



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:**

**CIRUGÍA PEDIÁTRICA**

**“FRECUENCIA Y EVOLUCIÓN DE PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA EN PACIENTES CON  
CIRUGÍA CARDIOVASCULAR”**

PRESENTA:

**DR. ARTURO JAVIER CAVAZOS CASTRO**

TUTOR:

**DR. SILVIO CARMONA LIBRADO**



**ASESOR METODOLÓGICO  
DR. OSCAR ALBERTO PÉREZ GONZÁLEZ**

CIUDAD DE MEXICO.

2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

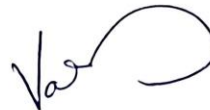
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

**FRECUENCIA Y EVOLUCIÓN DE PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA EN  
PACIENTES CON CIRUGÍA CARDIOVASCULAR**



**DR. LUIS XOCHIHUA DÍAZ  
DIRECTOR DE ENSEÑANZA**



**DRA. VALENTINA VEGA RANGEL  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO**



**DR. JOSE ASZ SIGALL  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO**



**DR. SILVIO CARMONA LIBRADO  
TUTOR**



**DR OSCAR ALBERTO PEREZ GONZALEZ  
ASESOR METODOLÓGICO**

Título de tesis	FRECUENCIA Y EVOLUCIÓN DE PARÁLISIS DIAFRAGMÁTICA EN PACIENTES CON CIRUGÍA CARDIOVASCULAR
Autor y tutor	Dr. Arturo Javier Cavazos Castro / Dr. Silvio Carmona Librado
Introducción	La parálisis diafragmática es una causa poco común de dificultad respiratoria en pediatría, teniendo gran variabilidad en la clínica desde dificultad respiratoria leve a requerir ventilación mecánica invasiva. Es una complicación poco frecuente en cirugía cardiovascular muy importante resultando en la insuficiencia respiratoria, infecciones, prolongación de intubación, hospitalización o inclusive la muerte. El diagnóstico temprano y tratamiento permiten una adecuada evolución y pronóstico en estos pacientes.
Planteamiento del problema	La parálisis diafragmática es una patología con alta morbilidad, incrementando el requerimiento de oxígeno suplementario, ventilación mecánica invasiva, tiempo hospitalario e infecciones. La cirugía cardiovascular es la causa más frecuente e importante al ser secundaria a un procedimiento quirúrgico. En México no se han publicado estudios con respecto a la frecuencia de esta enfermedad, así como su tratamiento y evolución en la población pediátrica.
Justificación	El Instituto Nacional de Pediatría es un centro de referencia en la cirugía cardiovascular pediátrica, realizando más de cien procedimientos al año. Durante estos procedimientos existe riesgo de presentar una lesión del nervio frénico, ocasionando una parálisis diafragmática. El obtener esta información permitiría conocer los procedimientos cardiovasculares más asociados a esta patología que nos permitirían buscar de manera más temprana este padecimiento en el periodo postquirúrgico temprano.
Objetivo general y específicos	<p>Objetivo general</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir la frecuencia de parálisis diafragmática en pacientes pediátricos con antecedente de cirugía cardiorácica en el Instituto Nacional de Pediatría en los años 2010 a 2022.</li> </ul> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el tiempo de estancia en terapia intensiva y ventilación mecánica en pacientes que ameritaron manejo quirúrgico o conservador</li> <li>• Describir las indicaciones por las cuales los pacientes ameritaron plicatura diafragmática</li> <li>• Reportar el tiempo entre la sospecha y el diagnóstico de parálisis diafragmática</li> </ul>
Tipo de estudio	Observacional, descriptivo, retrospectivo y transversal.
Descripción del estudio	Se revisarán los expedientes de los pacientes a los cuales se les realizó algún procedimiento quirúrgico cardiovascular entre los años 2010 a 2022. Se tomarán aquellos pacientes que se les diagnosticó parálisis diafragmática y se recabaran los datos sobre cómo fue sospechada, diagnosticada, tratada y su evolución posterior a su corrección.
Criterios de selección	Todo paciente con diagnóstico de cardiopatía congénita que presentó parálisis diafragmática posterior a un procedimiento quirúrgico realizado entre los años 2010 y 2022 en el Instituto Nacional de Pediatría
Criterios de Exclusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paciente con patologías diafragmáticas previas</li> <li>• Expedientes de pacientes con información incompleta</li> <li>• Pacientes que se les realizó un procedimiento quirúrgico fuera de esta institución</li> </ul>
Análisis estadístico	Con la obtención de las variables del interés para el estudio, se recabarán los resultados en una base de datos, la cual se exportará al programa estadístico SPSS v21 con el cual se llevará a cabo el análisis descriptivo de dichas variables. Estos resultados se presentarán en múltiples cuadros y gráficas. Describiremos variables cualitativas con razones y proporciones, mientras que las variables cuantitativas utilizaremos medidas de resumen y dispersión.

## 1. MARCO TEÓRICO

La parálisis diafragmática es una causa poco común de dificultad respiratoria en pediatría, teniendo gran variabilidad en la clínica desde dificultad respiratoria leve a requerir ventilación mecánica invasiva<sup>1</sup>. Es una complicación importante resultando en la insuficiencia respiratoria, infecciones, prolongación de intubación, hospitalización o inclusive la muerte<sup>2</sup>.

El diafragma es un músculo en forma de domo que separa la cavidad abdominal de la torácica, siendo el principal músculo responsable de la inspiración. Es una estructura músculo tendinosa encargada de separar la cavidad abdominal de la torácica, tiene una fijación posterior más inferior que la porción anterior. El hemidiafragma derecho suele encontrarse en una porción superior en comparación al hemidiafragma izquierdo. Tiene una porción muscular que se compone de tres partes. La parte esternal consiste en dos fibras musculares que se originan desde la porción posterior del apéndice xifoides. La parte costal que consiste en dos fibras que se originan de las seis costillas inferiores. La parte lumbar se origina de las vértebras lumbares, incluyendo las dos cruras y el ligamento arcuato. La irrigación diafragmática está dada a partir de las arterias frénicas y las ramas musculofrénicas y pericardiofrénicas de la rama torácica interna. Es inervado a partir de los nervios frénicos izquierdo y derecho los cuales derivan del plexo cervical<sup>3,4,5</sup>.

Los nervios frénicos se originan a partir de las ramas ventrales de las raíces cervicales de C3-5. A nivel del cuello se encuentran en la fascia prevertebral en la superficie anterior del escaleno anterior. Dichos nervios entran a la cavidad torácica a través de la apertura torácica superior anterior entre los vasos subclavios, medial a los vasos torácicos internos. El nervio frénico derecho desciende lateral a la vena cava superior, aurícula y ventrículo derechos y vena cava inferior para luego introducirse a través del foramen de la vena cava inferior en el diafragma. Mientras que el nervio frénico izquierdo desciende lateral a la arteria subclavia, arco aórtico, aurícula y ventrículo izquierdo. Los nervios se dividen al final en dos ramas las cuales penetran el diafragma. El trayecto y longitud de estos nervios los predispone a lesiones durante el nacimiento, cirugías cardiorácicas o traumatismos<sup>3,4</sup>.

La porción muscular del diafragma funciona de manera más eficiente si se estira de manera óptima. Esta longitud se relaciona con la capacidad residual funcional pulmonar mientras que el pulmón adopta una posición en forma de domo. Al inspirar el diafragma desciende hacia la cavidad abdominal. Si el diafragma se encuentra paralizado, este se eventrará hacia el tórax, limitando la expansión pulmonar, esta eventración se conoce como movimiento paradójico<sup>6</sup>. Cuando existe parálisis diafragmática, otros músculos accesorios como los intercostales externos, escalenos y esternocleidomastoideo ayudan a la inspiración, sin embargo, en pacientes pediátricos dichos músculos no tienen un tamaño y fuerza suficiente para cumplir las demandas respiratorias<sup>6</sup>.

No existen guías para el manejo de parálisis diafragmática en niños, normalmente en los casos leves se puede resolver de manera espontánea, mientras que la mayoría de los casos graves ameritan realizar una plicatura diafragmática<sup>1</sup>.

### Etiología

La parálisis diafragmática puede ser unilateral o bilateral. Su etiología suele ser variable y puede clasificarse dentro de cinco categorías<sup>3</sup>:

1. Traumática

2. Compresión
3. Inflamatoria
4. Neuropática
5. Idiopática

Las causas traumáticas incluyen las cirugías cardíacas, torácicas, esofágicas y procedimientos mediastinales <sup>3</sup>. La parálisis diafragmática es una complicación poco común de las cirugías cardiotorácicas con una prevalencia entre el 0.3-12%, la incidencia es muy variable en los estudios, identificando mayor número de casos en estudios prospectivos al tener mayor vigilancia y seguimiento a los pacientes. Dicha parálisis es consecuencia de la disección, contusión, estiramiento o lesión térmica durante la cirugía <sup>1</sup>.

Los procedimientos quirúrgicos más asociados a esta patología son aquellos en los que se genera un cortocircuito venoso o arterial. La corrección de tetralogía de Fallot, la fístula de Blalock-Taussig, corrección de comunicación interventricular y corrección de trasposición de grandes vasos son los procedimientos quirúrgicos que más se asocian a este padecimiento. Suele ser más común la afección del hemidiafragma izquierdo en este tipo de procedimientos. De igual forma aquellos pacientes que ameritan una reintervención tienen mayor riesgo de parálisis al presentar adherencias y tejido fibrótico alrededor del nervio frénico y este puede ser lesionado <sup>3</sup>. Durante las cirugías la lesión del nervio frénico es secundaria a una tracción, aplicación de soluciones frías o calor por el cauterio, causando una neuropraxia y no una sección total del nervio <sup>7</sup>.

El trauma obstétrico es la segunda causa de parálisis diafragmática, la cual tiene una incidencia de 1 de cada 0.5-2/1000 recién nacidos vivos <sup>1</sup>. Existen alrededor de cien casos reportados en la literatura, con la mayor serie de 18 casos <sup>13</sup>. Suele presentarse en pacientes con nacimiento en presentación pélvica, distocia de hombros, macrosómicos y aquellos que ameritaron extracción con fórceps. Durante el nacimiento existe una hiperextensión o lesión en el plexo braquial. La lesión de Erb es la más común, afectando el plexo superior (C5-6), causando parálisis diafragmática en un 2 al 5%. De estos, alrededor de un 60-90% recuperan la movilidad de manera espontánea. Las fracturas óseas se presentan en el 10% de los traumatismos obstétricos. El hemidiafragma derecho suele ser el más afectado <sup>1,8,9</sup>.

La parálisis también puede deberse a una lesión de la columna vertebral. La manipulación quirúrgica, los traumatismos contusos y penetrantes de cuello y tórax con lesiones a nivel superior de C3-5. Otros procedimientos como la colocación de sellos pleurales o catéter venoso central yugular y subclavio suelen involucrar lesión de los nervios frénicos y generar esta enfermedad <sup>3</sup>.

La osteoartritis cervical puede generar compresión de las raíces cervicales y afectar los nervios frénicos. De igual forma las tumoraciones bronquiales y mediastinales llegan a comprimir el nervio frénico hasta en un 5%. Otras causas de compresión incluyen los aneurismas aórticos y la enfermedad de Von Recklinghausen <sup>3</sup>. Los procesos inflamatorios como son las vasculitis, neumonías, herpes zoster, neuropatía diabética, esclerosis múltiple, polimiositis, neuropatía desmielinizante son otras etiologías que generan la parálisis del diafragma <sup>3</sup>.

### Manifestaciones Clínicas

Las manifestaciones clínicas de la parálisis diafragmática suelen ser muy variables, dependen de la rapidez de aparición, involucro unilateral o bilateral y la presencia de comorbilidades <sup>3</sup>.

Los pacientes presentan síntomas de dificultad respiratoria no específicos con taquipnea, respiración paradójica, cianosis, tiraje intercostal, retracción supraesternal, dolor torácico, disnea. Algunas manifestaciones pueden ser la incapacidad para la alimentación, vómito o reflujo gastroesofágico<sup>1</sup>. La parálisis bilateral suele presentarse con datos de dificultad respiratoria severa, ortopnea e insuficiencia respiratoria, requiriendo ventilación invasiva en la mayoría de los casos<sup>3</sup>.

Los pacientes pediátricos suelen afectarse más en comparación con los adultos y presentan mayor dificultad respiratoria a menor edad<sup>3</sup>. Esto es secundario a varios factores entre ellos una menor contribución por parte de los músculos intercostales para apoyar la ventilación, un mediastino extremadamente móvil y mayor complianza de la pared torácica<sup>8</sup>. De igual forma en los primeros meses de vida son incapaces de sentarse y suelen estar acostados, disminuyendo la capacidad vital por compresión de las asas intestinales y favoreciendo la retención de secreciones en los bronquios. Estos factores disminuyen la capacidad residual funcional pulmonar y disminuyen el volumen favoreciendo generando atelectasias, neumonías y falla a la extubación<sup>2,3</sup>.

La respiración asimétrica es sugestiva durante la exploración física. Existe matidez a la percusión en la porción inferior del tórax afectado, puede evidenciarse movimiento paradójico en casos de afección bilateral<sup>1</sup>.

La parálisis diafragmática debe sospecharse en aquel paciente que persista con dificultad respiratoria o imposibilidad para extubarse sin una causa cardíaca o infecciosa<sup>2</sup>.

## DIAGNÓSTICO

La radiografía de tórax es el primer estudio de gabinete que se realiza ante la sospecha de parálisis diafragmática. Suele presentarse con elevación del hemidiafragma afectado. Se considera una elevación significativa a aquella que presente el hemidiafragma derecho con dos espacios intercostales superior al izquierdo o cuando el izquierdo este un espacio intercostal arriba del derecho<sup>1</sup>. En el caso de parálisis bilateral se evidenciarán ambos diafragmas elevados con disminución del tamaño pulmonar y los ángulos costofrénicos y costovertebrales angostos. A pesar de su gran utilidad, se requiere de un estudio confirmatorio con ultrasonido, fluoroscopia o electromiografía<sup>1,2,6</sup>.

La fluoroscopia y el ultrasonido dan información dinámica sobre el movimiento del diafragma, identificando ausencia de movimiento o hipocinesia, así como movimiento paradójico (durante la inspiración se crea una impresión de elevación del diafragma)<sup>1</sup>. Ambos requieren de ventilación espontánea y del retiro de ventilación mecánica invasiva o presión positiva para valorar la movilidad diafragmática<sup>10</sup>.

La fluoroscopia es considerada el estándar de oro para confirmar el diagnóstico, permitiendo dar información en tiempo real de la movilidad del diafragma, suele apreciarse mejor en una proyección lateral, logrando ver los dos hemidiafragmas de manera simultánea. El hemidiafragma afectado presenta movimiento paradójico cefálico durante la inspiración. Este estudio tiene mejor sensibilidad y especificidad si el paciente coopera y realiza una inspiración profunda<sup>1,6</sup>. El examen consta de visualización y grabación de dos a cinco respiraciones normales, posteriormente dos a cinco espiraciones profundas y dos a cinco inspiraciones profundas o intentando olfatear, realizados tanto en una visión anteroposterior como lateral<sup>6</sup>.

La sensibilidad de este estudio puede ser tan alta como un 95% sin embargo, no permite confirmar el diagnóstico en el caso de una parálisis bilateral<sup>8</sup>. Suele presentar falsos negativos en pacientes bajo ventilación mecánica invasiva por la presión positiva al final de la espiración que suele aplanar los diafragmas. La exposición a radiación y movilización del paciente son factores que limitan su uso<sup>8</sup>.

El ultrasonido es una herramienta para valorar la movilidad diafragmática al igual que la fluoroscopia. No emite radiación, puede realizarse a lado de la cama del paciente, permite realizar grabaciones para comparación durante el seguimiento y puede diagnosticar una parálisis bilateral<sup>1</sup>. Normalmente los hemidiafragmas se mueven de manera caudal con la inspiración, suele ser ligeramente mayor el movimiento en el lado izquierdo<sup>9,19</sup>. Suelen utilizarse dos ventanas para este estudio. Una vista transversal, colocando el transductor en el área subxifoidea con la marca apuntando a las 3 del reloj y una vista sagital, colocando el transductor en la línea axilar posterior con la marca apuntando a las 12 del reloj<sup>7</sup>. Existen mediciones del grosor de ambos hemidiafragmas de acuerdo al peso y edad de los pacientes<sup>19</sup>.

La movilidad diafragmática se puede clasificar como normal o patológica (parética, acinética, paradójica). Se considera movimiento normal del diafragma cuando se moviliza más de 4 mm durante la inspiración y la diferencia entre ambos es menor del 50%. Un movimiento parético es aquel con una amplitud menor de 4 mm y una diferencia de 50% entre ambos lados. El diafragma acinético es aquel sin movimiento del mismo. Mientras que el movimiento paradójico se evidencia el diafragma alejándose del transductor durante la inspiración. Un diafragma paralizado no presentara movimiento o incluso presentara un movimiento craneal el cual es conocido como movimiento paradójico<sup>7</sup>.

Existe dificultad para determinar la movilidad de algunos sitios del diafragma. Sin embargo, suele visualizarse en la zona de unión con la caja torácica en lugar del domo. La zona de aposición es el área de la pared torácica donde el contenido abdominal colinda con la caja torácica inferior. En el lado derecho el diafragma se encuentra con el hígado y permite visualizar adecuadamente la pleura, diafragma y peritoneo<sup>8</sup>.

De igual forma el ultrasonido se puede utilizar para medir los cambios en el grosor durante la inspiración. Suele realizarse entre la séptima y noveno espacio intercostal en línea axilar media, teniendo como puntos de medición la inspiración y el final de espiración. El engrosamiento del diafragma durante la inspiración es consistente con una contracción y acortamiento muscular. En aquellos con parálisis se evidenciará que el diafragma no presentará engrosamiento durante la inspiración<sup>6</sup>.

Existen estudios que han demostrado la utilidad del ultrasonido el cual fue realizado por intensivistas cardiovasculares posterior a una cirugía, presentando una sensibilidad del 92% y especificidad del 95%, reconociendo esta herramienta como un estudio válido para el diagnóstico de la parálisis diafragmática, presentando mejor sensibilidad y especificidad que la fluoroscopia<sup>7,10,11</sup>. En el caso de pacientes bajo ventilación mecánica invasiva, se ha encontrado utilidad en el uso de ultrasonido para detección de atrofia diafragmática la cual se ha asociado a la ventilación mecánica invasiva prolongada y uso de relajantes musculares<sup>13</sup>.

Realizar este estudio en la cama del paciente permite disminuir el tiempo entre la sospecha clínica y la confirmación diagnóstica, realizando una intervención temprana en caso de requerirla.



La estimulación transcutánea y electromiografía permiten estudiar la respuesta motora y conducción del nervio. Dichos resultados se comparan con el hemidiafragma sano. Suele realizarse en pacientes bajo ventilación mecánica invasiva<sup>1</sup>. Se colocan electrodos cutáneos entre la séptima y novena costilla en la línea axilar anterior. De igual forma puede valorarse con electrodos esofágicos<sup>3</sup>.

La estimulación del nervio frénico puede ser difícil de identificar de manera selectiva, intentando evitar la estimulación del plexo braquial la cual suele ser dolorosa. Se mide la conducción del nervio frénico desde el inicio del estímulo a la movilización del diafragma la cual se mide con electrodos de electromiografía<sup>6</sup>. Tiempos menores a 7.5 ms se consideran normales en niños, sin embargo, los pacientes menores de un año pueden presentar tiempos prolongados secundario a un nervio inmaduro por mielinización incompleta.

Los potenciales de acción diafragmáticos a través de estimulación transcutánea del nervio frénico pueden utilizarse como herramienta pronóstica para diferenciar a aquellos con latencia prolongada (neurapraxia con alto riesgo de recuperación) a aquellos con ausencia de señal (axonotmesis)<sup>1</sup>.

Las pruebas de función respiratoria suelen mostrar un patrón restrictivo con un volumen espiratorio forzado menor del 70% del valor esperado para la edad en casos unilaterales y afección de hasta el 50% en afección bilateral, generando una disminución en la capacidad pulmonar y capacidad vital.<sup>3</sup>

La complicación a corto plazo de la parálisis diafragmática es la incapacidad para retirar al paciente de ventilación invasiva o no invasiva. La presencia de atelectasias o infecciones respiratorias recurrentes suelen ser complicaciones a mediano plazo. El incremento en el trabajo respiratorio incrementa los requerimientos energéticos responsables de falla de medro e hipoxia crónica<sup>1</sup>.

### Tratamiento

El tratamiento es basado en la severidad clínica y complicaciones. En los casos leves la vigilancia y manejo respiratorio de soporte puede ser suficiente mientras el nervio recupera su funcionalidad. Los casos severos ameritan tratamiento quirúrgico mediante la plicatura diafragmática. El tiempo ideal para realizar el procedimiento no esta establecido. Se ha visto que pacientes menores de un año suelen ameritar manejo quirúrgico, mientras que el tratamiento de un paciente mayor puede no requerirlo<sup>1</sup>.

El manejo conservador involucra el uso de oxígeno suplementario. El soporte ventilatorio es necesario en aquellos pacientes con dificultad respiratoria asociado a hipoxemia y falla de medro. Existe manejo no invasivo con CPAP y BiPAP que permiten evitar la ventilación mecánica invasiva. Suele dejarse bajo observación durante cuatro hasta seis semanas esperando la resolución espontánea<sup>1</sup>. Se ha visto que pacientes con CPAP que requieran FiO<sub>2</sub> menores al 40% suelen presentar adecuada respuesta a la plicatura diafragmática. Mientras aquellos que ameriten mayor oxigenación difícilmente se logra la extubación solo con la cirugía<sup>8</sup>.

### Plicatura Diafragmática

El objetivo de la plicatura diafragmática es generar un espacio físico para una adecuada expansión pulmonar, restaurando la posición normal, así como previniendo el movimiento paradójico del diafragma<sup>23</sup>.

Existe controversia en cuanto al momento óptimo para realizar la plicatura diafragmática. Mientras algunos autores recomiendan mantener bajo vigilancia durante 2-3 semanas, otros recomiendan el manejo quirúrgico temprano<sup>2</sup>. El uso de ventilación con presión positiva durante un mayor tiempo permite un tiempo de recuperación de la funcionalidad del diafragma, sin embargo, dicha recuperación es poco predecible, presentando mayores comorbilidades por la prolongada estancia hospitalaria<sup>12</sup>.

Se ha evidenciado que los pacientes que ameritan manejo quirúrgico suelen ser aquellos menores de seis meses, aquellos que ameritaron mayor tiempo de circulación extracorpórea transoperatoria y mayor tiempo de ventilación con presión positiva. La plicatura temprana en estos pacientes ha disminuido la estancia intrahospitalaria y en terapia intensiva, así como el tiempo de ventilación con presión positiva<sup>12</sup>.

Se considera una plicatura diafragmática temprana a aquel procedimiento realizado en los primeros treinta días posterior al diagnóstico y plicatura tardía a aquella que se efectúa posterior al mes<sup>12,14,15</sup>. La extubación posterior a la plicatura diafragmática se encuentra reportada entre los 2-5 días<sup>1</sup>.

Esta reportado que realizar una plicatura diafragmática temprana (<30 días posterior al diagnóstico) ha favorecido a una extubación más rápida, menor tiempo de estancia intrahospitalaria costos, comorbilidades y reingreso por dificultad respiratoria<sup>9,12,15,16,17</sup>.

Es necesario realizar una valoración multidisciplinaria para considerar si el procedimiento quirúrgico es el indicado para el paciente. Sin embargo, la plicatura suele ser una opción atractiva al tener buenas tasas de éxito, siendo un procedimiento curativo<sup>15</sup>.

Las indicaciones de plicatura diafragmática no están bien establecidas, pero se consideran la intubación recurrente, falla a la extubación en tres ocasiones, infecciones pulmonares recurrentes o persistencia de dificultad respiratoria. La dificultad respiratoria persistente se define por la persistencia de taquipnea, dependencia de oxígeno y retención de CO<sub>2</sub>, dicha insuficiencia respiratoria puede corroborarse por gasometría por la presencia de saturación de oxígeno <90%, pH <7.35, pCO<sub>2</sub> >45 mmHg<sup>2</sup>.

Esta cirugía consiste en aproximar el diafragma, la porción laxa central se dobla y se fija en una posición. Este procedimiento se puede realizar de manera abierta o laparoscópica y el abordaje puede ser torácico o abdominal. La idea es disminuir la compresión pulmonar e incrementar el volumen pulmonar, estabilizar la caja torácica y reforzar la acción de los músculos intercostales y abdominales<sup>1</sup>.

Tradicionalmente esta cirugía se llevaba a cabo a través de una toracotomía posterolateral, sin embargo, las múltiples complicaciones (asimetría, escoliosis, deformidad torácica, dolor) junto con el advenimiento de la cirugía de mínima invasión, se ha optado por la toracoscopia y laparoscopia<sup>15,22</sup>.

Cuando se opta por realizar un procedimiento de mínima invasión se recomienda toracoscopia en afección del lado derecho para evitar el hígado. En el caso contrario, se puede realizar tanto por toracoscopia como laparoscópico. Mientras que, si se decide un abordaje abierto, siempre se recomienda realizar una laparotomía<sup>8</sup>.

La cirugía de mínima invasión tiene muchas ventajas como realizar incisiones pequeñas, menor tiempo de recuperación y dolor, así como mejor precisión al realizar el procedimiento<sup>25</sup>. Sin

embargo, existen ciertas complicaciones y desventajas como los asociados al uso de CO<sub>2</sub> (hipoxia, hipercapnia e inestabilidad hemodinámica), así como mayor dificultad para la movilidad de instrumentos, poca comodidad al realizar el procedimiento y pérdida de la percepción<sup>18</sup>.

Aunque no se han realizado estudios comparativos entre la cirugía toracoscópica y laparoscópica, la cirugía torácica se ha reportado como la predilecta y prevalente<sup>20</sup>.

Las ventajas de la cirugía por toracoscopia son un espacio más amplio, no presenta interferencia con órganos abdominales, se obtiene una visualización directa del nervio frénico. Sin embargo, la cirugía laparoscópica se asocia a menor dolor intercostal, no existe necesidad de realizar ventilación selectiva y permite reparación bilateral del diafragma<sup>20</sup>.

Existen múltiples técnicas quirúrgicas para este procedimiento basadas en la colocación de puntos para favorecer e incrementar la tensión del diafragma, dividiéndose en cirugías con suturas separadas o surgete. Se han reportado estudios que comparan ambas técnicas presentando los mismos resultados en cuanto a éxito y duración del procedimiento<sup>23</sup>.

La técnica llamada "izar la vela" la cual consiste en plegar la porción superior del diafragma hacia el lado contralateral<sup>17</sup>. Posteriormente se colocan puntos de sutura interrumpidos, con material no absorbible para reforzar las zonas débiles. Tiene la ventaja que puede ir generando tensión de manera progresiva hasta obtener la tensión deseada. Dicha técnica se puede realizar tanto laparoscópica como toracoscópica<sup>18,19</sup>.

Otra técnica descrita "invaginar el domo diafragmático" trata plegando ambos lados del área débil del diafragma sobre la zona medial con puntos interrumpidos de sutura no absorbible. Esta técnica permite reforzar múltiples zonas, pero puede generar demasiada restricción de estiramiento del diafragma<sup>18</sup>.

El "plisado" consiste en plicar los sitios diafragmáticos débiles y laxos de manera metódica y progresiva, similar a un acordeón, permitiendo una intensidad moderada<sup>18</sup>.

Existe una técnica videoasistida que consiste en la inserción a través del tórax de una aguja sobre el diafragma plegándolo hasta lograr cierta tensión y posteriormente se pasa una sutura no absorbible a través de la aguja y se realiza un nudo extracorpóreo. Se repite este procedimiento de dos a cuatro veces hasta tener un grado de tensión deseada<sup>21</sup>.

La doble jareta. Consiste en elevar y detener el ápice diafragmático para detectar la porción más débil del diafragma. Posteriormente se coloca una jareta alrededor con una sutura no absorbible 2-0. Posteriormente se anuda la sutura y se coloca una nueva jareta en la circunferencia a 2 cm con la misma sutura<sup>24</sup>.

Todas estas técnicas se pueden realizar de manera torácica como abdominal en mínima invasión, se suele elegir dependiendo de la experiencia y habilidad el cirujano<sup>18</sup>.

Las técnicas quirúrgicas de la plicatura diafragmática han variado desde sus inicios en los años 1920. Bisgard imbrincó el diafragma con tres hileras de suturas consecutivas. Previamente Bishop y Koop resecaban la porción central del diafragma y afrontaban los bordes. Sethi crearon pliegues radiales en el diafragma, mientras que Stauffer y Rickham suturaban la porción anterior del diafragma a la caja torácica anterior. Schwartz y Filler describieron la técnica más comúnmente utilizada la cual consta de crear múltiples pliegues en el diafragma con suturas no

absorbibles. En algunas ocasiones amerita resección de una porción del diafragma, permitiendo su aplanamiento y posición fisiológica <sup>8</sup>.

## CUANDO REALIZAR EL PROCEDIMIENTO

Akay considera, que el momento óptimo no debe exceder a 10 días de pacientes posterior a la cirugía cardiotorácica. Mientras que Stramrood dice que antes de 20 días posterior a un trauma obstétrico. La plicatura temprana permite acortar el tiempo de invasión respiratoria. La extubación posterior a la plicatura diafragmática se encuentra reportada entre los 2-5 días<sup>1</sup>.

Tratamiento complementario

El colocar al paciente en decúbito lateral contralateral al lado afectado favorece la expansión pulmonar<sup>1</sup>

## Complicaciones

Las complicaciones más comunes aunadas a estos procedimientos son:

- Recurrencia de la eventración diafragmática suele asociarse a pacientes con desórdenes neuromusculares
- Perforación intestinal, más común en cirugía toracoscópica del lado izquierdo
- Persistencia de dificultad respiratoria suele ser secundario a patología del parénquima pulmonar<sup>8</sup>.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La parálisis diafragmática es una patología con alta morbilidad, incrementando el requerimiento de oxígeno suplementario, ventilación mecánica invasiva, tiempo hospitalario e infecciones. Existen una amplia variedad de patologías que ocasionan este padecimiento sin embargo la cirugía cardiovascular es la causa más frecuente e importante al ser secundaria a un procedimiento quirúrgico. En México no se han publicado estudios con respecto a la frecuencia de esta enfermedad, así como su tratamiento y evolución en la población pediátrica.

## **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la frecuencia y evolución de la parálisis diafragmática en pacientes pediátricos con antecedente de cirugía cardiovascular del Instituto Nacional de Pediatría del año 2010 al 2022?

## **4. JUSTIFICACIÓN**

La parálisis diafragmática es una patología poco común, pero con muchas complicaciones por su diagnóstico tardío. Existen múltiples causas que provocan este padecimiento en los pacientes pediátricos, siendo el más común secundario a una cirugía cardiovascular.

El Instituto Nacional de Pediatría es un centro de referencia en la cirugía cardiotorácica pediátrica en México, realizando más de cien procedimientos al año. Actualmente no se ha reportado la prevalencia y evolución de estos pacientes posterior a un procedimiento cardiovascular. Durante estos procedimientos se realizan ciertas maniobras como el uso de hipotermia y tiempo de bomba, así como el uso de cauterio por el cual existe el riesgo de presentar una lesión del nervio

frénico, ocasionando una parálisis diafragmática. Este estudio formaría una base para el desarrollo de nuevos estudios prospectivos que nos permitirían comparar los diversos tratamientos para mejorar la atención de los pacientes.

## **5. OBJETIVOS**

### **6. Objetivo general**

- Conocer la frecuencia y evolución de la parálisis diafragmática en pacientes pediátricos con antecedente de cirugía cardiotorácica en el Instituto Nacional de Pediatría en los años 2010 a 2022.

### **7. Objetivos específicos**

- Conocer el tiempo de estancia en terapia intensiva y ventilación mecánica en pacientes que ameritaron manejo quirúrgico o conservador
- Describir las indicaciones por las cuales los pacientes ameritaron plicatura diafragmática
- Conocer la técnica quirúrgica que se realizó para la plicatura diafragmática (abierta o laparoscópica).
- Reportar el tiempo entre la sospecha y el diagnóstico de parálisis diafragmática
- Reportar el tiempo entre el diagnóstico y el manejo quirúrgico
- Describir el tipo de sutura que se empleó en la plicatura diafragmática
- Conocer las complicaciones postquirúrgicas de la población de estudio.
- Describir los pacientes que presentaron recurrencia de la patología.
- Reportar el número de pacientes a los que se les realizó cirugía temprana y tardía.

## **8. DISEÑO**

Se realizará un estudio retrospectivo, descriptivo, observacional y transversal.

## **9. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

### **Población objetivo**

Pacientes pediátricos con cardiopatía congénita y antecedente de una cirugía cardiovascular que presentaron parálisis diafragmática posterior al mismo

### **Población elegible**

Pacientes del Instituto Nacional de Pediatría entre el año 2010 al 2022.

### **Tamaño de muestra**

Serán reclutados todos los pacientes de la población elegible y se incluirán lo que cumplan con los criterios de selección, que son pacientes pediátricos de 0 a 18 años con diagnóstico de parálisis diafragmática con antecedente de algún procedimiento quirúrgico secundario a una

cardiopatía congénita atendidos en el Instituto Nacional de Pediatría. Por lo que no utilizaremos del muestreo. Se estima una población de 1200 pacientes con algún procedimiento cardiovascular en ese tiempo y alrededor de 30-40 pacientes con parálisis diafragmática de acuerdo a la incidencia estimada.

### **Criterios de selección**

#### **Inclusión**

- Paciente pediátrico con diagnóstico de cardiopatía congénita que presentó parálisis diafragmática posterior a un procedimiento quirúrgico realizado en el Instituto Nacional de Pediatría
- Diagnóstico entre 2010 y 2022
- Cualquier sexo

#### **Exclusión**

- Paciente con patologías diafragmáticas previas
- Expedientes de pacientes con información incompleta.

#### **Eliminación**

- Paciente con antecedente de algún procedimiento cardiovascular en otra institución.

### **Definición operacional de las variables**

Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Medición
Edad	Es el tiempo de vida a partir del nacimiento hasta la fecha actual.	Cuantitativa continua	Años
Sexo	Condición biológica que distingue a los hombres de las mujeres.	Cualitativa nominal dicotómica	1. Masculino 2. Femenino
Cardiopatía	Cardiopatía congénita presentada por el paciente	Cualitativa Politómica	1. Anillo vascular y arco aórtico derecho 2. Atresia pulmonar 3. Atresia tricúspidea 4. Canal Auriculo-ventricular 5. Coartación arco aórtico 6. Conexión anómala total de venas pulmonares

			<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Doble salida de ventrículo derecho</li> <li>8. Insuficiencia válvula pulmonar</li> <li>9. Tetralogía de Fallot</li> <li>10. Transposición de grandes arterias</li> <li>11. Tronco arterioso</li> <li>12. Otras</li> </ol>
Cirugía	Corrección de cardiopatía por procedimiento quirúrgico	Cualitativa politómica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avance aórtico</li> <li>2. Bandaje arteria pulmonar</li> <li>3. Corrección anillo vascular</li> <li>4. Corrección de conexión anómala de venas pulmonares</li> <li>5. Corrección tetralogía de Fallot</li> <li>6. Corrección tronco arterioso</li> <li>7. Destechamiento seno coronal</li> <li>8. Fístula Blalock Taussig</li> <li>9. Fontan</li> <li>10. Glenn bidireccional</li> <li>11. Implante prótesis biológica pulmonar</li> <li>12. Norwood</li> <li>13. Switch Arterial</li> </ol>
Bomba circulación extracorpórea	Equipo que se encarga de la movilización, bombeo y oxigenación de sangre reemplazando al corazón durante la cirugía	Cualitativa Nominal Dicotómica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si</li> <li>2. No</li> </ol>
Alteración en la movilidad diafragmática	Presencia de parálisis diafragmática, discinesia o paresia.	Cualitativa Nominal Dicotómica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si</li> <li>2. No</li> </ol>
Lado diafragmático afectado	Sitio diafragmático que presenta parálisis o afección en la movilidad.	Cualitativa Nominal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Izquierda</li> <li>2. Derecha</li> <li>3. Bilateral</li> </ol>

Tipo de abordaje	Abordaje quirúrgico realizado durante la plicatura diafragmática	Cualitativa Nominal	1. Toracotomía 2. Laparotomía 3. Toracoscopía 4. Laparoscopía
Sutura utilizada	Material de sutura utilizado para la plicatura diafragmática	Cualitativa Nominal Dicotómica	1. Absorbible 2. No absorbible
Complicaciones	Comorbilidades secundarias a la plicatura diafragmática	Cualitativa Nominal	1. Infección 2. Neumotórax 3. Hemotórax 4. Otras
Recurrencia	Reincidencia de la parálisis diafragmática	Cualitativa Nominal Dicotómica	1. Si 2. No
Días de terapia intensiva posterior a la cirugía	Número de días de estancia hospitalaria en terapia intensiva posterior a la plicatura diafragmática.	Cuantitativa continua	Días
Días de ventilación mecánica previos a la cirugía	Número de días bajo ventilación mecánica invasiva previos a la plicatura diafragmática	Cuantitativa continua	Días
Días de ventilación mecánica posterior a cirugía	Número de días bajo ventilación mecánica invasiva posterior a la plicatura diafragmática	Cuantitativa continua	Días
Método de confirmación diagnóstica	Estudio de gabinete utilizado para confirmar la parálisis diafragmática	Cualitativa Nominal Dicotómica	1. Ultrasonido 2. Fluoroscopía 3. Electromiografía

## 10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizará un análisis descriptivo de la información con reporte de frecuencias y proporciones para las variables cualitativas y medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas. El paquete estadístico SPSS (versión 21) se utilizará para los cálculos estadísticos y Microsoft Excel versión 16.68 para la elaboración de tablas y figuras.

## 11. ASPECTOS ÉTICOS

De acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, Artículo 17, este protocolo se considera investigación sin riesgo, por lo que no requiere de un

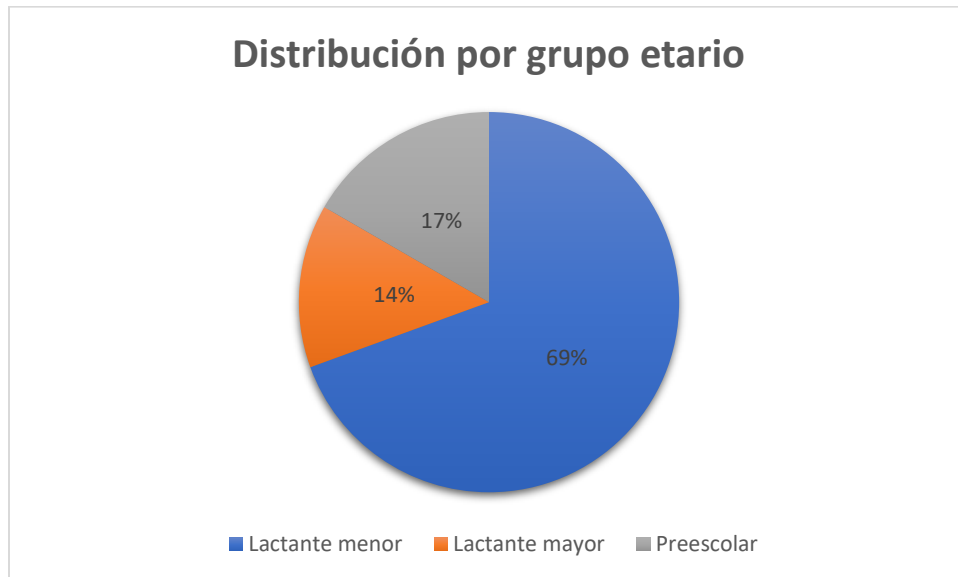


consentimiento informado. Se mantendrá la confidencialidad de los datos de los pacientes incluidos en el trabajo, evitando utilizar los datos personales y sensibles del paciente y familiares

## 12. RESULTADOS

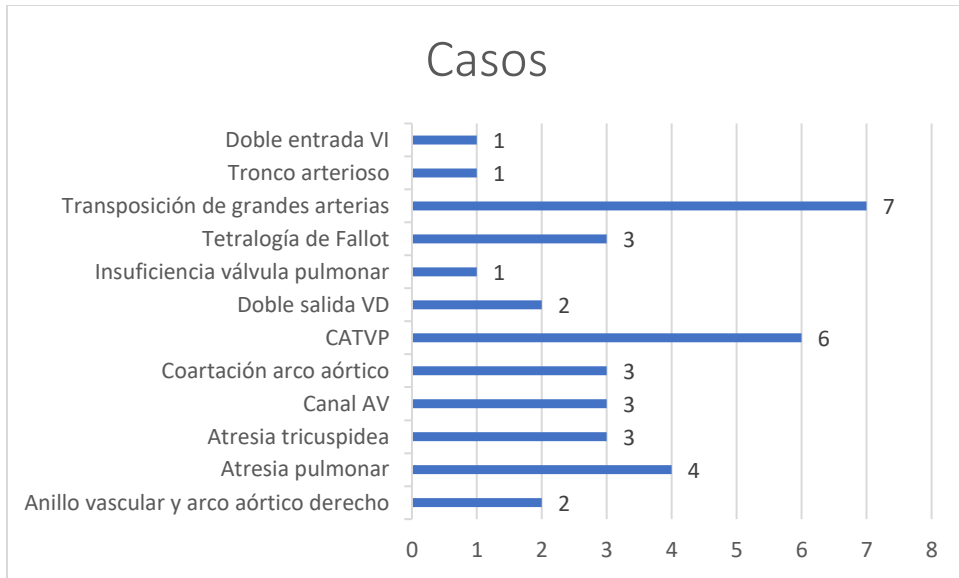
Durante el período comprendido entre el 1 de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2022, se llevaron a cabo un total de 1074 procedimientos cardiovasculares en el Instituto Nacional de Pediatría. Durante este lapso, se identificó un grupo de 36 pacientes que fueron diagnosticados con parálisis diafragmática, lo que representa una frecuencia del 3.4% dentro de nuestra población.

En relación a la distribución por género, se observó que había una mayor presencia de pacientes masculinos (22 pacientes, 61%) en comparación con pacientes femeninos (14 pacientes, 39%) con este diagnóstico. La edad media de los pacientes fue de 1 año, y se distribuyeron en diferentes grupos etarios, como se muestra en la gráfica adjunta. (Gráfica 1)



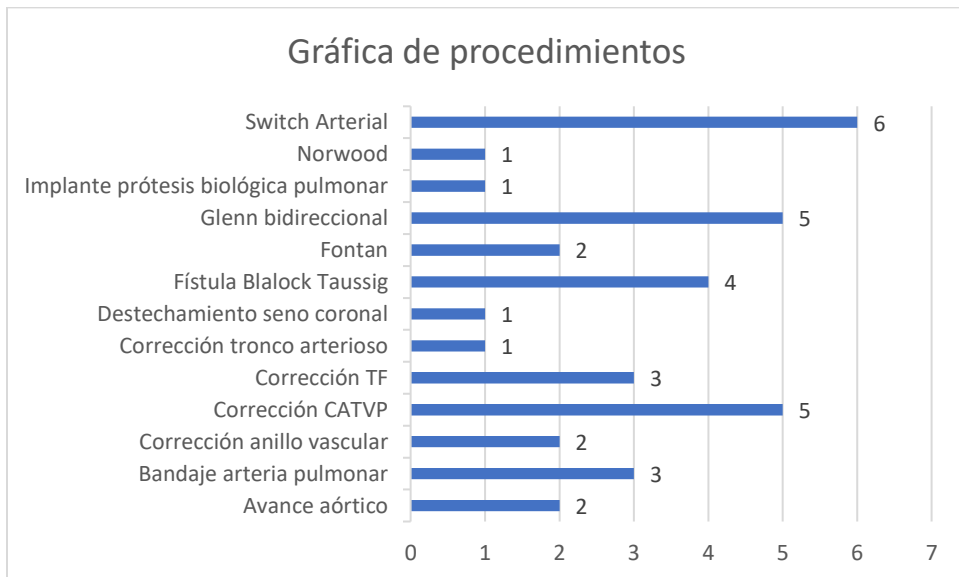
Gráfica 1. Distribución de pacientes por grupo etario

En cuanto al tipo de cardiopatía, la transposición de grandes arterias fue la malformación más común, con 7 casos (19%). Asimismo, los pacientes con fisiología univentricular (atresia tricúspidea y pulmonar) representaron un total de 7 pacientes (19%), seguidos por la conexión anómala de venas pulmonares con 6 casos (16%). Otras patologías, como la Tetralogía de Fallot, coartación del arco aórtico y canal auriculoventricular, se reportaron en 3 pacientes cada una (8%). El resto de las patologías esta reportada en la gráfica 2.



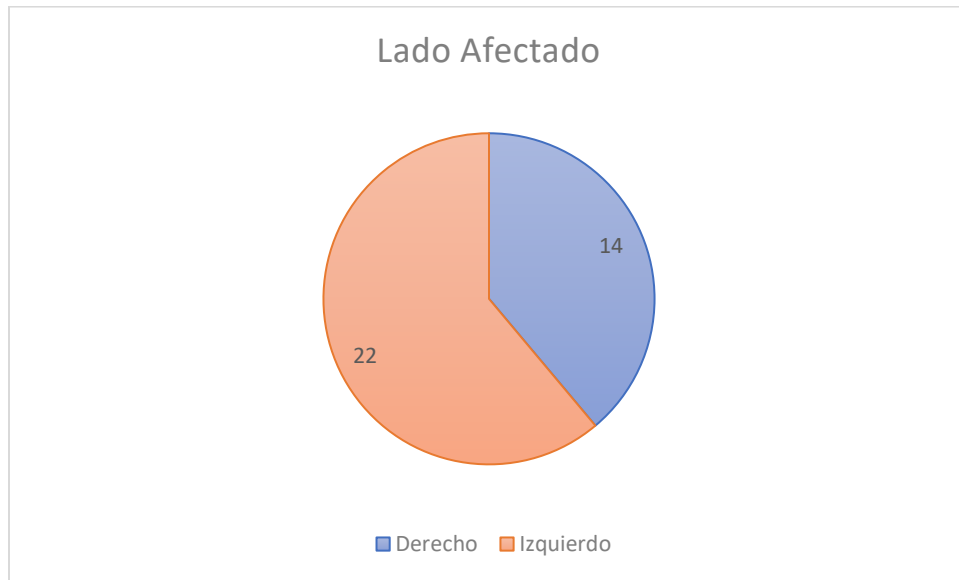
Gráfica 2. Tipos de cardiopatías en pacientes con parálisis diafragmática

En cuanto al manejo quirúrgico de las cardiopatías, se realizaron procedimientos paliativos (Glenn, Fontan, fístula de Blalock Taussig) en 11 pacientes (30%). El procedimiento paliativo más común fue el Glenn, realizado en 5 pacientes (13.8%), seguido de la fístula de Blalock Taussig en 4 ocasiones (11%) y, por último, 2 pacientes fueron operados mediante el procedimiento de Fontan (5%). Mientras tanto, 25 pacientes (69%) se sometieron a corrección de la cardiopatía. Los demás procedimientos realizados en menor medida se observan en la gráfica 3.



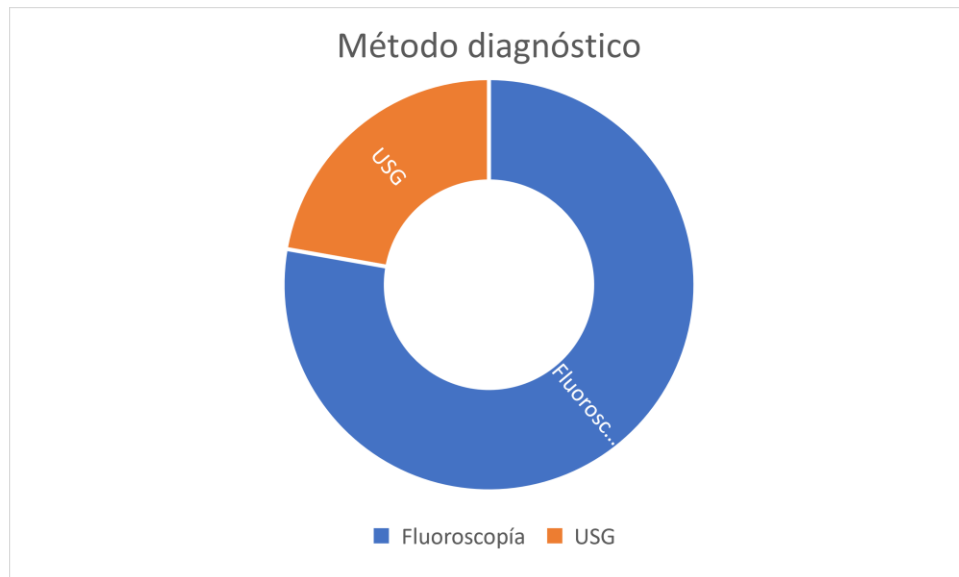
Gráfica 3. Procedimientos cardiovasculares realizados en pacientes que desarrollaron parálisis diafragmática

De los 36 pacientes, la parálisis diafragmática afectó principalmente el lado izquierdo en 22 casos (62%), mientras que el lado derecho se vio afectado en 14 ocasiones (38%). Ningún paciente presentó parálisis bilateral como puede verse representado en la gráfica 4.



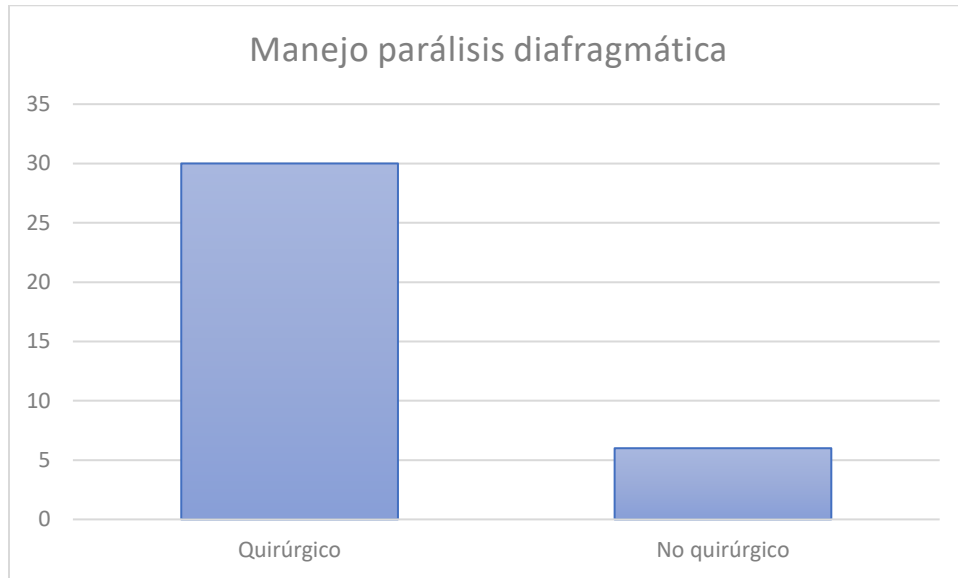
Gráfica 4. Lado de afección del diafragma

El tiempo promedio transcurrido entre la sospecha diagnóstica y la confirmación del diagnóstico a través de estudios (USG o fluoroscopia) fue de 6.9 días. La confirmación se obtuvo mediante fluoroscopia en 28 ocasiones (78%) y mediante USG en 8 pacientes (22%) (gráfica 5).



Gráfica 5. Método diagnóstico de parálisis diafragmática

De todos los pacientes, solo 6 (16%) no requirieron manejo quirúrgico para la parálisis diafragmática, mientras que en los 30 pacientes restantes (83%) se llevó a cabo la corrección quirúrgica mediante plicatura diafragmática. (Gráfica 6)



Gráfica 6. Manejo de la parálisis diafragmática

Cuando se decidió realizar la plicatura diafragmática para corregir la parálisis, se observó un promedio de 10.4 días entre la confirmación del diagnóstico y el procedimiento quirúrgico. De los 30 pacientes que recibieron manejo quirúrgico, a 17 pacientes (56%) se les practicó el tratamiento temprano dentro de los primeros siete días, mientras que los 14 pacientes restantes (44%) recibieron manejo tardío (gráfica 7).



Gráfica 7. Tiempo en realizar manejo quirúrgico

Se comparó el tiempo de estancia en terapia intensiva entre los pacientes que recibieron manejo quirúrgico temprano y aquellos que fueron tratados de manera tardía. De los 17 pacientes con manejo temprano se obtuvo una media de 26.2 días de estancia en terapia intensiva cardiovascular. Mientras que el manejo tardío tuvo un promedio de 33 días de estancia en dicha terapia.

Manejo quirúrgico	Días de estancia UTIC		Total
	<15 días	15 o más días	
Temprano (<7 días)	9 (52%)	8 (47%)	17 (100%)
Tardío (7 o más días)	5 (30%)	8 (70%)	13 (100%)

Tabla 1. Tiempo de estancia hospitalaria en relación al manejo quirúrgico

De igual forma se relacionaron los mismos grupos de tratamiento entre el manejo quirúrgico temprano y el tardío en relación al tiempo que se mantuvieron bajo ventilación mecánica invasiva en el periodo postoperatorio (tabla 2). El manejo temprano presento un promedio de 6.1 días bajo ventilación mecánica invasiva postoperatorio a diferencia del manejo tardío con una media de 8.4 días.

Manejo quirúrgico	Días de VMI		Total
	<15 días	15 o más días	
Temprano (<7 días)	14 (82%)	3 (18%)	17 (100%)
Tardío (7 o más días)	11 (84%)	2 (16%)	13 (100%)

Tabla 2. Días de ventilación mecánica invasiva en relación al tiempo en el que se realizó la plicatura diafragmática.

En la gráfica 8 está representado el abordaje quirúrgico de los pacientes, 24 pacientes (80%) se sometieron a algún procedimiento abierto, siendo 20 (66%) mediante toracotomía y 4 pacientes (13%) mediante laparotomía. Por otro lado, 12 pacientes (20%) recibieron un manejo mediante mínima invasión, con 5 pacientes (16%) sometidos a toracoscopia y 1 paciente (3%) a laparoscopia.

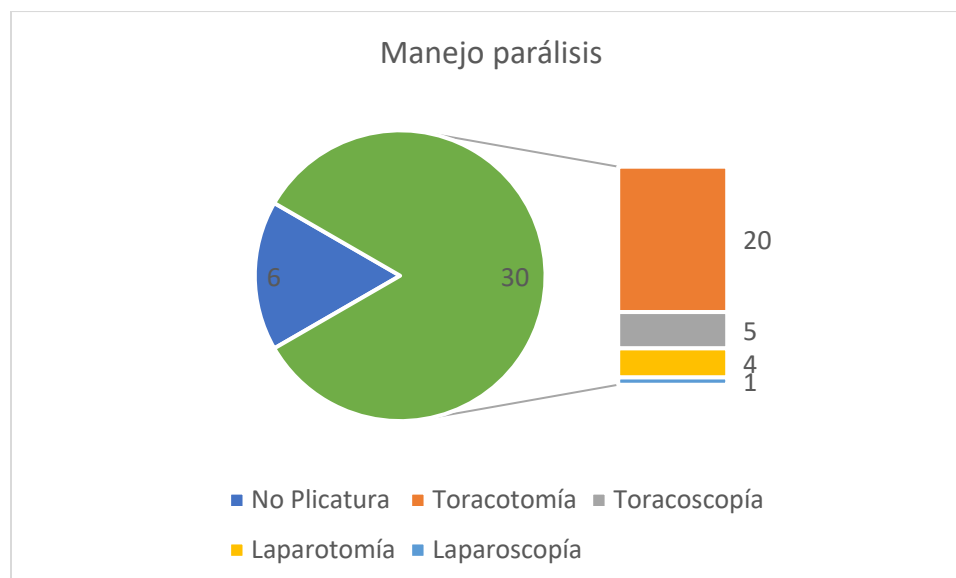
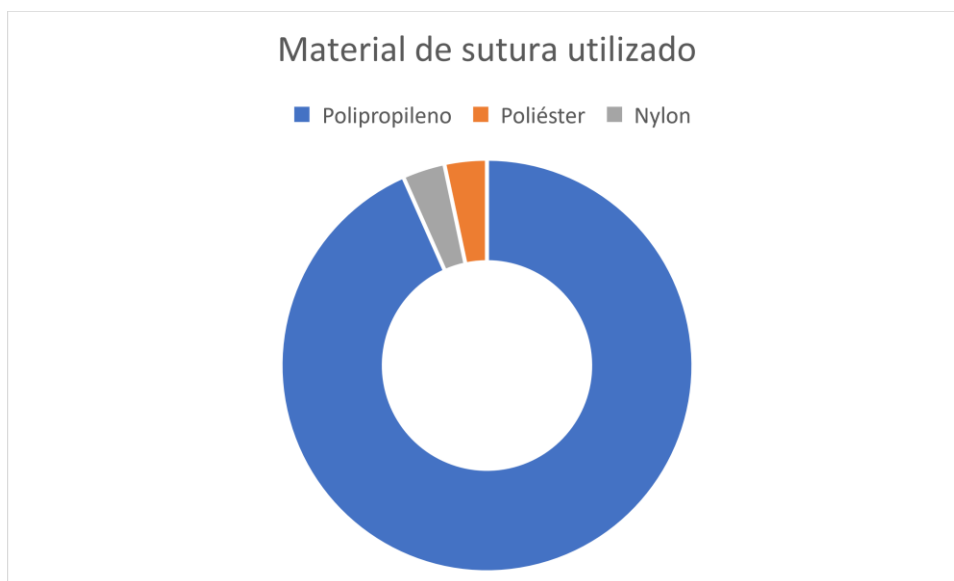


Gráfico 8. Abordaje quirúrgico de la plicatura diafragmática

En relación al tipo de sutura utilizada durante los procedimientos quirúrgicos, en 28 casos (93%) se utilizó polipropileno, mientras que un paciente se trató con Nylon y otro con poliéster (3%). (Gráfica 9)



Gráfica 9. Material de sutura utilizado durante la plicatura diafragmática

Dentro de las complicaciones postoperatorias, hubo un total de 11 complicaciones. Un paciente presentó recurrencia de parálisis diafragmática que requirió una nueva intervención. 6 presentaron un cuadro de neumonía, así como otros 4 tuvieron un episodio de sepsis y un paciente tuvo un bloqueo sinusal. No hubo infecciones de herida quirúrgica, dehiscencia u otra complicación. En los pacientes que no recibieron manejo quirúrgico, dos pacientes presentaron un cuadro de neumonía y otros 2 pacientes tuvieron sepsis, los cuales se encuentran detallados en la tabla 3.

	Neumonías	Sepsis	Bloqueos	Recurrencia	Totales
<b>Sin plicatura diafragmática</b>	2	2	0	NA	4
<b>Con plicatura diafragmática</b>	6	4	1	1	12

Tabla 3. Complicaciones en pacientes con y sin plicatura diafragmática

Se realizó una comparación entre los pacientes que se realizó plicatura y aquellos que no ameritaron manejo quirúrgico en cuanto a la presencia de complicaciones durante su estancia hospitalaria por medio de una prueba exacta de Fisher donde se reportó un resultado de 0.210 siendo no significativa la presencia de complicaciones para el procedimiento o la ausencia del mismo.

		Plicatura		Total
		Con plicatura diafragmática	Sin plicatura diafragmática	
Complicaciones	Con complicaciones	11	4	15
	Sin complicaciones	19	2	21
Total		30	6	36

Tabla 4. Complicaciones en relación a si se realizó plicatura diafragmática

### 13. DISCUSIÓN

La parálisis diafragmática representa un desafío recurrente en el ámbito de la cirugía cardiovascular. La mayoría de los casos en esta población surgen como secuela de procedimientos cardíacos, resultando en una lesión del nervio frénico que conduce a la parálisis diafragmática y sus complicaciones.

En el estudio, se identificaron 36 pacientes con diagnóstico de parálisis diafragmática de un total de 1074 pacientes sometidos a procedimientos cardiovasculares, lo que se traduce en una frecuencia del 3.4%. Esta cifra se alinea con los rangos documentados en la literatura, que oscilan entre el 0.3% y el 12%.<sup>1</sup> Entre los 36 casos de parálisis diafragmática, predominó el género masculino con una relación de 1.5 a 1 en comparación con el femenino. Este contraste difiere de otras publicaciones que reportan sin diferencia de género en esta patología.<sup>5</sup>

La mayoría de los pacientes afectados se encontraban en su primer año de vida, lo que concuerda con la presentación en función del tipo de cardiopatía y la urgencia de la corrección.<sup>9</sup> Conforme los pacientes van creciendo, la caja torácica incrementa de tamaño, favoreciendo a una correcta identificación de los nervios frénicos.<sup>4</sup> Al presentarse una lesión; se ha visto que la fisiología ventilatoria de un preescolar pueda compensar la falta de movimiento diafragmático. Nuestra población fue representada principalmente por lactantes dentro de su primer año de vida.

En relación con el tipo de cardiopatía asociada, este estudio se realizó en una institución referente en cardiopatías complejas. La transposición de grandes arterias prevaleció en un 19% de los casos, mientras que las atresias pulmonar y tricúspidea sumaron otro 19%. En contraste, la corrección de la tetralogía de Fallot, frecuentemente relacionada con parálisis diafragmática en pacientes cardiovasculares, representó solo el 8% de los casos en esta serie debido a la gran población de pacientes con cardiopatías complejas en la institución. Los procedimientos paliativos predominaron en los casos reportados, superando el 30% de frecuencia tanto en esta serie como en otras publicaciones.<sup>2,5</sup>

El hemidiafragma afectado se relacionó con el abordaje quirúrgico previo para la corrección o paliación de la cardiopatía. En este sentido, la literatura diverge en cuanto al lado más comúnmente afectado. En esta serie, el 60% de los casos reportaron afectación del lado izquierdo.

Actualmente las guías han establecido a la fluoroscopia como al ultrasonido como los estándares de oro para el diagnóstico de la parálisis diafragmática.<sup>10,11</sup> Con el paso del tiempo, se ha utilizado en mayor frecuencia el ultrasonido, al no ser invasivo y contar con mayor experiencia una vez que el radiólogo se encuentra capacitado.<sup>7</sup> En nuestra serie la fluoroscopia represento cerca del 80% de los diagnósticos. Sin embargo, en los últimos tres años de nuestro estudio, todas las parálisis diafragmáticas fueron diagnosticadas por medio del ultrasonido, aportando ventajas en términos de evitar radiaciones sobre el paciente y el personal, así como puede realizar el estudio sin movilizar al paciente.

Se ha reportado que la parálisis diafragmática puede tener un manejo conservador, en el cual el nervio puede recuperar la totalidad de su función en un periodo de unas semanas hasta seis meses. Tanto en nuestra institución como en las guías publicadas, el manejo quirúrgico se realiza en función de las características del paciente.<sup>1,2,22</sup> Al ser pacientes con patología cardiovascular, se suele optar por el manejo quirúrgico, ya que estos pacientes tienen estancias hospitalarias prolongadas, por lo que el manejo conservador les incrementa el riesgo de infecciones, reintubación orotraqueal y otras morbilidades. Del total de pacientes con este diagnóstico, seis pacientes (16%) presentaron un cuadro leve y evolucionaron favorablemente sin intervención quirúrgica. Mientras que el resto de los pacientes (84%) ameritó el manejo quirúrgico por las condiciones en las que se encontraban en el momento del diagnóstico de la parálisis diafragmática.

Se presento un tiempo de 10.4 días entre el diagnóstico y el tratamiento quirúrgico de la parálisis diafragmática. Aunque se ha observado que el manejo temprano en los primeros 7 días de diagnóstico ha generado una disminución en las complicaciones, así como el tiempo bajo ventilación mecánica invasiva y la estancia hospitalaria.

En cuanto al abordaje quirúrgico, la decisión va en relación a las características del paciente y la experiencia del cirujano. En los últimos años las técnicas de mínima invasión han incrementado su frecuencia sobre esta patología, permitiendo disminuir los tiempos hospitalarios, el dolor y morbilidades.<sup>16,18,19</sup> En nuestro reporte el 80% de los procedimientos se realizaron por medio de una toracotomía, siendo que la mayoría de estos pacientes ya contaban con una incisión previa en el tórax para la corrección de su cardiopatía. Sin embargo, en los últimos años la toracoscopia se ha presentado en mayor frecuencia en los últimos años. En cuanto al abordaje abdominal en nuestra institución se realizó en 5 pacientes, cuatro por laparotomía los cuales requerían de otro procedimiento abdominal aparte de la plicatura diafragmática y una laparoscopia debido a la sospecha de malrotación intestinal en ese paciente.

El uso de suturas no absorbibles es conocido en el manejo de la plicatura diafragmática. En el 100% de nuestros pacientes se utilizó una sutura no absorbible. En uno de los pacientes se presentó la recurrencia de la parálisis, observando en el segundo procedimiento zonas de debilidad, con los puntos previos en adecuada posición. Por lo que la sutura no fue la causante de la recurrencia de la enfermedad.

En el resto de las complicaciones, las cuales fueron evidenciadas tanto en los pacientes con manejo conservador como el quirúrgico. Al ser pacientes con larga estancia hospitalaria, con múltiples sitios de invasión y con una malformación cardíaca congénita, existe un alto riesgo de morbilidades tanto infecciosas como cardíacas. Por lo cual existen múltiples variables que pueden sesgar o modificar esta información.



## 14. CONCLUSIÓN

Se determinó la frecuencia de parálisis diafragmática secundaria a procedimientos cardiovasculares en nuestra institución dentro de un grupo compuesto por 1074 individuos sometidos a procedimientos cardíacos, identificando la presencia de esta complicación en 36 pacientes (3.4%). A pesar de su carácter poco frecuente, esta complicación adquiere una significativa relevancia debido a su asociación con una alta tasa de morbilidad y mortalidad. Por lo que la sospecha y diagnóstico temprano permiten un manejo óptimo para el desenlace de los pacientes.

Se obtuvo el tiempo entre la sospecha y el diagnóstico confirmatorio de parálisis diafragmática, permitiéndonos hacer énfasis en una identificación rápida del padecimiento para actuar lo más pronto posible. Asimismo, se identificaron los métodos diagnósticos empleados para corroborar esta entidad patológica y el tiempo transcurrido entre el diagnóstico y la decisión de llevar a cabo la corrección quirúrgica.

Este estudio nos permitió conocer las indicaciones por las cuales se realizó o no la plicatura diafragmática, el abordaje quirúrgico utilizado, si el manejo quirúrgico se consideró temprano o tardío, así como el tiempo de estancia en terapia intensiva, así como el tiempo bajo ventilación mecánica posterior a la corrección de la enfermedad. Dada la ausencia de un consenso establecido sobre el momento óptimo para llevar a cabo la plicatura diafragmática, se vuelve esencial individualizar a cada paciente para valorar en que momento es mejor realizar dicho procedimiento.

## Bibliografía

1. Gerard-Castaing N, Perrin T, Ohlmann C, Mainguy C, Coutier L, Buchs C, et al. Diaphragmatic paralysis in young children: A literature review. *Pediatric Pulmonology*. 2019; 54(9):1367–73. }
2. Zhang Y. B, Wang X, Li S, Yang M, Sheng X, et al. Postoperative diaphragmatic paralysis after cardiac surgery in children: incidence, diagnosis and surgical management. *Chinese medical journal*. 2013; 126(21): 4083–4087.
3. Skandalakis JE, Colborn GL. In: Skandalakis' cirugía: Con bases anatómicas y embriológicas de la cirugía. Madrid: Marbán; 2013.
4. Qureshi A. Diaphragm paralysis. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. 2009; 30(03):315-320.
5. Leo F, Girotti P, Tavecchio L, Conti B, Delledonne V, Pastorino U. Anterior diaphragmatic plication in mediastinal surgery: The “reefing the mainsail” technique. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2010;90(6):2065–7.
6. Kharma N. Dysfunction of the diaphragm. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. 2013; 19(4): 394-398
7. Gil-Juanmiquel L, Gratacós M, Castilla-Fernández Y, Piqueras J, Baust T, Raguer N, et al. Bedside ultrasound for the diagnosis of abnormal diaphragmatic motion in children after heart surgery. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2017;18(2):159–64.
8. Parikh D. Diaphragmatic Eventration and Phrenic Palsy. In *Pediatric thoracic surgery*. 2009 1(1): 501–508.
9. Louden E, Marcotte M, Mehlman C, Lippert W, Huang B, Paulson A. Risk factors for brachial plexus birth injury. *Children*. 2018;5(4):46.
10. Sanchez de Toledo J, Munoz R, Landsittel D, Shiderly D, Yoshida M, Komarlu R, et al. Diagnosis of abnormal diaphragm motion after cardiothoracic surgery: Ultrasound performed by a Cardiac Intensivist vs. Fluoroscopy. *Congenital Heart Disease*. 2010;5(6):565–72.
11. Miller SG, Brook MM, Tacy TA. Reliability of two-dimensional echocardiography in the assessment of clinically significant abnormal hemidiaphragm motion in pediatric cardiothoracic patients: Comparison with fluoroscopy. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2006;7(5):441–4.
12. Floh AA, Zafurallah I, MacDonald C, Honjo O, Fan C-PS, Laussen PC. The advantage of early plication in children diagnosed with diaphragm paresis. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2017;154(5).
13. Valverde Montoro D, García Soler P, Hernández Yuste A, Camacho Alonso JM. Ultrasound assessment of ventilator-induced diaphragmatic dysfunction in mechanically ventilated pediatric patients. *Paediatric Respiratory Reviews*. 2021;40:58–64. .
14. Reiter AJ, Rizeq YK, Many BT, Vacek JC, Abdullah F, Goldstein SD. A rare case of contralateral diaphragm paralysis following birth injury with brachial plexus palsy: A case report and review of the literature. *Case Reports in Pediatrics*. 2020; 1–6.
15. Rizeq YK, Many BT, Vacek JC, Reiter AJ, Raval MV, Abdullah F, et al. Diaphragmatic paralysis after phrenic nerve injury in newborns. *Journal of Pediatric Surgery*. 2020;55(2):240–4.
16. De Vries Reilingh TS, Koens BL, Vos A. Surgical treatment of diaphragmatic eventration caused by phrenic nerve injury in the newborn. *Journal of Pediatric Surgery*. 1998;33(4):602–5.

17. Ahmadpour-Kacho, M, Zahedpasha, Y, Hadipoor, A, Akbarian-Rad Z. Early surgical intervention for diaphragmatic paralysis in a neonate; report of a case and literature review. *Iranian journal of pediatrics*. 2011; 21(1): 116–120.
18. Hu J, Wu Y, Wang J, Zhang C, Pan W, Zhou Y. Thoracoscopic and laparoscopic plication of the hemidiaphragm is effective in the management of diaphragmatic eventration. *Pediatric Surgery International*. 2013;30(1):19–24.
19. El-Halaby H, Abdel-Hady H, Alsawah G, Abdelrahman A, El-Tahan H. Sonographic evaluation of diaphragmatic excursion and thickness in healthy infants and children. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2016;35(1):167–75.
20. Fujishiro J, Ishimaru T, Sugiyama M, Arai M, Suzuki K, Kawashima H, et al. Minimally invasive surgery for diaphragmatic diseases in neonates and infants. *Surgery Today*. 2015;46(7):757–63.
21. Snyder CW, Walford NE, Danielson PD, Chandler NM. A simple thoracoscopic plication technique for diaphragmatic eventration in neonates and infants: Technical details and initial results. *Pediatric Surgery International*. 2014;30(10):1013–6.
22. Graham DR, Kaplan D, Evans CC, Hind CRK, Donnelly RJ. Diaphragmatic plication for unilateral diaphragmatic paralysis: A 10-Year experience. *The Annals of Thoracic Surgery*. 1990;49(2):248–52.
23. Bawazir OA, Banaja AM. Thoracoscopic repair of diaphragmatic eventration in children: A comparison of two repair techniques. *Journal of Pediatric Surgery*. 2020;55(6):1152–6.
24. Parlak A, Gurpinar AN, Dogruiyol H. Double purse-string suturing: An easy plication technique in thoracoscopic repair of diaphragmatic eventration. *Journal of Pediatric Surgery*. 2020;55(5):967–71.
25. Zhao S, Pan Z, Li Y, An Y, Zhao L, Jin X, et al. Surgical treatment of 125 cases of congenital diaphragmatic eventration in a single institution. *BMC Surgery*. 2020;20(1) 270-273.