



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA IGNACIO CHAVEZ



**CIERRE TORACICO DIFERIDO EN CIRUGÍA CARDIOVASCULAR
PEDIÁTRICA. EXPERIENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
IGNACIO CHAVEZ 2003-2012.**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:
CARDIOLOGIA PEDIATRICA

PRESENTADO POR:
DR. DANIEL EDUARDO HURTADO SIERRA

TUTOR DE TESIS:
DR. JUAN EBERTO CALDERÓN COLMENERO

MEXICO D.F., JULIO DE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DR. JOSÉ FERNANDO GUADALAJARA BOO
Director de Enseñanza
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

DR. ALFONSO BUENDÍA HERNÁNDEZ
Jefe del Departamento de Cardiología Pediátrica
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

DR. JUAN EBERTO CALDERÓN COLMENERO
Subjefe del Departamento de Cardiología Pediátrica
Tutor de Tesis
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

**CIERRE TORACICO DIFERIDO EN CIRUGÍA CARDIOVASCULAR
PEDIÁTRICA. EXPERIENCIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
IGNACIO CHAVEZ 2003-2012.**

RESUMEN

Tras la cirugía cardiaca con circulación extracorpórea prolongada ciertas complicaciones y efectos secundarios como la hemorragia y el edema principalmente, dificultan el manejo del paciente en el posoperatorio inmediato e incluso determinan en gran medida su pronóstico por lo que el cierre de la cavidad torácica debe ser diferido.

OBJETIVO: Realizar un análisis descriptivo de la población pediátrica con cierre torácico diferido en el postoperatorio cardiovascular inmediato en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez de México durante los años 2003 a 2012.

METODO: Descriptivo retrospectivo con abordaje cuantitativo. Variables: Edad, diagnóstico prequirúrgico, indicación de cierre torácico diferido, tiempo de circulación extracorpórea y de pinzamiento aórtico, días con tórax abierto, complicaciones y mortalidad.

RESULTADOS: En un periodo de 10 años se realizaron 2347 cirugías cardiacas con circulación extracorpórea y 258 pacientes permanecieron con el tórax abierto en el posoperatorio inmediato. El 54,6% de los niños con cierre de tórax diferido tenían menos de 6 meses de edad siendo la inestabilidad hemodinámica la causa principal 55%, el rango de días con tórax abierto fue de 1 a 8 con un promedio de 2.2. Se reportó una mortalidad del 17,8% de los pacientes. La mediastinitis se presentó en el 2.3%.

CONCLUSIONES: Los valores numéricos obtenidos de los archivos del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez en cada una de las variables, son muy similares a los reportados por diferentes centros de cirugía cardiovascular en el mundo.

PALABRAS CLAVE: Cirugía cardiaca, cierre torácico diferido, cardiopatía congénita, pediatría, circulación extracorpórea, mediastinitis.

ABSTRACT

After cardiac surgery with prolonged cardiopulmonary bypass certain complications and side effects such as bleeding and edema mainly impede patient management in the immediate postoperative and even largely determine prognosis so that the closure of the thoracic cavity should be deferred.

OBJECTIVE: To conduct a descriptive analysis of pediatric patients with delayed chest closure in immediate postoperative cardiovascular at the National Institute of Cardiology Ignacio Chavez of Mexico during the years 2003-2012.

METHOD: Retrospective description with quantitative approach. Variables: age, preoperative diagnosis, delayed chest closure indication, bypass time and aortic clamping, days open chest, complications and mortality.

RESULTS: In a 10-year period 2347 cardiac surgeries were performed with cardiopulmonary bypass and 258 patients with chest remained open in the immediate postoperative period. 54.6% of children with delayed chest closure had less than 6 months of age being the main cause hemodynamic instability 55%, the range of days open chest was 1-8 with an average of 2.2. A mortality of 17.8% of patients was reported. Mediastinitis occurred in 2.3%.

CONCLUSIONS: The numerical values of the archives of the National Institute of Cardiology Ignacio Chavez in each of the variables are very similar to those reported by different centers of cardiovascular surgery in the world.

KEY WORDS: cardiac surgery, delayed chest closure, congenital heart disease, pediatrics, cardiopulmonary bypass, mediastinitis.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	6
1. ANTECEDENTES	8
2. OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GENERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
3. DISEÑO METODOLOGICO	13
3.1 TIPO DE ESTUDIO	13
3.2 POBLACION	13
3.3 MUESTRA	13
3.4 CRITERIOS DE INCLUSION	13
3.5 CRITERIOS DE EXCLUSION	14
3.6 DEFINICION DE VARIABLES	14
3.7 FASES DE LA INVESTIGACION	14
3.7.1 Revisión bibliográfica	14
3.7.2 Recolección de la información	15
3.7.3 Análisis estadístico	15
4. CONSIDERACIONES ETICAS	16
5. RESULTADOS	17
5.1 ANALISIS Y DISCUSIÓN	19
6. CONCLUSIONES	29
TABLAS Y GRÁFICAS	31
BIBLIOGRAFIA	40

INTRODUCCION

El edema miocárdico y el sangrado intraoperatorio son dos complicaciones mayores secundarias a la circulación extracorpórea y al pinzamiento aórtico prolongados. El cierre del tórax bajo estas condiciones supone un cuadro fisiopatológico y hemodinámico similar al taponamiento cardiaco¹. El cierre torácico diferido se convierte entonces en una alternativa para dar solución a los problemas generados por la circulación extracorpórea en el posoperatorio inmediato.

En la población pediátrica el cierre diferido de tórax se empezó a utilizar desde la década de los ochenta y aún hoy continúa siendo una herramienta frecuentemente empleada para pacientes con cardiopatías congénitas o adquiridas altamente complejas con tiempos de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico prolongados.

Los potenciales beneficios del cierre torácico diferido en la población pediátrica se atribuyen a una relación cardiorácica aumentada con respecto al paciente adulto^{2, 3}. El cierre torácico diferido permite una mejor función ventricular durante el postquirúrgico inmediato, además de facilitar el manejo ventilatorio en pacientes con función pulmonar compleja como los neonatos⁴.

En la actualidad no hay unanimidad acerca de los criterios para diferir el cierre torácico y muchas de las indicaciones tienen en común cierto grado de compromiso de la función cardiovascular e inadecuado control del sangrado posoperatorio. Del mismo modo la morbilidad y la mortalidad asociada a esta técnica quirúrgica varían ampliamente al comparar las grandes series de casos en centros de cirugía cardiovascular de referencia.

En este trabajo presentamos el análisis retrospectivo de los pacientes con cierre diferido del tórax en los últimos 10 años, tomando en cuenta aspectos demográficos, fisiopatológicos y técnicos más relevantes. Se realiza un análisis comparativo de los resultados obtenidos con la experiencia de otros centros de cirugía cardiovascular en el mundo.

Dado que en México no se cuenta con publicaciones que permitan conocer la frecuencia y las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo esta técnica, así como las complicaciones asociadas, se hace necesario realizar un análisis detallado de la experiencia del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez en el manejo del cierre torácico diferido.

Documentar y analizar dicha experiencia a la luz del contexto internacional permitirá evaluar el comportamiento de esta técnica quirúrgica en el país, lo que a su vez será un punto de partida para modificar la morbi-mortalidad del niño que requiere circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico prolongados.

1. ANTECEDENTES.

El cierre esternal en un segundo tiempo quirúrgico posterior a la corrección de una cardiopatía congénita o adquirida es una técnica ampliamente conocida y aplicada desde 1975, inicialmente utilizada en adultos y posteriormente en niños a partir de 1980^{1,2}. Al parecer el beneficio de mantener el tórax abierto posterior a la cirugía cardiovascular es mayor en el niño dado el mayor tamaño relativo del corazón en relación con la caja torácica en comparación con los adultos. Se ha demostrado además mayor utilidad de esta técnica en las últimas décadas al aumentar los tiempos de circulación extracorpórea en la corrección y paliación de cardiopatías más complejas³.

Las indicaciones para dejar el esternón abierto incluyen el edema miocárdico, la disfunción miocárdica severa, hemostasia trans-quirúrgica inadecuada, arritmias y acceso de los dispositivos de asistencia ventricular externa; sin embargo en muchas instituciones el esternón se deja abierto de manera profiláctica en cierto tipo de procedimientos o con tiempos de circulación extracorpórea prolongados.

La demora en el cierre del esternón mejora la función cardiovascular y pulmonar en el periodo postoperatorio inmediato, lo que se ve reflejado en una mejoría en el llenado ventricular, en el gasto cardíaco y en el flujo vascular pulmonar⁴; de hecho se ha demostrado una disminución transitoria en la función cardíaca y en la oxigenación cerebral posterior al cierre del esternón⁵.

El tiempo óptimo para el cierre esternal aun no ha sido claramente establecido. Generalmente el esternón se deja abierto de 3 a 14 días, aunque muchos coinciden en que el cierre debe darse en el momento en cual se haya resuelto la causa primaria de su indicación (control del edema, la hemorragia o la

inestabilidad hemodinámica)⁶; sin embargo algunos autores proponen el cierre temprano del esternón (primeras 24 horas), tiempo en el cual se resuelven la mayoría de los trastornos que llevaron a mantener el esternón abierto sin perjuicio del estado hemodinámico o respiratorio y sin aumento significativo en la morbi-mortalidad⁷.

Se puede explicar el logro temprano de las metas que permiten el cierre del esternón por una mejora en las técnicas de protección miocárdica, el uso de esteroides previo al inicio de la circulación extra corpórea y la ultrafiltración modificada, así como el uso de inhibidores de fosfodiesterasa en el postoperatorio inmediato⁸⁻¹⁰.

Los pacientes con esternón abierto posterior a cirugía cardiovascular tienen un riesgo aumentado de infección nosocomial e infección de la herida quirúrgica, sin embargo esta asociación puede variar considerablemente. Algunos autores consideran que un aumento en los días de permanencia del esternón abierto aumenta el riesgo de infección de la herida quirúrgica, sin embargo existen varios estudios no han mostrado una correlación estadísticamente significativa al respecto¹¹.

La mortalidad global reportada para los pacientes con esternón abierto varía del 11 al 36%⁶. La infección de la herida quirúrgica se asocia a un aumento en la mortalidad y la morbilidad en este grupo de pacientes probablemente relacionado a un aumento de la estancia hospitalaria y a la duración a la ventilación mecánica¹¹.

La inestabilidad hemodinámica se convierte en una de las primeras causas que llevan a dejar el tórax abierto en muchas series. Ya desde 1975 Riahi¹ describió como inmediatamente después del cierre del tórax en pacientes adultos sometidos a cirugía de corazón abierto se producía un descenso en la presión arterial y aumento de la presión venosa central. Esta alteración se atribuyó a la compresión que sufre el corazón durante el cierre del esternón, simulando un cuadro de taponamiento cardiaco. El autor describió inicialmente la tracción del esternón a través de los alambres utilizados para el cierre del tórax con mejoría en la presión arterial y la presión venosa central. Riahi recomendó por tanto que la tracción del esternón debiera ser utilizada en pacientes en quienes las medidas terapéuticas convencionales no mantienen la presión arterial.

Jögi y Werner relacionaron la intolerancia al cierre del esternón a una caída de la presión transmural de fin de diástole tanto del ventrículo izquierdo como del derecho, en otras palabras a una alteración en el llenado ventricular más que a un compromiso en la contractilidad¹².

Kay y colaboradores encontraron que la presión intrapericárdica se elevó significativamente posterior a la reparación del tronco arterioso con homo-injerto en comparación con los pacientes en los que se realizó corrección de los defectos por vía transatrial, lo que explicaría un aumento del contenido intra pericárdico y su compresión durante el cierre del tórax¹³. Estos autores utilizaron catéteres intrapericárdicos para medir directamente la elevación de la presión intrapericárdica posterior al cierre del tórax en cirugía por cardiopatías congénitas.

Especialmente en neonatos el cierre de tórax puede determinar un aumento sustancial de la presión intra-torácica. Los factores que acentúan esta situación son las altas presiones pico requeridas para ventilar pulmones poco distensibles

derivado de el edema pulmonar y el hiperflujo pulmonar. De otro lado la cardiomegalia asociada al edema de las estructuras intra-torácicas secundario a la circulación extracorpórea aumenta notablemente la presión intrapericárdica¹⁴.

La interdependencia ventricular disminuye aun más la función del ventrículo izquierdo al producirse el desplazamiento del tabique interventricular a la izquierda secundario a la dilatación del ventrículo derecho. El bajo gasto que se genera de la condición anterior lleva a la hipotensión y la acidosis. La disminución en la presión arterial diastólica asociada al aumento de la presión de fin de diástole ventricular, resultan en isquemia subendocárdica y posteriormente en disociación electromecánica y paro cardiaco¹³.

El mecanismo por el cual el tórax abierto mejora la condición hemodinámica en los pacientes en el postoperatorio de cirugía cardiovascular es multifactorial. Un punto muy importante es la disminución de la presión de llenado de ambos ventrículos lo que determina una mejor perfusión miocárdica¹³.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis descriptivo de la población pediátrica con cierre torácico diferido en el postoperatorio cardiovascular inmediato en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez de México durante los años 2003 a 2012.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1. Definir las variables relevantes para el cierre de tórax diferido en la población pediátrica, de acuerdo a la literatura disponible y el interés del investigador.

2.2.2 Consultar la base de datos de la unidad de terapia intensiva cardiovascular pediátrica correspondiente a los años 2003 a 2012 y sustraer la información pertinente de los pacientes con cierre torácico diferido.

2.2.3. Construir una base de datos con las variables definidas y la información obtenida.

2.2.4. Realizar un análisis estadístico descriptivo de cada variable.

2.2.5. Analizar los resultados con base en la literatura mundial disponible.

3. DISEÑO METODOLOGICO

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo retrospectivo con abordaje cuantitativo. Se trata de un estudio no experimental cuyo objetivo es revisar, describir y documentar la frecuencia de los acontecimientos relevantes de una situación clínica, más que establecer una relación causal entre variables¹⁴.

3.2 POBLACION:

Pacientes menores de 18 años que ingresaron al Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez para manejo quirúrgico electivo o de urgencia de su cardiopatía congénita o adquirida de base entre los meses de enero de 2003 y diciembre de 2012.

3.3 MUESTRA:

Pacientes menores de 18 años llevados a corrección quirúrgica de su cardiopatía congénita o adquirida entre los meses de enero de 2003 y diciembre de 2012 a los cuales se les dejó el tórax abierto como parte del manejo postquirúrgico inmediato de conformidad con los criterios de inclusión y exclusión que se menciona a continuación .

3.4 CRITERIOS DE INCLUSION

Pacientes menores de 18 años con diagnóstico de cardiopatía congénita o adquirida que ingresaron para manejo quirúrgico electivo o de urgencia con circulación extracorpórea y que fueron dejados con el tórax abierto en el postoperatorio inmediato.

3.5 CRITERIOS DE EXCLUSION

Pacientes que no requirieron circulación extracorpórea.

Pacientes que fallecieron antes de salir de la sala de operaciones.

3.6 DEFINICION DE VARIABLES

Las variables para este estudio se han definido luego de realizar una revisión de la literatura disponible relacionada con el tema de interés en diferentes centros de cirugía cardiovascular en el mundo. Adicionalmente se han incluido algunas variables de interés para el investigador y el Instituto de Cardiología Ignacio Chávez.

Las variables para este estudio son:

Edad

Diagnostico prequirúrgico

Indicación de cierre torácico diferido

Tiempo de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico

Días con tórax abierto

Complicaciones

Mortalidad

3.7 FASES DE LA INVESTIGACION

3.7.1 Revisión bibliográfica.

Se realizó una búsqueda activa en los principales motores de búsqueda en ciencias de la salud, de toda la literatura relacionada con el cierre diferido del tórax en la población pediátrica con cirugía cardiovascular y circulación extracorpórea en diferentes instituciones y países del mundo. Posteriormente se analizó la información y se definieron las variables del estudio.

3.7.2 Recolección de la información.

Se revisó la base general de datos de la unidad de terapia intensiva postquirúrgica cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez desde enero 2003 a diciembre de 2012. Se llevó a cabo la revisión de los expedientes clínicos de los pacientes dejados con tórax abierto en postquirúrgico inmediato. La información fue recolectada por el investigador poniendo especial interés en la nota postquirúrgica y la evolución en la unidad de terapia intensiva.

3.7.3. Análisis estadístico.

Se creó una base de datos en el programa de Windows Microsoft®: Office Excel® y posteriormente se realizó el análisis estadístico de distribución de frecuencias, y el cálculo de porcentaje, promedio y media para cada una de las siete variables.

4. CONSIDERACIONES ETICAS

Para esta investigación se tuvo en cuenta la norma oficial mexicana NOM-012-SSA3-2012¹⁵, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos y las pautas éticas internacionales del Concejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Medicas CIOMS y la OMS¹⁶. Sus directrices se incorporaron a lo largo de todo el proceso investigativo desde la elaboración del protocolo hasta la presentación de resultados.

1. Revisión bibliográfica alrededor del tema de interés y el método investigativo, respetando los derechos de autor a través de la realización de las citas bibliográficas correspondientes.

2. Exposición clara del propósito de la investigación y el beneficio para la ciencia, el individuo y la humanidad.

3. Búsqueda, selección y argumentación del método investigativo y de análisis estadístico más conveniente y fiable para este estudio.

4. Consideración y cumplimiento de los principios éticos: Veracidad; de los datos obtenidos y los resultados presentados. Reciprocidad; a través de la socialización y publicación del estudio para la comunidad científica y particular interesada. No maleficencia; al elegir para esta investigación un diseño no experimental y retrospectivo dado el estado de vulnerabilidad de los sujetos de estudio. Beneficencia; al presentar información objetiva y confiable que contribuye al desarrollo del conocimiento y la práctica clínica, a fin de optimizar la atención de de los niños en estado crítico.

5. RESULTADOS

Un total de 3263 cirugías se llevaron a cabo en nuestro hospital desde enero de 2003 a diciembre de 2012 en pacientes con cardiopatías congénitas o adquiridas. Los resultados se presentan de manera secuencial y corresponden al total de cirugías que se dejaron con el tórax abierto en el postquirúrgico inmediato.

De las 3263 cirugías cardiovasculares 2347 requirieron circulación extracorpórea (CEC) y 258 pacientes se dejaron con tórax abierto en postoperatorio inmediato, lo que correspondió al 11% del total de los procedimientos, con un promedio de 26 pacientes / año.

Los años 2008, 2009 y 2011 registran la mayor tasa de procedimientos a los cuales se les difirió el cierre del tórax, siendo el 2011 el más alto con un porcentaje de 17.8 % (graficas 1 y 2).

En relación a la distribución etárea los pacientes con edades comprendidas entre los 0 a 30 días, así como los pacientes entre 1 a 6 meses de edad registraron el mayor número de procedimientos con esternón abierto en el postoperatorio inmediato, 26.7% y 27.9% respectivamente. Le siguen en frecuencia los pacientes con edades comprendidas entre los 13 a 24 meses con un 10.8%. Los paciente de 7 a 12 meses fueron el grupo con el menor porcentaje de cierre diferido del esternón (6.5 %) (Grafica 3).

Alrededor de 34 tipos distintos de cardiopatías congénitas o adquiridas fueron registradas en este estudio, siendo la transposición de grandes arterias por mucho la cardiopatía que mas requirió de cierre esternal diferido en el postquirúrgico inmediato, llegando a representar el 28%. Le siguen en frecuencia la conexión anómala total de venas pulmonares con el 16.7% y la doble salida del ventrículo derecho con el 10.5% (tabla 1).

La principal causa para dejar el tórax abierto en el postoperatorio inmediato fue la inestabilidad hemodinámica en el 55% de los casos, seguido del sangrado en el 43%. No se registró ningún caso de cierre diferido del tórax por arritmias cardiacas intratables (gráfica 4).

Por edades la principal causa de cierre esternal diferido en menores de 2 años fue la inestabilidad hemodinámica 68.8%, mientras que para los pacientes mayores de 2 años el sangrado representó la principal causa 80.5% (tabla 2).

El tiempo promedio de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico en los pacientes con tórax abierto en postoperatorio inmediato fue de 167 y 104 minutos respectivamente (gráfica 5). Se mantuvo el tórax abierto en promedio 2.2 días con un rango de 1 a 8 días (grafica 6).

La mortalidad en los 258 pacientes dejados con tórax abierto estuvo alrededor del 17.8%. Hubo un aumento de la mortalidad en el año 2007 (gráfica 7).

La tasa más alta de mortalidad por tipo de cardiopatía en pacientes con tórax abierto la obtuvo la transposición de grandes arterias en los 10 años de registro lo que corresponde al 19.6% del total, seguida de las cardiopatías con fisiología univentricular 15.2%, y en tercer lugar la conexión anómala total de venas pulmonares y la doble salida del ventrículo derecho con 10.9% cada una (tabla 3).

Solamente se presentaron 6 casos de mediastinitis en los 258 pacientes con cierre esternal diferido, todos menores de 6 meses de edad (2.3%), con un promedio de 3.6 días de esternón abierto, sin registrarse ninguna defunción por esta causa (tabla 4).

5.1 ANALISIS Y DISCUSIÓN.

El cierre diferido del tórax como técnica quirúrgica en el postoperatorio inmediato se ha utilizado como una medida que facilita y agiliza la recuperación de los pacientes pediátricos. La compresión que se genera al corazón y los pulmones durante el cierre del tórax puede generar inestabilidad hemodinámica. Ya desde 1975 Riahi describió como inmediatamente después del cierre del tórax en pacientes adultos sometidos a cirugía de corazón abierto se producía un descenso en la presión arterial y aumento de la presión venosa central¹.

La manipulación del corazón durante el procedimiento quirúrgico puede producir edema del pericardio o de las estructuras del mediastino cercanas a él. Un aumento significativo del tamaño del corazón ocasiona disfunción ventricular importante y alteraciones en la perfusión del miocardio cuando se intenta el cierre del tórax¹³.

Al parecer el beneficio de mantener el tórax abierto posterior a la cirugía cardiovascular es mayor en el niño dado el mayor tamaño del corazón en relación con la caja torácica en comparación con los adultos. En las últimas décadas la cirugía paliativa y correctiva de cardiopatías congénitas más complejas ha aumentado la duración de la circulación extracorpórea y por lo tanto sus efectos negativos sobre la función miocárdica. El cierre diferido del tórax por tanto se ha

convertido en una técnica de uso común en este tipo de pacientes lográndose mejores resultados¹⁷.

Esta técnica se lleva a cabo de forma rutinaria en muchas instituciones de acuerdo a la función miocárdica, el tipo de procedimiento o la edad del paciente. El objetivo es prevenir el desarrollo del síndrome de bajo gasto cardiaco en pacientes de alto riesgo¹⁸.

En el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez la decisión de dejar el tórax abierto no se lleva a cabo de manera rutinaria basados en criterios preestablecidos como la edad del paciente o el tipo de cardiopatía, por el contrario la decisión se fundamenta en una juiciosa valoración de las condiciones del paciente en el período transquirúrgico, especialmente a la salida de la circulación extracorpórea.

En este estudio presentamos la casuística de 10 años de registro de los procedimientos quirúrgicos llevados a cabo en pacientes con cardiopatías congénitas o adquiridas menores de 18 años de edad y que fueron sometidos a circulación extracorpórea.

Un total de 3263 cirugías se realizaron en el periodo de estudio ya mencionado, de las cuales 2347 requirieron circulación extracorpórea, en promedio 235 procedimientos por año. Se dejó el tórax abierto en el postoperatorio inmediato en 258 pacientes en un periodo de 10 años lo que corresponde al 11% del total (gráfica 1).

En el estudio de Özker y colaboradores realizado en Turquía durante los años 2007 a 2011 el porcentaje de tórax abierto fue del 3.45%¹⁹. En el estudio de Riphagen realizado en el Reino Unido en un periodo de 3 años el porcentaje de pacientes con cierre esternal diferido fue del 11% muy similar a lo reportado en nuestra investigación⁷.

Otros estudios como el de Samir y colaboradores realizado entre los años 1991 a 2000 en neonatos reportó un porcentaje de tórax abierto tan alto como el 45%²⁰ y McElhinney del 21.9%²¹. Ver tabla comparativa entre los estudios realizados en las últimas dos décadas (tabla 5).

Esta aparente disparidad en los resultados podría explicarse por la variabilidad entre los grupos estudiados, en donde se hace evidente un mayor uso del cierre torácico diferido en los neonatos y lactantes en las series de Samir²⁰ y McElhinney²¹. Algunas instituciones prefieren dejar el tórax abierto especialmente en neonatos como medida preventiva del síndrome de bajo gasto cardiaco.

En nuestro estudio se aprecia un aumento en el porcentaje de pacientes dejados con tórax abierto entre los años 2008 a 2011 que coincide con un mayor número de neonatos y lactantes menores de 6 meses operados durante estos años (gráfica 8). De manera general los neonatos y los lactantes menores de 6 meses representan el 55% de los pacientes dejados con el tórax abierto en los 10 años de estudio.

El resto de pacientes con cierre torácico diferido se distribuye con porcentajes similares entre los lactantes mayores 10.8%, preescolares 10.1%, escolares 6.5% y adolescentes 11.2%. El porcentaje más bajo corresponde a los lactantes de 7 a 12 meses 6.6% (gráfica 3).

En el estudio de Özker y colaboradores las cardiopatías que registraron mayor porcentaje de cierre torácico diferido fueron la transposición de grandes arterias 50%, seguido del corazón izquierdo hipoplásico 18.4% y la conexión anómala total de venas pulmonares 10.5%¹⁹. Para Riphagen y colaboradores el corazón izquierdo hipoplásico fue la principal causa de cierre torácico diferido 42%, seguido por la coartación /interrupción aórtica 15% y la transposición de grandes arterias 13.6%⁷.

En la serie reportada por Samir de neonatos con cierre torácico diferido el principal diagnóstico fue la transposición de grandes arterias 55.7%, Interrupción del arco aórtico 15.7% y conexión anómala total de venas pulmonares 13.5%²⁰.

En el presente estudio la transposición de grandes arterias constituye el 28% del total de los diagnósticos, seguida de la conexión anómala total de venas pulmonares con el 17.1% y la doble salida del ventrículo derecho con el 10.5%. Estos resultados contrastan con los estudios de Özker¹⁹ y Riphagen⁷ donde el diagnóstico principal fue el corazón izquierdo hipoplásico. En nuestra institución el número anual de pacientes con esa patología es bajo y no ha permitido lograr una experiencia sólida, siendo otro de los problemas el que la gran mayoría son referidos tardíamente por lo que no se les considera candidatos a manejo quirúrgico (Tabla 1). En el estudio de Samir y colaboradores no se incluyeron pacientes con diagnóstico de corazón izquierdo hipoplásico²⁰. En nuestra casuística este diagnóstico tan solo representó el 1.9% del total de los pacientes (tabla 6).

Las indicaciones para diferir el cierre del tórax en cirugía cardiovascular están relacionadas principalmente con la inestabilidad hemodinámica que se genera al

intentar cerrar el tórax a consecuencia del edema pericárdico y de los tejidos adyacentes al corazón, sin embargo otra indicación importante es el sangrado que no puede ser adecuadamente controlado.

Otras indicaciones como las arritmias, el paro cardiaco, el tiempo de circulación extracorpórea prolongado y la hipoxia están estrechamente relacionadas con las dos primeras causas, siendo la indicación final una combinación de varias de ellas.

En el estudio de Tabbutt y colaboradores la decisión de diferir el cierre del tórax en el postoperatorio inmediato fue tomada de manera electiva previa al procedimiento en el 30% de los pacientes, el edema pericárdico y de los tejidos adyacentes al corazón sumo otro 30%, la inestabilidad hemodinámica representó el 16% y el sangrado el 6%⁶. En la serie de Samir la principal causa fue la inestabilidad hemodinámica 51%, el edema cardiaco 40% y el sangrado en el 9%²⁰.

En la serie de Riphagen la principal indicación para el cierre diferido del esternón fue el sangrado en el 50% y la inestabilidad hemodinámica en el 24%⁷. En nuestro estudio predominó de la inestabilidad hemodinámica 55%, seguido del sangrado en el 47% de los casos. El paro cardiaco representó solo el 3% de los casos.

De manera interesante la indicación para el cierre esternal diferido en los pacientes menores de dos años fue la inestabilidad hemodinámica, mientras que en los pacientes más grandes el sangrado y la imposibilidad para lograr una adecuada hemostasia fue la principal indicación (tabla 2). Esto concuerda con los datos obtenidos en el estudio de Samir y colaboradores, realizado en neonatos en

donde el 51% de los pacientes a los que se difirió el cierre esternal presentaban signos de bajo gasto cardiaco²⁰.

En pacientes adultos la principal causa de cierre esternal diferido es el sangrado y la hemostasia inadecuada. Se ha documentado un aumento en el tamaño de las cavidades cardiacas relacionado con el sangrado severo al término de la circulación extracorpórea y consecuentemente la aparición de disfunción miocárdica severa²².

Hay una clara superposición en algunas series en las indicaciones para cierre esternal. En el caso particular de la serie de Tabbutt la suma de estas dos indicaciones (inestabilidad hemodinámica y sangrado) representan el 37% y se convierten en la principal causa de cierre torácico diferido⁶.

En nuestro estudio el tiempo promedio de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico en los pacientes con cierre esternal diferido en postoperatorio inmediato fue de 167 y 104 minutos respectivamente (grafica 5). En la mayoría de los estudios el tiempo de circulación extracorpórea está comprendido entre 84 a 196 minutos (tabla 7).

En el estudio de Samir y colaboradores se encontró cómo el tiempo de circulación extracorpórea superior a 185 minutos fue un factor de riesgo significativo para requerir cierre esternal diferido²⁰.

En el estudio actual el tiempo promedio de circulación extracorpórea de los pacientes que no requirieron cierre esternal diferido fue de 89.2 minutos y

pinzamiento aórtico de 54.5 minutos. Estas cifras difieren notablemente de los tiempos de circulación extracorpórea y tiempo de pinzamiento aórtico de los pacientes a los cuales se les difirió el cierre esternal (gráfica 9).

En el estudio de Özker la duración promedio en días para el cierre torácico definitivo fue de 2.9 días¹⁹. En el presente estudio el tiempo promedio hasta el cierre del esternón fue de 2.2 días (gráfica 6).

Riphagen en su estudio reporta un tiempo promedio del cierre del tórax de 21 horas (rango entre 18 a 40 horas), atribuido al efecto cardio-protector de los esteroides antes del inicio de la circulación extracorpórea, la ultrafiltración modificada, el uso temprano de inhibidores de la fosfodiesterasa y por su puesto tiempos de circulación extracorpórea más cortos (promedio de 84 min)⁷.

Este autor además reporta un cierre del tórax mas temprano en aquellos pacientes cuya indicación fue el sangrado en comparación con aquellos pacientes en los que la indicación fue la inestabilidad hemodinámica⁷.

El tiempo óptimo para el cierre del tórax aun no está definido y varia con los criterios aplicados en cada institución. Algunos autores consideran que el cierre del tórax está indicado cuando se ha resuelto la situación que originó esta medida (inestabilidad hemodinámica, sangrado o edema).

Nuevamente en este sentido Riphagen y colaboradores proponen un cierre esternal diferido “temprano”, es decir en las primeras 24 horas, teniendo en cuenta que en este tiempo, alteraciones como el sangrado y la hemostasia

inadecuada llegan a resolverse. Proponen además que la sobrecarga excesiva de líquidos prolonga el tiempo para alcanzar este objetivo⁷.

Se ha considerado el cierre esternal diferido como una condición de riesgo para el desarrollo de mediastinitis. Sin embargo aun no hay consenso acerca del riesgo real que tienen los pacientes con cierre torácico diferido de desarrollar esta grave complicación²³⁻²⁶. La posibilidad de desarrollar mediastinitis en pacientes a los cuales se les difiere el cierre del tórax está alrededor del 0 al 4.4%^{6,27}.

Harder y colaboradores en su estudio con 375 pacientes en los que se le difirió el cierre del tórax, reportan mediastinitis en el 6.7% y una duración promedio para el cierre del tórax de 5 días¹¹.

En nuestro estudio solo se documentaron 6 casos de mediastinitis en los 258 pacientes con cierre esternal diferido lo que corresponde al 2.3%. Estos 6 casos se presentaron en pacientes menores de 6 meses, la mayoría en el periodo neonatal, todos requirieron exploración mediastinal, esquema de irrigación mediastinal y no se registró ninguna defunción en los niños afectados (tabla 4).

En el estudio de Bowman y colaboradores realizado en Canadá en 130 niños con cierre torácico diferido el porcentaje de pacientes que desarrollaron mediastinitis fue del 6.9% y la duración promedio para el cierre del tórax fue de 5 días; además desde el cierre del tórax hasta la detección de la mediastinitis pasaron en promedio 8 días²⁸. En nuestro estudio el tiempo promedio desde el cierre del esternón hasta la detección de la mediastinitis fue de 9 días.

La mortalidad en el estudio de Tabbutt realizado con un número significativo de pacientes a los cuales se les difirió el cierre del fué del 19%⁶. En el estudio retrospectivo realizado por Özker y colaboradores entre los años 2007 a 2011 con un menor número de pacientes que el estudio de Tabbutt, reporta una mortalidad tan alta como del 34.2%¹⁹. En nuestro estudio la mortalidad promedio en los 10 años de registro fue del 17.8% con rangos del 10% al 30.8%, lo que está en concordancia con las cifras reportadas por otras series (tabla 8).

Debe tenerse en cuenta que los pacientes que son dejados con el esternón abierto en el periodo posquirúrgico inmediato, son un grupo de alto riesgo. Gran parte de ellos son menores de 6 meses, con bajo peso, comorbilidades e inestables hemodinámica antes del procedimiento.

Estas condiciones y características propias de los pacientes que requieren del cierre torácico diferido aumentan su mortalidad global. Debe agregarse además que existe gran variabilidad en los tipos de diagnósticos incluidos en cada una de las series analizadas lo que hace aun más heterogéneo el análisis de la mortalidad.

En nuestro estudio, la transposición de grandes arterias tuvo la mortalidad más alta por tipo de cardiopatía en los 10 años de registro y a su vez representó el tipo de diagnóstico más frecuente que requirió cierre esternal diferido.

De manera interesante las cardiopatías con fisiología univentricular (atresia tricuspidea clásica, ventrículo derecho e izquierdo hipoplásicos, dextromorfismo, levomorfismo y doble entrada a ventrículo izquierdo) aunque no fueron diagnósticos frecuentes que requirieron cierre esternal diferido, si ocuparon el

segundo lugar en frecuencia en lo relacionado a mortalidad (tablas 1 y 3). Esto refleja las malas condiciones pre-quirúrgicas y la altísima complejidad en este grupo de pacientes que los hace especialmente vulnerables y aumenta su mortalidad global.

En el estudio de Özker y colaboradores se aprecia como la mortalidad más alta por tipo de cardiopatía corresponde al ventrículo izquierdo hipoplásico (100%)¹⁹. Estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestro estudio y justifican la conducta expectante en este tipo de pacientes.

6. CONCLUSIONES

Los valores numéricos obtenidos de los archivos del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez en cada una de las variables, son similares a los reportados por diferentes centros de cirugía cardiovascular en el mundo, en aspectos como las indicaciones para diferir el cierre del tórax, e tiempo de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico, los días promedio para el cierre del esternón y mortalidad global ¹⁹⁻²¹.

Hay diferencias importantes con respecto al porcentaje de pacientes a los cuales se les diferió el cierre del tórax. Esto podría explicarse por el uso “profiláctico” del cierre torácico diferido en neonatos que llevan a cabo algunas instituciones^{20, 21}.

El análisis de los datos aportados por nuestro instituto, permiten concluir que a una menor edad la principal indicación para el cierre torácico diferido es la inestabilidad hemodinámica y en preescolares, escolares y adolescentes lo es el sangrado y la incapacidad para lograr una adecuada hemostasia (tabla 2).

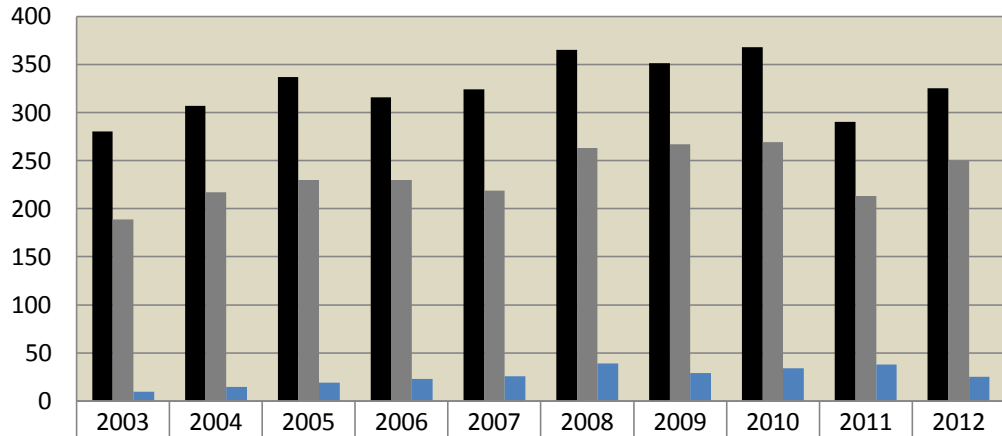
Nuestra mortalidad fue discretamente menor a la reportada por otras series (tabla 8). Las cardiopatías con fisiología univentricular, contribuyen de manera importante en la mortalidad reportada en nuestro estudio, reflejo las malas condiciones pre-quirúrgicas y la altísima complejidad en este grupo de pacientes que los hace especialmente vulnerables.

La mediastinitis como complicación mayor del cierre torácico diferido permaneció dentro de los rangos habituales reportados en la literatura mundial. Dada la baja frecuencia de infecciones en el mediastino no se debe aducir como una limitante a la hora de decidir sobre la necesidad de diferir el cierre del tórax.

Los datos aportados por esta gran serie de pacientes son de utilidad para comparar el estado de esta técnica quirúrgica en niños con cardiopatías congénitas o adquiridas altamente complejas con tiempos de circulación extracorpórea y pinzamiento aórtico prolongados, con otros centros de cirugía cardiovascular pediátrica de reconocida trayectoria mundial.

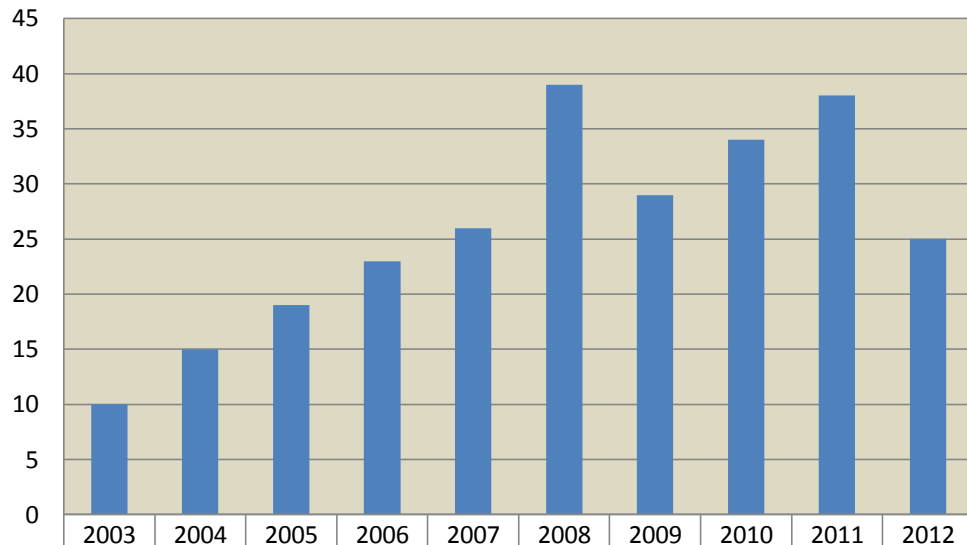
TABLAS Y GRAFICAS

Grafica 1. CIRUGIA CARDIACA - CIRCULACION EXTRACORPOREA - CIERRE TORACICO DIFERIDO

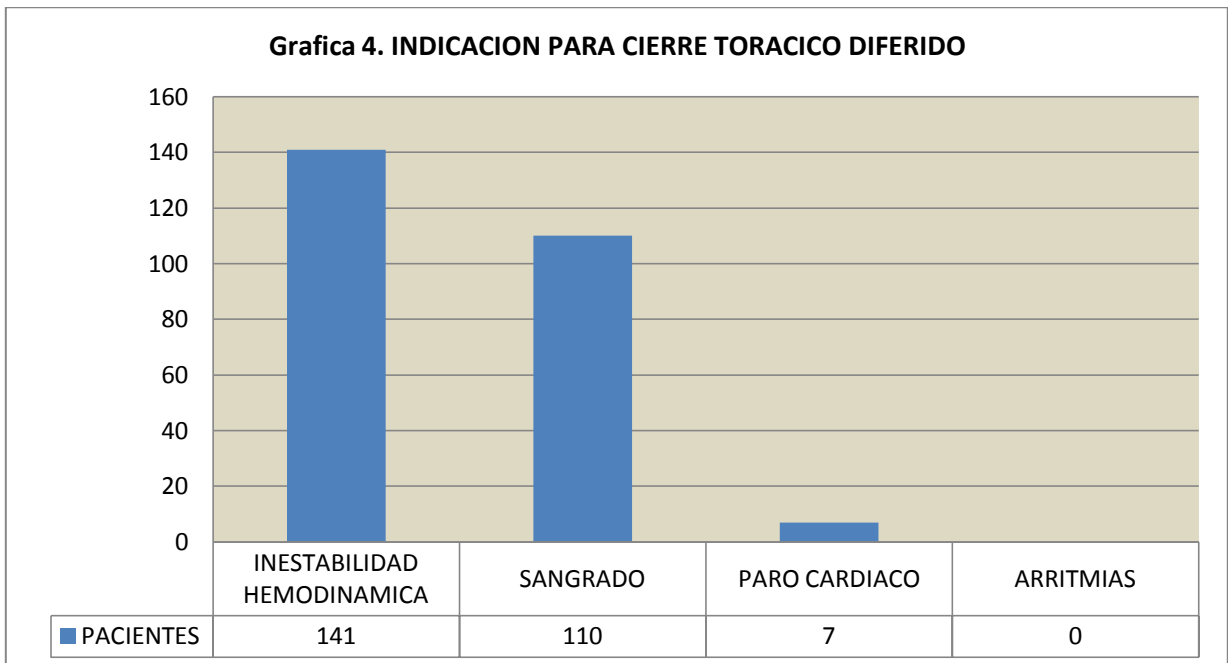
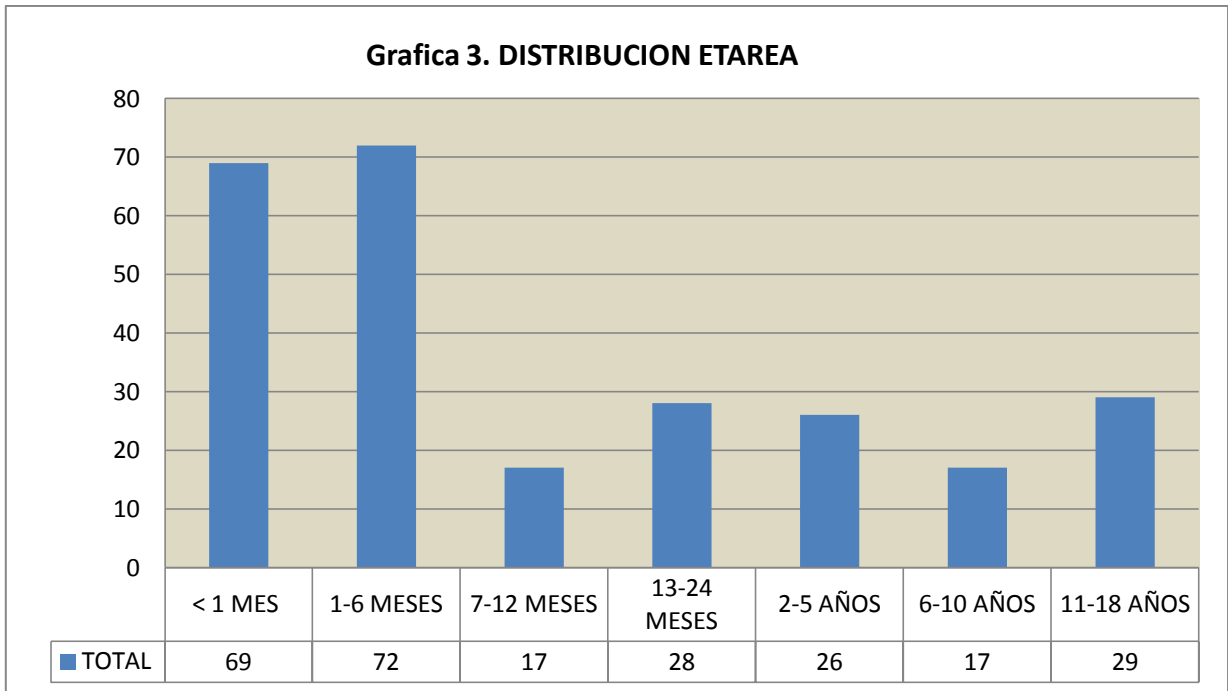


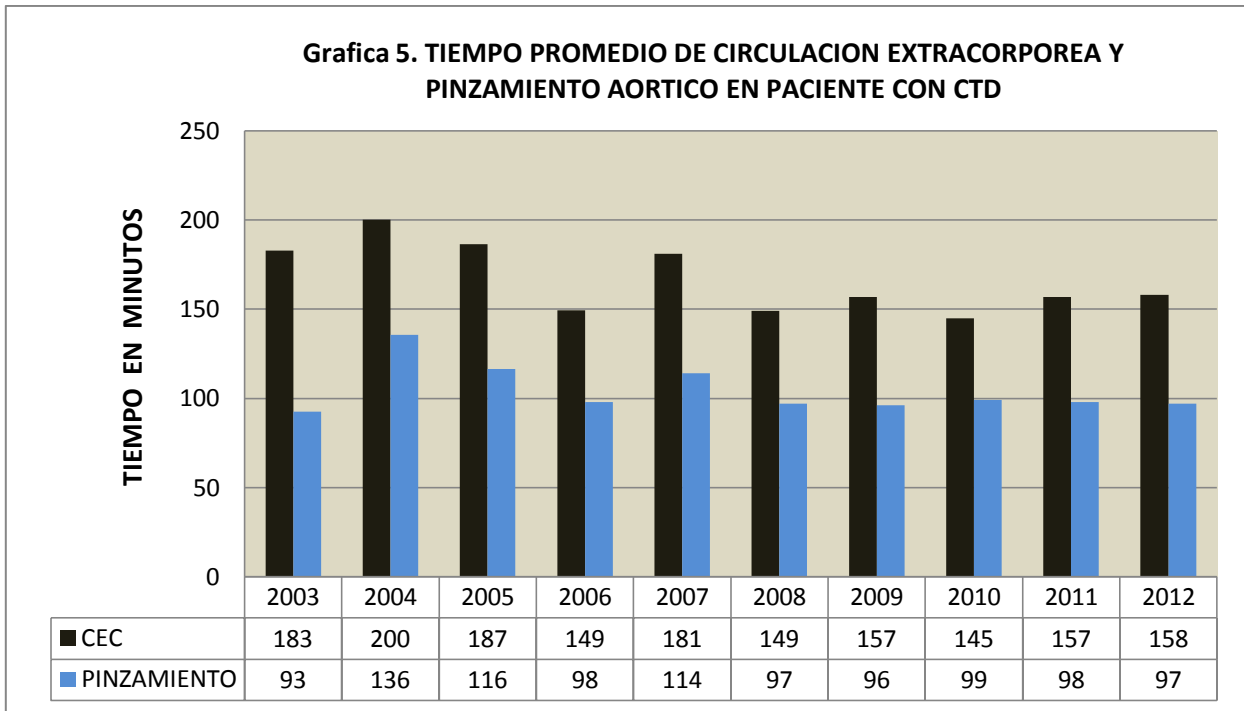
■ TOTAL CIRUGIAS	280	307	337	316	324	365	351	368	290	325
■ CEC	189	217	230	230	219	263	267	269	213	250
■ TORAX ABIERTO	10	15	19	23	26	39	29	34	38	25

Grafica 2. PACIENTES CON CIERRE TORACICO DIFERIDO POR AÑO

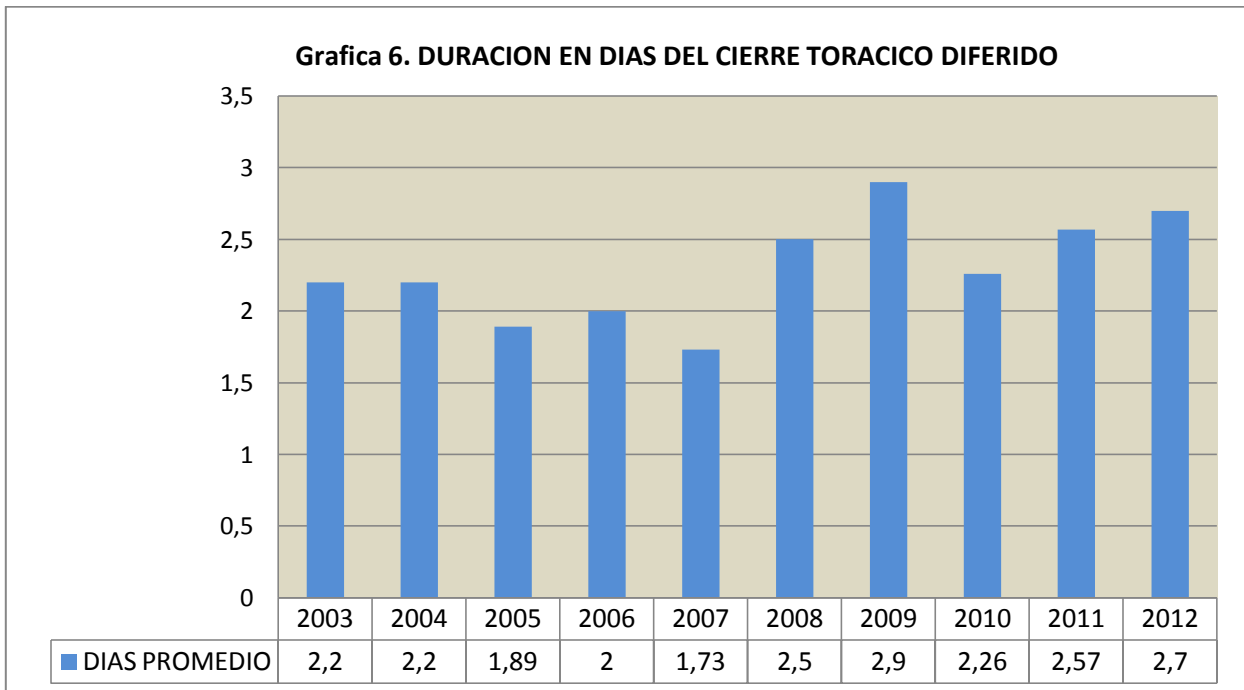


■ TORAX ABIERTO	10	15	19	23	26	39	29	34	38	25
-----------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

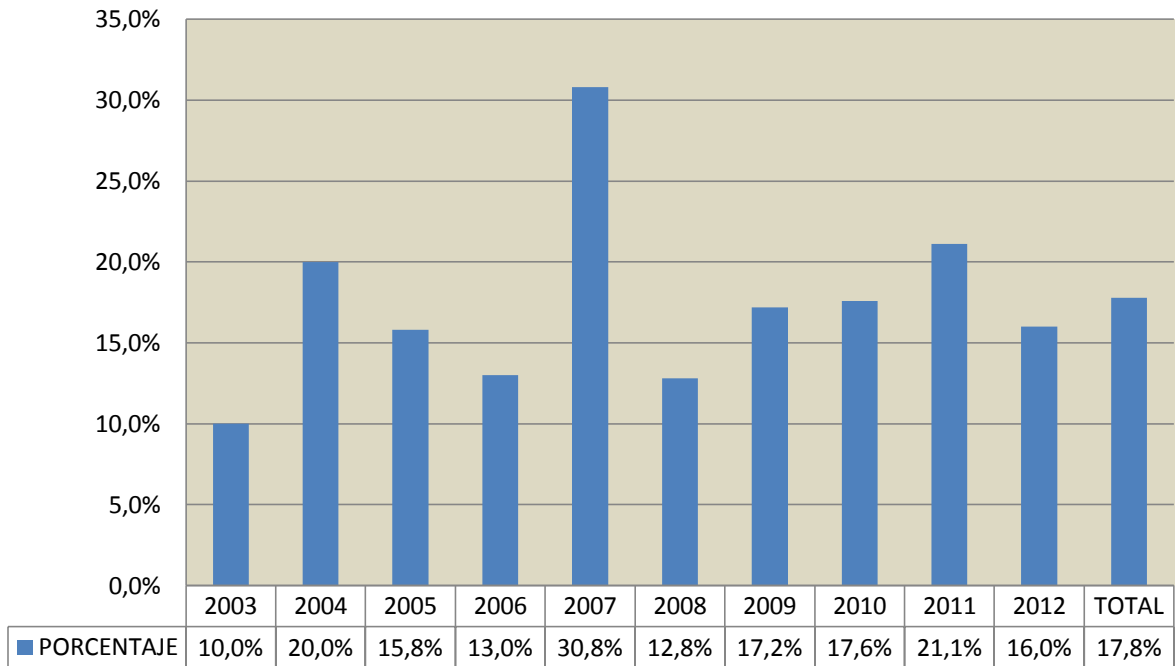




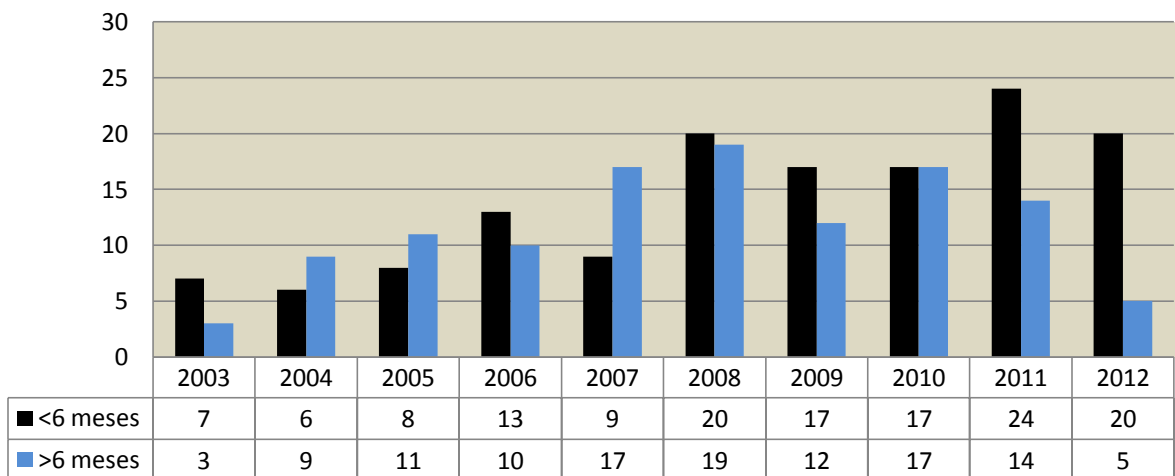
CTD: cierre torácico diferido.



Grafica 7. PORCENTAJE DE MORTALIDAD POR AÑO

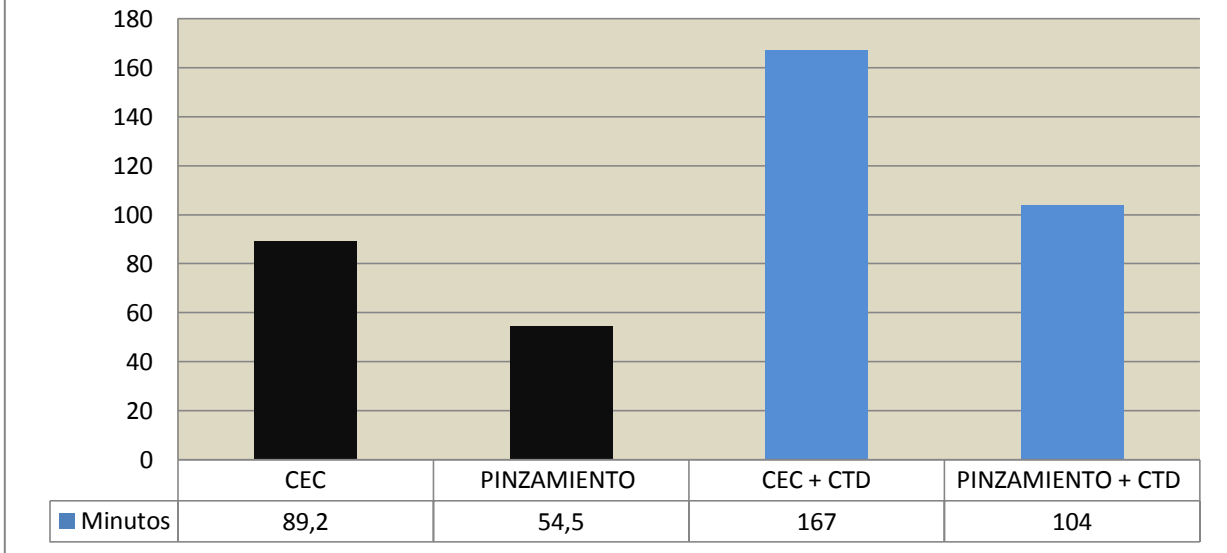


Grafica 8. NUMERO DE PACIENTES CON CTD < DE 6 MESES Y > DE 6 MESES



CTD: cierre torácico diferido.

Grafica 9 . TIEMPO PROMEDIO DE CEC Y PINZAMIENTO AORTICO EN PACIENTES CON Y SIN CTD



CEC: circulación extracorpórea, **CTD:** cierre torácico diferido

Tabla 1. TIPO DE DIAGNOSTICOS Y CIERRE TORACICO DIFERIDO

DIAGNOSTICO	TOTAL	%
TGA	72	28
CATVP	44	17,1
DSVD	27	10,5
T.FALLOT /AP CON CIV	23	8,9
LESIONES VALVULARES	15	5,8
TA	14	5,4
FISIOLOGIA UNIVENTRICULAR	12	4,6
CIV	6	2,3
Co. Ao	9	3,5
Val. Pul. Ausente	6	2,3
CAV	5	1,9
VIH	5	1,9
TGAcc	4	1,6
AP/sin CIV	4	1,6
OTROS	12	4,6
TOTAL	258	100

TGA: transposición de grandes arterias, **TGA cc:** transposición de grandes arterias congénitamente corregida, **CATVP:** conexión anómala total de venas pulmonares, **DSVD:** doble salida del ventrículo derecho, **LESIONES VALVULARES:** insuficiencia valvular aortica, estenosis valvular aortica, estenosis subvalvular aortica, estenosis supra valvular aortica, estenosis pulmonar, estenosis mitral, insuficiencia mitral, **TA:** tronco arterioso común, **T. FALLOT /AP con CIV:** Tetralogía de Fallo/ atresia pulmonar con comunicación interventricular, **AP sin CIV :** atresia pulmonar sin comunicación interventricular , **CIV :** comunicación interventricular , **FISIOLOGIA UNIVENTRICULAR:** atresia tricuspidea clásica, ventrículo derecho hipoplásico, Dextromorfismo, levomorfismo, doble entrada a ventrículo izquierdo, **Co. Ao:** coartación aortica ,**Val. Pul. Ausente:** síndrome de válvula pulmonar ausente, **CAV:** canal atrioventricular, **VIH:** ventrículo izquierdo hipoplásico, **OTROS:** comunicación interauricular, anomalía de Ebstein, origen anómalo de la coronaria izquierda del tronco de la arteria pulmonar, interrupción del arco aórtico

Tabla 2. INDICACION PARA CIERRE ESTERNAL DIFERIDO POR RANGOS DE EDAD				
RANGO DE EDAD	# DE PACIENTES	INESTABILIDAD HEMODINAMICA	SANGRADO	PARO CARDIACO
<2 años	186	68.8%	27.9%	3.2%
2 a 18 años	72	18%	80.5%	1.3%

Tabla 3. MORTALIDAD POR CARDIOPATIA		
POR CARDIOPATIA	PACIENTES	PORCENTAJE
TGA	9	19,6
FISIOLOGIA UNIVENTRICULAR	7	15,2
CVPAT	5	10,9
DSVD	5	10,9
TA	4	8,7
CIV	3	6,5
LESIONES VALVULARES	3	6,5
AP/CIV	2	4,3
CAV	2	4,3
Co.Ao.	2	4,3
TGACC	2	4,3
Inter.Ao.	1	2,2
AE	1	2,2
TOTAL	46	100

TGA: transposición de grandes arterias, **TGA cc:** transposición de grandes arterias congénitamente corregida, **CVPAT:** conexión venosa pulmonar anómala total, **DSVD:** doble salida del ventrículo derecho, **TA:** tronco arterioso común, **AP /CIV:** atresia pulmonar con comunicación interventricular, **CIV:** comunicación interventricular, **Co. Ao:** coartación aortica, **CAV:** canal atrioventricular, **FISIOLOGIA UNIVENTRICULAR :** atresia tricuspidea clásica, ventrículo derecho hipoplásico, Dextromorfismo, levomorfismo, doble entrada a ventrículo izquierdo, ventrículo izquierdo hipoplásico, **LESIONES VALVULARES:** insuficiencia valvular aortica, estenosis subvalvular aortica, estenosis supra valvular aortica, **A.E:** anomalía de Ebstein, **Inter. Ao:** interrupción del arco aórtico.

Tabla 4 MEDIASTINITIS EN PACIENTES CON CIERRE ESTERNAL DIFERIDO

AÑO	DIAGNOSTICO	EDAD	DIAS TORAX ABIERTO	DEFUNCION
2006	TGA	10 días	4	no
2007	VIH	4 días	4	no
2008	CVPAT	25 días	4	no
2008	DSVD	5 meses	4	no
2010	TA	5 meses	4	no
2011	TGA	2 días	2	no

TGA: transposición de grandes arterias, **CVPAT:** conexión venosa pulmonar anómala total, **DSVD:** doble salida del ventrículo derecho, **TA:** tronco arterioso común, **VIH:** ventrículo izquierdo hipoplásico

Tabla 5. Comparación entre estudios publicados en las últimas décadas.

Estudio	Grupo de estudio	Periodo	CEC/CTD	Porcentaje
Estudio actual	< 18 años	2003-12	2347/257	11%
Özker ¹⁹	< 18 años	2007-11	1011/38	3.45%
Riphagen ⁷	<18 años	2000-03	585/66	11.2%
McElhinney ²¹	Neonatos y lactantes	1991-96	585/128	22%
Samir ²⁰	Neonatos	1991-2000	312/140	45%
Tabbutt ⁶	<18 años	1992-95	2559/217	7%

CTD: cierre torácico diferido. **CEC:** circulación extracorpórea

Tabla 6. Comparación de los diagnósticos entre estudios publicados en las últimas décadas

Diagnóstico	Estudio actual	Samir ²⁰	Özker ¹⁹	Riphagen ⁷	Tabbutt ⁶
TGA	28%	55.7%	50%	13.6%	23.5%
CVPAT	16.7%	13.5%	10.5%	6%	2.8%
DSVD (variantes)	10.5%	----	2.6%	3%	5%
VIH	1.9%	----	18.4%	42%	28.6%
Inter. Ao	0.8%	15.7%	0.8%	15.1 %	2.8%
T.F	4.3%	2.1%	2.6%	7.5%	10.1%

TGA: transposición de grandes arterias, **CVPAT:** conexión venosa pulmonar anómala total, **DSVD:** doble vía de salida del ventrículo derecho, **VIH:** ventrículo izquierdo hipoplásico, **Inter. Ao:** interrupción del arco aórtico. **T.F:** tetralogía de Fallot.

Tabla 7. Comparación duración tiempo de CEC entre estudios publicados en las últimas décadas		
Estudio	Grupo de estudio	Tiempo promedio de CEC
Estudio actual	< 18 años	167 min
Özker ¹⁹	< 18 años	180 min
Riphagen ⁷	<18 años	84 min
McElhinney ²¹	Neonates y lactantes	196 min
Samir ²⁰	Neonatos	146 min
Tabbutt ⁶	<18 años	136 min

CTD: cierre torácico diferido

Tabla 8. Comparación de mortalidad entre estudios publicados en las últimas décadas.				
Estudio	Grupo de estudio	Periodo	Nºpacientes	Mortalidad
Estudio actual	< 18 años	2003-12	257	17.8%
Özker ¹⁹	< 18 años	2007-11	38	34.2%
Riphagen ⁷	<18 años	2000-03	66	20%
McElhinney ²¹	Neonates y lactantes	1991-96	128	21%
Samir ²⁰	Neonatos	1991-2000	140	21.4%
Tabbutt ⁶	<18 años	1992-95	217	26%

BIBLIOGRAFÍA

1. Riahi M, Tomatis LA, Schlosser RJ, Bertolozzi E, Johnston DW. Cardiac compression due to closure of the median sternotomy in open heart surgery. *Chest* 1975; 67:113– 4.
2. Gielchinsky I, Parsonnet V, Krishan B, Silidker M, Abel RM .Delayed sternal closure following open-heart operation. *Ann Thorac Surg* 1981; 32:253–73.
3. Amato J. Review of the rationale for delayed sternal closure. *Crit Care Med* 2000; 28:1249 –51.
4. Jogi P, Werner O. Hemodynamic effects of sternum closure after open heart surgery in infants and children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 19:217–20.
5. Horvath R, Shore S, Schultz S, Rosenkranz E, Cousins M,Ricci M. Cerebral and somatic oxygen saturation decrease after delayed sternal closure in children after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 139:894-900.
6. Tabbutt S, Duncan BW, McLaughlin D, Wessel DL, Jonas RA, Laussen PC. Delayed sternal closure after cardiac operations in a pediatric population. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1997; 113:886-93.
7. Riphagen S, McDougall M, Tibby S, Alphonso N, Anderson D, Austin C, Durward A, Murdoch I. Early” Delayed Sternal Closure Following Pediatric Cardiac Surgery. *Ann Thorac Surg* 2005; 80:678–85.
8. Schroeder VA, Pearl JM, Schwartz SM, Shanley TP, Manning PB, Nelson DP. Combined steroid treatment for congenital heart surgery improves oxygen delivery

and reduces post bypass inflammatory mediator expression. *Circulation* 2003; 107:2823– 8.

9. Bando K, Turrentine MW, Vijay P, et al. Effect of modified ultrafiltration in high-risk patients undergoing operations for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 1998; 66:821–7

10. Hoffman TM, Wernovsky G, Atz AM, et al. Efficacy and safety of milrinone in preventing low cardiac output syndrome in infants and children after corrective surgery for congenital heart disease. *Circulation* 2003; 107:996 –1002.

11. Harder E, Gaies M, Sunkyung Yu, Donohue J, Hanauer D, Goldberg C., Hirsch J. Risk factors for surgical site infection in pediatric cardiac surgery patients undergoing delayed sternal closure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013; 146:326-33

12. Jögi P, Werner O. Hemodynamic effects of sternum closure after open-heart surgery in infants and children. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 19:217–20.

13. Kay PH, Brass T, Lincoln C. The pathophysiology of atypical tamponade in infants undergoing cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1989; 3:255-61.

14. Polit D, Hungler B. Investigación científica en ciencias de la salud. 6a ed. Mexico Mc Graw Hill. 2000.

15. Norma oficial mexicana NOM-012-SSA3-2012, Que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos. [Disponible en Internet] México D.F. 2012. [Consultado 10 de febrero de 2014]. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284148&fecha=04/01/2013

16. Concejo de organizaciones internacionales de las ciencias médicas CIOMS en colaboración con la organización mundial de la salud OMS. Pautas éticas

internacionales para la investigación biomédica en seres humanos [Disponible en Internet] Ginebra, Suiza. 2002. [Consultado el 3 de febrero de 2014]. http://www.cioms.ch/publications/guidelines/pautas_eticas_internacionales.htm

17. Elami A, Permut L, Laks H, Drinkwater, Sebastian J. Cardiac Decompression After Operation for Congenital Heart Disease in Infancy. *Ann Thorac Surg* 1994; 58:1392-6.

18. Alexi-Meskishvili V, Weng Y, Uhlemann F, Lange PE, Hetzer R. Prolonged open sternotomy after pediatric open heart operation: experience with 113 patients. *Ann Thorac Surg* 1995, 59:379–383.

19. Özker E, Saritaş B, Vuran C, Yörüker U, Ulugöl H, Türköz R. Delayed Sternal Closure After Pediatric Cardiac Operations; Single Center Experience: a Retrospective Study. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2012, 7:102.

20. Samir K, Riberi A, Ghez O, Ali M, Metras D, Kreitmann B. Delayed sternal closure: a life-saving measure in neonatal open heart surgery; could it be predictable? *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21:787–93.

21. McElhinney DB, Reddy VM, Parry AJ, Johnson L, Fineman JR, Hanley FL. Management and outcomes of delayed sternal closure after cardiac surgery in neonates and infants. *Crit Care Med* 2000; 28:1180–4.

22. Christenson J.T, Maurice J, Simonet E, Velebit V, Schmuziger M. Open chest and delayed sternal closure after cardiac surgery. *Eur J Cardio-thorac Surg* 1996; 10: 305- 31.

23. Long CB, Shah SS, Lautenbach E, Coffin SE, Tabbutt S, Gaynor JW, et al. Postoperative mediastinitis in children: epidemiology, microbiology and risk factors for gram-negative pathogens. *Pediatr Infect Dis J* 2005; 24:315-9.

24. Levy I, Ovadia B, Erez E, Rinat S, Ashkenazi S, Birk E, et al. Nosocomial infections after cardiac surgery in infants and children: Incidence and risk factors. *J Hosp Infect* 2003; 53:111-6.
25. Holzmann-Pazgal G, Hopkins-Broyles D, Recktenwald A, Hohrein M, Kieffer P, Huddleston C, et al. Case-control study of pediatric cardiothoracic surgical site infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008; 29:76-9.
26. Shah SS, Kagen J, Lautenbach E, Bilker WB, Matro J, Dominguez TE, et al. Bloodstream infections after median sternotomy at a children's hospital. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 133:435-40.
27. Al-Sehly AA, Robinson JL, Lee BE, Taylor G, Ross DB, Robertson M, et al. Pediatric poststernotomy mediastinitis. *Ann Thorac Surg* 2005; 80:2314-20.
28. Bowman M, Rebeyka I, Ross D, Quinonez L, Forgie S. Risk factors for surgical site infection after delayed sternal closure. *American Journal of Infection Control*. 2013; 41:464-5.