



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ

TÍTULO:

**ENFOQUE TERAPÉUTICO DE LA COARTACIÓN AÓRTICA NEONATAL,
EXPERIENCIA DE 15 AÑOS**

TESIS DE POSGRADO

PARA OBTENER EL TÍTULO COMO ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA

DRA. JIMENA PERDIGÓN LAGUNES

TUTOR DE TESIS

DR. JUAN EBERTO CALDERÓN COLMENERO

SUBJEFE DEL DEPARTAMENTO DE CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central




UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

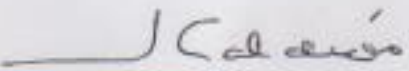
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

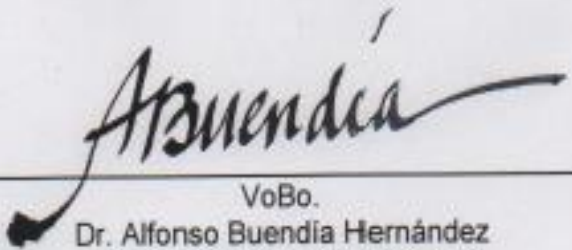
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).


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.




VoBo.
Dr. Juan Verdejo Paris
Director de Enseñanza
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez


VoBo.
Dr. Juan E. Calderón Colmenero
Subjefe de Cardiología Pediátrica
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez


VoBo.
Dr. Alfonso Buendía Hernández
Jefe de Cardiología Pediátrica
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez


Dra. Jimena Perdigón Lagunes
Residente de Segundo año de Cardiología Pediátrica
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

ÍNDICE

MARCO TEÓRICO.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	8
HIPÓTESIS	9
OBJETIVO	9
MATERIAL Y MÉTODOS	10
RESULTADOS	12
DISCUSIÓN	22
CONCLUSIÓN ..	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

MARCO TEÓRICO

La coartación aórtica (CoAo) es la sexta causa más común de malformaciones cardíacas congénitas, con una incidencia de aproximadamente 3 casos por cada 10,000 recién nacidos, y una prevalencia en portadores de cardiopatías del 4-6%, siendo más frecuente en hombres con una relación 2:1. Es una lesión heterogénea que se puede presentar en un amplio rango de edades con diferente sintomatología, como una malformación aislada o asociada con otros defectos cardíacos. ¹⁻⁴

La CoAo fue descrita por primera vez por Morgagni en 1760, como una estenosis discreta de la aorta en posición yuxtaductal. ³ El espectro anatómico es amplio ya que suele localizarse en la región del istmo, pero puede ser preductal, yuxtaductal o postductal. Se describe como discreta o diafragmática cuando se presenta un estrechamiento localizado en el lumen de la aorta; a menudo con un grado de estrechamiento proximal del arco, y en caso de presentarse como una lesión uniforme con estrechamiento de un segmento amplio o todo el arco se conoce como hipoplasia tubular. ⁵ La hipoplasia tiene múltiples definiciones, una de ellas se basa en el valor Z, definido como el número de desviaciones estándar de la estructura desde el valor promedio normal esperado, considerándose hipoplásico en caso de que el valor Z sea menor a -2. La incidencia de hipoplasia el arco asociada a coartación varía del 44-81%. Suele estar más asociado a las presentaciones con alteraciones intracardiacas. ^{6,7}

La CoAo de presentación neonatal, presenta una mortalidad muy elevada, la cual varía según la serie reportada entre un 15% y 40%, a pesar de los avances en el manejo quirúrgico o intervencionista; si bien es menor la mortalidad comparada con la presentada durante la evolución natural de la enfermedad la cual puede ser tan elevada como 64% o hasta 100%. Los recién nacidos con coartación neonatal se presentan de forma crítica generalmente debido a un diagnóstico tardío con incremento en la mortalidad dependiendo del número y de la severidad de

anomalías asociadas. ^{1,8} La falta del diagnóstico temprano se debe a un bajo índice de sospecha, mediciones infrecuentes de la presión de extremidades superiores en los recién nacidos, y la falta de atención en el examen de los pulsos periféricos. Los pacientes se presentan clínicamente con un amplio rango de síntomas que puede incluir desde alteraciones en la deglución y falla en el medro, hasta colapso cardiovascular. El estado clínico al ingreso del paciente es un determinante de la morbilidad y mortalidad.⁸

La CoAo se encuentra clasificada como una de las cardiopatías congénitas críticas, que por definición requieren de cirugía o intervención por cateterismo en el primer año de vida. Se considera ducto-dependiente, y el cierre o la constricción de tal estructura juega un papel importante en la fisiopatología de la falla cardíaca.⁹ El inicio de la sintomatología suele presentarse entre los 3 y los 5 días de vida, cuando el extremo pulmonar del conducto arterioso se constriñe llevando a hipoxia y acidosis metabólica en el extremo inferior del cuerpo. El bajo gasto cardíaco empeora la hipoxia tisular, volviéndose un círculo vicioso. Los síntomas progresan, llegando a un colapso cardiovascular entre el día 8 y 12 de vida.⁸ Característicamente para realizar el diagnóstico clínico suele encontrarse hipertensión proximal a la lesión, con disminución de pulsos distales a la misma, así como un gradiente entre miembros torácicos y pélvicos mayor a 20mmHg. En pacientes que cuentan con origen anómalo de la subclavia derecha, las cuatro extremidades pueden ser abastecidas por vasos distales a la obstrucción. En el caso de la coartación neonatal, clínicamente no habrá evidencia de hipoperfusión hasta que exista constricción del conducto arterioso.¹⁰

El método diagnóstico de elección suele ser el ecocardiograma, en donde se observa la imagen del arco aórtico en la vista supraesternal encontrándose un estrechamiento a nivel de istmo después de la emergencia de la subclavia izquierda. En la CoAo de presentación neonatal el conducto arterioso que se encuentra en dicha región suele ocasionar que se infraestime el gradiente a nivel de la obstrucción, por lo que recientemente se ha difundido el empleo del índice

de Carótida - Arteria subclavia (CSA) y la relación entre los diámetros del istmo-aorta descendente (I/D) para obtener un diagnóstico acertado, fácil de calcular y con alta sensibilidad (94-97.7%) y especificidad (92.3-100%).¹¹⁻¹³

La diversificación de los métodos diagnósticos ha permitido que actualmente se encuentren en auge métodos complementarios como: El diagnóstico prenatal por ecocardiograma y el tamizaje con oximetría de pulso al nacimiento; ya que pueden prevenir complicaciones, al permitir una intervención temprana previa al cierre del conducto arterioso. En Estados Unidos sólo 1 de cada 4 pacientes que requieren de intervención inmediata son diagnosticados de manera prenatal.³

- El diagnóstico prenatal se realiza por medio de un ecocardiograma fetal, en donde suele observarse dilatación ventricular derecha aunado a la desproporción de la relación del arco aórtico – arteria pulmonar, con predominio del vaso pulmonar. La zona de coartación no es fácil de observar debido a que existe un flujo escaso a nivel del istmo, así como la presencia del conducto arterioso, por lo que aún se presentan falsos positivos constantemente.⁴
- En el tamizaje por medio de oximetría de pulso para cardiopatías congénitas críticas, se considera que los pacientes asintomáticos deben de ser estudiados por ecocardiograma si la saturación arterial es <90% dentro de las 24-48 horas de vida, o si existe una diferencia mayor al 3% de saturación entre el brazo derecho y miembros inferiores en más de 2 mediciones.⁹

En los pacientes con sospecha de CoAo prenatal se sugiere que sean referidos a una institución de tercer nivel en donde puedan ser evaluados por un cardiólogo pediatra tras el nacimiento. En aquellos recién nacidos, es necesario que se inicie una infusión de prostaglandina E1 para mantener la permeabilidad del conducto arterioso, ya que la circulación sistémica es dependiente del mismo, continuándose el manejo hasta la corrección del defecto. En los pacientes que cursan

con cierre del conducto, se presentan clínicamente con disminución importante en el gasto cardiaco, alteración de la función sistólica ventricular, falla respiratoria que requiere de ventilación mecánica y apoyo inotrópico; por lo tanto, estos pacientes se encuentran en estado de choque.^{1,3,4,14} Como parte de la fisiopatología de la estenosis en el segmento aórtico coartado va a existir un incremento de la poscarga del ventrículo izquierdo, una exposición de la porción superior del cuerpo a presiones elevadas, alteración del flujo de la aorta torácica, y disminución de la perfusión tisular en la parte inferior del cuerpo.¹

La CoAo suele estar asociada a otras lesiones, principalmente: persistencia del conducto arterioso (PCA), comunicación interventricular (CIV), aorta bivalva y una variedad de lesiones obstructivas izquierdas incluyendo el síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico.^{3,10}

La estrategia de tratamiento óptima para los pacientes con coartación neonatal aún debe de ser establecida, por lo que a continuación se describen los dos caminos a los que el tratamiento nos puede llevar, la cirugía o la angioplastía.

1. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO:

La primera técnica quirúrgica para la corrección de la coartación aórtica fue la anastomosis término-terminal ideada por Crafoord en 1944.³ Desde entonces, el abordaje ha evolucionado dependiendo de la extensión de la obstrucción y de la presencia de defectos asociados. En general se acepta la corrección quirúrgica como el método de elección para el manejo en neonatos.¹

- Amato et. al, describieron en 1977 una modificación de la técnica de Crafoord, en donde se realiza un corte longitudinal más extenso en el cabo aórtico proximal, la llamada anastomosis término-terminal extendida, siendo la incisión sobre el arco más elongada, por lo cual es menos proclive a la reestenosis y permite el ensanchamiento de la aorta

hipoplásica. Ésta es típicamente la cirugía de elección para la corrección en neonatos, con porcentaje de reestenosis del 4-11%.¹⁵

- La decisión de la técnica quirúrgica, así como el método de abordaje (toracotomía posterolateral vs. esternotomía) es muy variada y ésta depende de si es necesaria la reparación de defectos intracardiacos que se encuentran presentes hasta en 50% de los pacientes.⁶ En estos casos se debe de considerar la magnitud del cortocircuito a través de la CIV, así como del subtipo de defecto septal, ya que si son trabeculares pueden cerrar de forma espontánea. Los defectos septales que se equiparan al 50% del diámetro aórtico o lo superan, o en caso de que sean del tipo perimembranoso, de entrada, de salida, o por desalineamiento del septum deben de cerrarse quirúrgicamente debido a la alta probabilidad de desarrollar falla cardiaca congestiva. El abordaje por esternotomía permite una mayor extensión en la incisión a lo largo de la aorta ascendente y la construcción de una anastomosis más larga. Por lo que en neonatos con hipoplasia proximal del arco así como en pacientes con CIV grandes se sugiere el abordaje en un solo tiempo quirúrgico, mientras que en aquellos que se presentan con una coartación discreta se sugiere realizarse por medio de toracotomía.⁷

2. ANGIOPLASTÍA CON BALÓN:

La dilatación con balón fue descrita en 1982 por el grupo de Lock et. al.¹⁶ siendo actualmente uno de los métodos de tratamiento controversiales para el tratamiento de la coartación neonatal.

- El mecanismo de acción consiste en estirar y rasgar la capa íntima de la aorta a nivel de la coartación, así como de la capa media adyacente, al inflar un balón a nivel de la estenosis.⁴ La angioplastía no es el tratamiento de primera elección, debido a las complicaciones asociadas, pero se ha descrito como procedimiento paliativo. Como tal, puede ser considerado para estabilizar a los pacientes críticos, ya que lleva a un

incremento en la perfusión sistémica, promoviendo una mejoría clínica en los pacientes y abatiendo los síntomas de falla cardiaca grave. El éxito del procedimiento se describe en algunas series desde el 88 hasta el 100%.¹⁷⁻¹⁹

- La angioplastia es principalmente beneficiosa en aquellos pacientes en choque, en quienes evitar el pinzamiento aórtico llevará a un mejor resultado, ya que el tiempo de interrupción del flujo cerebral es más corto.¹⁷⁻¹⁸ Los pacientes seleccionados en los que se encuentran resultados más favorables son aquellos pacientes con coartación aórtica discreta, con un arco aórtico de buenas dimensiones.² Es sabido que los pacientes que se encuentran estables clínicamente previamente a la cirugía, tienen un menor riesgo y una mejor evolución.¹⁷
- Dentro de la controversia, se sugiere un mayor índice de complicaciones tras la angioplastia, incluyendo la re-estenosis temprana, formación de aneurismas y el potencial para lesión isquémica temprana y tardía de la extremidad inferior, en la que se realiza el abordaje.^{2, 17, 18, 20}
 - Con respecto a la re-estenosis, se reporta una incidencia de 50-71% de los pacientes. Múltiples factores se han relacionado incluyendo: la propiedad elástica del tejido ductal que rodea al sitio de la coartación para retornar a su forma inicial, hipoplasia del istmo que crea un impedimento para el flujo sanguíneo en el sitio de la dilatación; hiperplasia de la íntima por proliferación muscular e incremento de la producción de la matriz extracelular con remodelación arterial, que llevan a la neoformación de tejido en la luz del vaso y por lo tanto, a la estenosis del mismo.^{17, 19, 20}
 - La creación de aneurismas de forma inmediata o tardía va del 0-14% de los pacientes, definiéndose como una dilatación sacular de la aorta (no presente previo al cateterismo) que incrementa el diámetro de la aorta más del 20%, con

respecto al lumen de regiones no afectadas, debido a la alteración de la integridad en las capas media e íntima.^{3, 19, 20}

- En cuanto a la formación de trombos no reversibles con heparina o activador de plasminógeno, éstos pueden llevar a la oclusión de la arteria femoral ocasionando una posible alteración en el crecimiento de la extremidad hasta en el 17% de los casos. Por lo tanto, se han ideado diferentes rutas de acceso para realizar el procedimiento dentro de las que se encuentran arteria umbilical, arteria y vena femoral.^{18, 20}

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pacientes con coartación aórtica en etapa neonatal tienen una alta morbilidad y mortalidad, comúnmente se caracterizan por debutar clínicamente con estado de choque, tras el cierre del conducto arterioso. Existe controversia con respecto al mejor abordaje terapéutico de los pacientes ya sea por medio de cirugía o cateterismo intervencionista.

Recientemente se ha planteado el realizar una angioplastia aórtica como procedimiento paliativo^{17,18} en pacientes que se presentan clínicamente en estado de choque para mejorar las condiciones generales del paciente previo a la cirugía.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Los pacientes con coartación aórtica en etapa neonatal que se presentan en estado de choque tienen una mayor morbilidad y mortalidad? ¿El abordaje terapéutico de elección cirugía o hemodinamia, se debe de elegir de acuerdo al estado clínico al ingreso del paciente?

HIPÓTESIS

Los neonatos que tienen coartación neonatal y se presentan en estado de choque, tienen una evolución más insidiosa que aquellos que se encuentran estables al ingreso; presentando más complicaciones durante su estancia hospitalaria, así como una mortalidad más elevada.

OBJETIVOS

Analizar la morbilidad y mortalidad de los pacientes con coartación neonatal dependiendo de sus características clínicas al ingreso al piso de Cardiología Pediátrica en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”, así como la diferencias en evolución dependiendo de la elección del abordaje terapéutico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo, longitudinal, observacional a través de una revisión de expedientes clínicos, que incluyó a los pacientes menores a un mes de vida al ingreso al servicio de Cardiología Pediátrica, con el diagnóstico de CoAo de presentación neonatal, a lo largo de un periodo de 15 años, de enero de 2000 a diciembre de 2015. Los criterios de exclusión fueron la edad al ingreso mayor a 30 días de vida, pacientes hayan fallecido antes de la realización de algún abordaje terapéutico y aquellos pacientes con cardiopatías complejas asociadas a la coartación neonatal, incluyendo variedades del espectro del ventrículo izquierdo hipoplásico definidas por Rhodes y cols.²¹

Identificamos a los pacientes que se encontraban en estado de choque cuando se encontraban

- Datos clínicos de hipoperfusión que requirieron de manejo con apoyo inotrópico y/o
- Pacientes con insuficiencia respiratoria que requirieron de apoyo con ventilación mecánica

Fue revisada la información clínica obtenida de los expedientes, en donde se identificaron reportes quirúrgicos, documentos de procedimientos de hemodinamia, complicaciones asociadas a los procedimientos realizados y el resultado del tratamiento inmediato y a largo plazo.

La técnica del procedimiento quirúrgico se describe en cada paciente, así como el abordaje de preferencia. En el caso de la angioplastia el abordaje fue a través de la arteria femoral en todos los casos.

El diagnóstico de la hipoplasia del arco aórtico fue por medio de ecocardiograma y/o angiotomografía. En los pacientes que contaban con ambos estudios se tomaron los valores obtenidos por angiotomografía (n=19, 29.7%). Para la obtención de la superficie corporal se empleó la fórmula de Haycock, así como para la obtención de los valores Z. Se consideró la

presencia de arco aórtico hipoplásico en los casos en los cuales las dimensiones del mismo se encontraron por debajo de un $Z = -2$.

El análisis estadístico fue realizado con el programa SPSS versión 16.0. Las variables continuas fueron expresadas en media, con desviación estándar para el rango, cuando presentan una distribución paramétrica se usó la prueba de T de Student para calcular la "p", siendo significativo cuando es ≤ 0.05 , las muestras que presentan una distribución no paramétrica se expresan en mediana (percentil 25 y percentil 75) y se usó la prueba de U de Mann-Whitney para calcular la "p" (≤ 0.05). Las variables categóricas son expresadas en porcentajes y se usó la prueba de Chi cuadrada o la de Fisher según corresponda para calcular la "p" (≤ 0.05). En el caso de la probabilidad estadística y el análisis de sobrevivencia se utilizaron la razón de momios y las curvas de Kaplan-Meier.

Dentro de las consideraciones éticas se tomó en cuenta la normatividad nacional e internacional respecto al manejo de datos. No fue necesario la autorización escrita por parte de los pacientes ya que no se tuvo ninguna interacción, los datos tomados de los registros médicos fueron manejados con discreción respetando la identidad del paciente.

RESULTADOS

Se estudiaron un total de 64 pacientes que cumplieron criterios de inclusión. Se dividió a la población de acuerdo a si se encontraban al ingreso en estado de choque (n=33) o sin choque (n=31). En forma comparativa se evidenció que las poblaciones en características demográficas fueron muy similares, teniendo un género masculino predominante en ambos grupos. Se observó que el grupo en choque requirió del uso de prostaglandinas para mantener la permeabilidad del conducto arterioso previa al procedimiento de manera más frecuente (33.3%), comparado con los pacientes no chocados (9.7%) lo cual demostró ser significativo ($p=0.02$). En nuestra población se encontró hipoplasia del arco en 72.7% y 61.3% entre pacientes chocados y no chocados respectivamente. Los pacientes en estado de choque se caracterizaron por tener defectos asociados con mayor prevalencia, encontrándose la presencia de PCA en 75.8% y la CIV 45.5%. Dentro de la elección en el tipo de procedimiento se evidenció que la cirugía en ambas poblaciones fue el método de tratamiento predilecto (63.6% y 58.1% respectivamente), se optó por el cateterismo (24.2% y 22.6%) y como tercer método de tratamiento el empleo del cateterismo como puente a un procedimiento quirúrgico posteriormente (12.1% y 19.4%). Las características demográficas comparativas entre la población sin y con estado de choque se reportan en la tabla 1.

TABLA 1. CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS Y CARACTERISTICAS GENERALES SEGÚN ESTADO CLINICO			
VARIABLE	CHOQUE (N=33)	SIN CHOQUE (N=31)	P
GENERO (MASCULINO)	75.8% (25)	57.1% (16)	0.172
EDAD DE INICIO DE SINTOMAS (DIAS)	2 (1-6.5)	4 (1-10)	0.151
PESO (KG)	3.08 (±0.52)	3.19 (±0.46)	0.350
TALLA (CM)	49.18 (±2.8)	50.29 (±3.14)	0.141
SUPERFICIE CORPORAL (M ²)	0.20 (±0.22)	0.21 (±0.20)	0.258
GRADIENTE CLINICO (MMHG)	17 (12-54)	26 (18-42)	0.248
PREMATUREZ	12.1% (4)	6.5% (2)	0.673
INTUBACION PREVIA	84% (28)	0%	0.000
AMINAS PREVIAS	87.9% (29)	0%	0.000
PGE PREVIAS ^A	33.3% (11)	9.7% (3)	0.020
HOSPITALIZACION PREVIA	78.8% (26)	61.3% (19)	0.126
CIA ^B	30.3% (10)	19.4% (6)	0.392
CIV ^C	45.5% (15)	29% (9)	0.205
AORTA BIVALVA	12.1% (4)	25.8% (8)	0.208
PCA ^D	75.8% (25)	58.1% (18)	0.184
ARCO HIPOPLASICO	72.7% (24)	61.3% (19)	0.427
ALTERACION EN LA VALVULA MITRAL	9.1% (3)	3.2% (1)	0.614
PROCEDIMIENTO INICIAL			0.497
CIRUGIA	63.6% (21)	58.1% (18)	
CATETERISMO	24.2% (8)	22.6% (7)	
CATETERISMO-CIRUGIA	12.1% (4)	19.4% (6)	

*DONDE ^AUSO DE PROSTAGLANDINAS PREVIO AL PROCEDIMIENTO, ^BCOMUNICACIÓN INTERAURICULAR, ^CCOMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR, ^DPERSISTENCIA DEL CONDUCTO ARTERIOSO

En la tabla 2, en donde se comparan estudios diagnósticos de imagen, se evidenció que ambas poblaciones cuentan con fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) similar, siendo en los pacientes chocados la media de 65.9% con una desviación estándar de (±11.7), en los no chocados fue de 58.8 ± 18.6%, sin contar con una diferencia significativa. Se observó que a nivel de la coartación aórtica la mediana en el diámetro fue de 2mm en ambas poblaciones con un valor Z -6.6 (-4.3 a -8.6) en pacientes chocados.

TABLA 2. CARACTERISTICAS DE ESTUDIOS DE IMAGEN SEGÚN ESTADO CLINICO			
	CHOQUE (N=33)	SIN CHOQUE (N=31)	P
FEVI	65.9 (±11.7)	58.8 (±18.6)	0.100
GRADIENTE POR ECO (MMHG)	33 (24.2-46)	34 (28.7-48.2)	0.455
VALVULA AORTICA (MM)	7.05 (±1.9)	7.45 (±1.8)	0.416
Z DE VALVULA AORTICA	0.4 (-1.3-1.4)	0.2 (-0.47-1.6)	0.498
ITSMO (MM)	3.9 (±1.38)	4.3 (±1.18)	0.350
Z DE ITSMO	-2.9 (-3.5- -1.85)	-1.95 (-5.17- -0.50)	0.598
COARTACION AORTICA (MM)	2.0 (1.1-2.9)	2.0 (1.8-3.0)	0.221
Z COARTACION AORTICA	-6.6 (-8.6- -4.3)	-6.7 (-7.5- -4.15)	0.585
ARCO AORTICO (MM)	4.73 (±1.4)	5.3 (±1.2)	0.104
Z ARCO AORTICO	-3.1 (-4.35- -1.8)	-2.8 (-4.12- -1.4)	0.147

Con respecto a los procedimientos terapéuticos, se realizó cateterismo como tratamiento inicial en 26 pacientes, 12 pacientes en choque y 14 pacientes sin choque, el tipo de coartación más frecuente en ambas poblaciones fue la tubular (58.3% y 78.6% respectivamente). El tipo de balón de angioplastía más empleado fue el Mini-Tyshak (9 y 5 pacientes). La colocación de stent de tipo reabsorbible fue requerida sólo en 2 pacientes. Dentro de las complicaciones inmediatas durante el cateterismo, podemos comentar la presencia de bradicardia e hipotensión en 3 pacientes, sólo un paciente presentó disección aórtica. No se reporta la formación de aneurismas o de trombosis de miembros pélvicos de forma temprana o tardía. Comparativamente la población en estado de choque requirió de un tiempo más prolongado de intubación con una mediana de 6 días (3.2-19.2), contra 1 día (0-6.5) de intubación en los pacientes no chocados, siendo no significativo ($p=0.063$). En ambas poblaciones se reporta recoartación temprana (<30 días o durante la misma hospitalización), 33.3% y 36.4% respectivamente. De los pacientes en estado de choque que fueron llevados a cateterismo como procedimiento inicial murieron (33.3%), y sólo un paciente sin choque tuvo el mismo desenlace (7.7%). (Tabla 3)

TABLA 3. CARACTERISTICAS DE LOS PACIENTES SOMETIDOS A CATETERISMO COMO PRIMER PROCEDIMIENTO SEGÚN ESTADO CLINICO DEL PACIENTE			
VARIABLE	CHOQUE (N=12)	SIN CHOQUE (N=14)	P
GRADIENTE (MMHG)	29 (15.2-37.7)	25 (16.5-50)	0.792
TIPO DE COARTACION			0.401
DIAFRAGMÁTICA	41.7% (5)	21.4% (3)	
TUBULAR	58.3% (7)	78.6% (11)	
TIPO DE BALON			0.879
TYSHACK	0	2	
TYSHACK II	0	2	
MINI-TYSHAK	9	5	
POWER SAIL	1	0	
MAVERICK XL	0	2	
GESEL	0	1	
BALON LONGITUD (MM)	19.18 (±1.8)	17.23 (±6.8)	0.343
BALON DIAMETRO (MM)	5.7 (±0.7)	5.5 (±0.5)	0.488
GRADIENTE RESIDUAL (MMHG)	9 (5-15)	6 (5-10)	0.594
STENT ABSORBIBLE	1	1	-
COMPLICACIONES DURANTE EL PROCEDIMIENTO	16.7% (2)	13.3% (2)	-
BRADICARDIA E HIPOTENSIÓN	1	2	
DISECCIÓN	1	0	
INTUBACION POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO (DÍAS)	6 (3.2 – 19.2)	1 (0 – 6.5)	0.063
HOSPITALIZACION (DÍAS)	10 (3.7 – 19.7)	13 (6.5 – 17.5)	0.744
RECOARTACION TEMPRANA	33.3% (3)	36.4% (4)	1
SEPSIS	41.7% (5)	15.4%(2)	0.202
SEGUIMIENTO (MESES)	13.5 (1 – 67.2)	18 (1.5 – 120)	0.461
DEFUNCION	33.3% (4)	7.7% (1)	0.160
TIEMPO DE DEFUNCION (DÍAS)	26.5 (6 – 33.5)	8	0.480

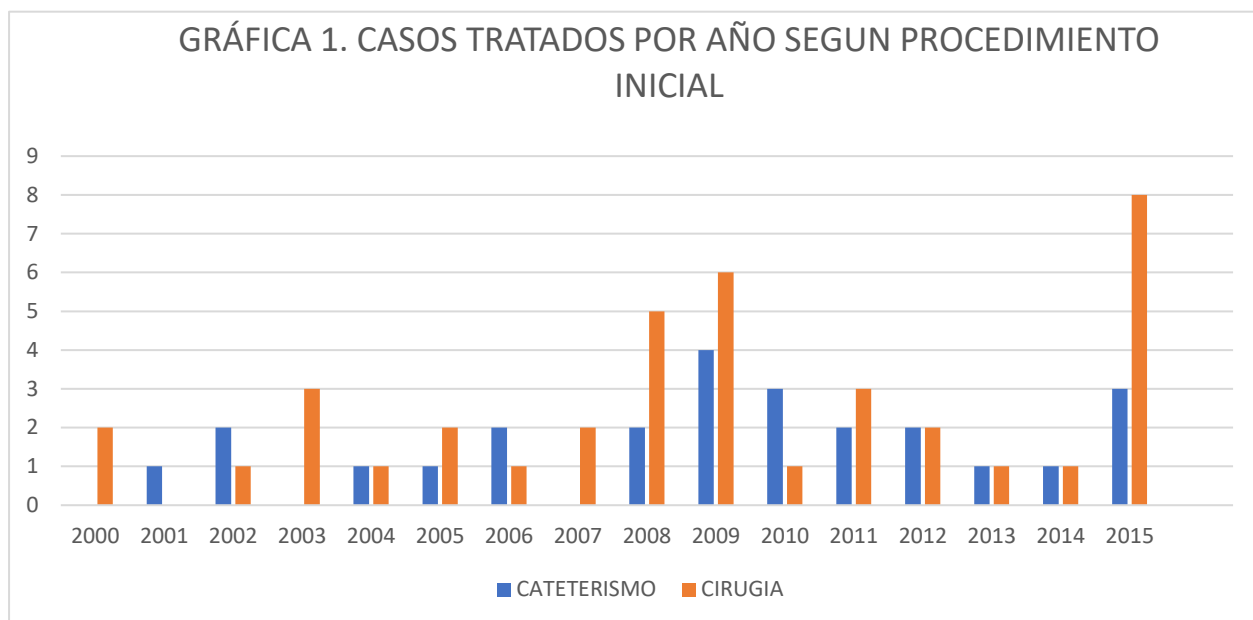
40 de los pacientes fueron llevados a cirugía de manera inicial (Tabla 4), la mayoría (33) de los procedimientos se realizaron con abordaje por toracotomía (72.7% en choque y 94.4% sin choque). El tiempo quirúrgico y de circulación extracorpórea empleados son similares, teniendo un pinzamiento aórtico más prolongado en pacientes en choque 17 minutos, contra 12 minutos siendo estadísticamente significativo ($p=0.046$). El tipo de anastomosis predilecto fue la termino-terminal extendida, se realizó plastía del arco en 9 pacientes (22.7% y 22.2% respectivamente). Las complicaciones que se presentaron a consecuencia del procedimiento quirúrgico, de forma inmediata y mediata, fueron más frecuentes en los pacientes que ingresaron en estado de choque (27.3% contra 16.6%). Tales complicaciones fueron bradicardia e hipotensión (3), asistolia (2), sangrado (1), quilotórax (1), derrame pericárdico (1), estenosis de la anastomosis (1). El tiempo de intubación en el posquirúrgico fue más prolongado en los pacientes chocados, con una

mediana en días de 6 (2-12.5) contra 2 días (1-3), siendo estadísticamente significativo ($p=0.025$).

Los pacientes que ingresaron al procedimiento en estado de choque tuvieron un alto porcentaje de defunción (47.6%), comparado con pacientes no chocados (5.6%), con una significancia estadística de $p 0.005$.

TABLA 4. CARACTERISTICAS DE LOS PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGIA COMO PRIMER PROCEDIMIENTO SEGÚN ESTADO CLINICO			
VARIABLE	CHOQUE (N=22)	SIN CHOQUE (N=18)	P
ABORDAJE			0.105
ESTERNOTOMIA	27.3% (6)	5.6% (1)	
TORACOTOMIA	72.7% (16)	94.4% (17)	
TIEMPO DE CIRUGIA (MIN)	165 (95-180)	120 (65-210)	0.418
TIEMPO DE CEC (MIN)^A	93.8 (\pm 28.2)	78	0.637
TIEMPO DE PINZAMIENTO AO	17 (12-30.2)	12 (10.7-14)	0.046
TIPO DE ANASTOMOSIS			0.397
TERMINO - TERMINAL	6	5	
TERMINO - TERMINAL EXTENDIDA	12	12	
TERMINO - LATERAL	1	0	
PLASTIA ARCO AO	22.7% (5)	22.2% (4)	-
ESTERNON ABIERTO	13.6% (3)	0	-
DIAS CON ESTERNON ABIERTO	2.3 (\pm 2)	0	-
COMPLICACIONES	27.3% (6)	16.6% (3)	0.451
BRADICARDIA E HIPOTENSIÓN	2	1	
ASISTOLIA	2	0	
SANGRADO	0	1	
QUILOTORAX	1	0	
DERRAME PERICÁRDICO	1	0	
ESTENOSIS	0	1	
INTUBACION POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO (DIAS)	6 (2 – 12.5)	2 (1 – 3)	0.025
HOSPITALIZACION (DIAS)	11 (3 – 25.5)	15 (11.7 – 20.2)	0.382
RECOARTACION TEMPRANA	4.8% (1)	0	-
SEPSIS	38.1% (8)	16.7% (3)	0.171
SEGUIMIENTO (MESES)	0 (0 – 37.5)	19.5 (0.7 – 88.5)	0.054
DEFUNCION	47.6% (10)	5.6% (1)	0.005
TIEMPO DE DEFUNCION (DÍAS)	1 (0 – 10.7)	16	0.329

* DONDE ^ACIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA, ^BCOMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR, ^CCOMUNICACIÓN INTERAURICULAR



A lo largo de los años del estudio el número de cateterismos como procedimiento inicial se mantuvo sin fluctuaciones (Gráfica 1).

Para poder realizar una comparativa en el resultado del tratamiento en ambas poblaciones sin distinción en el procedimiento que se haya realizado, se valoró la evolución temprana y tardía (Tabla 5). Se reporta que los pacientes en choque en la evolución temprana tuvieron un tiempo más prolongado de intubación de 6 días (2.5-13), contra los pacientes no chocados 2 días (1-4), con una $p=0.001$. Ambas poblaciones tuvieron recoartación temprana (<30 días o durante la misma hospitalización) 12 y 13% de los pacientes. Como patologías concomitantes, la sepsis tuvo una mayor prevalencia (39.4%) en los pacientes chocados ($p=0.039$). De los 33 pacientes que ingresaron en choque fallecieron de forma temprana 14 (42.4%) comparado con los pacientes que ingresaron sin tal sintomatología, en donde de los 31 pacientes fallecieron sólo 2 (6.5%), teniendo una significancia estadística de $p=0.049$.

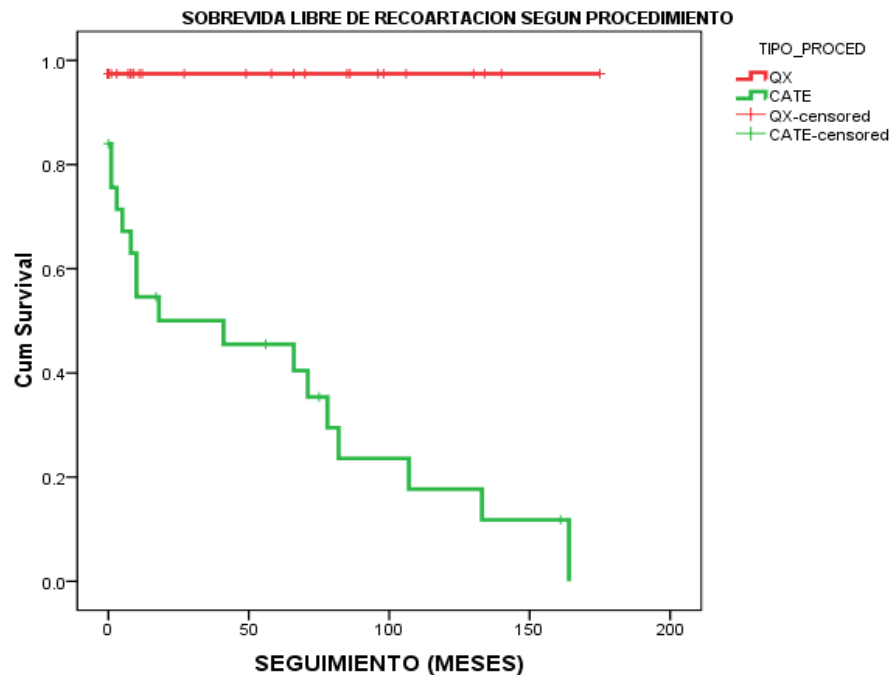
Dentro de la evolución a largo plazo podemos ver que en ambas poblaciones la recoartación muestra un comportamiento similar. Con respecto a la sobrevida a la fecha del estudio, podemos

comentar que en los pacientes sin estado de choque es del 96.8%, comparada a la de los pacientes en choque que es únicamente del 57.6% ($p=0.000$).

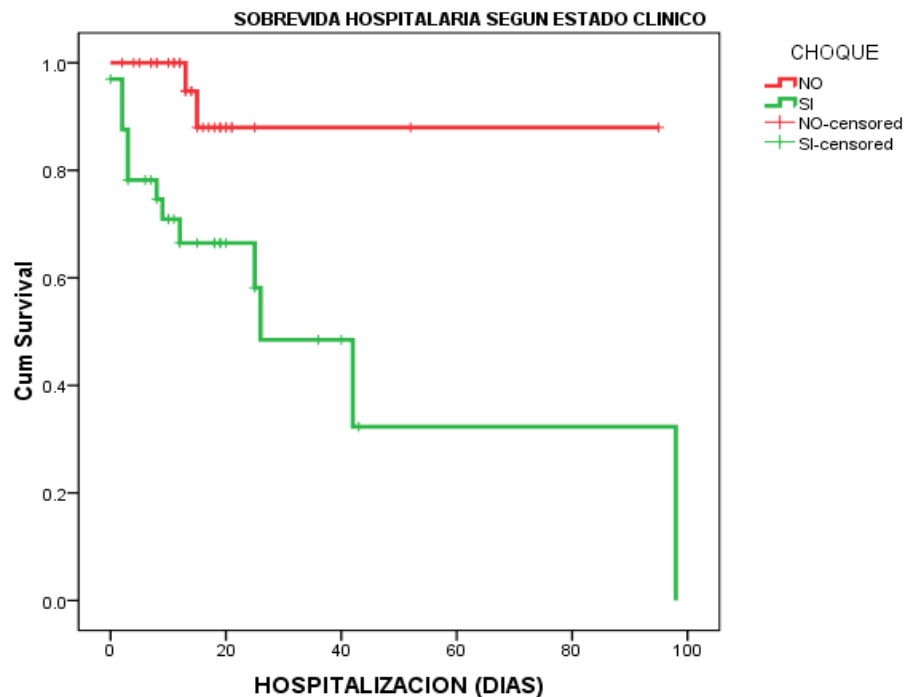
TABLA 5. EVOLUCION POSTPROCEDIMIENTO SEGÚN ESTADO CLINICO			
VARIABLE	CHOQUE (N=33)	SIN CHOQUE (N=31)	P
TEMPRANA			
TIEMPO DE INTUBACION POSTPROCEDIMIENTO (DÍAS)	6 (2.5-13)	2 (1-4)	0.001
DIAS DE HOSPITALIZACION	11 (3 – 22.5)	14 (10 – 19)	0.353
RECOARTACION TEMPRANA ^A	12% (4)	13% (4)	1
SEPSIS	39.4% (13)	16.1% (5)	0.039
DEFUNCION 30 DIAS	42.4% (14)	6.5% (2)	0.001
DIAS DE DEFUNCION	4.5 (0-23.7)	12 (8-16)	0.629
TARDIA			
RECOARTACION TARDIA	18% (6)	22% (7)	1
TIEMPO RECOARTACION DIAS	83 (1-382)	150 (6-365)	0.437
SOBREVIDA	57.6% (19)	96.8% (30)	0.000
SEGUIMIENTO (MESES)	1 (0 – 61)	18 (1 – 96)	0.049

* ^A DONDE LA RECOARTACIÓN TEMPRANA SE CONSIDERA CUANDO DE PRESENTA <30 DÍAS TRAS EL PROCEDIMIENTO O DURANTE LA MISMA HOSPITALIZACIÓN.

Podemos observar que los pacientes quienes fueron llevados a cirugía se mantienen libres recoartación, a comparación del cateterismo en el cual tenemos recoartación con casi el 12.5% de incidencia dentro de los primeros meses.



Con respecto a la sobrevivencia en de los pacientes de acuerdo al estado clínico al ingreso hospitalario, podemos ver que en ambos grupos las defunciones se presentaron en los primeros días de hospitalización; en los pacientes que ingresaron sin estado de choque la sobrevivencia se mantiene por arriba del 90% tras los 15 días de estancia intrahospitalaria, en cambio en los pacientes en choque a los 15 días, es sólo cerca del 70%, presentando defunciones en tal grupo hasta los 40 días de hospitalización en donde para ése momento sólo el 40% de los pacientes en choque sobrevive.



En el caso de la subpoblación de pacientes en quienes como lesión asociada existía una CIV (Tabla 6), se reportan 24 pacientes, de los cuales 18 fueron llevados a cirugía y 6 a cateterismo como manejo inicial. En ellos, a comparación de la población sin CIV, los tiempos quirúrgicos así como de pinzamiento aórtico se prolongaron. El tratamiento quirúrgico más utilizado aunado a la reparación del arco fue el uso de bandaje pulmonar en 7 de ellos (40% chocados y 11% de no chocados), y el cierre directo de la CIV en un mismo tiempo quirúrgico en 4 (20% chocados y

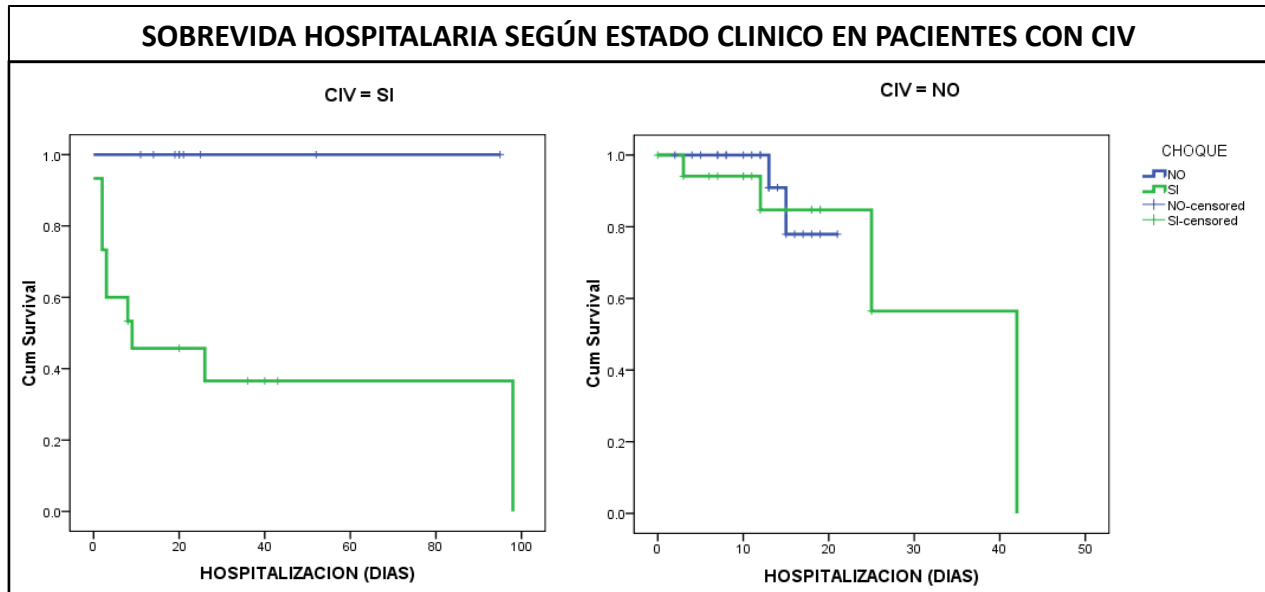
11% no chocados). En los pacientes con CIV sin choque no se presentaron defunciones, a comparación de los pacientes en condiciones clínicas adversas al ingreso, en quienes se presentaron 10 defunciones (66.7%), siendo estadísticamente significativo ($p=0.002$).

TABLA 6. CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES CON COMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR SEGÚN ESTADO CLÍNICO			
VARIABLE	CHOQUE (N=15)	SIN CHOQUE (N=9)	P
GENERO (MASCULINO)	80% (12)	33.3% (3)	0.737
PREMATUROS	6.7% (1)	11.1% (1)	1
CATETERISMO	20% (3)	33.3%(3)	0.635
CIRUGIA	80% (12)	66.7% (6)	0.635
ABORDAJE			0.105
ESTERNOTOMIA	40% (6)	11.1% (1)	
TORACOTOMIA	40% (6)	55.5% (5)	
TIEMPO DE CIRUGIA (MIN)	170 (115 – 222)	210 (115 – 312)	0.699
TIEMPO DE CEC (MIN)^{A,B}	94 (69 – 118)	78	0.380
TIEMPO DE PINZAMIENTO AO	25 (12 – 44)	15.5 (8.7 – 23.7)	0.247
TIPO DE ANASTOMOSIS			0.397
TERMINO-TERMINAL	2	1	
TERMINO-TERMINAL EXTENDIDA	7	5	
TERMINO-LATERAL	1	0	
PLASTIA ARCO AO	13.3% (2)	11.1% (1)	1
BANDAJE PULMONAR	40% (6)	11.1% (1)	0.191
CIERRE DE CIV^C	20% (3)	11.1% (1)	1
CIERRE DE CIA^D	6.7% (1)	0	1
COMPLICACIONES	26.6% (4)	22.2% (2)	1
INTUBACION POSTERIOR AL PROCEDIMIENTO (DIAS)	8 (2 – 17)	3 (1 – 19.5)	0.369
HOSPITALIZACION (DIAS)	8 (2 – 36)	20 (16 – 38)	0.113
RECOARTACION TEMPRANA	20% (3)	22.2% (2)	1
SEPSIS	53.3% (8)	44.4% (4)	1
DEFUNCION 30 DÍAS	66.7% (10)	0	0.002
TIEMPO DE DEFUNCION (DÍAS)	1 (1 - 14)	0	1

A: SOLO 6 PACIENTES REQUIRIERON CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA, SÓLO UNO DE ELLOS SE ENCONTRABA SIN CHOQUE
* DONDE ^BCIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA, ^CCOMUNICACIÓN INTERVENTRICULAR, ^DCOMUNICACIÓN INTERAURICULAR

Comparativamente se evaluaron a los pacientes con choque y sin choque encontrándose que la supervivencia en los no chocados tiene un patrón muy similar, en donde las defunciones se presentan en los primeros días de hospitalización, estabilizándose después de los 10 días. En cambio, en los pacientes chocados que tienen de manera concomitante CIV la sobrevida tiene una caída abrupta en los primeros días de hospitalización, llegando a ser de alrededor del 40% a

los 20 días de estancia hospitalaria, comparada con pacientes sin estado de choque en los cuales no hubo mortalidad.



En cuanto al análisis de sobrevida, podemos comentar que los pacientes en estado de choque tienen un OR de 6.2 veces más probabilidad de fallecer [IC 95%(p=0.017)]. En aquellos pacientes en quienes se presenta concomitantemente la CIV y se encuentran en choque, existe un OR 6.1 veces la posibilidad de un desenlace fatal en comparación con aquellos quienes cursan con la misma asociación y se encuentran estables al diagnóstico. [IC95% (p=0.018)]. El procedimiento terapéutico de elección no se encontró que fuera un factor que modificara la sobrevida de los pacientes. (Tabla 7)

TABLA 7. ANALISIS DE SOBREVIDA			
	OR	IC al 95%	P
CHOQUE	6.2	1.3 – 27.8	0.017
CIRUGIA INICIAL	1.1	0.3 – 3.2	0.852
CATETERISMO INICIAL	0.9	0.3 – 2.6	0.852
CATETERISMO POSTERIOR CIRUGIA	1.7	0.5 – 5.5	0.359
CIV SIN CHOQUE	1.8	0.6 – 5.4	0.259
CIV CON CHOQUE	6.1	1.3 – 27.3	0.018

DISCUSIÓN:

La CoAo neonatal puede presentarse como una condición catastrófica, siendo habitual el diagnóstico tardío. El diagnóstico prenatal es aún un recurso no viable para la población en general, ya que tal práctica no ha sido difundida aún en nuestro país. El nacimiento en centros de tercer nivel preparados para el manejo especializado para éstos pacientes, se realiza en la minoría de los casos, por falta de diagnóstico oportuno. En la actualidad en países desarrollados se ha implementado tras el nacimiento, el tamizaje por oximetría de pulso, método rápido y confiable para sospechar de cardiopatías críticas, que en nuestro país aún se encuentra en vías de instaurarse.^{4,9} El diagnóstico tardío y las malas condiciones al ingreso de los pacientes llevan a una evolución desfavorable. En nuestro estudio hasta el 78% de los pacientes en estado de choque habían requerido de hospitalizaciones previas a la referencia, sólo en algunos casos (33.3% de los pacientes chocados) fueron tratados con prostaglandina E1 para mantener la permeabilidad del conducto arterioso ($p=0.020$).

Corroboramos en nuestro estudio que los pacientes que ingresan en estado de choque tienen una mortalidad temprana de hasta el 42.4% ($p=0.001$), teniendo una probabilidad de fallecer 6.2 veces, más alta que los pacientes que se encuentran con un mejor estado clínico previo al abordaje terapéutico. OR [IC 95% ($p=0.017$)]. Fesseha et. al¹⁴ comentan que el manejo perioperatorio de éstos pacientes requiere de una resucitación vigorosa y evaluación del daño multiorgánico producido por la hipoperfusión sistémica, siendo adecuada cuando se llega a una estabilidad hemodinámica con resolución de la acidosis metabólica.

Dentro de la evolución tras el abordaje terapéutico los pacientes que se encuentran en estado de choque tienen un tiempo de intubación más prolongado ($p=0.001$), siendo en nuestro estudio la mediana de 6 días. Se sabe que los pacientes en estado de choque presentan un mayor número

de comorbilidades, nuestro estudio corrobora una incidencia mayor de sepsis en tales pacientes con un 39.4 % ($p=0.039$).

Uno de los defectos concomitantes que se ha identificado que aumenta la gravedad de la enfermedad es la CIV, según Quaegebeur et. al,²² la sobrevivencia en los pacientes que tienen una CIV asociada a la CoAo neonatal depende del manejo quirúrgico inicial, siendo tal posibilidad el uso del bandaje pulmonar asociado a la reparación de la obstrucción del arco o el cierre directo de la CIV. Las cuestiones que deben de considerarse para el cierre de la CIV son: la magnitud del cortocircuito a través de la CIV, así como del subtipo de defecto septal, ya que si son trabeculares pueden cerrar de forma espontánea. Los defectos septales que se equiparan al 50% del diámetro aórtico o lo superan, o en caso de que sean del tipo perimembranoso, de entrada, de salida, o por desalineamiento del septum deben de cerrarse quirúrgicamente debido a la alta probabilidad de desarrollar falla cardiaca congestiva.^{7,23} En nuestra población se encontró en 45.5% de los pacientes en estado de choque, asociación con CIV. En esta subpoblación la mortalidad fue tan alta como el 66.7%, presentándose en los primeros días del posquirúrgico. De los pacientes que fueron operados a 7 se les realizó bandaje y sólo a 4 cierre directo del defecto.

En nuestro estudio no se encontró una diferencia significativa entre la sobrevida de los pacientes quienes fueron llevados a cateterismo contra los que fueron intervenidos quirúrgicamente.

Se ha descrito en múltiples estudios que el uso de la angioplastía como método de abordaje inicial en pacientes con CoAo neonatal es controversial debido a las complicaciones presentadas tras la realización del mismo, incluyendo la formación de aneurismas, lesión vascular isquémica de la extremidad en donde se hace el abordaje y principalmente la recoartación.¹⁷⁻²⁰ Acorde con éstos estudios, dentro de nuestra población encontramos recoartación temprana tras la angioplastía en 7 pacientes (33.3% de los chocados y 36.4% en pacientes sin choque), y recoartación tardía en 13 pacientes (18% y 22% respectivamente). Recientemente en varios estudios Bouzguenda et.

al¹⁷ y Rao et. al¹⁸ se ha propuesto la angioplastia con balón como método paliativo para los pacientes en estado de choque, ya que se ha corroborado que el procedimiento produce abatimiento de los síntomas de la falla cardiaca e hipertensión, evitando la necesidad de la realización de un procedimiento quirúrgico de manera inmediata, y en caso de ser necesario, los pacientes pueden posteriormente reingresar a la sala de hemodinamia para una nueva dilatación o pasar a quirófano para liberar la estenosis, en cuanto los pacientes se encuentren con estabilidad hemodinámica. La principal ventaja de la angioplastia con balón contra la cirugía es que el periodo de interrupción del flujo cerebral durante la dilatación es fugaz, en comparación con el pinzamiento aórtico. Dentro de nuestra población 10 de los pacientes fueron llevados de manera inicial a cateterismo y posteriormente a cirugía; únicamente 4 de ellos se encontraban en estado de choque, con desenlace fatal de manera temprana en 3 de los casos.

Se considera que el tipo de coartación aórtica que debe ser llevado a angioplastia con balón con resultados óptimos es la diafragmática o discreta en caso de coartación de tipo tubular se recomienda el manejo inicial por cirugía.^{2,17-20}

CONCLUSIÓN

Los neonatos que tienen coartación neonatal y se presentan en estado de choque, tienen una evolución más insidiosa que aquellos que se encuentran estables al ingreso; presentando más complicaciones durante su estancia hospitalaria, así como una mortalidad más elevada.

Con respecto al abordaje terapéutico de elección consideramos que la angioplastia puede ser un método paliativo útil para mejorar las condiciones clínicas de los pacientes en estado de choque, para ser revalorados en caso de requerir un segundo procedimiento, ya sea cateterismo o cirugía. En caso de que la coartación sea de tipo tubular nos inclinamos por la elección del procedimiento quirúrgico como método de abordaje.

BIBLIOGRAFIA

1. Suradi H, Hijazi ZM. **Current management o coarctation of the aorta.** *Glob Cardiol Sci Pract.*2015;44.
2. He L, Wu L, Qi C, Zhang L, et. al. **Percutaneous Balloon Angioplasty for Severe Native aortic Coarctation in Young Infants Less Than 6 Months: Medium to Long Term Follow up.** *Chin Med J.*2015;128(8):1021-25.
3. Torok R, Campbell M, Fleming G, Hill K. **Coarctation of the aorta: Management from infancy to adulthood.** *World J Cardiol.*2015;7(11):765-775.
4. Rosenthal E. **Coarctation of the aorta from fetus to adult: curable condition or life long disease process?.** *Heart.*2005;91:1495-1502.
5. Ho Y, Anderson R. **Coarctation, tubular hypoplasia, and the ductus arteriosus, Histological study of 35 specimens.** *Heart.*1979;41:268-274.
6. Elgamal MA, McKenzie D, Fraser C. **Aortic arch Advancement: The Optimal One-Stage Approach for surgical Management of Neonatal Coarctation With Arch Hypoplasia.** *Ann Thorac Surg.*2002;73:1267-73.
7. Alsoufi B, Cai S, Coles J, Williams W, et. al. **Outcomes of Different Surgical Strategies in the Treatment of Neonates with Aortic Coarctation and Associated Ventricular Septal Defects.** *Ann Thorac Surg.*2007;84:1331-7.
8. Ward E, Pryor R, Matson J, Razook J, et. al. **Delayed Detection of Coarctation in Infancy: Implications for Timing of Newborn Follow-up.** *Pediatrics.*1990;86(6):972-76.
9. Mahle W, Newburger J, Matherne P, Smith F, et. al. **Role of Pulse Oximetry in Examining Newborns for Congenital Heart Disease: A Scientific Statement from the AHA and AAP.** *Pediatrics.*2009;124(2):823-36.
10. Vergales J, Gangemi J, Rhueban K, Lim S. **Coarctation of the Aorta – the Current State of Surgical and Transcatheter Therapies.** *Curr Cardiol Rev.*2013;9:211-219.
11. Mivelaz Y, Di Bernardo S, Meijboom E, Sekarski N. **Validation of two echocardiographic indexes to improve the diagnosis of complex coarctations.** *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008;34:1051-56.
12. Lu CW, Wang JK, Chang CI, Lin MT, et. al. **Non invasive diagnosis of aortic coarctation in neonates with patent ductus arteriosus.** *J Pediatr.*2006;148:217-21.
13. Dodge-Khatami A, Ott S, Di Bernardo S, Berger F. **Carotid-Subclavian Artery Index: New Echocardiographic Index to Detect Coarctation in Neonates and Infants.** *Ann Thorac Surg.*2005;80:1652-8.

14. Fesseha A, Eidem B, Dibardino D, Cron S, et. al. **Neonates With Aortic Coarctation and Cardiogenic Shock: presentation and outcomes.** *Ann Thorac Surg.*2005;79:1650-5.
15. Amato J, Rheinlander HF, Cleveland J. **A method of enlarging the distal transverse arch in infants with hypoplasia and coarctation of the aorta.** *Ann Thorac Surg.*1977;23:261-263.
16. Lock J, Bass J, Amplatz K, Fuhrman B, et. al. **Balloon dilation angioplasty of aortic coarctations in infants and children.** *Circulation.*1983;68:109-116.
17. Bouzguenda I, Marini D, Ou P, Boudjemline Y, et. al. **Percutaneous treatment of neonatal aortic coarctation presenting with severe left ventricular dysfunction as a bridge to surgery.** *Cardiol Young.*2009;19:244-251.
18. Rao P, Jureidini S, Balfour I, Singh G, et. al. **Severe Aortic Coarctation in Infants Less Than Three Months: Successful Palliation by Balloon Angioplasty.** *J Invasive Cardiol.*2003;15(4).
19. Lee CL, Lin JF, Hsieh KS, Lin CC, et. al. **Balloon Angioplasty of Native Coarctation and Comparison of Patients Younger and Older than 3 Months.** *Circ J.*2007;71:1781-84.
20. Fiore A, Fischer L, Schwartz T, Jureidini S, et. al. **Comparison of Angioplasty and Surgery for Neonatal Aortic Coarctation.** *Ann Thorac Surg.*2005;80:1659-65.
21. Rhodes L, Colan S, Perry S, Jonas R, et. al. **Predictor of survival in neonates with critical aortic stenosis.** *Circulation.*1991;84:2325-35.
22. Quaegebeur J, Jonas R, Weinberg A, Blackstone E, et. al. **Outcomes in seriously ill neonates with coarctation of the aorta.** *J Thorac Cardiovasc Surg.*1994;108:841-54.
23. Gaynor W. **Management strategies for infants with coarctation and an associated ventricular septal defect.** *J Thorac Cardiovasc Surg.*2003;125(3):87-89.