



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA

“IGNACIO CHÁVEZ”

**Evaluación angiotomográfica de pacientes con coartación aórtica  
tratados con angioplastia y colocación de stent.**

TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN RADIOLOGÍA E IMAGEN

PRESENTA:

**DRA. JAZHIVE MA. DEL ROCIO DEL VALLE RODRIGUEZ**

DIRECTOR DE ENSEÑANZA

DR. JOSE FERNANDO GUADALAJARA BOO

TUTOR

M. EN C. GABRIELA MELÉNDEZ RAMÍREZ



MEXICO, DISTRITO FEDERAL. FEBRERO DEL 2011



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 DEL INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA  
"IGNACIO CHÁVEZ.

---

M. EN C. GABRIELA MELÉNDEZ RAMÍREZ  
TUTOR DE TESIS  
MÉDICO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE RESONANCIA MAGNETICA  
CARDIOVASCULAR DEL INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA  
"IGNACIO CHÁVEZ"

## ÍNDICE

I. ANTECEDENTES	4
• Definición	
• Historia	
• Epidemiología	
• Etiología	
• Fisiopatología	
• Características clínicas	
• Criterios diagnósticos	
• Tratamiento	
• Seguimiento	
• Complicaciones	
II. JUSTIFICACIÓN	24
III. OBJETIVO	24
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	25
• Criterios de inclusión	
• Criterios de exclusión	
• Análisis	
V. RESULTADOS	28
VI. DISCUSIÓN	36
VII. CONCLUSIONES	38
IX. ANEXO	39
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40

**Definición:**

Se define a la Coartación aortica (Co Ao) como una obstrucción mecánica localizada entre el cayado de la aorta, cerca del conducto arterioso (istmo) y la porción proximal de la aorta descendente <sup>1,2</sup>. Dicha obstrucción puede presentarse antes de la emergencia del ductus arterioso (preductal), a nivel a la emergencia del ductus (yuxta-ductal), o distal al mismo (post-ductal)<sup>2</sup>. Desde el punto de vista anatómico y morfológico esta obstrucción puede ser focal (no mayor a 4 mm de longitud) y bien localizada, denominada coartación clásica, aislada o simple. También puede ser extensa y alargada, llegando a comprometer todo el arco aórtico y la emergencia de uno o más vasos de la base, en este caso se habla de hipoplasia ístmica con coartación.

Cuando esta obstrucción mecánica sucede a nivel de la zona ductal , la permeabilidad post-natal del mismo juega un rol fundamental en la presentación clínica y sobrevida del paciente; de ahí la clásica división de la coartación: 1) Co Ao de tipo infantil o neonatal (preductal o yuxtaductal); en donde el flujo sanguíneo post- CoAo depende exclusivamente de la permeabilidad del ductus; y 2) Co Ao del tipo adulto (postductal) cuando el flujo sanguíneo post-obstrucción no depende de la permeabilidad del ductus, sino del desarrollo de grandes colaterales sistémicas, porque corresponde al tipo anatomico-morfológico que más frecuentemente sobrevive a la barrera de la infancia precoz.<sup>3</sup>

**Historia:**

La primera descripción de la Co Ao fue realizada por Morgagni y Meckel en el año 1760; pero recién en 1944, Crafoord reportó la primera cirugía reparadora<sup>4</sup>. La primera cirugía en niños fue descrita por Kirklin en 1952<sup>5</sup>.

**Epidemiología**

La Co Ao es un defecto relativamente común; representa entre la quinta a la octava malformación cardíaca congénita. Puede ocurrir como un defecto aislado o asociado a otras lesiones, más comúnmente a válvula aórtica bicúspide (20 - 80%), defectos del septo ventricular, ductus arterioso permeable, estenosis mitral, aneurismas congénitos del polígono de Willis, disgenesias gonadales como síndrome de Turner.<sup>6,7</sup>

Como lesión aislada ocurre 1,27 a 1,7 veces más frecuentemente en hombres que en mujeres. No se observa diferencia de género en coartación con lesiones asociadas.

**Fisiopatología:**

El estrechamiento de la aorta se debe a un engrosamiento importante de su capa media que protruye dentro de la luz provocando una obstrucción marcada al paso del flujo sanguíneo post-coartación<sup>1,2</sup>.

La consecuencia hemodinámica directa es la importante disminución del flujo que sufren los órganos y tejidos desde el tórax inferior, los órganos intraabdominales y los miembros inferiores; además de los efectos deletéreos secundarios a la redistribución del flujo sanguíneo hacia los vasos arteriales de la cabeza, cuello y extremidades superiores, que corresponden a la zona pre-

coartada y cuya consecuencia más importante es la hipertensión (por hipervolemia) en los miembros superiores. La evolución clínica estará directamente relacionada a las alteraciones mencionadas.

La Coartación provoca varios efectos y alteraciones compensatorias a nivel cardiovascular; el primero de ellos es el aumento de la post-carga del ventrículo izquierdo, por incremento en la resistencia vascular generado por el obstáculo mecánico y fijo de la obstrucción. Inicialmente se produce una hipertrofia concéntrica del ventrículo con aumento del volumen sistólico final y la consecuente hipertensión arterial precoartación. El diagnóstico diferencial sobre todo en niños mayores, adolescentes y adultos jóvenes, incluye a la miocardiopatía hipertrófica idiopática o miocardiopatía hipertensiva. Otra consecuencia posible es la dilatación y disfunción sistólica grave del ventrículo izquierdo por lo que en esta etapa el diagnóstico diferencial incluye a la miocarditis viral o miocardiopatía dilatada.

### **Fisiología de la coartación preductal**

En presencia de ductus arterioso patente, las presiones sistólicas del ventrículo derecho, de la arteria pulmonar principal, de la aorta ascendente y del ventrículo derecho son similares. Cuando existe cierre gradual del ductus, se desarrollara un gradiente entre la arteria pulmonar principal y la aorta descendente. Con el cierre del ductus, ambos ventrículos experimentaran un aumento de la presión, así como una sobrecarga de volumen, que desencadenara un fallo cardiaco. <sup>1</sup>

## **Fisiología de coartación postductal**

En ausencia de fallo cardiaco, puede presentarse un gradiente de magnitudes variables a través del sitio de coartación. Las presiones sistólicas en el ventrículo izquierdo y la aorta ascendente están elevadas. Aunque es frecuente encontrar una válvula aortica bicúspide, un gradiente a través de ésta es un hallazgo infrecuente. Conforme aumente la postcarga impuesta sobre el ventrículo izquierdo, las presiones al final de la diástole en el ventrículo izquierdo y la aurícula izquierda aumentarán; frecuentemente está presente un cortocircuito auricular de izquierda a derecha a través de un foramen oval permeable. Las presiones en las cámaras derechas dependerán de diversos factores, incluyendo el grado de circuito de derecha a izquierda a ambos niveles, ductal y atrial, y a la magnitud de la resistencia vascular normal. La combinación de sobrecarga de volumen y de presión puede producir una marcada dilatación, principalmente en cavidades derechas.

En una coartación severa, con un cierre rápido del ductus, puede existir un fallo biventricular rápido, y no haber gradiente a través del área coartada, las presiones sistólicas del ventrículo izquierdo; aorta ascendente y aorta descendente serán simples y bajas. En ausencia de un fallo cardiaco o un circuito intra pulmonar significativos, las saturaciones serán normales en cámaras izquierdas y en la aorta. Las saturaciones de las cámaras derechas estarán elevadas secundariamente al circuito de izquierda a derecha a través de la aurícula o del ductus.

## **Características clínicas**

El inicio de los síntomas varía de acuerdo al tipo de coartación; así en la Co Ao de tipo Infantil ó Neonatal, los signos y síntomas aparecen a las pocas horas ó días después de nacer, y, siempre secundario al flujo restrictivo o cierre inminente del ductus. En general el recién nacido presenta signos de insuficiencia cardiaca congestiva (ICC) como polipnea, hipo-alimentación, palidez, mala perfusión periférica, oligoanuria, llanto e irritabilidad, e incluso convulsiones. El signo más llamativo a la palpación es la ausencia o disminución importante de los pulsos periféricos en los miembros inferiores comparativamente con los superiores. Pueden o no presentar soplos cardiacos, pues ello dependerá de asociaciones con otros defectos como la comunicación interventricular, estenosis valvular aórtica o malformación de la válvula mitral. Es mandatorio medir la presión arterial en los miembros superiores así como los inferiores, pues, existe una diferencia de por lo menos 20 mmHg entre ellas; aunque en la edad neonatal es menos frecuente la hipertensión arterial (HTA) en los miembros superiores, es posible encontrarla. Por lo general existe hepatomegalia importante, y frecuentemente a estos pacientes se les describen como de “aspecto séptico” y se les trata como sepsis neonatal precoz o tardía. Por esta razón, ésta cardiopatía debe, rutinariamente, formar parte del diagnóstico diferencial de todas las patologías del neonato y lactante que cursen con los signos y síntomas descritos anteriormente.

Cuando la presentación clínica es más tardía, por lo general más de tres años, se la describe como Coartación de Aorta de tipo Adulto (post-ductal). Pueden pasar algunos años asintomáticos u oligosintomáticos y llegar a la vida adulta. En estos casos, los síntomas son secundarios o a consecuencia de la

cardiopatía no corregida. Este tipo de Coartación, no se trata de ductus dependiente, que muchas veces ya está cerrada al momento de la intervención; compensatoriamente, en su lugar, se desarrollan importantes arterias colaterales que sirven de puente entre los segmentos pre y post-coartación y además sirven como mecanismos de descompresión y desagüe de la aorta proximal no coartada. Los síntomas son inespecíficos como cefaleas, mareos, visión borrosa, (encefalopatía hipertensiva) y si el examen cardiovascular es exhaustivo se puede constatar HTA <sup>8</sup>. En otros casos, el paciente puede debutar, ya con una complicación mayor como el accidente cerebrovascular de tipo hemorrágico. El mecanismo inicial de la HTA (en los miembros superiores) se debe a la mayor volemia y presión presentes en la aorta y los vasos arteriales de la zona precoartada; pero a su vez esta hipertensión, que luego se ve potenciada y agravada por alteración del sistema renina –angiotensina, desencadenada por la hipotensión e hipoflujo crónico de los riñones; en este caso, la HTA permanece por largo tiempo después de la corrección quirúrgica.

Al examen físico, además de la ausencia de pulsos en los miembros inferiores y la HTA detectada en los miembros superiores, llama la atención la notoria desproporción entre los miembros superiores y el tórax superior que se encuentran más desarrollados que el tórax inferior, abdomen y los miembros inferiores.

A la auscultación llama la atención el soplo continuo en el tórax, región dorsal que no es otra cosa que el desarrollo e hipertrofia de las colaterales sistémicas (intercostales). A diferencia de la CoAo de tipo infantil, predominan los síntomas y signos de HTA y sus complicaciones (ICC).

## **Diagnóstico**

El diagnóstico de la Coartación de Aorta es eminentemente clínico, es decir que un examen cardiovascular completo y sistemático debe ser el punto de partida en el proceso diagnóstico y manejo adecuado del paciente.

Es importante elegir el método diagnóstico que proporcione información detallada, de la morfología y el estado funcional de cada paciente antes y posterior a la reparación aórtica. La tendencia actual es la de utilizar procedimientos diagnósticos menos invasivos, y aunque la angiografía fue el primer procedimiento diagnóstico de la enfermedad vascular, las modalidades no invasivas como la angiotomografía y la angioresonancia continúan ganando popularidad. En general los métodos más utilizados para el diagnóstico son:

### **Ecocardiografía**

La ecocardiografía ha probado ser útil en el diagnóstico y tratamiento de pacientes con Co Ao. Este procedimiento es de gran utilidad especialmente en casos complejos asociados a otros defectos (transposición o ventrículo único).

La ecocardiografía con Doppler ocupa un papel primordial dentro de los estudios no invasivos para confirmar el diagnóstico con ecocardiografía bidimensional.

El abordaje se realiza desde el borde supraesternal. Ciertos hallazgos intracardiacos sugieren la posibilidad de coartación aún antes de que el arco aórtico sea visto. Lesiones obstructivas del flujo ventricular izquierdo, hipertrofia ventricular significativa de derecha a izquierda y la ausencia de pulsaciones en

la aorta descendente vistos desde el abdomen sugieren la posibilidad de coartación.

La evaluación ecocardiográfica utilizando ejes largos supraesternales proveen una imagen del arco entero, permitiendo localizar el sitio y la longitud del segmento afectado, ya sea largo o corto.<sup>9</sup>

La severidad de la coartación puede ser evaluada con Doppler color, obteniendo una imagen a color del flujo de la aorta ascendente; midiendo la velocidad del flujo en la región sospechosa.

En el caso de coartación severa el flujo es anterógrado extendiéndose muy bien en diástole, con alta velocidad (característico de una obstrucción severa en una arteria periférica). En una coartación leve el flujo muestra una velocidad alta que se extiende únicamente durante la sístole. Sin embargo, conforme aumenta la severidad de la obstrucción, la presión por arriba del segmento coartado permanece elevada durante una gran parte del ciclo cardiaco.

En la presencia de una coartación significativa, la evaluación Doppler de la aorta descendente abdominal muestra una señal de flujo anterógrado continuo sin evidencia de flujo inverso o cese del flujo. En pacientes con Ducto arterioso persistente los flujos Doppler de la aorta descendente son normales.

Los diámetros de coartación medidos con Doppler color muestran una adecuada correlación, con los obtenidos con la evaluación angiográfica.

La desventaja del método consiste en la dificultad de alinear el haz Doppler con el flujo y los gradientes frecuentemente son subestimados.<sup>10</sup>

El ecocardiograma es utilizado en el seguimiento de pacientes a los cuales se les ha corregido la coartación quirúrgicamente o por angioplastia con balón o stent.

### **Cateterismo cardíaco y la angiografía selectiva**

El cateterismo cardíaco puede ser diagnóstico o terapéutico. Por su capacidad para la evaluación de la severidad, la naturaleza anatómica de la obstrucción aórtica, la función hemodinámica, así como determinar el tamaño, la función del ventrículo izquierdo, y la presencia de una válvula bicúspide, definir la circulación colateral y evaluar la repercusión hemodinámica por lo cual se ha convertido en el estándar de oro. Así mismo ayuda a confirmar el diagnóstico cuando las conclusiones ecocardiográficas no son completamente claras. Los gradientes obstructivos superiores a 20 Hg se consideran significativos; Las indicaciones universalmente aceptadas de tratamiento son: gradiente sistólico en reposo > 30mmHg, HTA, repercusión sobre el ventrículo Izquierdo en el ECG o ECO y curva patológica del Holter de presión arterial. Un evento vascular cerebral previo, o la presencia, en la imagen angiográfica, la RM nuclear, el TAC etc., de una severa estenosis ístmica también se consideran indicaciones terapéuticas. La indicación de tratamiento debe ser única para la cirugía o el intervencionismo pues ambos tienen una considerable posibilidad de complicaciones. En el primer año de vida la indicación quirúrgica es poco discutible<sup>11</sup>.

La angiografía se realiza bajo sedación en niños y anestesia local en adultos, mediante la técnica de Seldiger se efectúa la punción de la arteria femoral derecha, y colocación de introductor por el cual se inserta una guía que atraviesa la estenosis, se avanza un catéter cola de cochino o multipropósito para obtención de gradientes de presión, y realización de ventriculografía izquierda y varias aortografías, para valoración anatómica y funcional.

En algunos centros se coloca un introductor en arteria femoral izquierda, o braquial para valoración post dilatación. A continuación se introduce una guía larga en ventrículo izquierdo o subclavia derecha y se retira el catéter utilizado para la aortografía<sup>12,13</sup>.

Con estos datos se elige con exactitud el catéter balón para dilatación, cuyo diámetro será de 2,5 a 5 veces superior al diámetro de la estenosis. La heparinización sistémica del paciente se realizará en este momento siguiendo protocolo establecido.

A continuación se inserta mediante guía el catéter balón bajo aspiración con set de manómetro + jeringa de contraste diluido al 50%, colocándolo en medio de la coartación.

La presión de inflado oscila entre 2 a 6 atmósferas y el tiempo de cada de inflado no debe superar los 30 segundos. El número de inflados depende de la resistencia que ofrece la lesión.

En este momento se valora de nuevo mediante presiones y angiografía los resultados. Cuando los resultados son los deseados, se procede a la retirada del catéter balón bajo aspiración.

En este momento se administra la protrombina correspondiente al paciente según dosis de heparina y tiempo transcurrido.

A continuación se retiran los introductores, y se procede a la realización de la hemostasia, por el método elegido y posterior colocación de apósito compresivo.

El cateterismo no obstante tiene sus limitaciones: por una parte puede ser difícil pasar un catéter por zonas de obstrucción severa y por otra parte pueden presentarse complicaciones especialmente en pacientes hemodinámicamente comprometidos, especialmente los recién nacidos. Los pacientes que estén en situación de insuficiencia cardiaca severa pueden mostrar gradientes tensionales falsamente leves y además la permeabilidad del ductus puede hacer más difícil la correcta evaluación de la severidad de la lesión. Por todas estas razones no se aconseja realizar cateterismos cardiacos para la evaluación de la coartación de aorta especialmente en el periodo neonatal salvo que no se haya podido demostrar por otros métodos<sup>14</sup>. En los últimos años se han desarrollado otras técnicas de imagen que son muy útiles para la evaluación del arco aórtico y que permiten realizar diagnóstico preciso de la coartación aórtica.<sup>15</sup>

### **Angiotomografía**

La angiotomografía computada es un método de gran rendimiento y utilidad diagnóstica, principalmente por sus cortos tiempos de adquisición y su alta resolución espacial, por lo cual es de utilidad para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con coartación aortica ya tratados.

La angiotomografía tiene como finalidad la evaluación de la morfología y características de la coartación (localización, extensión, diámetro menor de la zona coartada, obstrucción residual del arco aórtico, hipoplasia, o formación de aneurismas; así mismo, proporciona información adicional sobre la morfología de la válvula aórtica, así como de otras cardiopatías congénitas, *shunts*, la presencia de anillos vasculares.

El escaneo ultrarápido es ideal en la evaluación de pacientes con múltiples clips o stent en la zona de coartación.<sup>16,17</sup>. Esta técnica ha desplazado a la angiografía convencional diagnóstica a un segundo termino.

La tomografía de alta resolución limita la duración del estudio pero no exime de radiaciones. Ambas técnicas son muy prometedoras en el futuro. Actualmente aunque no son la exploración de primera elección son útiles para la evaluación y el seguimiento de los pacientes.

En los equipos multicorte, el protocolo estándar incluye exploración simple y contrastada (fase arterial). Todas las imágenes son procesadas para obtener reconstrucciones, multiplanares y volumétricas.

### **Angioresonancia magnética.**

Permite obtener una imagen en tiempo real, parecida a la arteriografía convencional. Las imágenes obtenidas permiten valorar la localización de la coartación, tortuosidad del vaso y el diámetro mínimo en el sitio de coartación. Sin embargo se encuentra limitado para la evaluación de pacientes con marcapasos o ya tratados con endoprótesis metálicas., como es el caso de los

pacientes en los que se coloca una endoprótesis posterior a la plastia de la aorta.

La angioresonancia magnética (AngioRM) con inyección de gadolinio por una vía periférica permite hacer una buena evaluación del arco aórtico y permite hacer una reconstrucción tridimensional que muestre claramente los defectos. La limitación fundamental de la AngioRM es que es una técnica que exige la colaboración absoluta del paciente que debe permanecer totalmente inmóvil durante un periodo de tiempo no inferior a 15 minutos por lo que los niños requieren sedación y colaboración de un anestesiólogo. Por otra parte la calidad de las imágenes obtenidas es mayor en pacientes mayores que en niños pequeños.

### **Tratamiento**

Existe una amplia variedad de tratamientos quirúrgicos y endovasculares disponibles.

En pacientes menores de un año, el tratamiento ideal para coartación aórtica es generalmente quirúrgico,<sup>18</sup> aunque actualmente la angioplastia es preferida por muchos especialistas.<sup>19</sup> En pacientes mayores de un año de edad y hasta la adolescencia aún existe controversia en cuanto a cuál es el tratamiento de elección. En adultos, el Colegio Americano de Cardiología recomienda que la decisión terapéutica quede en manos del cirujano especialista en cardiopatías congénitas.<sup>5</sup>

## Tratamiento quirúrgico

La coartación aórtica se puede resolver quirúrgicamente o a través de procedimientos de cardiología intervencionista. Aunque hay cierta controversia la mayor parte de los autores recomiendan cirugía para el tratamiento de la coartación aórtica nativa ya que es más elevada la aparición de aneurismas (2-20%) y de recoartaciones (31%) a mediano plazo después de la dilatación con catéter. Algunos grupos han sugerido la angioplastia con catéter balón incluso en el recién nacido pero los resultados son peores que los quirúrgicos y el índice de complicaciones más alto.

La técnica quirúrgica más utilizada es la resección y anastomosis término-terminal pero no siempre es posible especialmente cuando se asocia con hipoplasia del istmo aórtico o de la aorta transversa. En estos casos se recurre a técnicas de ampliación con parche o con tejido proveniente de las subclavia izquierda (técnica de Waldhausen). También se puede recurrir a realizar una amplia disección del arco aórtico, ligar la aorta a nivel del istmo, realizar una incisión longitudinal en todo el borde inferior de la aorta transversa y del istmo aórtico y suturar la aorta descendente de forma término lateral. Los problemas más frecuentes dependientes de la técnica quirúrgica son la reestenosis que es especialmente frecuente en la cirugía de lactante y de recién nacido (hasta el 50%) y la aparición de aneurismas que es más frecuente con la técnica de ampliación con parche especialmente si se asocia a hipoplasia de aorta transversa pudiendo producirse hasta en un 10% de los pacientes<sup>20-21</sup>.

En casos de lesiones asociadas las más frecuentes son la comunicación intraventricular (CIV) y las obstrucciones al tracto de salida del ventrículo

izquierdo (VI). En el caso de CIV asociadas hay mucha discusión sobre el tratamiento de elección<sup>22-23</sup>. Las opciones incluyen cirugía aislada de la coartación con cierre posterior de la CIV si es necesario, cirugía de la coartación y bandeo de la arteria pulmonar con posterior cierre de CIV y bandeo o corrección combinada inicial de ambas lesiones. La mayoría de los centros realizan una aortoplastia en primer lugar y ligadura de la arteria pulmonar si la CIV es grande y en un segundo tiempo se retira la ligadura y se cierra la CIV sobre la base de un estudio multicéntrico publicado en 1994 que puso de manifiesto que esta estrategia tenía una mortalidad significativamente menor que el abordaje combinado de ambas lesiones<sup>24</sup>. En los últimos años se ha reducido la morbilidad y la mortalidad de la cirugía extracorpórea en lactantes y recién nacidos y hay cierta tendencia en centros con amplia experiencia en cirugía neonatal a la cirugía correctora en un sólo tiempo.<sup>25</sup>

La mortalidad de la coartación aórtica aislada es baja pero la mala situación clínica al ingreso en el caso de los recién nacidos y la presencia de lesiones asociadas hace que la mortalidad para todos los pacientes pueda superar el 10%<sup>6,26,27</sup>. Son frecuentes algunas complicaciones postoperatorias especialmente la hipertensión arterial<sup>28</sup> que suele ser transitoria, y el sangrado, especialmente en pacientes más mayores o reintervenciones. Infrecuentemente se presenta isquemia intestinal postoperatoria (síndrome postcoartectomía) por lo que se suele retrasar la introducción de la alimentación 48 horas. También se pueden presentar quilotórax, parálisis del nervio recurrente y muy raramente paraplejia (incidencia del 0.5% en una recopilación de 12000 casos intervenidos en varios centros)<sup>29</sup>.

En pacientes con recoartación posquirúrgica, la angioplastia con balón es el tratamiento de elección <sup>30,31</sup>, debido a las dificultades técnicas de la reintervención quirúrgica, la alta asociación de recurrencia y los altos riesgos de morbilidad y mortalidad.

### **Tratamiento intervencionista**

La angioplastia con balón en CoA fue descrita por primera vez por Singer y Col en 1982, aplicada en aquellas situaciones en las que la cirugía había sido desalentadora, hoy día es aceptada como tratamiento de elección dada su efectividad y relativa seguridad<sup>32,33,34</sup>.

### **El tratamiento intervencionista en la coartación aórtica se indica cuando:**

- 1) existe un gradiente de presión igual o mayor a 20 mmHg;<sup>35,36</sup>
- 2) cuando hay un gradiente menor a 20 mmHg pero se evidencia por imagenología una coartación significativa y datos radiológicos de flujo colateral.<sup>5</sup>

En adultos actualmente la colocación de un stent se considera el tratamiento más idóneo, bien post angioplastia con balón o stent directo, ya que provee soporte a la pared vascular y al endotelio y disminuye la incidencia de disecciones y aneurismas. El uso de stents en niños en periodo de crecimiento,

conlleva la posibilidad de una estenosis fija al alcanzar la aorta su periodo de crecimiento final. Actualmente se han desarrollado stentsreexpansibles que permiten la redilatación posterior si fuera necesario. La limitación que presenta el uso de estos dispositivos es el alto perfil de introductores que requiere, lo que lleva a indicar su uso en pacientes con peso mayor a 45 Kg.

Los resultados de estudios comparativos entre ambos tratamientos encuentran que la mortalidad de ambos procedimientos es menor al 1%. La frecuencia de recoartación con tratamiento quirúrgico es de 0 a 15%, de 3 a 15% postangioplastía con balón (AB) y menor a 5% con la aplicación de stents. La existencia de aneurismas se ha documentado en 0 a 5% posterior a la cirugía, en 4 a 15% posterior a AB y menos de 5% posterior a la angioplastia con aplicación de stens. Las complicaciones reportadas en los procedimientos previamente descritos son: paraplejia en menos de 0.5% de los pacientes, sangrado debido a la existencia de colaterales (sobre todo en el tratamiento quirúrgico) y re-estenosis, principalmente en la angioplastia.<sup>37,38,39</sup>

La mayor parte de los estudios que comparan el tratamiento quirúrgico contra angioplastía en la Co Ao son estudios que valoran resultados a corto plazo. Sin embargo, Fawzy<sup>40</sup> encontró en su estudio, con seguimiento a 22 años en pacientes con coartación aórtica de entre 14 y 55 años de edad, tratados mediante angioplastía y colocación de stents que, de los pacientes con gradiente inicial de 60 mmHg ( $\pm$  22 mmHg), 90% tuvo decremento del gradiente residual a menos de 20 mmHg inmediatamente, y en 78% de los pacientes el

gradiente se redujo a menos de 10 mmHg. Al año de seguimiento los pacientes tenían un gradiente residual de entre 5 a  $\pm$  6.4mmHg. Se encontró re-estenosis en 8% de los pacientes, principalmente en los que al inicio del tratamiento tuvieron resultados subóptimos (gradiente mayor de 20 mmHg). De los cinco pacientes con re-estenosis cuatro se sometieron a nueva angioplastía, y se obtuvieron gradientes inmediatos de 0 a 15 mmHg. El quinto paciente no era apto para angioplastía. El 7% de los pacientes tuvo aneurisma en el sitio de angioplastia. A los 22 años de seguimiento el gradiente residual calculado mediante Doppler fue de  $13.7 \pm 4.9$  mmHg.

Estos resultados son similares, en cuanto a la remisión del gradiente de presiones, a los encontrados por Faella y cols. al intervenir mediante angioplastia con colocación de stents a pacientes de entre 18 y 37 años obtuvo una disminución del gradiente residual de 33 hasta 0 mmHg.<sup>8</sup> En cuanto a la presión arterial, se considera que con la angioplastia y colocación de stents se logra un control de la presión arterial en 50 a 75% sin necesidad de antihipertensivos. En un metanálisis realizado por Hunaid, se documentó que el tratamiento quirúrgico tiene mejores resultados para el control de la presión arterial que la angioplastia<sup>41</sup> y en los pacientes operados que ameritaron tratamiento médico para control de la presión arterial dicho tratamiento es más efectivo, con menor número de fármacos antihipertensivos.<sup>42</sup> Otros estudios han reportado que hasta 83% de los pacientes con tratamiento quirúrgico alcanzan cifras de presión arterial normal después del procedimiento.<sup>43</sup>

Una de las desventajas del tratamiento endovascular vs el tratamiento quirúrgico es la necesidad de reintervención. En un estudio comparativo entre estas dos técnicas, los pacientes a quienes se realizó angioplastia con colocación de stents requerían mayor número de reintervenciones (13-15%), en comparación con los que se operaban (0.3%), la principal causa de reintervención fue la re-estenosis de la coartación.<sup>44</sup>

### **Seguimiento**

Posterior a la reparación de la coartación se recomienda un seguimiento continuo, debido a que muchos de los casos existe riesgo de complicaciones, ya que el tratamiento no siempre es curativo.

### **Complicaciones postquirúrgicas:**

**Recoartación:** definiéndose como recoartación a un gradiente mayor de 20 mmHg en el sitio del reparo, oscila entre el 7% y 43%, dependiendo de la edad del reparo y la técnica quirúrgica utilizada.

**Paraplejia:** incidencia del 0,41%, sugiriéndose como posibles causas de ésta, el tiempo de clampeo, división de arterias intercostales, hipotensión sistémica, trombosis de la arteria espinal anterior, hipertermia durante la reparación.

**Aneurismas:** relacionados con el reparo quirúrgico de Aortoplastía con parche.

**Hipertensión arterial:** el 30% de los pacientes presentan hipertensión arterial posquirúrgica requiriendo manejo de esta. La incidencia de hipertensión arterial permanente posterior al posoperatorio está relacionada con la edad de la corrección quirúrgica.

**Dolor abdominal:** ocasionalmente ocurre y está relacionado con la vasculitis mesentérica.

**Quilotórax secundario:** se relaciona con la lesión del conducto torácico<sup>45</sup>.

### **Complicaciones de la angioplastia**

**Reestenosis,** la cual se define como la presencia de un gradiente de presión mayor a 20 mmHg.

**Aneurismas:** deformidad en el contorno de la pared cuyo diámetro es 1.5 veces mayor al diámetro de la aorta a nivel del diafragma.

**Trombosis aórtica:** Formación de trombo en el interior de la aorta

El trauma de la arteria femoral acompañado de la oclusión total o parcial con formación de flujo colateral ( 5%).

En algunos pacientes se reporta la presencia de hipertensión (cifras tensionales 160/120 mm Hg) inmediatamente posterior a la angiografía con resolución espontánea.<sup>46</sup>

Tanto los eventos neurológicos, como la mortalidad se reportan en el 1% de los pacientes.<sup>47</sup>.

La complicación que reporta mayor tasa de mortalidad es la ruptura aórtica, sin embargo, es la complicación menos frecuente (0.7%)<sup>48</sup>.

## **JUSTIFICACIÓN**

Las complicaciones cardiovasculares secundarias a la reparación de la coartación aórtica con stent, pueden representar un problema importante, las cuales pueden ser potencialmente prevenibles y/o tratables, si se realiza un seguimiento estrecho, para lo cual la angiotomografía es el estudio ideal ya que permite no solo la evaluación del sitio de coartación, la integridad del stent, así como la morfología de las estructuras adyacentes, en busca de complicaciones, datos que otros estudios de imagen pueden no identificar adecuadamente.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los estudios de angiotomografía cardíaca realizados a pacientes con coartación aórtica tratados con angioplastia y colocación de stent para determinar la presencia de complicaciones

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se realizó un análisis ambispectivo para evaluar a los pacientes con coartación aórtica que fueron tratados con angioplastia y colocación de stent durante el periodo comprendido entre abril de 1998 y marzo del 2009 en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez” y a los que se les solicitó angiotomografía de control.

Además de se evaluaron los hallazgos de la angiografía aórtica invasiva al momento del tratamiento intervencionista. En un subgrupo de pacientes además se realizó ecocardiograma de control, con la finalidad de relacionar los hallazgos de angiotomografía y ecocardiografía.

### **Criterios de inclusión**

- Pacientes hombres o mujeres con diagnóstico de coartación aórtica tratados con colocación de stent.
- Que aceptaran formar parte del estudio.

### **Criterios de exclusión**

- Embarazo.
- Alergia al medio de contraste.

### **Angiotomografía Aortica**

Las evaluaciones se realizaron con un equipo de TC multidetector de 64 cortes *Somaton Cardiac Sensation 64* (Siemens Medical Solutions, Alemania) ,con tiempo de giro de 330 ms.

Los parámetros de adquisición variaron dependiendo si se realizaron con sincronización cardíaca o sin ella (dependiendo de factores como la edad, frecuencia cardíaca y búsqueda de lesiones asociadas).

En caso de estudio con sincronización cardíaca las imágenes se durante un periodo de apnea en inspiración colimación de 32x2x0.6, voltaje de 120 kV y corriente de 500 mA.

La cantidad de medio de contraste a administrar dependió de la duración de adquisición (de acuerdo al tamaño del paciente). La velocidad de aplicación del contraste se modificó de acuerdo a la edad y tamaño del paciente y fue seguida de un bolo de solución salina.

Se realizaron reconstrucciones retrospectivas al 60, 65 y 70% del ciclo cardíaco y en caso necesario reconstrucciones alternas a consideración del observador.

Se realizaron reconstrucciones axiales, en máxima intensidad de proyección y volumétricas.

En caso de estudios sin sincronización cardíaca los estudios se realizaron con técnica de bolus tracking, con una colimación de 24 x 1.2 mm, 100-120 kV y 400-700 mA, colocando el ROI (región de interés) en la aorta ascendente. Se empleo medio de contraste no iónico (ULTRAVIST<sup>®</sup> 300 I/ml Bayer Schering) con un caudal de 3 a 4 mL/seg. Se obtuvieron imágenes con un grosor de corte de 1.5 mm, con intervalos de 1.5 mm. En todos los pacientes se midió la cantidad de radiación absorbida a través del dispositivo incorporado en el equipo, expresada en mGy.

## **Análisis**

El análisis de las imágenes tomográficas se realizó por 2 expertos en tomografía computada con 6 años de experiencia.

Se registraron las siguientes variables:

- Morfología, integridad y permeabilidad del stent
- Presencia de complicaciones (fractura, re-coartación, endofugas, oclusiones y la migración).
- Diámetro segmentario de la aorta (incluidos los diámetros intra-stent).
- Presencia de hipoplasia del arco aórtico.
- Morfología de la válvula aórtica (cuando se realizo con registro ECG).
- Alteraciones asociadas (conducto arterioso, aorta bivalva, CIV, prótesis valvular, anomalía de los troncos supra-aórticos, anomalías coronarias).
- Presencia de vasos colaterales.

Además de ello se registró

- Género.
- Edad.
- Presencia de hipertensión arterial.

## RESULTADOS

Durante el periodo comprendido entre marzo del 2006 a marzo del 2009, se incluyeron 49 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

El periodo comprendido entre la colocación del stent y la evaluación angiotomográfica fue desde 1 semana hasta 115 meses.

La tabla 1 muestra las características demográficas y clínicas de los pacientes.

La tabla 2 y gráfica 1 muestran los tipos de stent utilizados.

**Tabla. 1 Datos del grupo en estudio.**

Parámetros n=49	
<b>Género masculino</b>	40 (81.6%)
<b>Edad (años)</b>	1-60 (mediana 26)
<b>Hipertensión arterial</b>	14/49 (28.5%)
<b>Condiciones asociadas</b>	
a) <b>Persistencia del Ducto Arterioso.</b>	7/49 (14.3%)
b) <b>Ao bivalva.</b>	21/49 (42.8%)
c) <b>Hipoplasia del arco aórtico</b>	8/49 (16.3%)
d) <b>Prótesis valvular</b>	2/49 (4.1%)
e) <b>Aneurisma de los troncos.</b>	2/49 (4.1%)
f) <b>Anomalías coronarias</b>	2/49 (4.1%)

**Tabla 2. Tipo de Stent Colocado.**

Tipo de Stent	Número de pacientes	Porcentaje
P40014	<b>20</b>	<b>40.8%</b>
P308	<b>11</b>	<b>22.4%</b>
PG3910B	<b>2</b>	<b>4.1%</b>
Jostent	<b>1</b>	<b>2%</b>
Otros	<b>3</b>	<b>6.1%</b>
Perdidos	<b>12</b>	<b>24.5%</b>

La tabla 3 y gráfica 2 muestran las diferentes complicaciones observadas-

**Tabla 3. Complicaciones**

<b>Complicaciones n=49</b>	
<b>Complicaciones (pacientes)</b>	17 (34.7%)
• <b>Aneurisma</b>	9 (18.4%)
• <b>Fractura del stent</b>	6 (12.2%)
• <b>Recoartación</b>	2 (4.1%)
• <b>Migración</b>	2 (4.1%)
• <b>Trombosis intrastent</b>	1 (2%)

De los 49 pacientes estudiados 24 (49%) tuvieron falta de adosamiento del stent: 20 (%) falta de adosamiento distal y en 4 falta de adosamiento proximal y distal

De los 17 pacientes con complicaciones 2 fueron mujeres y 15 hombres. Visto de otra manera de las 9 mujeres que ingresaron en el estudio 2 tuvieron complicaciones, mientras que de los 40 hombres 15 tuvieron complicaciones;  $p=0.46$

### Complicaciones

		Género		Total
		Mujer	Hombre	
Complicaciones	No	7	25	32
	Si	2	15	17
Total		9	40	49

De los 37 pacientes en los que se pudo determinar el tipo de stent colocado, 12 presentaron alguna complicación: en 7 de ellos el stent colocado fue P308, en 4 pacientes P4014,  $p=0.1$

De los 6 pacientes con aneurisma (**figura 1 y 2**) en los que se determinó el tipo de stent 4 fueron p4014 y 2 P308.

Dos pacientes presentaron migración (**Figura 3 y 4**).

Hubo un solo caso de trombosis del stent, el cual fue P308 (**Figura 5**).

Se documentó fractura en 5 pacientes a 4 de ellos se les colocó stent P308. (**Figura 6 y 7**).

De los 2 pacientes con recoartación a uno de ellos se le colocó stent P308, al otro paciente no se registró que tipo de stent que se colocó.

A 31 pacientes se les realizo ecocardiografía complementaria.

**Tabla 4. Diámetros de la aorta**

<b>Estructura</b>	<b>Mediana (rango)</b>
<b>Aorta proximal</b>	28 +/- 9.7
<b>Arco Ao proximal</b>	18.1 (11-27.2)
<b>Arco Ao. Distal</b>	16.7 (10-24.2)
<b>Istmo</b>	16.2 (10.5-27.3)
<b>Diámetro intrastentmínimo</b>	16.4 (9.4-22.8)
<b>Diámetro intrastent máximo</b>	16.9 (10.9-23.5)
<b>Dilatación pre stent</b>	16.3 (10.2-27.3)
<b>Dilatación post stent</b>	22 (14-38.2)



Figura 1. Imagen volumétrica (VRT) en sagital oblicua que muestra aneurisma en tercio distal del stent.

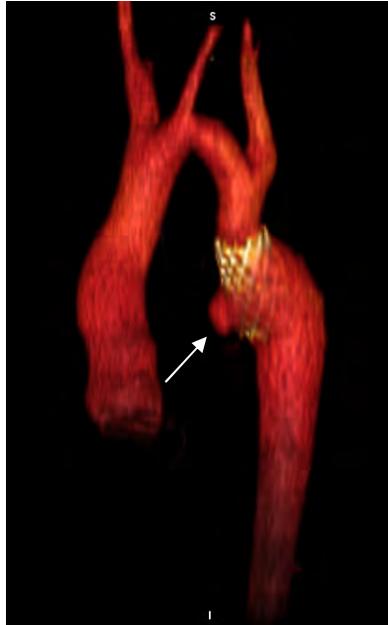


Figura 2. Imagen volumétrica en la que se observa aneurisma en tercio medio del stent (flecha)

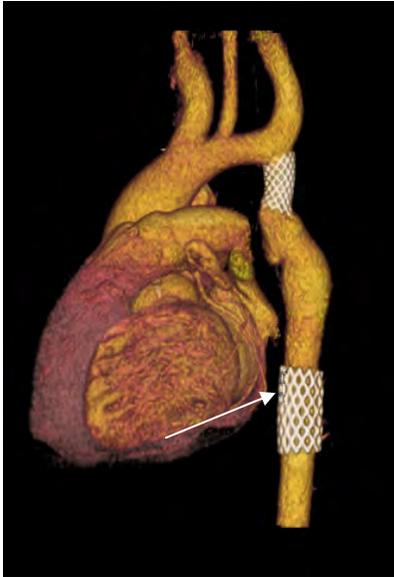


Figura 3 . imagen en VR. Stent migrado a tercio distal de aorta torácica (flecha)

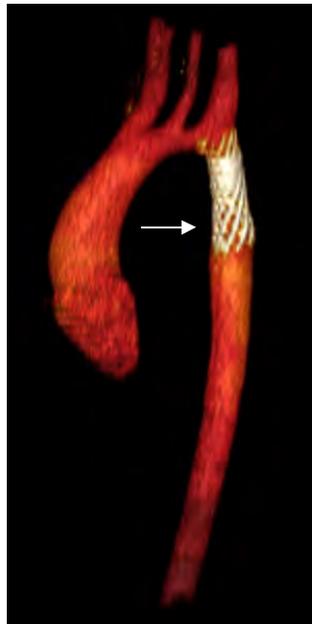


Figura 4. Imagen en VR de Stent migrado (flecha), con colocación de nuevo stent, a nivel de la coartación.

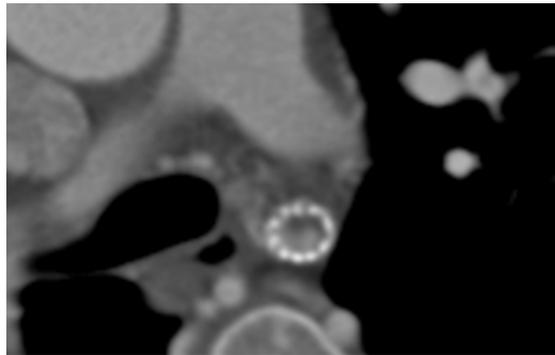


Figura 5. Imagen en MIP corte sagital en donde se muestra trombosis intrastent (yuxta aórtico)

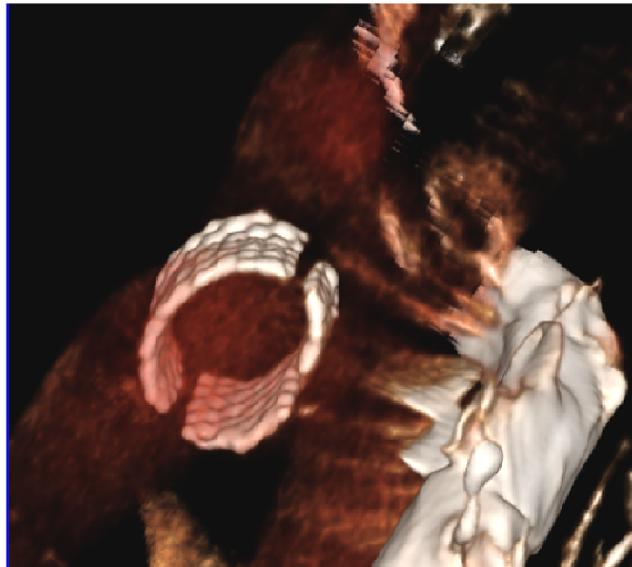
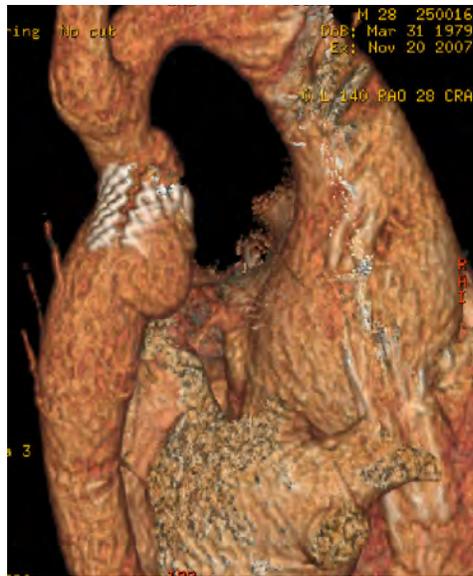


Figura 6 y 7. Imágenes volumétricas en las que se documenta fractura del  
stent

## **DISCUSION**

Tradicionalmente el seguimiento de los pacientes post colocación de Stent se llevaba a cabo con angiografía convencional; estudio que se consideró por muchos años como el estándar de oro.

Sin embargo, con el advenimiento de la angiotomografía y las ventajas que esta brinda: rapidez en la adquisición del estudio, imágenes de calidad que permiten una mejor evaluación del área reparada, evaluación en cualquier plano o perspectiva de la integridad del stent, así como una evaluación precisa de las posibles complicaciones, con una importante disminución en la dosis de radiación por escaneo. La angiotomografía se ha convertido en el estudio de seguimiento ideal, posterior a la reparación de coartación con stent.

La angiotomografía multidetector post-procedimiento se ha convertido en un estudio obligado, para la evaluación de la colocación eficaz del stent, y las posibles complicaciones. En particular, es de extrema importancia documentar cualquier aumento o disminución en el tamaño de la aorta, incluyendo los cuellos aórticos proximal y distal (49 - 50). Así como examinar la presencia de un saco aneurismático fuera de los límites del stent que tarde o temprano puede trombosarse.

La búsqueda de complicaciones del tratamiento es imperativo. Las complicaciones potenciales son; aneurismas, migraciones, disección, perforación aórtica, trombosis y obstrucción vascular. <sup>12,22,23</sup>

Nuestro estudio incluyó 49 pacientes con antecedente de coartación aórtica, tratados con stent, en los cuales la complicación más frecuente fue la formación de aneurismas, observado en 9 pacientes (18.4%), Magee et al.<sup>50</sup> reportaron un paciente con un pequeño aneurisma detectado por angiotomografía, en un seguimiento de 2 años, por otra parte Toshifumi y cols. reportó la formación de aneurisma en 3 de 9 pacientes.

La migración es una complicación poco frecuente que puede resultar en la obstrucción accidental de un vaso importante (por ejemplo la arteria subclavia izquierda o arteria celiaca, en casos de stents abdominales) condicionando isquemia de extremidades o insuficiencia vertebro basilar. Un estudio retrospectivo reciente realizado por Riesenman y cols. donde evaluaron la prevalencia y los resultados clínicos de la obstrucción de la arteria subclavia por stents migrados. El origen de la arteria subclavia izquierda fue cubierto parcial o totalmente en 28 de 112 casos (25%), el flujo anterógrado de la arteria subclavia izquierda no mostró revascularización en 19 de 28 pacientes (68%), la trombosis solo se reportó en 1 con cobertura total de la arteria subclavia izquierda. En nuestra experiencia solo se reportó migración del stent en 2 de 49 pacientes (4.1%) y en ambos casos la migración fue distal.

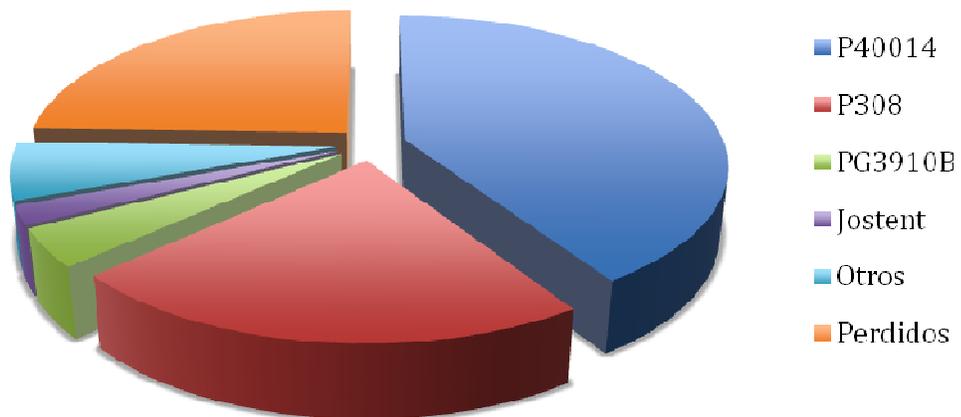
La recoartación se considera cuando existe un gradiente de presión a través del área de estenosis mayor de 20 mm Hg y puede ocurrir tanto en procedimientos endovasculares o quirúrgicos.

## **CONCLUSIÓN:**

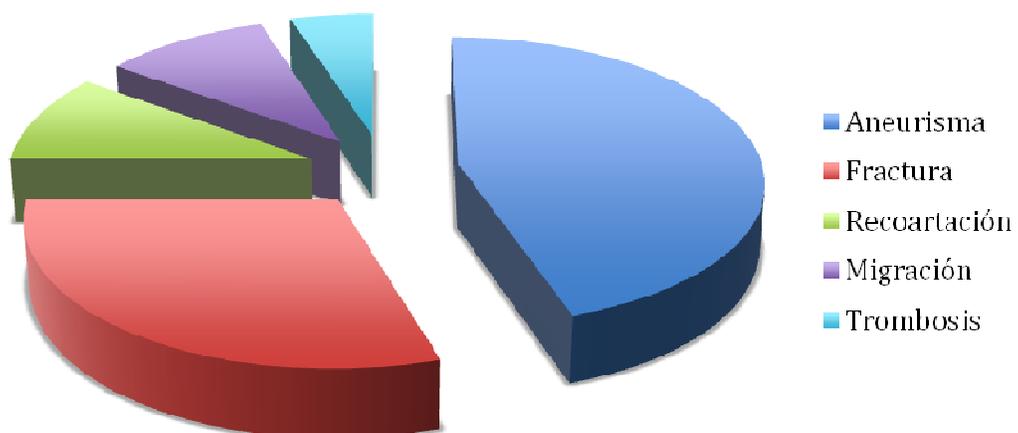
El estudio de angiotomografía es un método de imagen de gran utilidad en el seguimiento de pacientes coartados tratados con angiografía y colocación de stent, ya que permite la evaluación completa tanto de la morfología e integridad del stent, de las estructuras adyacentes, así como para la detección de posibles complicaciones, de manera rápida y precisa.

## ANEXOS

Grafica 1. Tipo de Stent colocado.



Grafica 2. Complicaciones post stent.



## Bibliografía

1. Morris M, McNamara G. Coarctation of the aorta and interrupted aortic arch. In: Garson A, Bricker J, Timothy M, Dan G, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Philadelphia: Lea &Febiger; 1990.p.1353-381.
2. Ho SY, Baker E, Rigby M, Anderson R. Aortic coarctation and interruption In: Color atlas of congenital heart disease, morphologic and clinical correlations. London: Mosby; 1995.p.171-78.
3. Garay N, Montiel C, Verón C, Vargas Peña M, Aquino N, Jarolín J, Eguzquiza P, Panizza1 C, González F, Sciacca R, Rolón R. Clinical presentation of Aortic coarctation: Review of Current Management: A case series report.
4. Díaz-Góngora G. Coartación de aorta en cardiología pediátrica. Bogotá: Mc Graw Hill Interamericana; 2003;315-31.
5. Kirklin J. Surgical treatment of coarctation of the aorta in a ten week old infant, report of a case. Circulation. 1952;6:411-14.
6. Morriss MJH, McNamara D. Coarctation of the aorta and interrupted aortic arch. En “ The science and practice of Pediatric Cardiology” Garson A Jr, Bricker JT Fisher DJ and Neish SR 2 nd edition Williams and Wilkins Baltimore 1998. 1347- 83.
7. Navarro-López F. Cardiopatías Congénitas, en : Ferreras – Rozman. Tratado de medicina interna (13° ed.) Madrid, 1995; 597- 598.
8. Brickner ME, Hillis LD, Lange RA. Congenital heart disease in adults. N Engl J Med 2000; 27; 342 (4): 256-63.
9. Snider AR, Serwer GA, Ritter SB,Coartaction of the Aorta. Echocardiography in Pediatric Heart Disease. Baltimore. Mosby. 1998: 479 – 482.
10. L. Swan, N. Wilson, A.B. Houston The long-term management of the patient with an aortic coarctation repair. European Heart Journal (1998) 19, 382 – 386.
11. Bermudez-Cañete R. Coartación de Aorta: posibles soluciones a un complejo problema. Rev Esp Cardiol 2005; 58; 1010-1013.

12. Palacios RJ, Puente LF, Dávila BA, Mendirichaga OR, Uribe LA, Enríquez CC, et al: Angioplastia transluminal percutánea con catéter balón en coartación aórtica nativa. Experiencia a largo plazo. Arch Inst Cardiol. Mex 1995; 654: 237- 244.
13. Giovanni J, Lip G, Osman K, Mohan M, Islim Y, Gupta J et al. Percutaneous balloon dilatation of aortic coarctation in adults. Am J Cardiology 1996; 77: 435-439.
14. Beekman RH. Coarctation of the aorta. en "Heart disease in infants, children and adolescents. Including the fetus and young adult". Moss and Adams. 5th Ed. Williams and Wilkins. Baltimore 1995
15. Gutberlet M, Hosten N, Vogel M et al. Quantification of morphologic and hemodynamic severity of coarctation of the aorta by magnetic resonance imaging Cardiology Young. 2001 Sep;11(5):512-20.
16. Mohiaddin RH, Kilner PJ, Rees S, Longmore DB. Magnetic resonance volume flow and jet velocity mapping in aortic coarctation. J Am Coll Cardiol. Nov 1 1993;22(5):1515-21.
17. Pitlick PT, Anthony CL, Moore P, Shifrin RY, Rubin GD. Three dimensional visualization of recurrent coarctation of the aorta by electron-beam tomography and MRI. *Circulation*. Jun 15 1999;99(23):3086-7.
18. Wong D, Benson LN, Van Arsdell GS, et al. Balloon angioplasty is preferred to surgery for aortic coarctation. Cardiology in the Young 2008;18(1):79-88.
19. Bermúdez-Cañete R. Coartación de aorta: posibles soluciones a un complejo problema. RevEspCardiol 2005;58(9):1010-1013.
20. Maxey TS, Serfontein SJ, Reece TB, Rheuban KS, Kron IL. Transverse Aortic Hypoplasia may predispose patients to aneurysm formation after patch repair of aortic coarctation. Ann Thorac Surg. 2003;76:1090-3.
21. Haverich A, Berger J, Meinertz T, Nienaber CA. Predictors of aneurysmal formation after surgical correction of aortic coarctation. J Am Coll Cardiol 2002;39:617-24.

22. McElhinney DB, Yang SG, Hogarty AN. Recurrent arch obstruction after repair of isolated coarctation of the aorta in neo-nates and young infants: Is low weight a risk factor? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003; 122: 883-90.
23. Wood AE Javadpour H, Duff D et al. Is extended arch aortoplasty the operation of choice for infant aortic coarctation? Results of 15 years' experience in 181 patients, *Ann Thorac Surg* 2004;77: 1353-1358.
24. Maroto C, Enríquez de Sala-manca F, Herráiz I, Zabala JI. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en las cardiopatías congénitas más frecuentes. *Rev. Esp Cardiol* 2001; 54:67-82.
25. Celoria GC, Patton RB. Con-genital absence of the aortic arch. *Am Heart J* 1959;58:407.
26. Rudolph AM. Aortic arch obstruction. En "Congenital dis-eases of the heart. Clinical-Physiological considerations". Futura. Armonk NY 2001.
27. Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Coarctation of the aorta and interrupted aortic arch. " *Cardiac Surgery.* Ed. 2<sup>nd</sup> Edition. Churchill Livingstone NY1993. pag 1263-327.
28. O'Sullivan JJ, Derrick G, Darnell R. Prevalence of hypertension in children after early repair of coarctation of the aorta: a cohort study using casual and 24 hour blood pressure measurement. *Heart.* 2002;88:163-6.
29. Brewer LA, Fosburg RG, Mulder GA et al. Spinal cord complications following surgery for aortic coarctation. *J Thorac. Cardiovasc Surg.* 1979; 368-79.
30. Cooper SG, Sullivan ID, Wren C. Treatment of recoarctation: balloon dilationangioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1989;14:413-9.
31. Allen HD, Robert H, Beekman, Garson A Jr, et al. Pediatric Therapeutic Cardiac Catheterization. *Circulation* 1998;97:609-25.
32. Fawzy Me, Dunn B., Galalo, Wilson N., Shikh A., Sriram R. Balloon Coarctation Angioplasty in adolescents and adults, early and intermediate results. *Am Heart J.* 1992; 124: 167-171.

33. Ledesma VM, Acosta VJ, Munayer CJ, Salgado EJ, Arias ML, Soberanis TC: Angioplastia transluminal percutánea encoartación aórtica: resultados a corto y medio plazo. Arch Inst Cardiol Mex 1991; 61: 53-58.
34. Palacios RJ, Puente LF, Dávila BA, Mendirichaga OR, Uribe LA, Enríquez CC, et al: Angioplastia transluminal percutánea con catéter balón en coartación aórtica nativa. Experiencia a largo plazo. Arch Inst Cardiol Mex 1995; 654: 237-244.
35. Oliver-Ruiza JM, Mateos-García M, Bret-Zurita M. Evaluación de las cardiopatías congénitas en el adulto. Rev Esp Cardiol 2003;56(6):607-620.
36. Tzifa AA. Management of aortic coarctation in adults: endovascular versus surgical Therapy. Hellenic J Cardiol 2007;48:290-295.
37. Tongfu Yu, MDa, Xiaomei Zhu, MDa, Lijun Tang, Mda, Dehang Wang, MDa, \*, Nael Saad, MB. Review of CT Angiography of Aorta. Radiol Clin N Am 45 (2007) 461-483.
38. Walhout RJ, Suttorp MJ, Mackaij GJ, Plokker EG. Long-term outcome after balloon angioplasty of coarctation of the aorta in adolescents and adults: Is aneurysm formation an issue?. Catheterization & Cardiovascular interventions 2009;73(4):549-556.
39. Fawzy ME, Fathala A, Osman A, Badr A, et al. Twenty-two years of follow-up results of balloon angioplasty for discrete native coarctation of the aorta in adolescents and adults. American Heart Journal 156(5):
40. Vohra HA, Adamson L, Haw MP. Does surgical correction of coarctation of the aorta in adults reduce established hypertension Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery 2009;8:123-128.
41. Kuroczynski W, Hartert M, Pruefer D, et al. Surgical treatment of aortic coarctation in adults: Beneficial effect on arterial hypertension. Cardiology Journal 2008;15(6):537-542.
42. Hashemzadeh K, Hashemzadeh S, Kakaei F. Repair of aortic coarctation in adults: the fate of hypertension. Asian Cardiovasc Thorac Ann 2008;16:11-15.
43. Munayer-Calderón J, Zabal-Cerdeira C, Ledesma-Velazco M, et al. Balloon angioplasty in aortic coarctation: a multicentric study in Mexico. Archivos de Cardiología de México 2002;72:20-28.
44. Ming-Chen PS, Tholpady A, Kramer CH, et al. Surgical and endovascular repair of aortic coarctation: normal findings and appearance of complications on CT Angiography and MR Angiography. AJR 2006;187:W302-W312.

45. J Stark. Coarctation of the aorta. In: Stark J, De Leval M. Surgery for congenital heart defects. Second edition, WB Saunders Company 1994;285-98.
46. Ziyad M. Hijazi, John T. Fahey, Charles S. Kleinman. Balloon Angioplasty for recurrent Coarctation of aorta. Circulation 1991;84:1150 – 1156.
47. Rao PS, Galal O, Smith PA, Wilson AD. Five to nine follow-up results of balloon angioplasty of native coarctation in infants and children. J am Coll Cardiol 1996;27:462-70.
48. Ming-Chen Paul S, Ashok Tholpady , Kramer Christopher, M, Sydnor Malcolm K, Hagspiel Klaus D. AJR:187, September 2006;187:302–312
50. Magee AG, Brzezinska-Rajszyz G, Qureshi SA, et al. Stent implantation for aortic coarctation and recoarctation. Heart 1999;82:600 – 6.