venoso es consistente y es a través de las venas frénicas inferiores derecha e izquierda. Estas venas corren al lado de las arterias y desembocan en sentido medial en la vena cava inferior. Todas las estructuras vasculares se ven mejor desde el abdomen.



**Fig. 2.** Anatomy of the diaphragm. (From [www.netterimages.com](http://www.netterimages.com). Accessed June 1, 2010. © Elsevier Inc. All rights reserved; with permission.)

## INERVACIÓN.

El diafragma está inervado exclusivamente de los nervios frénicos derecho e izquierdo que se originan en C3-4-5. Estos nervios pares proporcionan la función sensorial y motora del diafragma. El nervio frénico atraviesa la cavidad torácica posteriormente y se vuelve anterior al nivel del pericardio. El nervio frénico derecho perfora el diafragma justo

lateral al hiato de la vena cava y la izquierda, atraviesa justo por fuera del borde izquierdo del corazón.

Cada nervio se divide en cuatro troncos: anterolateral, posterolateral, esternal, y crural (ver Fig. 2). Después de dar a la rama esternal, los nervios penetran en el diafragma y a lo largo de la parte inferior.

## **FISIOLOGÍA**

La función principal del diafragma es la respiración: inspiración y espiración. Durante la inhalación el diafragma se contrae. Con la ayuda de los músculos intercostales externos, la cavidad torácica se expande, la reducción de la presión intratorácica permite que el aire se precipite en los pulmones. Cuando el diafragma se relaja, el retroceso elástico permite que el aire que elimine de forma pasiva de los pulmones. Para la función respiratoria óptima, ambos hemidiafragmas deben estar intactos. La lesión en un nervio frénico resulta en un hemidiafragma elevado y deterioro de la mecánica respiratoria. Lesiones a ambos nervios frénicos, resultan casi siempre en apnea, lo cual provoca la función de los músculos respiratorios, sin embargo, dicha compensación se mantiene solo por un corto plazo.

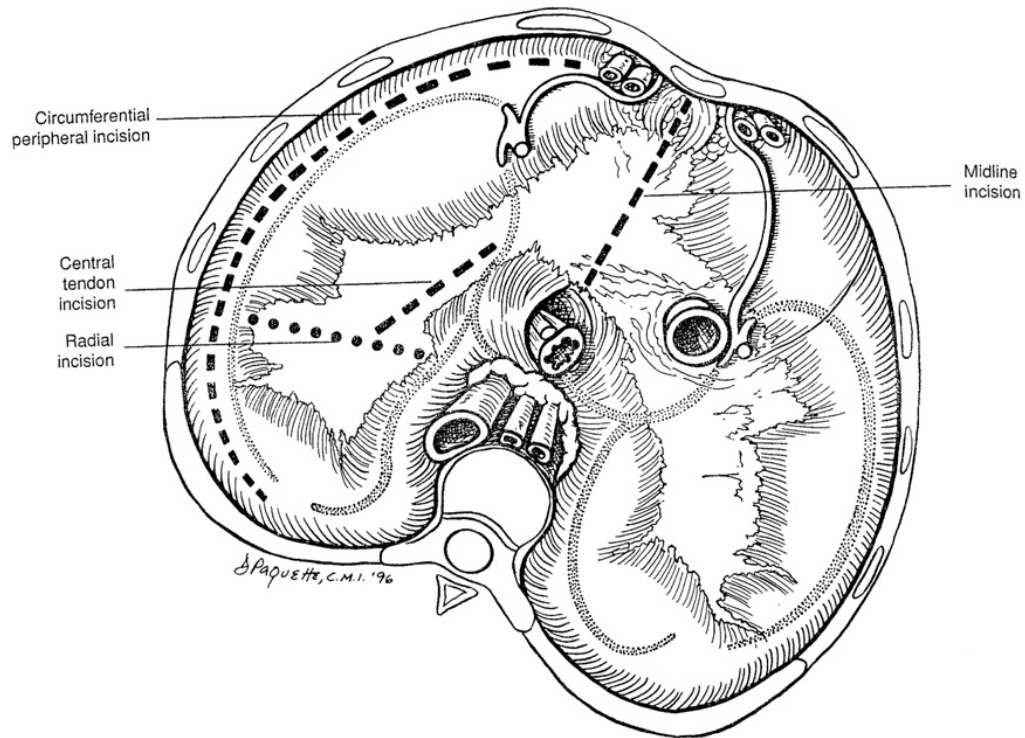
Aunque el diafragma es generalmente controlado de forma involuntaria por los nervios del sistema nervioso central autónomo, puede ser aumentada por estímulos voluntarios.<sup>10</sup> El diafragma también tiene funciones no respiratorias, incluida la separación de la cavidad abdominal y torácica, lo que ayuda a expulsar el vómito, las heces y la orina de el cuerpo mediante el aumento de la presión intraabdominal y prevenir el reflujo ácido por medio de ejercer presión sobre el esfínter esofágico inferior.

## **CONSIDERACIONES QUIRÚRGICAS.**

La conservación de al menos un nervio frénico es crítico durante cualquier procedimiento quirúrgico. El nervio atraviesa el compartimento lateral del cuello por lo cual se puede lesionar de forma inadvertida durante la disección posterior del cuello. Debido al trayecto a través de la cavidad torácica del sentido posterior a la posición anterior, se puede visualizar en la superficie anterior del pericardio antes de atravesar el diafragma. Se debe tener cuidado para identificar el curso de los nervios antes de la apertura del pericardio. El nervio es a menudo involucrado en los tumores de la pared torácica y el mediastino, y puede ser necesario ser sacrificado. Más comúnmente, el nervio se dibuja hacia el tumor desde la región periférica a la inflamación y puede ser rescatable con la disección cuidadosa, a menudo tediosa.

Cuando la apertura de diafragma es necesaria, ya sea para el acceso o la extirpación del músculo, una comprensión de cómo el nervio atraviesa a través de la membrana es de gran ayuda. La Fig. 3 muestra el curso del nervio y donde las incisiones se deben colocar para preservar la función nerviosa. Incisiones circunferenciales deben ser colocados en paralelo al borde del músculo para evitar la lesión del nervio. Incisiones radiales atraviesan desde el tendón central hacia afuera, hacia la pared torácica y se debe colocar de manera que sólo las ramas distales del nervio se seccionan.

Las combinaciones de estos dos tipos de incisiones se deben utilizar para lograr una exposición adecuada.



**Fig. 3.** Diaphragmatic incisions. (From Daly BD, Feins NR. The diaphragm. In: Kaiser LR, Kron IL, Spray TL, editors. *Mastery of cardiothoracic surgery*. Philadelphia (PA): Lippincott-Raven, Lippincott, Williams and Wilkins; 1998. p. 200; with permission.)

Se puede acceder al diafragma a través de un abordaje abdominal o torácico. Una línea media superior, subcostal, o incisión de tipo Chevron es la mejor opción para acceder a través del abdomen. Con estos abordajes ambos hemidiafragmas se pueden visualizar. Debido a su yuxtaposición con el hígado, el hemidiafragma derecho posterior es de difícil acceso. El hemidiafragma izquierdo completo es fácilmente visible a través de una exposición abdominal. Para obtener la exposición del diafragma a través de una incisión torácica, la toracotomía se realiza por debajo del sexto espacio intercostal. Se hace una incisión anterolateral cuando el acceso al hiato esofágico es necesario, como para la reparación de una hernia paraesofágica. Se hace una incisión posterolateral cuando el acceso al diafragma posterior es necesaria, como las hernias diafragmáticas traumáticas o congénitas.

A pesar de que el diafragma se puede reseca completamente, la reconstrucción es necesaria para preservar la mecánica intratorácica y la función respiratoria. Cuando un hemidiafragma, una parte o en su totalidad, debe ser resecado, la reconstrucción puede ser realizada sin un parche prostético. Las mallas no absorbibles con una superficie lisa (para hacer contacto con el pulmón) son las mejores. Diversos materiales pueden lograr estas metas, incluyendo la malla de polipropileno, tejido de politetrafluoroetileno (PTFE) o Gore-Tex (WL Gore y Asociados, Elkton, MA, EE.UU.), pericardio bovino, Surgisis (Cook Medical, Bloomington, IN, EE.UU.), y parche de poliéster con PTFE. Suturas no absorbibles deben colocarse a manera colchón para asegurar el parche en el diafragma.

La reparación se lleva a cabo teniendo en cuenta la preservación del nervio frénico, mientras que la reconstrucción requiere una comprensión del origen y la inserción de los músculos del diafragma como se describió anteriormente. La periferia de la malla se sutura a la pared del tórax: el esternón hacia delante, las costillas lateralmente, y posteriormente la fascia prevertebral. En ausencia del tendón central, la malla se aproxima a los órganos de la línea media y los tejidos blandos, medial, con suturas absorbibles colocados en forma interrumpida.

### **IMAGENOLOGÍA Y PRUEBAS DIAGNOSTICAS.**

Muchas condiciones patológicas afectan al diafragma, tanto anatómica como funcionalmente. La localización precisa y la caracterización de los tumores y lesiones del diafragma puede ser necesario, y la identificación de las alteraciones funcionales antes y después de la cirugía suele ser útil. La radiografía de tórax es una herramienta útil para identificar anomalías diafragmáticas.<sup>12</sup> Defectos herniarios y defectos funcionales se pueden visualizar fácilmente. Imágenes con ultrasonido<sup>13</sup>, TAC de alta resolución, y la resonancia magnética puede ilustrar patología intrínseca y asistir en la evaluación de



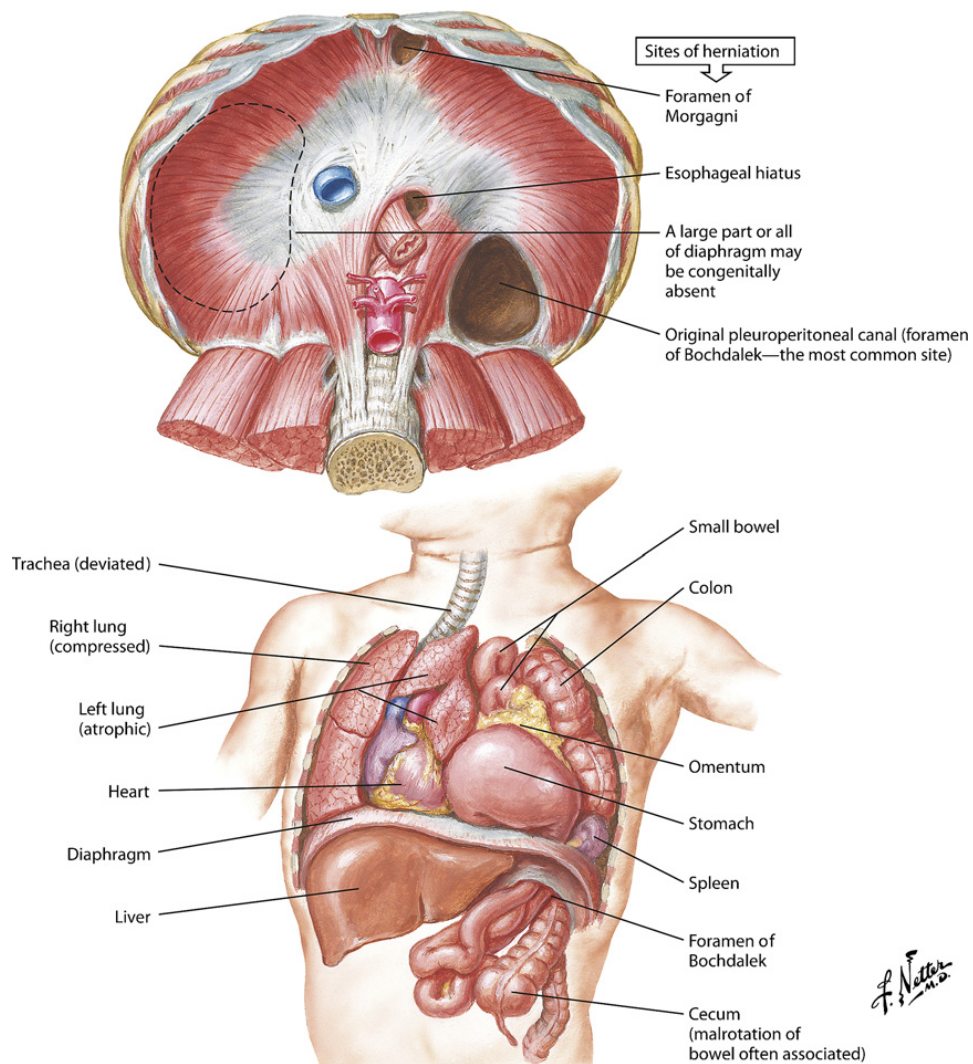
tumores peridiafragmáticos.<sup>14</sup> Las dos últimas modalidades, especialmente, pueden delimitar claramente las relaciones anatómicas complejas.<sup>13</sup> La MRI tiene la ventaja añadida de mostrar las relaciones del diafragma con estructuras neurovasculares.

La fluoroscopia se utiliza principalmente para evaluar el movimiento del diafragma. La prueba de aspiración es un examen fluoroscópico para evaluar la función del diafragma durante un ciclo de respiración.<sup>15</sup> Durante la realización de imágenes dinámicas del diafragma, el radiólogo le pide al paciente que inhale rápidamente el aire por la nariz. Esta maniobra exagera la diferencia en un hemidiafragma paralizado, por lo que se mueve, paradójicamente, en dirección cefálica. Cine-MR se utiliza también para evaluar la motricidad diafragmática. La electromiografía del diafragma provoca la estimulación del nervio frénico y proporciona información útil sobre la función del diafragma para el diagnóstico de trastornos neuromusculares. La estimulación eléctrica del nervio frénico a través de un electrodo del esófago facilita la medición del tiempo de conducción del nervio frénico. Las nuevas técnicas utilizando la estimulación magnética cervical también se utilizan para acceder con precisión a la función diafragmática.<sup>16</sup>

## **DEFECTOS CONGENITOS DEL DIAFRAGMA.**

### **HERNIA DE MORGAGNI.**

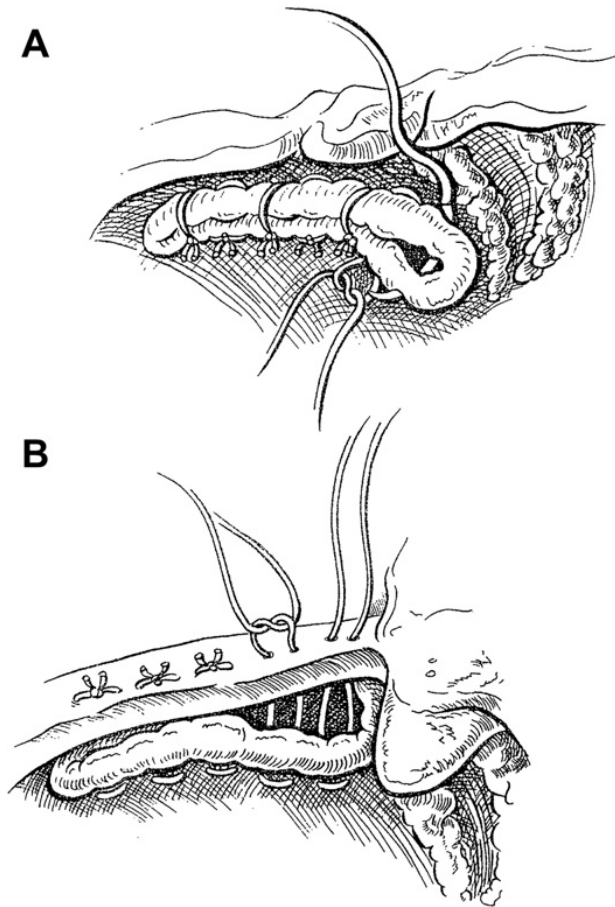
Giovanni Battista Morgagni fue un anatomista italiano, que se considera como el padre de la anatomía patológica. En 1769 describió un defecto anterior retroesternal diafragmático que se produce entre el proceso xifoides del esternón y costochondral adjuntos del diafragma (Fig. 4). Es el resultado de la falta de tejido muscular en dicha zona durante el desarrollo embriológico y constituye menos del 2% de los defectos diafragmáticos reportados.<sup>17</sup> Debido a que el espacio está cubierto por pericardio sobre el contenido de la izquierda, el contenido abdominal se hernía más comúnmente en los defectos del lado derecho. La hernia generalmente tiene un saco, a menos que se ha roto en la vida prenatal, que a menudo puede ser determinado por un USG prenatal.<sup>18</sup> A pesar de que es congénita, raramente se detecta en los niños y la mayoría diagnostica en los adultos que se presentan con plenitud y dispepsia.<sup>19</sup> Es más frecuente en las mujeres y las personas obesas. Con frecuencia, es un hallazgo incidental en una radiografía de tórax durante la detección de alguna otra condición. La TC se utiliza para la imagen del defecto y evaluar el alcance de la hernia abdominal visceral, mientras que una serie gastrointestinal superior se utiliza para identificar el contenido de la hernia.<sup>17</sup>



**Fig. 4.** Hernia of Morgagni. Congenital Diaphragmatic Hernias. (From [www.netterimages.com](http://www.netterimages.com). Accessed June 1, 2010. © Elsevier Inc. All rights reserved.)

La corrección quirúrgica de una hernia de Morgagni se lleva a cabo desde el diagnóstico inicial, e incluso en la ausencia de síntomas.<sup>20</sup> La negligencia puede conducir a la obstrucción intestinal, isquemia y necrosis en algunos casos. La observación es reservada para pacientes debilitados. Los pacientes se preparan para la cirugía con una dieta líquida durante 24 horas de antelación. Una preparación completa del intestino no es necesaria. Una sonda nasogástrica se coloca para ayudar a la descompresión del intestino. La reparación se realiza mediante un abordaje abdominal: o bien una línea media superior o incisión subcostal. Abordajes laparoscópicos se han realizado también de forma satisfactoria.<sup>21</sup>

Reparación transtorácica es apropiada cuando el contenido de la hernia se encuentra en la posición igual o superior al nivel de la carina. La reducción de estas estructuras pueden ser difíciles de manipular vía abdominal debido a adherencias, y por lo tanto un enfoque transtorácica es preferible en estas circunstancias. El saco herniario se identifica, su contenido se reduce, y el saco se reseca. El defecto en el diafragma se evalúa en tamaño y ubicación. Los defectos pequeños que son totalmente rodeadas de un borde del músculo pueden ser reparados principalmente con suturas no absorbibles fuertes y con puntos interrumpidos de tipo colchonero (Fig. 5A). Un defecto con un borde muscular incompleta es reparado uniendo el borde libre del músculo para el reborde costal (ver fig. 5B). Defectos que son demasiado grandes para cerrar todo sin tensión resultante deben ser cerrados con una malla no absorbible interpuesta entre el borde muscular y la pared torácica. Un tubo de toracostomía se coloca y la herida se cierra.



**Fig. 5.** Repair of a Hernia of Morgagni. (A) Anterior rim of tissue is present. (B) Anterior rim of tissue is absent. (From Daly BD, Feins NR. The diaphragm. In: Kaiser LR, Kron IL, Spray TL, editors. Mastery of cardiothoracic surgery. Philadelphia (PA): Lippincott-Raven, Lippincott, Williams and Wilkins; 1998. p. 203; with permission.)

## **HERNIA DE BOCHDALEK**

Vincenz Alexander Bochdalek, anatomista checo, vivió en el siglo XIX. Fue el primero en describir esta hernia diafragmática congénita como un defecto que ocurre durante el desarrollo embrionario temprano. Durante esta fase, el intestino se forma y, debido al desarrollo anormal, las vísceras se encuentran atrapadas en el pecho, evitando la formación adecuada de los pulmones y que resulta en la hipoplasia pulmonar. Hasta el 85% de los neonatos que nacen con esta condición se encuentran en estado crítico en el parto,<sup>22</sup> y hasta el 60% no sobreviven más allá del período neonatal.<sup>23</sup> La hernia de Bochdalek constituye el 90% de las hernias diafragmáticas y ocurre en aproximadamente

1 de cada 2.200 a 12.500 nacimientos cada año.<sup>24</sup> A diferencia de las hernias de Morgagni, estos defectos son comúnmente asociados con otros defectos congénitos, especialmente aquellas que son de naturaleza cardíaca. Éstos son más frecuentes en hombres que en mujeres, en una proporción de 3:2, y en el lado izquierdo el 85% de los casos (ver fig. 4). El diagnóstico generalmente se hace con un USG<sup>25</sup> prenatal. Después del parto, el bebé debe mantenerse con el apoyo de ventilación mecánica hasta que la reparación se lleve a cabo. La ventilación mecánica a menudo sólo se puede restaurar un intercambio gaseoso adecuado para que la cirugía se puede retrasar. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) se usa en los lactantes que no responden adecuadamente a la AMV. ECMO es a menudo sostenido hasta que el niño es extubado después de la reparación quirúrgica, pero esta conducta depende de cada institución.<sup>26, 27</sup> A menudo, otros defectos de forma urgente deben ser abordados en un entorno operativo, y la hernia se repara de manera simultánea. En otros casos, la reparación emergente no es necesaria, y la reanimación neonatal agresiva ha demostrado ser beneficiosa en la supervivencia de estos niños. A pesar de un diagnóstico precoz y la gestión avanzada de cuidados intensivos, la mortalidad operatoria se aproxima al 50% .<sup>28</sup>

En la reparación la incisión subcostal transversa se hace dejando 2 a 3 cm entre la incisión y el reborde costal. El saco herniario (presente hasta el 20%) es identificado, su contenido debe ser cuidadosamente reducido, y reseca sus paredes. El borde posterior del defecto se identifica por encima de la glándula suprarrenal y es liberado para el cierre. En algunos casos, un cierre primario puede ser realizado. Cuando no se dispone de suficiente tejido, el defecto se cierra con un parche de teflón que se sujeta a las costillas no absorbible con suturas interrumpidas.<sup>27</sup>

Después de que el defecto diafragmático se cierra, los órganos viscerales se introducen en el abdomen. Para prevenir el síndrome compartimental abdominal, una hernia ventral

puede ser necesaria crear para dar cabida a todos los órganos. Un tubo torácico se conecta a un sello de agua para prevenir daño pulmonar. Cardiomiopatía e insuficiencia renal son comunes en el período postoperatorio, y la displasia broncopulmonar crónica, retraso mental y déficit neurológicos son comunes en el largo plazo.

## **DEFECTOS ADQUIRIDOS DEL DIAFRAGMA.**

### **HERNIAS DIAFRAGMATICAS AGUDAS.**

La causa más común de una hernia diafragmática adquirida es un traumatismo cerrado o penetrante. Los accidentes automovilísticos son la principal causa de lesión diafragmática contundente, mientras que el resultado de heridas penetrantes de arma de fuego o heridas de arma blanca. Entre los pacientes ingresados en el hospital por un traumatismo, un 3% a 5% tiene una hernia diafragmática.<sup>29</sup> Son más frecuentes en hombres que en mujeres, en una proporción de 4:1, con la mayoría de la presentación en la tercera década de la vida. Más del 75% de los pacientes tienen las perforaciones en las lesiones penetrantes, mientras que menos del 2% de los pacientes tienen la ruptura de las lesiones cerradas. Aproximadamente el 69% de las hernias son del lado izquierdo, el 24% son del lado derecho, y el 15% son bilaterales. Sin embargo, las lesiones cerradas son mucho más comunes y representan el 75% de las hernias adquiridas.<sup>30</sup> Otras causas raras de la rotura traumática incluyen el trabajo de parto en las mujeres que han tenido una hernia diafragmática reparada previamente<sup>31</sup> y barotrauma durante el buceo en los pacientes con una historia de funduplicatura Nissen.<sup>32</sup>

Las hernias diafragmáticas adquiridas afectan a la fisiología de muchas maneras. La depresión circulatoria y respiratoria se producen como consecuencia de la disminución de la función del diafragma, la compresión de los pulmones por el contenido

intraabdominal el cual pasa del mediastino y produce también compromiso cardíaco. Pequeñas hernias diafragmáticas a menudo no se descubren hasta meses o años más tarde, cuando los pacientes se presentan con la estrangulación del contenido, disnea o molestias gastrointestinales inespecíficas.

En la fase aguda, los pacientes se presentan con dificultad respiratoria, ruidos respiratorios disminuidos en el lado afectado, la auscultación de los ruidos intestinales en el tórax, la palpación del contenido abdominal durante la inserción de un tubo en el pecho, movimiento paradójico del abdomen para respirar, o dolor abdominal. Los pacientes a menudo presentan lesiones asintomáticas. El aumento de la perspicacia clínica por el médico tratante es necesaria para detectar esta lesión.

La rotura traumática del diafragma requiere una intervención quirúrgica si el paciente presenta alteraciones inmediatamente o poco después del trauma. La reparación de la rotura diafragmática aguda del trauma depende de otras lesiones que pueden estar presentes. En ausencia de lesiones intratorácicas, la alta incidencia de forma concomitante de lesiones intraabdominales dicta la necesidad de la exploración abdominal de emergencia en la configuración de un traumatismo agudo después de que la reanimación inicial se lleva a cabo. Antes de la inducción de la anestesia, una sonda nasogástrica debe ser insertado para ayudar a la descompresión del intestino y reducir la posibilidad de aspiración en la inducción. Una incisión se hace a fin de que una exploración abdominal completa es posible. Las lesiones graves deben controlarse y el defecto diafragmático se evalúa tamaño y la viabilidad. Las áreas de tejido no viable se resecan. Los defectos pequeños se cierran sobre todo con suturas interrumpidas de colchonero horizontales. Los defectos más grandes se deben reparar con malla. Una sutura se puede utilizar para aproximar la malla en el tendón central. Cuando la lesión del



nervio ha ocurrido y el deterioro funcional es inminente, la reparación de la malla debe ser estirada para evitar el movimiento paradójico.

### **HERNIAS DIAFRAGMÁTICAS CRÓNICAS.**

Las hernias diafragmáticas crónicas son defectos adquiridos que permanecen asintomáticos durante meses o años después de la lesión inicial. Los pacientes que se presentan en la fase latente o prolongada después del trauma requieren reparación debido a que el contenido de la hernia puede llegar a ser estrangulado, lo que lleva a la isquemia o necrosis del intestino, estómago, hígado, bazo u otros órganos (fig 6,7 y 8).



*Fig. 6 Hernia diafrágica izquierda, tele de tórax.*



*Fig. 7 Hernia diafragmática izquierda, Rx de tórax.*



*Fig. 8 TAC de tórax en la que se aprecian vísceras abdominales localizadas en la cavidad torácica y corresponden a hernia diafragmática izquierda.*

El abordaje quirúrgico ha sido tradicionalmente a través de una toracotomía en el 7<sup>o</sup> u 8<sup>o</sup> espacio intercostal. Con el advenimiento de la cirugía video-asistida, sin embargo, la reparación laparoscópica y toracoscópica es aceptable. Reparación toracoscópica debe reservarse para los pequeños defectos, porque el contenido de una hernia grande dificulta una visión adecuada. Si las imágenes preoperatorias muestran el contenido de la hernia por encima del nivel de la vena pulmonar inferior, un abordaje intratorácico es preferible y más seguro. A diferencia de las hernias agudas, hernias crónicas forman adherencias a las estructuras circundantes que son difíciles y peligrosas para dividir con un abordaje abdominal. Los principios de la cirugía son reducción del contenido de la hernia en el abdomen, la extirpación del saco herniario completo, y la reparación del defecto diafragmático. Pequeños defectos se pueden reparar en primer lugar, mientras que los defectos grandes se cierran con un parche de malla para evitar la tensión en la reparación y la alteración postoperatoria.

Si una toracosopia es programada, el paciente se coloca en decúbito lateral con ventilación unipulmonar (selectiva) asegurada. Un puerto de la cámara se coloca en la línea axilar media en el cuarto espacio intercostal. Dos puertos adicionales se colocan estratégicamente para triangular en la cúpula del diafragma: una posterior y anterior a la línea axilar media. Una vez que la saco de la hernia se reduce, una esponja húmeda laparoscópica puede ser colocada a través del diafragma para que el contenido abdominal reducido, mientras que el cierre está en marcha, se retira.

El abordaje laparoscópico requiere un puerto de la cámara justo encima del ombligo en la línea media. Para defectos del lado izquierdo, un retractor hepático Nathanson se coloca justo debajo de la apófisis xifoides y dos puertos de trabajo se coloca en la posición subcostal derecha e izquierda. Para defectos del lado derecho, un retractor hepático tipo paleta se coloca en el cuadrante inferior derecho y los puertos de trabajo se colocan en las

posiciones de izquierda paraumbilical subcostal. Los puertos adicionales pueden necesitar ser colocados para ayudar a reducir el saco herniario y permitir una adecuada visualización durante la reparación.

### **EVENTRACIÓN DEL DIAFRAGMA.**

La definición más amplia de la eventración es la elevación anormal de la hemidiafragma. Se pueden clasificar en formas congénitas y adquiridas. La forma adquirida suele deberse a una lesión del nervio frénico y se revisa en la siguiente sección. En el sentido más estricto, sin embargo, eventración se refiere a la anomalía congénita que se produce por fallo de la muscularización del diafragma fetal.<sup>33</sup> Un anillo de músculo está presente periféricamente cuya contracción con la estimulación eléctrica resulta en una porción delgada, flexible central del hemidiafragma. Con frecuencia se asocia con otras anomalías congénitas de la columna y el tórax, pulmones hipoplásicos, el secuestro extrapulmonar, y la transposición de las vísceras. Los niños que nacen con este defecto presentan a menudo distress respiratorio y requieren ventilación mecánica o ECMO. En estos niños, se lleva a cabo una reparación inmediata. El retraso en la reparación es seguro en bebés sin alteración de la mecánica respiratoria.

Ya sea congénita o adquirida, la reparación de eventración diafragmática es mejor a través de una toracotomía en el espacio intercostal 7 u 8. El objetivo de la operación es reforzar el diafragma y restaurar su localización anatómica.<sup>34</sup> El diafragma se incide cerca de sus inserciones costal y es extendido. Se vuelve a unir con suturas no absorbibles interrumpidas colocado de manera horizontal tipo colchonero. La reparación toracoscópica está ganando terreno. Un puerto de la cámara de 10 mm se coloca en el quinto espacio intercostal posterior y un puerto de 5 mm se coloca en el quinto espacio intercostal anterior. Se hace una incisión tipo minitoracotomía sobre el espacio

intercostal, noveno o décimo. En primer lugar, una sutura continua se utiliza para invaginar la eventración.

Una segunda línea de sutura continua se coloca superior al primer plano, para lograr la tensión adecuada. Otras técnicas laparoscópica y toracoscópica se han descrito para evitar la minitoracotomía<sup>11</sup>, sin embargo, los principios de reparación siguen siendo los mismos.

### **PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA.**

La parálisis diafragmática puede resultar por lesión directa al diafragma o la lesión del nervio frénico. En los bebés, la lesión directa es más común durante la cirugía cardíaca y puede producir potencialmente insuficiencia respiratoria letal. Esta condición se ha atribuido a tres factores: la debilidad de los músculos intercostales, un mediastino móvil alejándose del lado paralizado durante la expansión del pulmón limitado, y una tendencia a la postración en la que las vísceras abdominales ejercen una fuerza indebida en una dirección cefálica.<sup>27</sup> La evaluación temprana de la función del diafragma se realiza en la cabecera de los pacientes intubados. En los niños menores de 18 meses, la recomendación actual es realizar plicatura diafragmática a las 2 semanas siguientes al diagnóstico. En los niños mayores de 18 meses, la plicatura en general no es necesaria.

La plicatura diafragmática en un niño se lleva a cabo utilizando la técnica originalmente descrita por Schwartz y Filler<sup>35</sup> en 1978. El diafragma es plicado centralmente utilizando suturas de calibre 3-0 y puntos de colchonero horizontales reforzados con torundas de teflón, espaciados 0,5 cm. Las suturas se colocan deliberadamente en el músculo entre las ramas del nervio frénico. Por lo general, la función diafragmática regresa después de algún tiempo.

En los adultos, lesión diafragmática ocurre casi siempre en el lado izquierdo y se atribuye a la hipotermia durante el fallo cardiorrespiratorio. La incidencia global es de aproximadamente 2% y es más comúnmente asociado con los procedimientos abiertos y reintervenciones. Muy a menudo la parálisis es temporal. La parálisis también puede ser consecuencia de la invasión directa del nervio frénico por los tumores de pulmón y mediastino y el trauma asociado con la desaceleración súbita. En estos casos, la parálisis suele ser permanente. La parálisis también se ha asociado con trastornos neuromusculares, los partos distócicos, osteoartritis cervical, una tiroides retroesternal, un aneurisma aórtico, enfermedad de von Recklinghausen, enfermedad de Lyme e infecciones virales, bacterianas, sífilis y tuberculosis. Las operaciones no cardíacas torácicas o cervicales también pueden causar parálisis por lesión directa del nervio, la tracción sobre el nervio, la presión de un retractor, o el uso de cauterio cerca del nervio.

La parálisis diafragmática unilateral no se asocia con una disfunción respiratoria significativa en la mayoría de los pacientes, pero puede conducir a la disnea y afectar la función. Una reducción inicial de la capacidad vital y capacidad pulmonar total del 20% a 30% vuelve a la normalidad después de 6 meses. Se ha documentado que la mayoría de los pacientes que informaron de un síntoma inicial de la tos o dolor en el pecho experimentaron una mejoría de estos síntomas en el seguimiento, mientras que en dos tercios de los pacientes cuya queja principal fue la disnea de esfuerzo se mantuvo e incluso hubo deterioro.<sup>36</sup> El pronóstico generalmente es bueno en la parálisis unilateral de la ausencia de procesos neurológicos y pulmonares. Los pacientes con parálisis bilateral, aunque es rara, se presentan con marcada reducción de la capacidad vital así como de las tasas de flujo y pueden mostrar excesivo movimiento de los músculos accesorios. El pronóstico para los pacientes con parálisis bilateral es por lo general pobre

y lleva a menudo a largo plazo de la ventilación mecánica a través de una traqueostomía permanente.

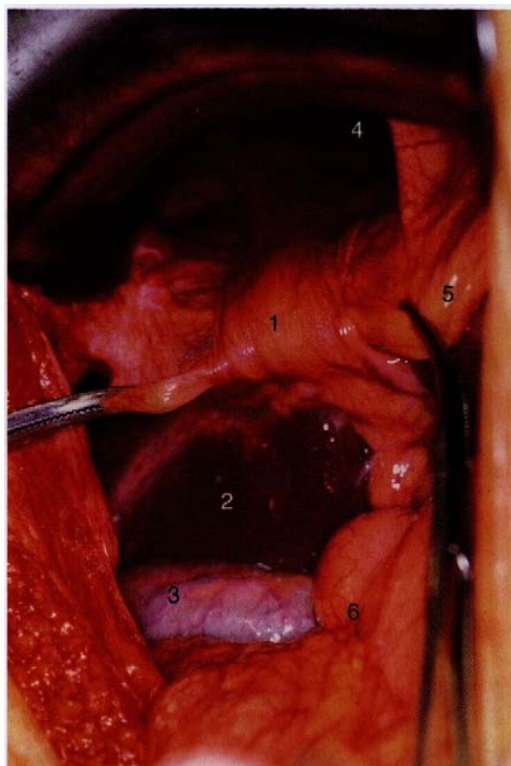
En los adultos, la plicatura diafragmática se debe considerar en los pacientes sintomáticos, cuyo nervio frénico tiene una lesión irreversible, generalmente después de 1 año. La plicatura altera la conformación de la membrana diafragmática y permite que la capacidad vital y la capacidad pulmonar aumenten. Estos aumentos pueden continuar hasta por un año, junto con los aumentos en el volumen residual, la capacidad de difusión, y la saturación de oxígeno.<sup>37</sup> Una toracotomía a través del espacio intercostal 7 u 8 se recomienda. Las partes laterales y posterior del diafragma se pliegan y se suturan con puntos de colchonero.<sup>38</sup> La reparación toracoscópica también se ha descrito, a pesar de resultados a largo plazo no están bien estudiados.<sup>39</sup>

## TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LAS HERNIAS DIAFRAGMÁTICAS<sup>4,5</sup>.

El paciente es instalado en posición de lordosis dorsolumbar, con un cojín grueso situado bajo el tórax a nivel D10-D11. De este modo, la exposición de las cúpulas y de las inserciones posteriores del diafragma es excelente. La vía tradicional es la laparotomía. Se realiza una incisión media supraumbilical, que llega hasta el apéndice xifoides. Dicha incisión permite la exploración del diafragma

contralateral en un mismo acto quirúrgico. Si el origen del cuadro es un proceso infeccioso intraabdominal(pancreatitis, entre otros) puede preferirse la realización de una toracotomía, con el objeto de mantenerse a distancia del foco séptico por si se necesita colocar una placa.

Una vez que el peritoneo está abierto y que los labios de la incisión han sido separados levemente se ve de inmediato el orificio de la hernia. La reducción de los órganos herniados y la liberación de las bridas es fácil (fig. 9).



*Fig. 9 Vista quirúrgica antes de la reducción. 1. Saco herniario, 2. Hígado, 3. Vesícula biliar, 4. Cavidad torácica, 5. Borde diafragmático, 6. Cavidad abdominal.*

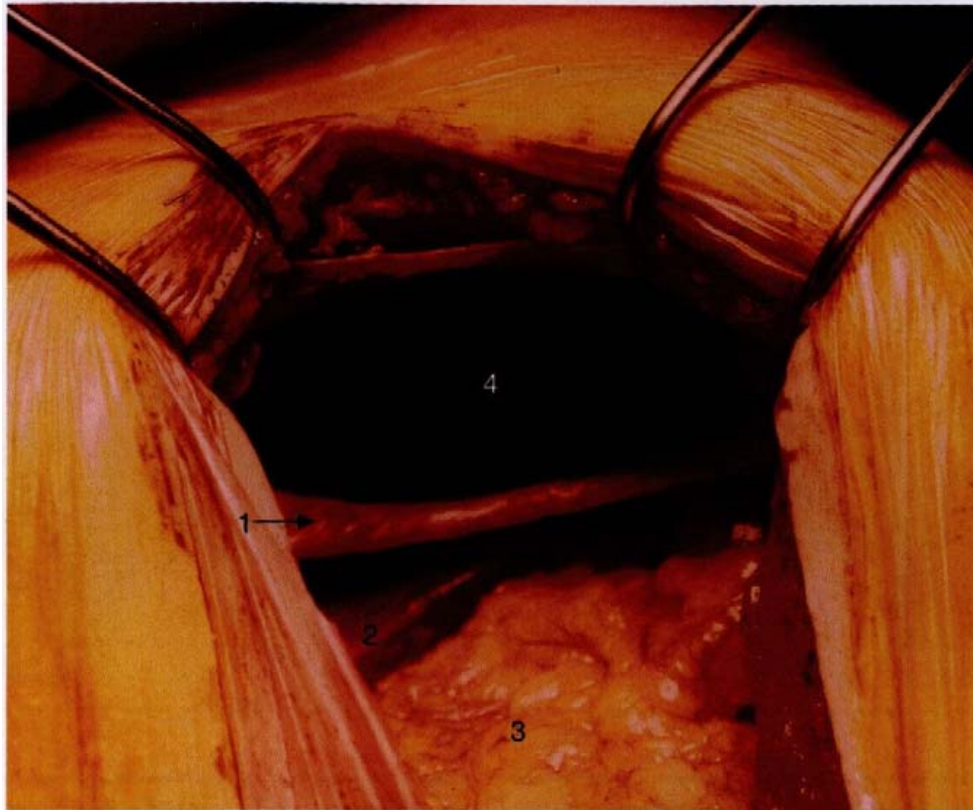


La resección del saco herniario es aconsejable (fig. 10), pero con frecuencia es difícil o incluso imposible en el lado izquierdo, ya que el saco se adhiere al pericardio.



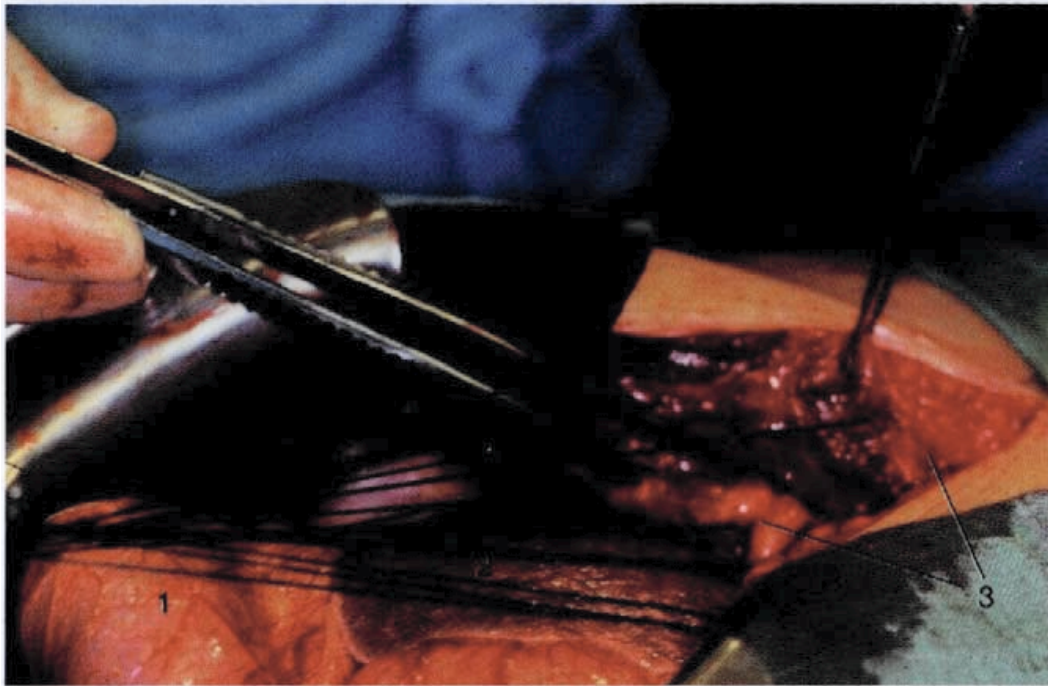
*Fig. 10 Saco herniario, 1. Borde del diafragma, 2. Saco herniario tras la reducción de su contenido.*

Si la resección del saco es imposible, se deja en el tórax tras haberlo seccionado alrededor del orificio para exponer los bordes musculares. El contenido serohemático con el que se llena rápidamente, se reabsorbe en 5 o 6 meses. Si existe una lengüeta muscular retroesternal, lo que es raro, el cierre es fácil. La pared abdominal anterior representa habitualmente el único punto de apoyo anterior para fijar el borde anterior del diafragma (fig. 11).



*Fig. 11 Vista quirúrgica tras la reducción del contenido del saco en una hernia diafragmática. 1. Borde del diafragma, 2. Hígado, 3. Epiplón mayor, 4. Cavidad torácica.*

Se pasan unos puntos de hilo no reabsorbibles próximos entre sí en el borde posterior del orificio (fig. 12). Deben tener un apoyo ancho y sólido hacia adelante en los bordes aponeuróticos de la incisión, es decir, en la vaina de los rectos en su porción más superior. Puede ser necesario recurrir a material protésico para cerrar los orificios diafragmáticos grandes (monofilamento de polipropileno o politetrafluoroetileno). El cierre de la laparotomía se realiza tras la colocación de un drenaje espirativo en la cavidad torácica.



*Fig. 12. Cierre del orificio herniario con sutura interrumpida y material no absorbible. 1. Colon, 2. Hígado, 3. Bordes del orificio diafragmático.*

Recientemente, la laparoscopia ha sido propuesta con éxito. Se sitúa al paciente en posición proclive. El cirujano se coloca entre las piernas del paciente. Puede utilizarse una óptica de 30° (de 5mm en el niño y 10mm en el adulto) que se introducirá por el ombligo; un segundo trocar de 5mm se coloca en la línea medioclavicular derecha, justo por encima del ombligo. Un tercer trocar de 5mm se introduce inmediatamente a la izquierda de la línea xifoumbilical. Puede utilizarse un cuarto trocar si es necesario. Puede seccionarse el ligamento falciforme, lo que permite descender el hígado y exponer el defecto. Tras identificar la hernia, la reducción del contenido herniario es generalmente fácil, excepto en el caso en el que las adherencias son firmes; se reseca siempre el saco. El cierre del orificio congénito se consigue mediante la sutura primaria de los músculos de la pared abdominal a la parte anterior del defecto diafragmático mediante puntos separados o mediante sutura continua con material no absorbible. A veces es necesario utilizar una placa no reabsorbibles de monofilamento de polipropileno o politetrafluoroetileno (PTFE), cuyo borde se fija mediante el uso de grapas o con puntos de colchonero utilizando material no absorbible.

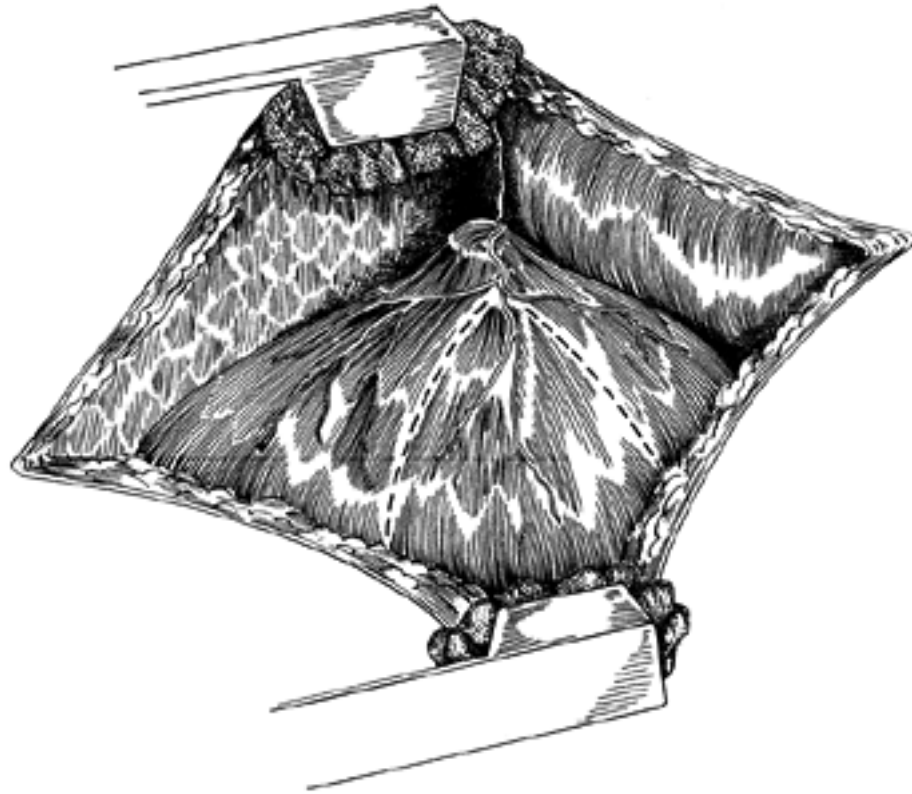
Se empieza por el borde posterior y de forma subsecuente el anterior. El cierre de los orificios de los trócares se realiza igualmente tras la colocación de un drenaje espirativo en la cavidad torácica.

## **TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LA EVENTRACIÓN DIAFRAGMÁTICA (ED)<sup>1,4</sup>.**

Los objetivos del tratamiento quirúrgico debe ser (a) para restaurar el diafragma en una ubicación normal dentro del hemitórax involucrado, (b) para restaurar la capacidad normal para el hemitórax y permitir el crecimiento pulmonar en los lactantes y los niños, (c) para restaurar la ubicación visceral normales en el abdomen, y (d) para estabilizar el mediastino mediante la eliminación de movimiento paradójico del diafragma. Estos objetivos han sido alcanzados por dos procedimientos quirúrgicos diferentes, uno mediante la plicatura y la resección del tejido diafragmático redundante y establecer en su lugar una estructura rígida diafragmática. Aunque el potencial de recuperación de la función del nervio frénico pueden existir en los casos de parálisis nerviosas, la recuperación de la función neuromuscular normal no se puede predecir o anticipar.

El abordaje quirúrgico tradicional utiliza una toracotomía posterolateral en la mayoría de los casos. Del lado derecho es mejor a través del pecho. En el lado izquierdo puede ser abordado a través de toracotomía o laparotomía. La toracotomía ofrece una mejor exposición anatómica de las ramas del nervio frénico. Eventraciones bilaterales, aunque raras, son mejor a través del abdomen. Los pacientes que se presentan con vólvulo gástrico y deben ser sometidos a laparotomía para la fijación gástrica y la plicatura diafragmática. Preferimos plicatura diafragmática a la resección.

El procedimiento se puede realizar a través de una toracotomía posterolateral estándar, utilizando el séptimo espacio intercostal así como el octavo. El examen inicial de los tejidos del diafragma debe concentrarse en la identificación de las ramas del nervio frénico (Fig. 13).



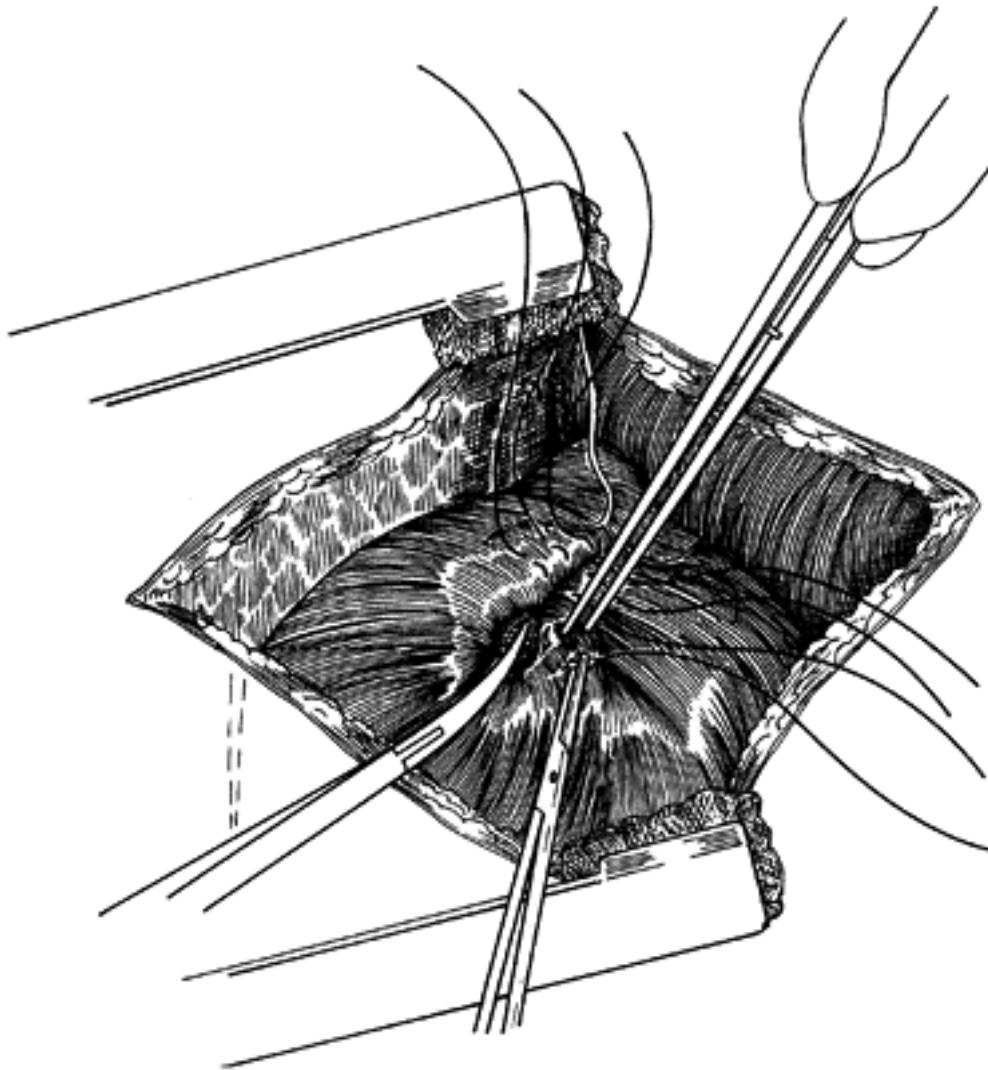
*Fig. 13. Nervio frénico descendiendo através del domo central del diafragma; toracotomía posterolateral derecha. Líneas punteadas indican el sitio de la plicatura.  
Tomado de: Nyhus LM, Baker RJ, eds. Mastery of Surgery. 5th ed. Boston: Little, Brown; 2007.)*

Su preservación debe ser planeado a pesar de que su potencial de recuperación es a menudo limitado.

### **REPARACIÓN QUIRURGICA ABIERTA.**

El resultado deseado de la intervención quirúrgica debe ser la construcción de un hemidiafragma rígido y plano que no perjudique el movimiento ventilatorio. Esto se puede lograr mediante la colocación de dos filas de suturas para imbricar el hemidiafragma redundante. La fila inicial de puntos se coloca a lo largo del tercio posterolateral del diafragma, a partir de la porción central del diafragma y avanzando hacia la periferia. Las suturas se colocan paralelas a las ramas del nervio frénico. Cada sutura colocada debe incorporar varios centímetros de tejido en dos o tres segmentos igualmente espaciados. Durante esta maniobra de imbricación, el tejido del diafragma debe ser separado y elevado de la superficie hepática

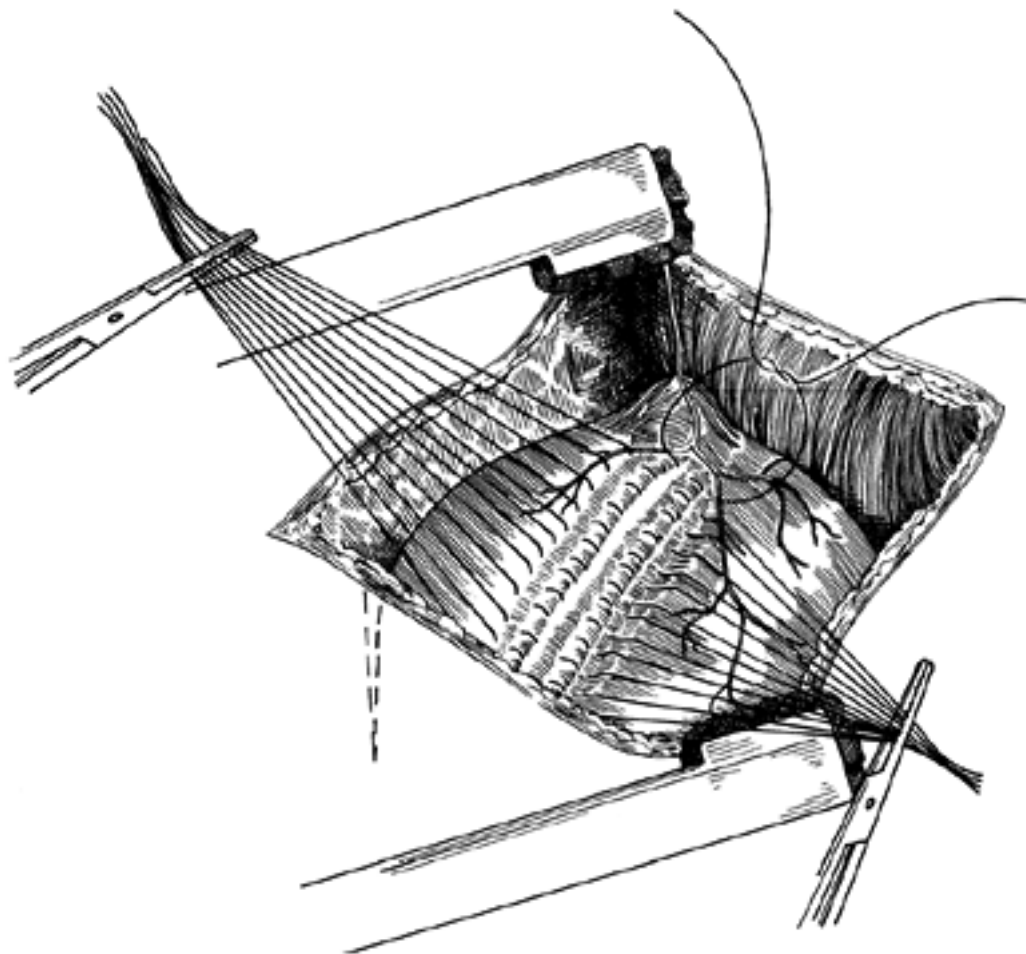
subyacente en el caso de una ED en el lado derecho, o en el estómago o el bazo, en el caso del lado izquierdo ED (Fig. 14).



*Fig. 14. Múltiples suturas imbricadas se colocan entre las ramas del nervio frénico y el sitio de la plicatura diafragmática.*

*Tomado de: Nyhus LM, Baker RJ, eds. Mastery of Surgery. 5th ed. Boston: Little, Brown; 2007.)*

Toda la hilera de suturas interrumpidas se coloca, entonces se imbrica el diafragma (Fig. 15). El material de sutura seleccionado debe ser permanente (por ejemplo, 2-0 nylon trenzado o nylon monofilamento). Una segunda fila de las suturas se coloca en el centro del diafragma y a lo largo del tercio anterior del mismo. Después de la plicatura, el tejido debe ser firme y por lo tanto incapaz de herniarse.

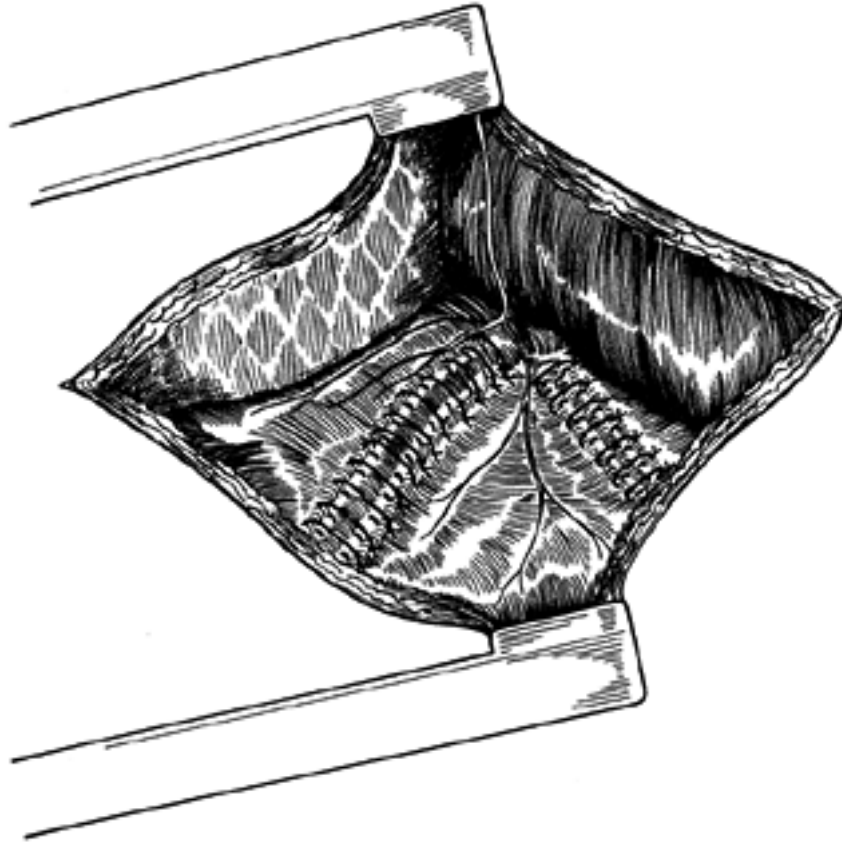


*Fig. 15. Colocación completa de las suturas antes de la plicatura.  
Tomado de: Nyhus LM, Baker RJ, eds. Mastery of Surgery. 5th ed. Boston: Little, Brown; 2007.)*

Si esto no se logra después de la colocación de estas dos líneas de sutura, el tejido a lo largo de las líneas de sutura puede ser plicado otra vez sobre sí mismo para eliminar la redundancia en el hemidiafragma hasta que la corrección adecuada se logre (Fig. 16).

Un tubo de toracostomía se coloca como drenaje pleural, y se puede quitar después de 1 a 2 días. La cobertura antibiótica se mantiene hasta el tubo de toracostomía se retira. El paciente a menudo pueden ser retirado del apoyo ventilatorio mecánico inmediatamente después de la operación.



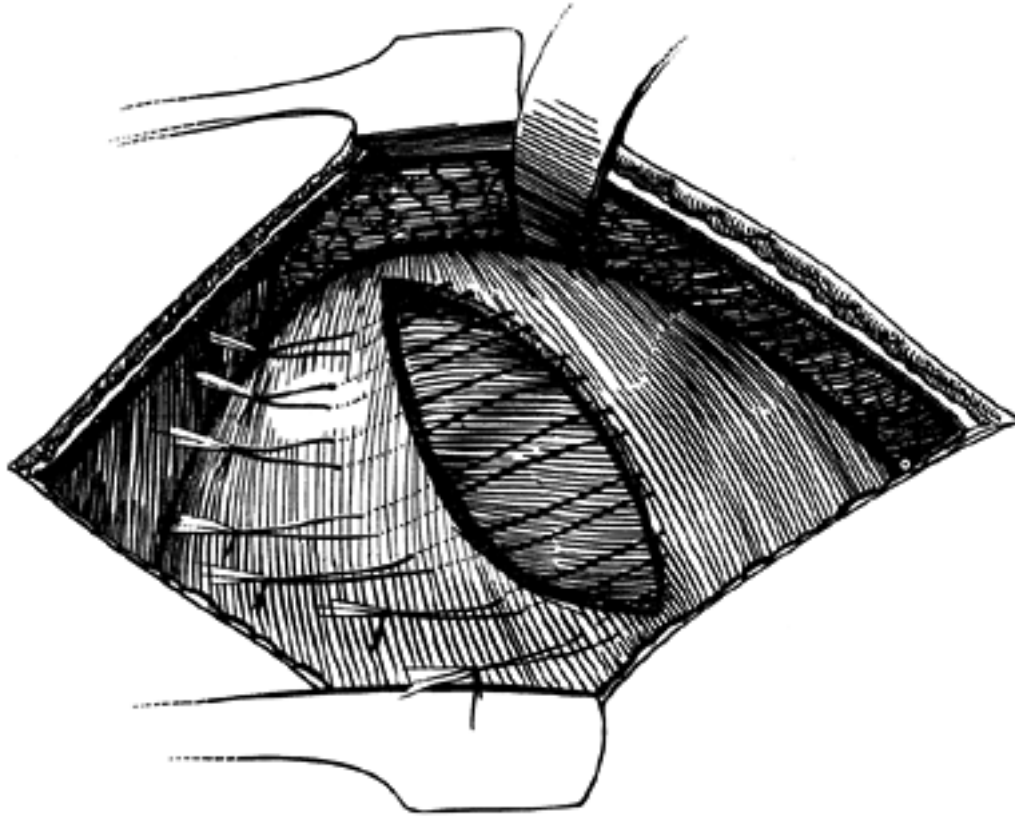


*Fig. 16. Plicatura diafragmática completa.*

*Tomado de: Nyhus LM, Baker RJ, eds. Mastery of Surgery. 5th ed. Boston: Little, Brown; 2007.)*

### **RESECCIÓN DIAFRAGMÁTICA ABIERTA.**

Un procedimiento alternativo consiste en la resección de la porción redundante del diafragma eventrado. Una elipse de espesor total de la porción central del diafragma se retira, y las porciones restantes se imbrican para lograr un cierre de dos capas. El diafragma reseñado no debe incluir las principales ramas del nervio frénico, y se debe tener cuidado para evitar lesiones viscerales abdominales, cuando los márgenes de resección se establecen. La primera fila de las suturas se coloca, y luego atado, para imbricar los márgenes de diafragma. Para evitar lesiones en los órganos abdominales, la segunda fila de puntos de sutura que mantiene la imbricación no debe transgredir el diafragma (Fig. 17). Este procedimiento también reconstruye un diafragma plano, no compliante.



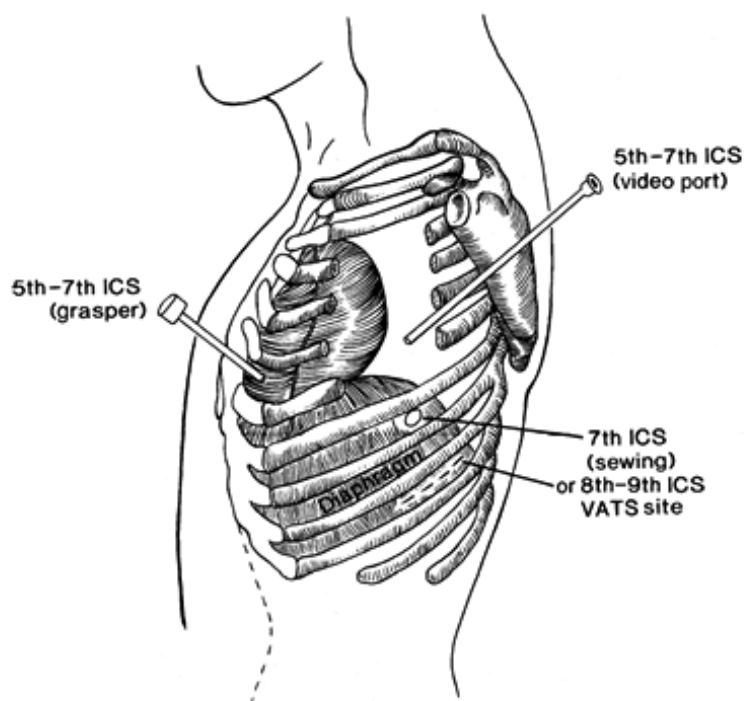
*Fig. 17. Resección elíptica de la porción central del diafragma en dirección anteroposterior. Tomado de: Nyhus LM, Baker RJ, eds. Mastery of Surgery. 5th ed. Boston: Little, Brown; 2007.)*

## **PLICATURA MÍNIMAMENTE INVASIVA.**

### **ADULTOS.**

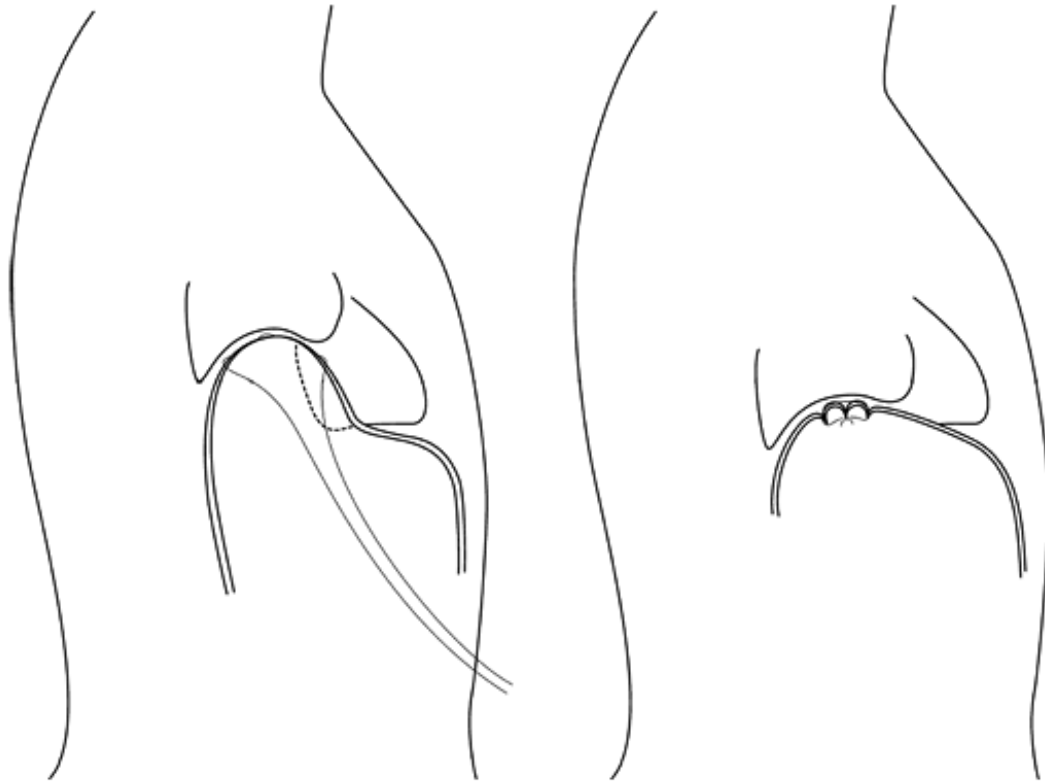
Las técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas ofrecen una alternativa segura y eficaz para la plicatura diafragmática. La intubación endotraqueal de doble lumen permite la ventilación selectiva del pulmón contralateral y atelectasia del pulmón ipsilateral. Esta técnica ofrece la mejor exposición para la ED. Una sonda nasogástrica descomprime el estómago. Decúbito lateral completo se utiliza. El toracoscopio de 30-0 grados se introduce a través un puerto de 5 mm en el quinto o sexto espacio intercostal en la línea axilar posterior. Puertos de trabajo se colocan en la línea axilar media y media claviclar a lo largo de la quinta a la séptima costillas. Si se decide por un abordaje asistido con minitoracotomía facilitará la sutura, debe hacerse en la línea axilar posterior en espacio intercostal noveno o décimo, y el puerto

medioclavicular se excluye (Fig. 18). Una pinza se utiliza para invaginar la cúspide de la ED y desplazarla hacia abajo en el abdomen, creando un “doblez” de la periferia hacia el ángulo cardiofrénico posterior del nervio frénico.



*Fig. 18. Representación esquemática de la colocación de los trocares.  
Tomado de: Nyhus LM, Baker RJ, eds. Mastery of Surgery. 5th ed. Boston: Little, Brown; 2007.)*

Después de identificar y proteger las ramas del nervio frénico, la plicatura se puede lograr mediante el cierre del “doblez” con puntos interrumpidos de sutura absorbible en U. Cuando se utiliza una minitoracotomía videotoracoscopia, se puede realizar un segundo plano hacia al origen de sutura original para reforzar o replicar el diafragma. La sutura se anuda a su cabo de origen para completar la línea de sutura (Fig. 19). Cualquiera de estos enfoques permite la reparación similar a la plicatura abierta tradicional.



*Fig. 19. Representación esquemática de la reparación laparoscópica de la eventración.  
Tomado de: Nyhus LM, Baker RJ, eds. Mastery of Surgery. 5th ed. Boston: Little, Brown; 2007.)*

## **JUSTIFICACIÓN.**

Se desconoce la cantidad de pacientes operados bajo el diagnóstico de Hernia Diafragmática, así como la evolución de los pacientes en el postoperatorio. En este estudio se pretende desarrollar un trabajo de investigación del manejo de las hernias diafragmáticas, siendo un centro de referencia de tercer nivel de alta especialidad no de trauma en un plazo de 5 años. Se pretende establecer incidencia de hernia diafragmática, así como los tipos y sus respectivas modalidades de tratamiento.

## **Hipótesis.**

Se trata de un estudio descriptivo donde no tratamos de probar tratamientos alternativos. Solo nos interesa conocer cantidad y la evolución de los pacientes con hernia diafragmática tratados en los últimos 5 años en nuestro hospital.

## **Objetivos.**

Determinar la prevalencia y tipo de las cirugías empleadas en el tratamiento de hernias diafragmáticas, así como la evolución postoperatoria del paciente.

## **MATERIAL Y METODOS.**

Con autorización del Comité Local de Investigación, se diseñó un estudio retrospectivo, transversal, descriptivo y observacional con el objetivo de conocer la incidencia de hernia diafragmática en los pacientes que han ingresado a cargo del servicio de Gastrocirugía del Hospital de Especialidades “Bernardo Sepúlveda G.” del Centro Médico Nacional Siglo XXI

del Instituto Mexicano del Seguro Social, durante un periodo de 5 años (2006-2011). Entre otros objetivos de este estudio esta proporcionar conocimientos actualizados sobre el diagnóstico y manejo de las hernias diafragmáticas y los diferentes métodos de tratamiento quirúrgico. Determinar si existen diferencias en las tasas de morbilidad y mortalidad en relación a género, edad, tipo de hernia diafragmática, sitio de localización. Presentar los diferentes tipos de tratamiento quirúrgico y las complicaciones más frecuentes. Evaluar las diferentes técnicas quirúrgicas con el fin de establecer el tratamiento óptimo y determinar si el diagnóstico y tratamiento oportuno se asocia a una menor tasa de morbilidad y mortalidad.

**1.- Diseño del estudio:**

Observacional, descriptivo, retrospectivo, transversal

**2.- Universo de trabajo:**

Pacientes operados bajo el diagnostico de hernia diafragmática en el servicio de Gastrocirugía del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional SXXI, en el periodo del 1° enero de 2006 al 1° de enero del 2011.

**3.- Descripción de las variables:**

VARIABLE	TIPO DE MEDICION	CATEGORIZACION
Edad	Años	Cuantitativa
Genero	Masculino, Femenino	Nominal
Dificultad respiratoria	Leve, Moderado, Severo	Ordinal

Dolor torácico	Leve, Moderado, Severo	Ordinal
Sitio del defecto diafragmático	Izquierda o derecha.	Cualitativa
Tipo de Cirugía	Plicatura diafragmática / Plastía diafragmática con malla / Plastía diafragmática con malla	Cualitativa
Evolución Postoperatoria	Buena, Regular, Mala 3, 6, 12 meses	Ordinal

#### **4.-Selección de la muestra:**

**a) Tamaño de la muestra:** se incluirán a todos los pacientes sometidos a cirugía bajo el diagnóstico de hernia diafragmática en el servicio de Gastrocirugía del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional SXXI, en el periodo del 1° enero 2006 al 1° de enero del 2011.

#### **b) Criterios de selección**

##### **Criterios de inclusión:**

Todo paciente operado bajo el diagnóstico de hernia diafragmática en el servicio de Gastrocirugía del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional SXXI, en el periodo del 1° enero de 2006 al 1° de enero del 2011.

##### **Criterios de no inclusión:**

Pacientes con hernia hiatal operados por ERGE.

##### **Criterios de exclusión:**

Pacientes cuyos expedientes se encuentren incompletos y que impida la recolección de datos. Pacientes con hernia paraesofágica.

#### **5.- Procedimiento:**

1. Se revisaran los registros de las cirugías realizadas por el servicio de Gastrocirugía del hospital de especialidades de Centro Médico Nacional SXXI bajo el diagnóstico de hernia diafragmática, en el periodo del 1º enero de 2006 al 1º de enero del 2011.
2. Se solicitaran los expedientes al archivo clínico de los pacientes y se revisaran para recabar los datos.
3. Se consignaran todos los datos obtenidos de los expedientes, en la hoja de recolección anexa, tales como edad, sexo, estados de comorbilidades, estudios diagnósticos, sintomatología del paciente, cirugía empleada, días de estancia hospitalaria, complicaciones del evento quirúrgico, evolución postoperatoria.

#### **Consideraciones éticas.**

Al ser un estudio retrospectivo, no será necesario consentimiento informado.

#### **Recursos para el estudio.**

Recursos humanos: investigador y asesor

Recursos materiales: únicamente se utilizaran expedientes clínicos y radiológicos.

Recursos financieros: no requeridos.

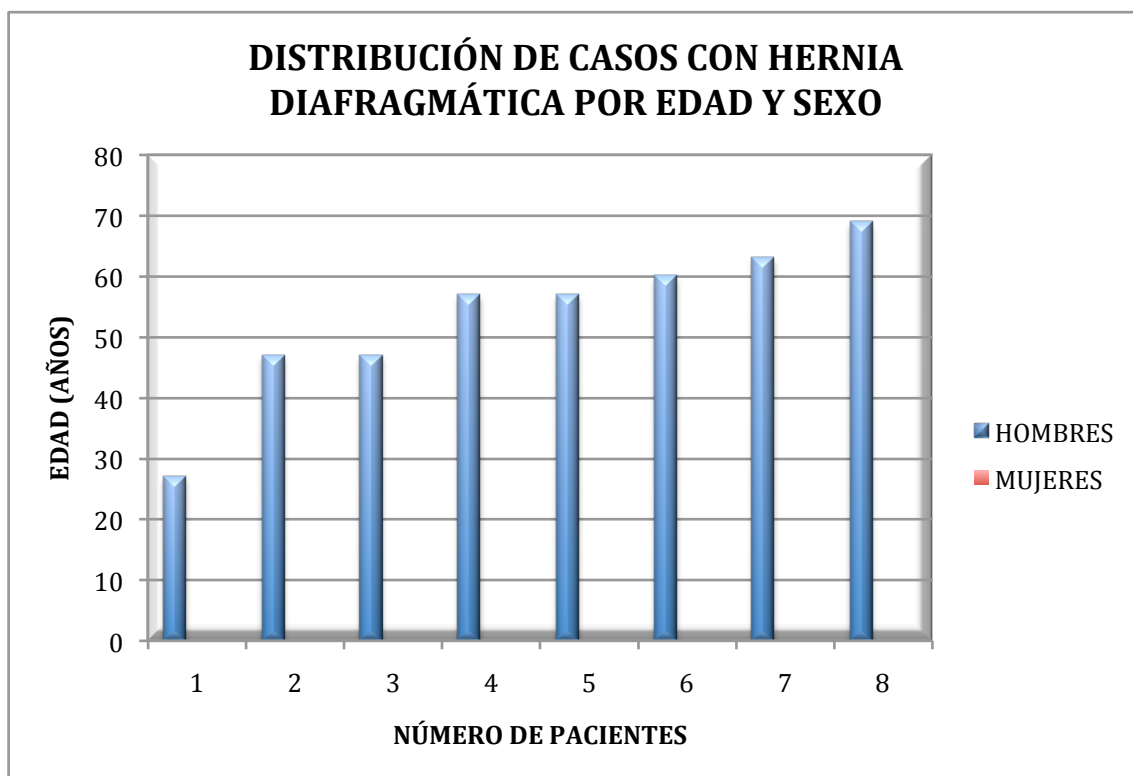




## RESULTADOS.

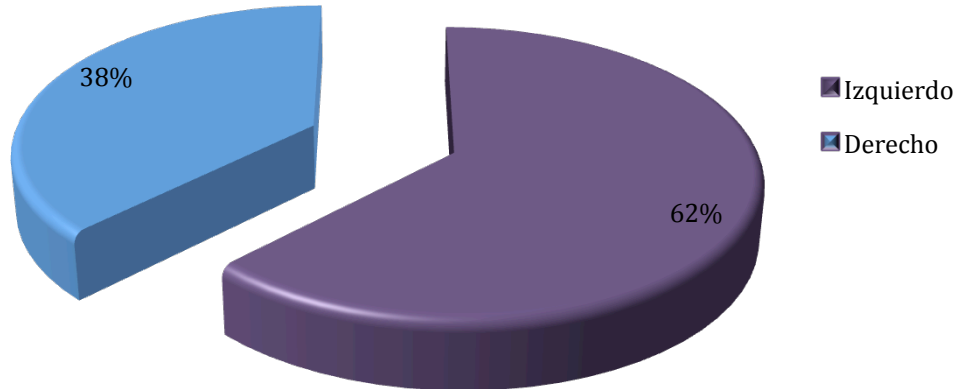
Se identificaron un total de 12 pacientes con el diagnóstico de hernia diafragmática en la búsqueda realizada en los censos del servicio de Gastrocirugía, sin embargo por cuestiones administrativas, se consiguieron físicamente 8 expedientes del periodo ya mencionado.

Se identificaron un total de 8 pacientes con diagnóstico de hernia diafragmática, 8 hombres y ninguna mujer, con edad comprendida entre los 27 y 69 años, y promedio de 53.3 años.



Con respecto a la localización de los defectos diafragmáticos 5 pacientes (62.5%) presentaron hernia diafragmática del lado izquierdo, mientras que los otros 3 pacientes (37.5%) la presentaron del lado derecho.

## HEMIDIAFRAGMA AFECTADO

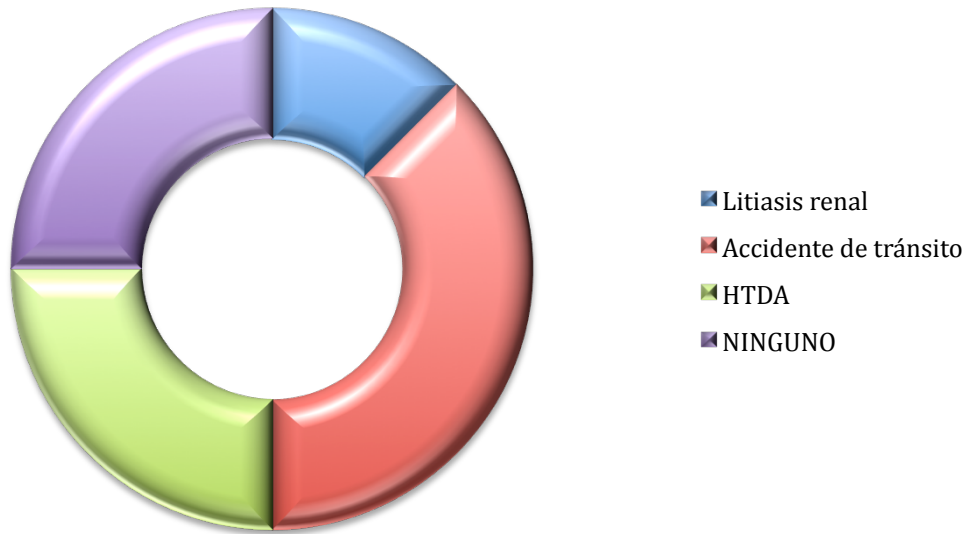


Se analizaron comorbilidades asociadas en pacientes con hernia diafragmática, entre las que incluimos Diabetes Mellitus tipo 2, ningún paciente presentó dicha patología al momento del diagnóstico; de igual manera la Hipertensión Arterial Sistémica (HAS) no se detectó en ninguno de los pacientes analizados, y finalmente, a pesar de tratarse de un defecto anatómico en la cavidad torácica, en ninguno de los pacientes se detectó neumopatía alguna.

Se consideraron diferentes comorbilidades dentro del apartado "otros" toda aquella patología o antecedente personal patológico diferente a la hernia diafragmática, DM 2, HAS y neumopatía.

De los 8 pacientes uno presentó litiasis renal derecha (12.5%), tres tenían antecedente de accidente automovilístico (37.5%) y dos de hemorragia de tubo digestivo alto (25%). Los dos pacientes restantes no presentaron comorbilidades.

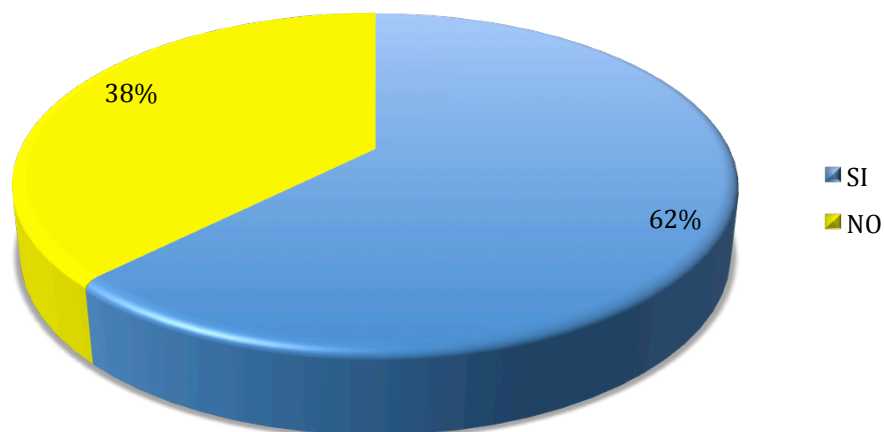
## COMORBILIDADES ASOCIADAS



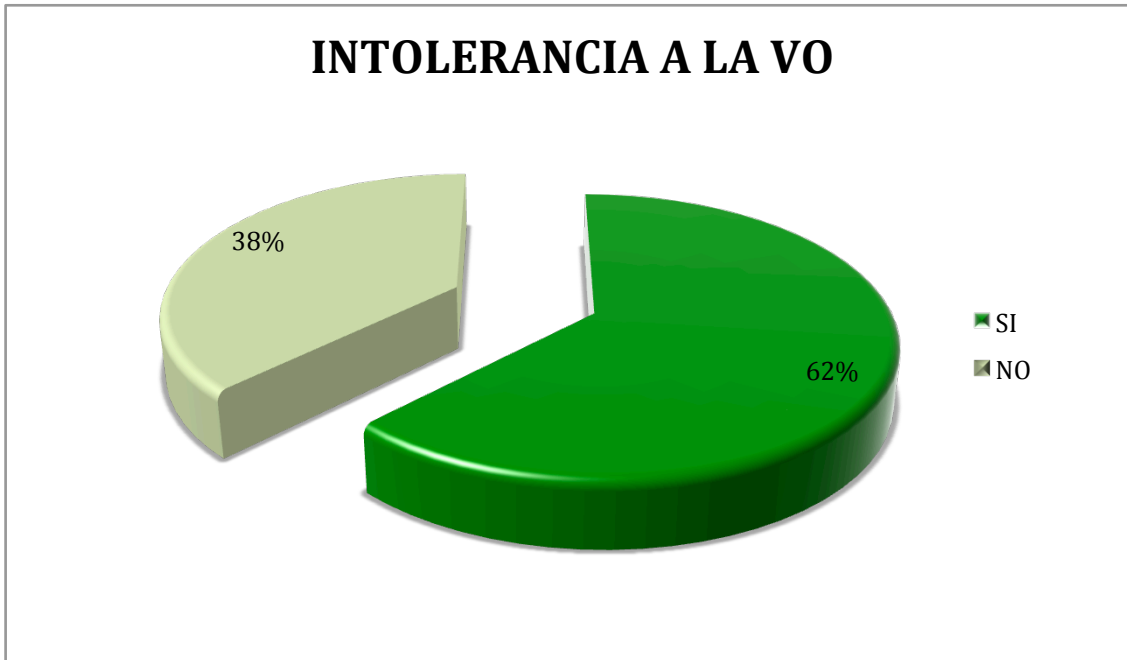
Así mismo se estudiaron los síntomas que se asocian con mas frecuencia a patologías diafragmáticas, como son dificultad respiratoria, dolor restrosternal, intolerancia a la ingesta y pérdida ponderal.

La dificultad respiratoria fue reportada en 5 pacientes (62.5%), mientras que en los 3 pacientes restantes (37.5%) no se reportó.

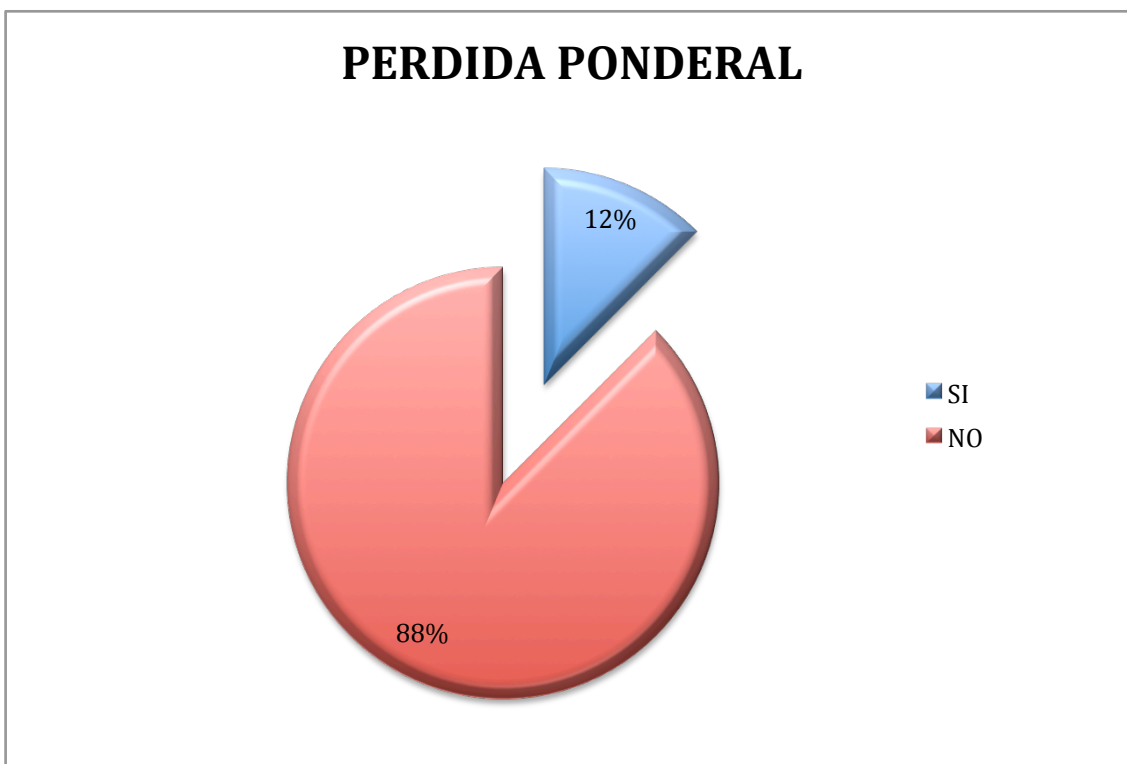
## DIFICULTAD RESPIRATORIA



El dolor retrosternal fue reportado en la totalidad de los pacientes estudiados, con un 100%. La intolerancia a la ingesta se reportó en 5 pacientes (62.5%), mientras que los 3 pacientes restantes (37.5%) no la presentaron.

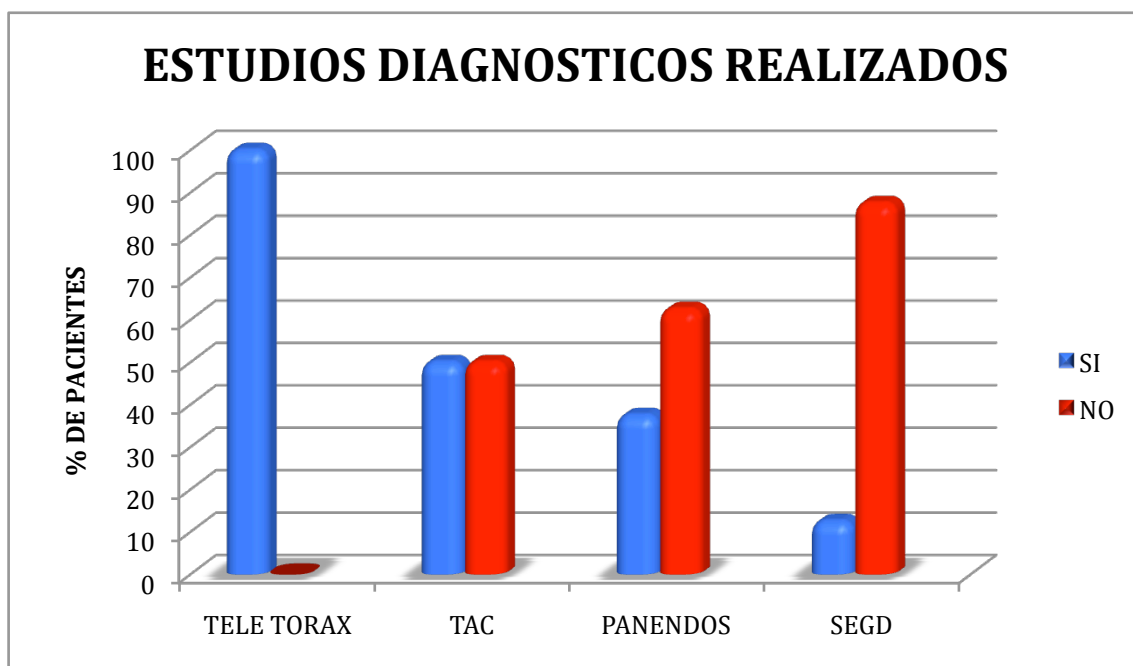


Finalmente, con respecto a la pérdida ponderal, únicamente un paciente (12.5%) de los estudiados presentó dicha sintomatología.



Posteriormente, y como parte del protocolo diagnóstico de cada paciente, se analizó la realización de estudios de gabinete entre los cuales reportamos radiografía PA de tórax (tele de tórax), serie esofagogastroduodenal (SEGD), panendoscopia y tomografía axial computarizada de tórax (TAC).

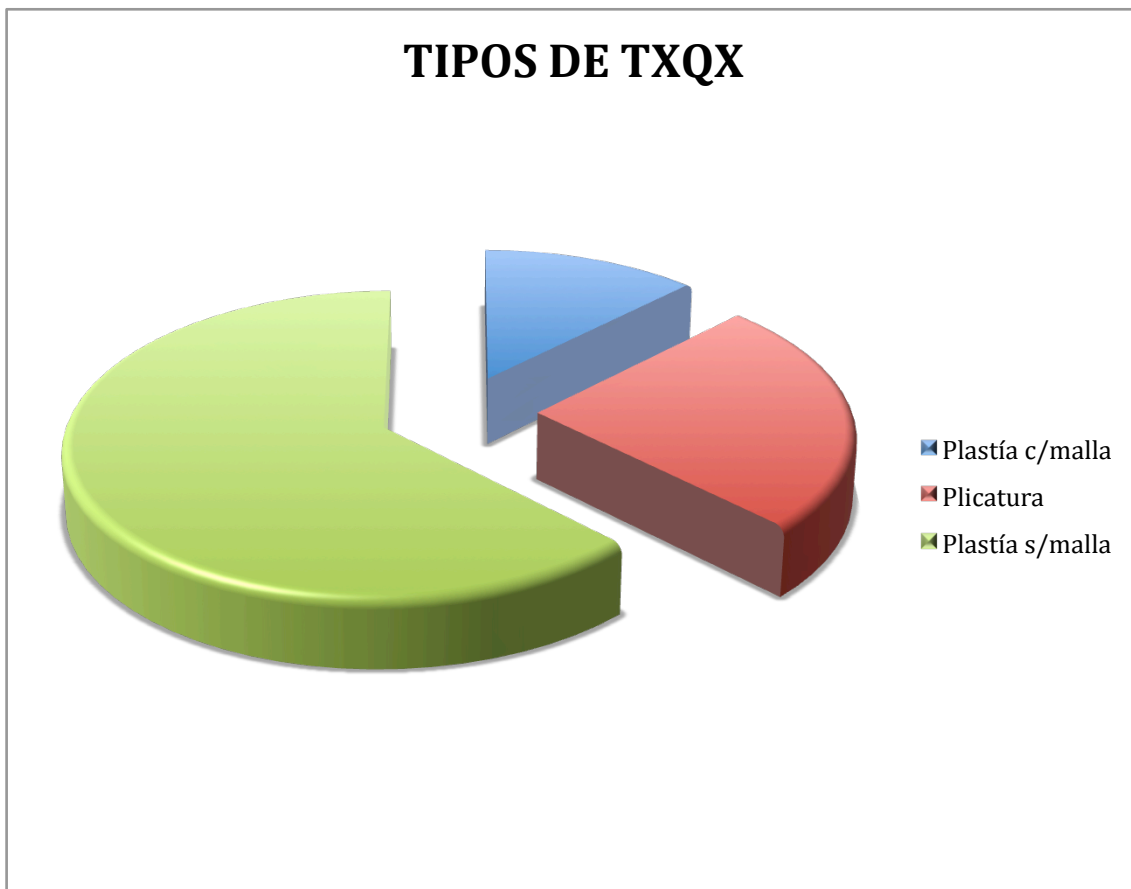
La radiografía de tórax (tele de tórax) se realizó en todos los pacientes (100%), la TAC se realizó en 4 pacientes (50%), la panendoscopia en tres pacientes (37.5%) y la SEGD únicamente en un paciente (12.5%).



## TRATAMIENTO.

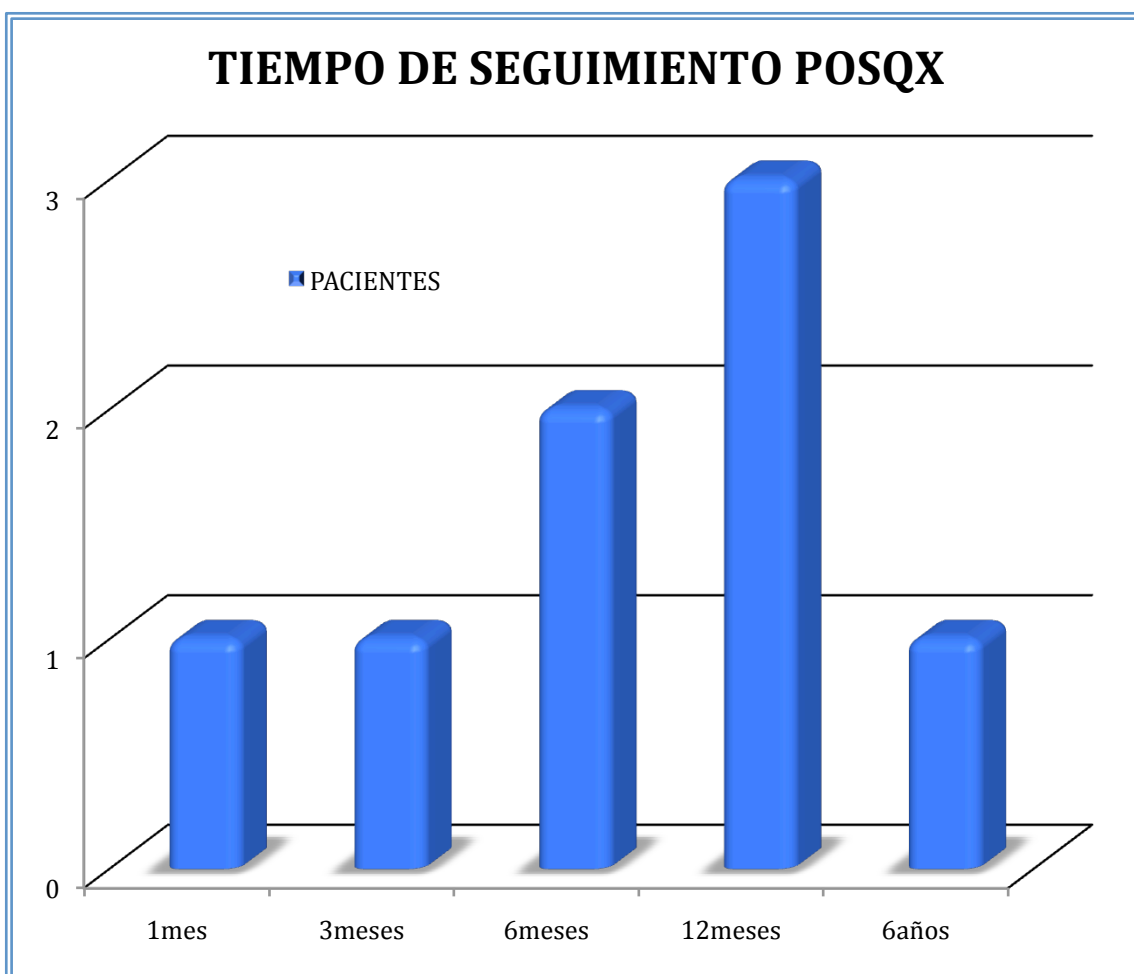
El tratamiento de los pacientes con diagnóstico de hernia diafragmática se basó en el criterio quirúrgico del cirujano, se consideraron tres modalidades terapéuticas desde el punto de vista quirúrgico: 1. Plastía diafragmática con malla, 2. Plastía diafragmática sin malla y 3. Plicatura diafragmática.

El procedimiento más frecuentemente realizado fue la plastía diafragmática sin malla, con un total de 5 pacientes (62.5%) sometidos a dicho procedimiento; a 2 pacientes (25%) se les realizó la plicatura diafragmática y solamente a un paciente (12.5%) se le realizó plastía diafragmática con malla.



A todos los pacientes se les dio seguimiento en la consulta externa de nuestro hospital, la cual varió desde un periodo de un mes hasta seis años.

Solamente un paciente (12.5%) fue seguido por un mes, otro paciente (12.5%) tres meses, tres pacientes (37.5%) durante 6 meses, tres pacientes (37.5%) durante 12 meses y uno (12.5%) durante 6 años, con tiempo promedio de 12.75 meses.



Como complicaciones secundarias a la realización de los diversos procedimientos se reportaron en el caso de dos pacientes (25%) neumonía catalogada como nosocomial, las cuales se resolvieron satisfactoriamente y sin generar mortalidad.

En los seis pacientes restantes (75%) no se reportaron otras complicaciones.

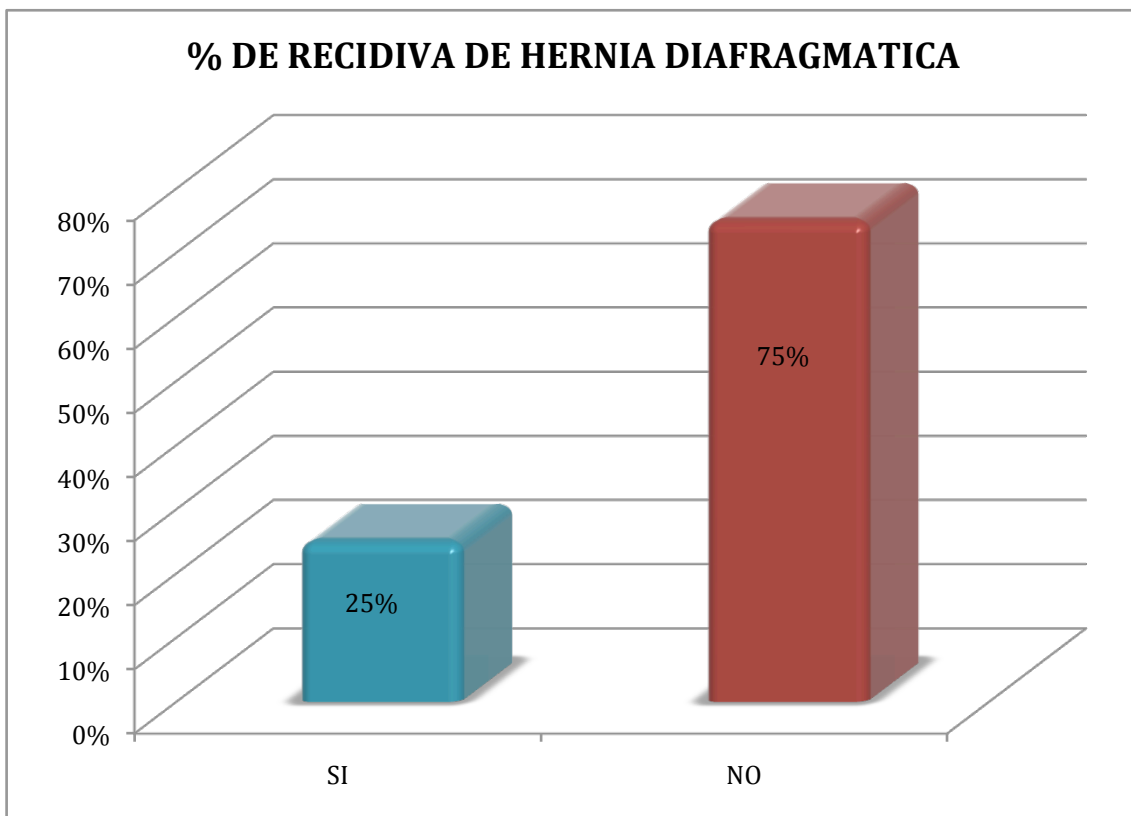


## COMPLICACIONES POSQX



Finalmente y de acuerdo al periodo de seguimiento, se detectaron dos casos (25%) de recidiva, de los cuales un paciente fue reintervenido en una ocasión y el otro paciente en dos.

## % DE RECIDIVA DE HERNIA DIAFRAGMATICA



## **DISCUSIÓN.**

Las hernias diafragmáticas son alteraciones estructurales complejas, poco frecuentes en sus diferentes variedades; en la población estudiada correspondiente al Centro Médico Nacional Siglo XXI, servicio de Gastrocirugía llama la atención la proporción hombre:mujer, pues la totalidad de los pacientes estudiados son hombres, lo cual difiere sensiblemente de la proporción que la literatura menciona aproximada de hombre 3:2 mujer.

Con respecto a la edad de presentación se detectó un amplio rango de edad, siendo el paciente mas joven de 27 años, y el mayor de 69 años de edad, con una media de 53.3 años, lo cual se puede explicar con la etiología de las hernias en estos pacientes.

En el apartado de las comorbilidades incluidas en el estudio, a pesar del amplio rango de edades, ninguno de nuestros pacientes presentó Diabetes Mellitus, Hipertensión Arterial Sistémica ni neumopatías. Es interesante que en tres pacientes se detectó el antecedente de accidentes de tránsito, particularizando 2 atropellamientos y un choque, como se había mencionado previamente podría ser la causa de la hernia diafragmática.

El sitio anatómico afectado fue predominantemente el hemidiafragma izquierdo con 62.5% de los pacientes, que va de acuerdo a la literatura con una variación mínima.

En la sintomatología asociada al padecimiento predominó el dolor retroesternal, seguido de la dificultad respiratoria y en menor grado la intolerancia a la VO así como la pérdida ponderal, lo cual concuerda con la literatura y es secundaria a las alteraciones anatómicas que se producen al encontrarse en la cavidad torácica vísceras abdominales.

Otra sintomatología reportada fue la hemorragia de tubo digestivo en un paciente y tos con hemoptisis en otro, nuevamente sintomatología secundaria a la hernia diafragmática.

Con respecto al protocolo diagnóstico fue inconstante y en la mayoría de los pacientes aparentemente incompleto, ya que la tele de tórax se realizó a todos los pacientes pero los

otros estudios de gabinete a menos de la mitad del grupo estudiado. Esto puede explicarse al considerar que la tele de tórax resulta un estudio sencillo, rápido, económico, de fácil acceso y con elevado valor diagnóstico, por lo cual se reserva la realización de otros estudios para pacientes con defectos complejos y masivos.

En cuanto a la modalidad terapéutica de la hernia diafragmática predominó la realización de la plastía diafragmática sin malla, seguida de la plicatura diafragmática y en menor medida la plastía con malla. Dichas modalidades se eligieron de acuerdo al criterio del cirujano, tal como la literatura lo asienta.

Posteriormente el tiempo de seguimiento varió ampliamente, desde 1 mes hasta un año, con un tiempo promedio de 12.75 meses. En dicho periodo se detectaron únicamente la recidiva de dos casos lo cual corresponde al 25%, en la literatura existe amplia variación en este apartado, la cual depende del centro medico, etiología, grupo etáreo, etc.

La complicación asociada a la realización del procedimiento quirúrgico fue únicamente la neumonía en dos pacientes (25%), lo cual es esperado y se explica por la manipulación del parénquima pulmonar así como por la alteración de la mecánica ventilatoria, sin embargo gracias al adecuado manejo posoperatorio no hubo secuelas ni consecuencias letales, pues no hubo mortalidad secundaria.

Finalmente y considerando el tiempo de seguimiento posoperatorio, se detectaron dos casos (25%) de recidiva, casos en los que el defecto diafragmático fue grande de los cuales en uno se utilizó inicialmente malla y requirió una nueva cirugía para reparar de forma definitiva el defecto. El otro caso inicialmente se manejó sin malla, requirió dos reintervenciones con colocación de malla para reparar satisfactoriamente la hernia.

## **CONCLUSIONES.**

Las hernias diafragmáticas son entidades complejas por las características anatómicas del diafragma, su importante función como barrera y en la mecánica ventilatoria. Cuando se presentan en la edad adulta tienen en su mayoría pocas complicaciones y excelente pronóstico pues se tratan principalmente de forma electiva; sin embargo en casos de urgencia el pronóstico varía considerablemente y se empobrece.

Su recidiva es baja y continúa en descenso gracias a la modificación de las técnicas quirúrgicas, así como por la utilización de materiales prostéticos más seguros y efectivos.

El cirujano debe conocer y estar familiarizado con una variedad de métodos para el manejo de las hernias diafragmáticas.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Fischer, Josef E. *Mastery of Surgery*, 5<sup>th</sup> Edition, 2007. Lippincott Williams & Wilkins.
2. Townsend C. *Sabiston Textbook of Surgery*, 17<sup>th</sup>. Ed. Saunders, 2004. Vol. 2
3. Schwartz, *Principios de Cirugía*: Editorial McGraw Hill Interamericana 8a. Ed. 2006. Vol. 2
4. JP Favre, P. Favoulet, N. Cheynel, L. Benoit. Tratamiento quirúrgico de las eventraciones diafragmáticas. EMC Elsevier SAS 2005.
5. JP Favre, O Hagry, N Cheynel. Tratamiento quirúrgico de las hernias diafragmáticas raras. EMC Elsevier SAS 2005.
6. Keith A. The nature of the mammalian diaphragm and pleural cavities. *J Anat Physiol* 1905;39:243–84.
7. Gibbons A. Lung fossils suggest dinos breathed in cold blood. *Science* 1997; 278:1229–30.
8. Schumpelick V, Steinau G, Schlu"per I, et al. Surgical embryology and anatomy of the diaphragm with surgical applications [review]. *Surg Clin North Am* 2000; 80(1):213–39, xi.
9. Anraku M, Shargall Y. Surgical conditions of the diaphragm: anatomy and physiology [review]. *Thorac Surg Clin* 2009;19(4):419–29, v.
10. Kolar P, Neuwirth J, Sanda J. Analysis of diaphragm movement during tidal breathing and during its activation while breath holding using MRI synchronized with spirometry. *Physiol Res* 2009;58:383–92.
11. Palanivelu C, Rangarajan M, Rajapandian S, et al. Laparoscopic repair of adult diaphragmatic hernias and eventration with primary sutured closure and prosthetic reinforcement: a retrospective study. *Surg Endosc* 2009;23(5):978–85.
12. Mirvis SE, Shanmuganathan K. Imaging hemidiaphragmatic injury. *Eur Radiol* 2007;17(6):1411–21.
13. Kim SH, Na S, Choi JS, et al. An evaluation of diaphragmatic movement by M-mode sonography as a predictor of pulmonary dysfunction after upper abdominal surgery. *Anesth Analg* 2010;110(5): 1349–54.
14. Tarver RD, Conces DJ Jr, Cory DA, et al. Imaging the diaphragm and its disorders. *J Thorac Imaging* 1989;4(1):1–18.
15. Roberts HC. Imaging the diaphragm. *Thorac Surg Clin* 2009;19(4):431–50.
16. Luo YM, Polkey MI. Diaphragm EMG measured by cervical magnetic and electrical phrenic nerve stimulation. *J Appl Physiol* 1998;85(6):2089–99.

17. Nasr A, Fecteau A. Foramen of Morgagni hernia: presentation and treatment [review]. *Thorac Surg Clin* 2009;19(4):463–8.
18. Comstock C, Bronsteen RA, Whitten A, et al. Paradoxical motion: a useful tool in the prenatal diagnosis of congenital diaphragmatic hernias and eventrations. *J Ultrasound Med* 2009;28(10):1365–7.
19. Schumacher L, Gilbert S. Congenital diaphragmatic hernia in the adult [review]. *Thorac Surg Clin* 2009;19(4):469–72.
20. Pober BR, Russell MK, Ackerman KG. Congenital diaphragmatic hernia overview [internet]. In: Pagon RA, Bird TC, Dolan CR, et al, editors. *GeneReviews*. Seattle (WA): University of Washington, Seattle; 1993–2006. p. 469–72.
21. Danielson PD, Chandler NM. Single-port laparoscopic repair of a Morgagni diaphragmatic hernia in a pediatric patient: advancement in single-port technology allows effective intracorporeal suturing. *J Pediatr Surg* 2010;45(3):E21–4.
22. Centers for Disease Control and Prevention. Hospital stays, hospital charges, and in-hospital deaths among infants with selected birth defects—United States, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly* 2007;56(2):25–9.
23. Hekmatnia A, McHugh K. Congenital diaphragmatic hernia. Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/407519-overview>. Accessed February 8, 2007.
24. Keijzer R, Puri P. Congenital diaphragmatic hernia. *Semin Pediatr Surg* 2010; 19(3):180–5.
25. Yang JL. Left diaphragmatic eventration diagnosed as congenital diaphragmatic hernia by prenatal sonography. *J Clin Ultrasound* 2003;31(4):214–7.
26. Chao PH, Huang CB, Liu CA, et al. Congenital diaphragmatic hernia in the neonatal period: review of 21 years' experience. *Pediatr Neonatol* 2010;51(2): 97–102.
27. Lau C, Myers B. The diaphragm. In: *General thoracic surgery*. p. 232.
28. Hartnett KS. Congenital diaphragmatic hernia: advanced physiology and care concepts [review]. *Adv Neonatal Care* 2008;8(2):107–15.
29. Turhan K, Makay O, Cakan A, et al. Traumatic diaphragmatic rupture: look to see. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;33(6):1082–5.
30. Cameron JL. Diaphragmatic injury. In: *Current surgical therapy*. 9th edition. Philadelphia: Mosby-Elsevier; 2008. p. 975–87.
31. Hamoudi D, Bouderkha MA, Benissa N, et al. Diaphragmatic rupture during labor. *Int J Obstet Anesth* 2004;13(4):284–6.

32. Hayden JD, Davies JB, Martin IG. Diaphragmatic rupture resulting from gastrointestinal barotrauma in a scuba diver. *Br J Sports Med* 1998;32(1):75–6.
33. Groth SS, Andrade RS. Diaphragmatic eventration. *Thorac Surg Clin* 2009;19(4): 511–9 [review].
34. Groth SS, Andrade RS. Diaphragm plication for eventration or paralysis: a review of the literature. *Ann Thorac Surg* 2010;89(6):S2146–50.
35. Schwartz MZ, Filler RM. Plication of the diaphragm for symptomatic phrenic nerve paralysis. *J Pediatr Surg* 1978;13:259–63.
36. Higgs SM, Hussain A, Jackson M, et al. Long term results of diaphragmatic plication for unilateral diaphragm paralysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21(2): 294–7.
37. Freeman RK, Wozniak TC. Functional and physiologic result of video-assisted thoracoscopic diaphragm plication in adult patients with unilateral diaphragm paralysis. *Ann Thorac Surg* 2006;81:1853–7.
38. Mouroux J, Padovani B, Poirier NC, et al. Technique for the repair of diaphragmatic eventration. *Ann Thorac Surg* 1996;62(3):905–7.
39. Groth SS, Rueth NM, Kast T, et al. Laparoscopic diaphragmatic plication for diaphragmatic paralysis and eventration: an objective evaluation of short-term and midterm results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139(6):1452–6.