



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**

Evaluación de la estructura y función del ventrículo izquierdo con resonancia magnética cardiaca en una población de niños con corrección exitosa de coartación aórtica.

TESIS

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

PEDIATRIA

PRESENTA:

Dra. Elizabeth León de Gante.

ASESORA DE TESIS:

DRA. NORMA ALICIA BALDERRABANO SAUCEDO



**HOSPITAL INFANTIL de MÉXICO
FEDERICO GÓMEZ**
Instituto Nacional de Salud

MÉXICO, D. F

Febrero 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DRA.NORMA ALICIA BALDERRABANO SAUCEDO

Médico Adscrito al Servicio de Cardiología Pediátrica
Hospital Infantil de México Federico Gómez

AGRADECIMIENTOS.

“El agradecimiento que sólo consiste en el deseo es cosa muerta como es muerta la fe sin obras”.

Cervantes

Cada día doy gracias a **Dios** porque me permite ver a mis pequeños amores, tan tiernos y frágiles; aquellos quienes con su vida me dieron enseñanza y cariño, así como por respirar y disfrutar de mi familia.

Al Dr. Salvador Villalpando Carrión y Dra. Norma Alicia Balderrabano Saucedo que hicieron posible la elaboración de este trabajo con gratitud y aprecio.

A mis padres y hermanos que forjaron mi espíritu y guiaron mis pasos, dándome su apoyo incondicional y la gran oportunidad de conocer el significado de familia apoyándome en las buenas, malas y peores; aún a pesar de risas y lágrimas han estado al despertar de sueños y pesadillas, sosteniendo en su mano mi alma. Solo Dios sabe el inmenso amor y agradecimiento que les tengo.

A mis niños (Carlos y Daniel) por el magnifico hecho de existir y demostrarme día a día la perfección, siempre estaré para y por ustedes.

ÍNDICE

	Página
Título.....	4
Antecedentes.....	4
Marco teórico.....	6
Planteamiento del problema.....	12
Pregunta de Investigación.....	12
Justificación.....	13
Objetivos.....	13
Hipótesis.....	13
Metodología.....	13
Descripción de Variables.....	14
Resultados.....	16
Discusión.....	21
Conclusiones.....	21
Referencias.....	22
Anexos.....	23

ANTECEDENTES.

Después de la corrección exitosa de la coartación aórtica (CoAo) se han descrito alteraciones persistentes en la estructura y en la función del ventrículo izquierdo (VI) que pasan desapercibidas al utilizar los índices endocárdicos habituales.

Pese a una corrección exitosa, la supervivencia estimada de los pacientes con coartación aórtica (CoAo) es menor que la de la población general (después de la reparación, un 80% de los pacientes están vivos a los 40-50 años). Esta disminución en la supervivencia obedece a la emergencia de complicaciones como recoartación, hipertensión arterial, enfermedad aterosclerosa, insuficiencia cardíaca, accidentes cerebrovasculares precoces e incluso muerte súbita. La obstrucción causada por la CoAo condiciona sobrecarga de presión del VI. Después de resolverse la obstrucción, la adaptación del VI a la sobrecarga de presión previa persiste, aun en pacientes con presión arterial normal y sin gradiente significativo de presión en el sitio de la reparación, y se han descrito patrones anormales de remodelación. Utilizando los índices endocárdicos habituales por ecocardiografía, estudios previos han demostrado una función sistólica normal o incrementada en estos pacientes. Desde su introducción a la práctica médica en 1979, la Resonancia Magnética (RM) se ha convertido en una herramienta diagnóstica muy valiosa. Sus grandes ventajas incluyen especialmente, su excelente definición anatómica, la capacidad de efectuar cortes en múltiples planos, el excelente contraste de los tejidos blandos y el hecho de que no usa radiación ionizante ni requiere medio de contraste yodado.

En la actualidad, no se discute la utilidad de la RMC en el diagnóstico de patologías del Sistema Nervioso Central o del Sistema Músculo-Esquelético, áreas donde más se ha difundido su uso desde sus comienzos. Por otro lado, el perfeccionamiento del método, con el desarrollo de equipos más modernos y de nuevas secuencias, especialmente de secuencias rápidas, además de técnicas para la disminución de artefactos determinados por los movimientos fisiológicos del organismo, como la respiración y el latido cardíaco, junto con las ventajas mencionadas, la ha llevado a tener un rol cada vez más importante en el estudio por imágenes de las patologías pediátricas.

Historia.

Desde el año 1895, en que Conrad Roentgen descubrió los rayos X, las técnicas de imágenes han experimentado una evolución continua. Especialmente en los últimos años, con la utilización de la Resonancia Magnética, cuyas aplicaciones se encuentran aún en constante desarrollo. Sus inicios se remontan a los años veinte, cuando Pauli y Darwin introdujeron el concepto de "spin" y "momento magnético nuclear". Posteriormente Rabí logró medir el momento magnético nuclear en 1938 y Gorter en 1942, usa por primera vez el término "Resonancia Nuclear Magnética". Luego siguió un rápido desarrollo, a principio de los años 60

se comienza con experimentos en ratones. En 1975 se logra la primera sección transversal del dedo humano y las primeras tomografías axiales de encéfalo fueron publicadas en los años 79 y 80 por Hawkes y Moore. Finalmente en el año 1981 se instaló el primer prototipo de tomógrafo por RM en Londres.

Bases físicas y técnicas.

La RM utiliza los átomos de Hidrógeno (H), abundantes en el organismo humano. El núcleo de H es una partícula con carga positiva, es móvil y como tal genera un campo magnético propio. La carga eléctrica positiva al estar adosada al protón, gira junto con éste, lo que genera una carga eléctrica en movimiento o corriente eléctrica.

A su vez, una corriente eléctrica induce y produce una fuerza magnética o campo magnético. Por lo tanto, donde hay una corriente eléctrica, hay también un campo magnético. Normalmente los protones están alineados al azar y cuando son expuestos a un fuerte campo magnético, se alinean sólo en dos direcciones, ya sea en forma paralela o antiparalela al campo magnético externo.

Durante el examen, el paciente es introducido en un fuerte campo magnético y sus núcleos se alinean respecto de este campo. A través de una antena emisora de energía y por medio de ondas de radiofrecuencia, los núcleos de H son excitados y entran en resonancia. Finalizada la emisión de radiofrecuencia, la magnetización vuelve a su estado inicial mediante un proceso de liberación energética o relajación. Al relajarse los núcleos, éstos desprenden la energía absorbida. La relajación nuclear aportará información relacionada con el medio. Existe una relajación longitudinal o T1 y transversal o T2. Una antena recibe la energía liberada y esta información es procesada, a través de la cual se genera una imagen. De aquí el nombre de Resonancia Nuclear Magnética. Al comenzar el uso clínico de esta técnica, la palabra "Nuclear" acarreó muchos inconvenientes y una corriente de grupos opositores. Por este motivo, hoy en día se denomina sólo Resonancia Magnética para evitar malas interpretaciones.

Dependiendo si se usan secuencias ponderadas en T1 o T2, los tejidos presentarán una intensidad diferente. Es así como el agua libre aparecerá hipointensa (o más blanca) en T1 e hipointensa (o más negra) en T2; por otro lado, la grasa aparece hiperintensa en T1 y menos intensa en T2.

La potencia del campo magnético se mide en Unidades Tesla (T). Se han utilizado equipos desde 0,02 T hasta 4,0 T. En nuestro país actualmente disponemos de equipos que van desde 0,5 T hasta 1,5 T.

Los medios de contraste usados en RM no contienen Yodo y tienen un ion metálico con propiedades magnéticas. Permiten modificar los parámetros de relajación y mejorar la caracterización tisular. Son de uso endovenoso y el más utilizado es el Gadolinio. Los efectos adversos son extremadamente raros.

Dentro de las ventajas de la RM, destacan la posibilidad de efectuar cortes en cualquier orientación, el hecho de que no usa radiación ionizante, su gran sensibilidad a los cambios patológicos. Permite reemplazar a técnicas invasivas como mielografía, artrografía, colangiografía convencional. Puede efectuar estudios angiográficos con o sin medio de contraste y las estructuras óseas no interfieren en el examen. Puede además aportar información no sólo anatómica, sino también funcional, fisiológica y de perfusión.

Dentro de las desventajas de este método, destacan todas las dificultades que implica trabajar en un campo magnético, el mayor costo en la adquisición, instalación y mantenimiento de los equipos, el gran número de artefactos, los tiempos de examen son aún largos, puede requerir sedación, las molestias relacionadas con el ruido del examen, la posible claustrofobia.

Por el hecho de trabajar en un fuerte campo magnético, dentro de las contraindicaciones absolutas para su uso se incluyen: la presencia de marcapasos, cuerpos extraños intraorbitarios, algunos expansores de mama, algunas prótesis de oído. Como contraindicaciones relativas se consideran la presencia de clips vasculares, clips de vía biliar, grapas de sutura.

MARCO TEÓRICO.

El término CoAo se refiere a un estrechamiento de la arteria aorta que causa una obstrucción al flujo aórtico. Típicamente se localiza en la aorta torácica descendente distal al origen de la arteria subclavia izquierda. La mayoría de las coartaciones se localizan en la zona de la pared posterior de la aorta opuesta a la inserción del conducto arterioso (PCA) y se suelen denominar yuxtaductales, se producen por una hipertrofia de la capa media de la porción posterior del vaso que protruye hacia el interior y reduce la luz del vaso. Se puede acompañar de hipoplasia de la aorta transversa (zona de la aorta desde el origen del tronco braquiocefálico hasta el origen de la arteria subclavia izquierda) y/o de la zona del istmo aórtico (zona de la aorta desde el origen de la subclavia izquierda hasta la inserción del PCA). En un 4-5% de los casos se asocia con arteria subclavia derecha anómala que nace por debajo de la coartación. En los casos no intervenidos se va desarrollando una red de vasos colaterales desde las arterias mamarias internas a las ilíacas externas a través de las venas epigástricas en la porción anterior del cuerpo y desde las tirocervicales a la aorta descendente vía arterias intercostales que se hace patente durante la adolescencia y en la edad adulta pero que no suelen estar presentes durante los primeros años de vida. De forma infrecuente la CoAo se localiza en la aorta torácica descendente o en la aorta abdominal. La coartación aórtica se puede asociar con otras malformaciones intracardiacas. Sobre todo cuando se asocia con hipoplasia de la aorta. Se puede asociar a comunicación interventricular (CIV) en 1/3 de los pacientes. Se asocia a válvula aórtica bicúspide entre un 30-85%, y en ocasiones se acompaña de otras

lesiones obstructivas izquierdas (15%) como estenosis subaórtica, hipoplasia de ventrículo izquierdo y lesiones obstructivas mitrales (Síndrome de Shone). También es frecuente que se asocie CoAo a malformaciones intracardiacas complejas.

Incidencia.

La CoAo supone aproximadamente el 5.1% (3-10%) de las malformaciones cardiacas congénitas y constituye la octava malformación cardiaca por orden de frecuencia. Su prevalencia se estima en 2.09 por 10.000 recién nacidos vivos. Su incidencia es mayor en varones en relación 2:1. Es una malformación típicamente asociada con el Síndrome de Turner. La mayoría de los casos aparecen como casos aislados que responden al patrón de herencia multifactorial descrito para la mayoría de las cardiopatías congénitas pero también se han descrito casos familiares con herencia mendeliana.

Presentacion clinica.

Los pacientes con CoAo pueden diagnosticarse cuando se estudia un recién nacido con insuficiencia cardiaca severa, o cuando se estudian pacientes asintomáticos con alteraciones en la exploración clínica (soplo, deferencia de pulsos, hipertensión arterial). Su presencia clínica depende de la severidad de la lesión y de la asociación con otras malformaciones intracardiacas. El PCA juega un papel trascendental en el caso de las CoAo severas, ya sean aisladas o asociadas a otras anomalías complejas. El flujo sanguíneo a aorta descendente en estas ocasiones proviene del ventrículo derecho a través del PCA. Este en el recién nacido normal se cierra a las 48 horas de vida pero en casos de CoAo puede permanecer abierto varias semanas con una luz muy pequeña. La disminución severa del calibre del PCA o el cierre del mismo produce una insuficiencia ventricular izquierda con congestión severa, cortocircuito de izquierda derecha a través del foramen oval y sobrecarga del volumen que rápidamente desemboca en una situación de choque con dificultad respiratoria severa, acidosis y ausencia de pulsos en miembros inferiores. Estas situaciones se hacen más evidentes si hay CIV y lesiones obstructivas izquierdas asociadas. Los casos de coartación severa se suelen manifestar en la primera o en las dos primeras semanas de vida. Si la coartación no es tan severa, una vez que se cierre el PCA únicamente se manifestará por las alteraciones en la exploración clínica haciéndose evidente una diferencia de intensidad de los pulsos en la zona proximal y distal a la coartación así como una diferencia de presión arterial presentando hipertensión en miembros superiores e hipotensión arterial o ausencia de presión en miembros inferiores. La exploración física en el caso de los recién nacidos puede poner de manifiesto la situación de insuficiencia cardiaca severa: palidez, mala perfusión periférica, dificultad respiratoria, taquipnea, taquicardia, ritmo de galope y hepatomegalia. La aparición de edema es poco frecuente pero si aparece pueden hacer sospechar síndrome de Turner. En la exploración inicial del recién nacido con el PCA abierto puede no advertirse diferencia de pulsos ni de tensión arterial. Si la situación de IC está bien establecida puede ser que no sea evidente la disminución de pulsos y de TA en miembros inferiores porque la TA será baja en todo el territorio arterial. La diferencia de pulsos entre miembros superiores y miembros inferiores es la alteración de la exploración clínica principal en los casos de CoAo por lo que se

debe recalcar la necesidad de palpar los pulsos femorales en toda exploración pediátrica. En algunas circunstancias los pulsos femorales son difíciles de palpar especialmente en niños obesos y en niños con displasia de caderas. Es importante palpar todos los pulsos tanto los de los dos brazos como los carotídeos ya que puede haber una CoAo con origen anómalo de la subclavia derecha (distal al punto de obstrucción) o de la subclavia izquierda distal a la coartación. Los pulsos proximales a la obstrucción serán potentes y los distales débiles. Cuando se advierte diferencia de pulsos es preciso tomar la tensión arterial en los cuatro miembros. Se deben utilizar aparatos fiables de medida y manguitos adecuados al tamaño del brazo o pierna. Las diferencias de presión superiores a 20 mmHg son significativas. El gradiente de presión arterial puede ser muy elevado superior a 70 mmHg y la presión arterial en casos severos puede llegar a 200 en miembros superiores. La mayoría de los niños con coartación aórtica tiene alteraciones en la auscultación y presentan soplos sistólicos precordiales de baja intensidad que son también perceptibles en la región inter-escapular o inter-escapulo-vertebral. Puede auscultarse un chasquido protosistólico si se asocia con válvula aórtica bicúspide. Pueden presentarse además soplos de eyección si se asocia a lesiones obstructivas a nivel valvular o subvalvular aórtico y soplo sistólico si se asocia a CIV.

Diagnóstico.

La radiografía de tórax y el ECG son pruebas que siempre o casi siempre manifiestan alteraciones pero raramente contribuyen al diagnóstico. La radiografía de tórax en el recién nacido con CoAo severa puede mostrar cardiomegalia moderada o severa acompañada de signos de hiperflujo pulmonar y de congestión pulmonar. Los niños mayores pueden presentar radiografías normales o con cardiomegalia leve. En pacientes mayores no intervenidos se pueden notar escotaduras en el margen inferior de las costillas en su tercio medio que se conocen como muescas costales (Signo de Rossler) y que son secundarias a erosión producida por las arterias intercostales dilatadas. El ECG puede ser normal en casos no severos. El recién nacido con coartación severa muestra hipertrofia de ventrículo derecho mientras que en el niño mayor y en adulto con lesión severa muestra hipertrofia del ventrículo izquierdo. La ecocardiografía doppler es el método diagnóstico fundamental para la detección de coartación aórtica. La definición de la zona afectada es más fácil en recién nacidos y lactantes que en niños mayores y adolescentes. Se puede observar una escotadura en la pared posterior de la aorta torácica y se pueden hacer mediciones del calibre de la aorta ascendente, de la aorta transversa, del istmo aórtico y de la aorta descendente. Por medio del doppler y del doppler color se puede observar una aceleración de flujo en la zona de la coartación que permite evaluar la severidad de la obstrucción. Se puede calcular la diferencia de presión entre la aorta proximal y distal a la coartación. Las obstrucciones severas muestran un patrón de flujo característico que se extiende a la diástole. El cateterismo cardiaco y la angiografía demuestran la zona coartada, la extensión y severidad de la misma. Los gradientes obstructivos superiores a 20 mmHg son significativos. Asimismo se puede estudiar la presencia de lesiones asociadas, definir la circulación colateral y evaluar la repercusión hemodinámica. El cateterismo no obstante tiene sus limitaciones: por una parte puede ser difícil pasar un catéter por zonas de

obstrucción severa y por otra pueden presentarse complicaciones especialmente en pacientes hemodinámicamente inestables, especialmente los recién nacidos. Los pacientes que estén en situación de IC severa pueden mostrar gradientes de presión no significativos y además la permeabilidad del PCA puede hacer más difícil la correcta evaluación de la severidad de la lesión. Por todas estas razones se desaconseja realizar cateterismos cardiacos para la evaluación de la CoAo especialmente en el periodo neonatal salvo que no se haya podido demostrar por otros métodos. 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 un diagnóstico preciso de la CoAo. Como la angiotomografía y 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 pequeños requieren sedación y colaboración de un anestesista. Por otra parte la calidad de las imágenes obtenidas es mayor en pacientes mayores que en niños pequeños. El TAC de alta calidad limita la duración del estudio pero no exime de radiaciones. Actualmente aunque no son la exploración de primera elección son útiles para la evaluación y el seguimiento de los pacientes.

Tratamiento.

El recién nacido con coartación severa puede estar en situación muy grave y requiere en primer lugar estabilización clínica incluyendo corrección rápida de la acidosis y del equilibrio hidroelectrolítico, diuréticos y en muchas ocasiones ventilación mecánica y perfusión de drogas vasoactivas. Asimismo requiere perfusión inmediata de PGE1 para reabrir el PCA. La dosis de PGE1 recomendada es de 0.1 a 0.5 µg/kg/min. Cuando el paciente es mayor de 1mes de vida la utilidad de la PGE1 es baja pero ocasionalmente se ha demostrado eficacia. Al reabrirse el PCA se observa un incremento de la TA en miembros inferiores así como aumento de la perfusión periférica y mejoría clínica general. El niño mayor que presenta HAS no responde a los fármacos hipotensores sin liberar la obstrucción ya sea por cateterismo o cirugía.. La CoAo puede tener resolución quirúrgica 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 CoAo nativa ya que es más elevada la aparición de aneurismas (2-20%) y de Re CoAo (31%) a mediano plazo después de la dilatación con globo. Algunos grupos han preconizado la angioplastia con globo incluso en el recién nacido pero los resultados no son tan favorables que los observados con cirugía y el índice de complicaciones mayor. La cirugía de CoAo consiste en resección de la zona estrecha y anastomosis termino-terminal de los cabos proximal y distal aunque no siempre es técnicamente posible especialmente cuando existe hipoplasia del istmo aórtico o de la aorta transversa asociados. En estos casos se recurre a técnicas de ampliación con parche o con tejido proveniente de la subclavia izquierda (técnica de Waldhausen). También se puede recurrir a realizar una disección amplia 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 del lactante y del recién nacido 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. En casos de lesiones asociadas las más frecuentes son la CIV y las obstrucciones al tracto de salida del VI. En el caso de CIV asociadas hay mucha discusión sobre el tratamiento quirúrgico de elección. Las opciones incluyen cirugía aislada de la CoAo con cierre posterior a la CIV si es necesario, cirugía de la coartación y cerclaje de la arteria pulmonar con posterior cierre de CIV y liberación del cerclaje o corrección inicial de ambas lesiones. La mayoría de los centros abogan por realizar una aortoplastia en primer lugar y realizar cerclaje de la arteria pulmonar si la CIV es grande y en un segundo tiempo retirar el cerclaje pulmonar y cerrar la CIV sobre la base de un estudio multicéntrico publicado en 1994 que puso de manifiesto que esta estrategia tenía mucha menor mortalidad que el abordaje combinado de ambas lesiones. 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 correctiva en un sólo tiempo. 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 global para todos los pacientes pueda superar el 10%. Son frecuentes algunas complicaciones postoperatorias especialmente la hipertensión arterial, que suele ser transitoria y el sangrado, especialmente en pacientes mayores o en reintervenciones. Infrecuentemente se presenta isquemia intestinal post-operatoria (síndrome post-coartectomía) 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 paraplegia (incidencia del 0.5% en una recopilación de 12000 casos intervenidos en varios centros).

Otra opción terapéutica es la dilatación por medio de angioplastia con globo. Es la técnica de elección para dilatar zonas de reestenosis después de la cirugía. Su utilización como método de abordaje de la coartación nativa está muy discutido. Los estudios comparativos entre la cirugía y cateterismo realizados en la misma época son escasos. La angioplastia con globo es útil para liberar la obstrucción obteniéndose reducciones del gradiente de presión y aumentos del calibre del vaso muy significativos habiéndose realizado con éxito incluso en lactantes pequeños y recién nacidos pero con un índice más elevado de reestenosis y de aneurismas en la zona de dilatación. Se deben reservar los procedimientos de cateterismo para pacientes mayores, con lesiones circunscritas o para aquellos con alto riesgo por escasa circulación colateral. Las técnicas que se han utilizado son la angioplastia con globo y la dilatación con implantación de stents (o férulas) con o sin cubierta que son dispositivos intravasculares circulares que mantienen la dilatación del vaso producida por los catéteres de dilatación. La implantación de estos dispositivos requiere inserción de catéteres de grueso calibre y su utilidad se reserva para pacientes mayores.

La emergencia de técnicas no invasivas de imagen para el diagnóstico definitivo y monitorización de las enfermedades cardiovasculares, ha modificado en gran forma el estudio por imágenes de las patologías cardíacas en los últimos 25 años. La práctica de imágenes cardíacas hasta 1975 se centraba en la radiografía convencional y la angiografía. Pero en las últimas dos décadas las técnicas no invasivas han remplazado al cateterismo y a la angiografía. En primer lugar fue el desarrollo de la ecocardiografía, que ha sido fundamental en el diagnóstico no invasivo y seguimiento de las cardiopatías congénitas. Sin embargo, presenta algunas limitaciones como el hecho de tener un pequeño campo de visión, una ventana acústica variable, la inhabilidad de penetrar aire y hueso y la dificultad en delinear estructuras vasculares extracardíacas en su totalidad.

Se considera que la corrección de la CoAo ha sido exitosa: cuando la diferencia de presión arterial sistólica entre brazo derecho y pierna derecha ≤ 15 mmHg y dicho gradiente puede ser corroborado por ecocardiografía en el sitio de la reparación utilizando la fórmula de Bernoulli.

Se considera que existe una CoAo residual o re-CoAo: cuando la diferencia de presión arterial sistólica entre brazo derecho y pierna derecha y/o el gradiente ecocardiográfico corregido en la zona de reparación es $>$ de 15 mmHg.

Si bien las cardiopatías congénitas han sido tratadas con razonable éxito desde mediados de los años setenta, su manejo ha mejorado por el mayor grado de definición de la anatomía, en el preoperatorio. Es por ello que la RMC ha aumentado su aplicación en el diagnóstico de aspectos morfológicos y funcionales de las enfermedades cardíacas congénitas, especialmente en la última década.

La capacidad multiplanar directa de la RMC permite definición precisa de la compleja anatomía cardíaca y extracardíaca y permite determinar la morfología de las cámaras cardíacas y su localización, la relación entre ellas, así como también con las estructuras vasculares. Puede ser de extraordinaria utilidad para la evaluación morfológica de estructuras supracardíacas, estenosis pulmonar así como anomalías complejas de los ventrículos.

La RMC es efectiva en el diagnóstico morfológico de coartación de la aorta, anomalías del arco aórtico con anillos vasculares, conexiones pulmonares arteriales, así como los vasos colaterales aorto-pulmonares, y venosas (pulmonares, hepáticas y sistémicas y su relación con las aurículas) y lesiones univentriculares complejas.

En muchos pacientes con cardiopatía congénita, la evaluación de la función cardíaca es tan importante como la definición de la anatomía. Mediante secuencias de cine, la RMC puede también ser usada para evaluar volumen, masa y función de ambos ventrículos.

Además, el uso de secuencias codificadas por velocidad permite evaluación cuantitativa de las dinámicas de flujo. Con esto, es posible efectuar medición de flujo colateral en CoAo, flujo diferencial en arteria pulmonar derecha e izquierda,

cuantificación de un cortocircuito y evaluación de regurgitación valvular y estenosis. Después de la cirugía permite monitorizar flujo sanguíneo a través de conductos, estenosis y evaluar dinámicas de flujo.

El mejoramiento de la comprensión de la anatomía de las cardiopatías congénitas RMC simplifica la decisión quirúrgica y puede favorecer un mejor pronóstico de los casos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La supervivencia de los pacientes con corrección exitosa de CoAo es menor a la de la población general debido a la emergencia de complicaciones cardiovasculares graves durante el seguimiento. Se desconocen las causas de estas complicaciones. Estudios previos han demostrado una remodelación anormal del VI después de la reparación de la CoAo. Utilizando los índices endocárdicos habituales por ecocardiografía como fracción de eyección (FEVI) y fracción de acortamiento (FA) del VI, estudios previos encontraron una función sistólica normal o elevada en estos pacientes. Un estudio más reciente demostró disfunción ventricular izquierda en casi la mitad de los casos al utilizar un método menos dependiente de la geometría ventricular izquierda (índice de Tei, o índice de rendimiento miocárdico; IRM) y atribuyó una probable participación de estos hallazgos al desarrollo de complicaciones cardiovasculares tardías en estos pacientes. Al ser la RMC un excelente método para evaluar las características anatómicas y funcionales del VI y considerarse el estándar de oro para el estudio del miocardio ventricular en algunas CC como la miocardiopatía hipertrófica y la displasia arritmiógena del ventrículo derecho nos interesa evaluar la función y estructura del VI en un grupo de niños con antecedente de corrección exitosa de CoAo.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuáles son las características estructurales y funcionales del VI de niños con corrección exitosa de CoAo por RMC?

JUSTIFICACIÓN.

A pesar de estudios previos, no conocemos cuales son las características estructurales y funcionales del VI de los niños con antecedente de corrección exitosa de CoAo.

Hasta donde tenemos conocimiento, no existe a la fecha ningún estudio que evalúe la función y estructura ventricular izquierda por medio de RMC en niños con corrección exitosa de CoAo.

El reconocer tempranamente alteraciones en la estructura y función del VI de niños asintomáticos con antecedente de corrección exitosa de CoAo nos permitirá evaluar la necesidad de iniciar tratamiento farmacológico (β -bloqueadores, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina) en algunos casos y reducir así el riesgo de complicaciones cardiovasculares a largo plazo en estos pacientes. Los resultados de este estudio, nos permitirán diseñar protocolos de investigación prospectivos y comparativos (p.ej. comparar el comportamiento del VI en pacientes con corrección exitosa de CoAo con y sin tratamiento farmacológico como β -bloqueadores, IECA etc.).

OBJETIVOS.

General.

Evaluar por medio de RMC la estructura y función del VI de niños con antecedente de corrección exitosa de CoAo.

HIPOTESIS.

Los niños con antecedente de corrección exitosa de CoAo tienen anormalidades persistentes en la estructura y función del VI.

METODOLOGÍA.

Tipo de estudio: estudio piloto epidemiológico; descriptivo, transversal tipo serie de casos clínicos.

Se revisaron en el archivo clínico del HIMFG, los expedientes de pacientes con diagnóstico de corrección exitosa de CoAo que acudieron al Servicio de Cardiología entre septiembre de 1993 y septiembre de 2008.

Criterios de inclusión:

- a) pacientes del Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG) con diagnóstico de corrección exitosa de CoAo tratados mediante cirugía o cateterismo.
- b) con tiempo de seguimiento ≥ 6 años.
- d) cuyos padres acepten participar en el estudio y firmen una carta de consentimiento informado.
- e) en quienes se pueda realizar el estudio de RMC sin requerir sedación y/o anestesia.

Criterios de exclusión:

- a) Coartación aórtica residual o re-coartación.
- b) Hipertensión arterial o tratamiento antihipertensivo.
- c) Tratamiento con digoxina, diuréticos, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina y/o beta bloqueadores.
- d) Obesidad.
- e) Cardiopatía congénita asociada (incluyendo la válvula aórtica bicúspide).
- f) Co-existencia de enfermedad sistémica (ej. insuficiencia renal, cáncer, enfermedad hepática, endócrina, etc.).
- g) Condición que pueda afectar la evaluación de la función ventricular izquierda (arritmia, medicamentos, radiaciones, hipertensión pulmonar, sepsis etc).
- h) Tiempo de seguimiento corto (menor de 3 años).

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.

Corrección exitosa de CoAo.

Tipo de variable: cualitativa, dicotómica.

Definición de a variable: Es el paciente que recibió tratamiento ya sea quirúrgico o por cateterismo para coartación aórtica aislada y cuyo resultado fue la corrección exitosa, definida esta como una diferencia de presión arterial entre el segmento proximal y distal al sitio de la reparación no mayor de 15 mmHg,

Masa del VI:

Tipo de variable cuantitativa continua.

Definición de variable: medición manual en base a trazo del endocardio y el epicardio con los músculos papilares y excluyendo las trabeculaciones al final de la diástole en imágenes de resonancia magnética

Volumen al final de la sístole de VI:

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: volumen calculado en base a ejes cortos en el área al final de la sístole.

Volumen al final de la diástole de VI:

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: volumen calculado en base a ejes cortos en el área al final de la diástole.

Volumen latido:

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: es calculado restando el volumen al final de la sístole de ventrículo izquierdo del volumen del final de la diástole de ventrículo izquierdo.

Índice de volumen:

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: es calculado dividiendo la masa de ventrículo izquierdo por la superficie corporal, la cual es calculada utilizando la siguiente ecuación: $[\text{peso (kg)} * \text{talla(cm)} / 3600] 0.5$.

Grosor del VI al final de la sístole y diástole en los segmentos: anterior, antero-lateral, inferior, ínfero-lateral, posterior y postero-lateral, en los segmentos basal, medio y apical.

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: diámetro en mm se evalúan en el eje corto a nivel basal, media cavidad y apical.

Segmento Basal:

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: Es a nivel de las valvas de la válvula mitral; se estudian 6 segmentos; anterior, antero-septal, antero-lateral, inferior, ínfero-septal, infero-lateral.

Segmento Media cavidad:

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: Es a nivel de los músculos papilares; se estudian 6 segmentos; anterior, antero-septal, antero-lateral, inferior, ínfero-septal, infero-lateral.

Segmento Apical:

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: Es a nivel más allá de los músculos papilares pero antes del nivel del final de la cavidad; se estudian 4 segmentos; anterior, inferior, septal, lateral.

FEVI (Fracción de eyección ventrículo izquierdo):

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: se define como el volumen de latido dividido por el volumen al final de la diástole.

Fracción de acortamiento:

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: Se calcula en cada uno de los 16 segmentos con la fórmula: $[(G_{fs}-G_{fd})/G_{fd}].100$ donde; G_{fs} = grosor de la pared al final de la sístole, G_{fd} = grosor de la pared al final de la diástole.

Segmentos hipocinéticos:

Tipo de variable: cuantitativa continua

Definición de variable: segmento con un grosor fraccionado menor a 30%.

Proporción de segmentos hipocinéticos:

Tipo de variable: cuantitativa continua.

Definición de variable: cálculo obtenido de la división de los segmentos hipocinéticos entre el total de segmentos de ventrículo izquierdo medidos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el programa de estadística SPSS para Windows versión 12. Se realizó estadística descriptiva. Las variables continuas con distribución normal se describen como media \pm desviación estándar y se compararon mediante el test de la t de Student. Las variables categóricas se muestran como valor absoluto y porcentaje..

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente protocolo de investigación es de riesgo mínimo. Incluye la realización de un examen clínico completo y un estudio de imagen (RMC). Se explicará claramente a los padres la naturaleza del estudio y solo se incluirán a los pacientes y controles cuyos padres acepten participar en el estudio y firmen una carta de consentimiento informado. Se incluyen formatos de consentimiento informado. Dado que los padres de los pacientes con CoAo están familiarizados con la enfermedad y con los procedimientos que se realizan en el departamento de cardiología, consideramos necesario hacer dos cartas de consentimiento informado diferentes, una para los pacientes y otra más dirigida a los padres de los controles ya que la terminología que se utiliza en cada una es diferente, con el objeto de explicar de la manera más clara y sencilla a los padres de los niños sanos en qué consiste la enfermedad que estamos estudiando (CoAo) cuáles son las repercusiones que presentan esos pacientes y la necesidad de incluir un grupo de niños sanos para poder validar nuestros resultados.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El tamaño de la muestra no permitirá establecer valores de normalidad en nuestra población, pero si permitirá tener valores de referencia y de estratificación.

RESULTADOS:

Se estudiaron a 10 pacientes con RMC 7 hombre (70%) y 3 mujeres (30%). La CoAo fue yuxtaductal circunscrita en 8 casos con hipoplasia de arco transversal en uno y con hipoplasia del arco transversal y del istmo aórtico en uno más. El gradiente de presión previo a la corrección de la CoAo fue de 24 a 80mmHg ($53,2\pm 16,6$ mmHg). La presión arterial antes de la corrección fue de 124/84 mmHg a 130/85mmHg.

Actualmente todos los pacientes tienen un gradiente corregido por ecocardiograma utilizando la fórmula de Bernoulli menos de 15mmHg.

Ocho pacientes tuvieron una sola intervención, dos pacientes requirieron dos intervenciones. El tiempo de seguimiento desde el momento de la última intervención a la fecha fue de 2,34 a 14,4 años ($7,9\pm 4,2$ años) con número de intervenciones de 1 a 2 (tabla 1,2)

La edad al momento del estudio fue de 10 a 20.8 años (m; 14.9 ± 3.7 años), y un peso máximo de 86kg mínimo de 34kg con una media de 54.9 ± 18.1 kg. Todos los pacientes estaban en fase funcional I de la New York Heart Association (NYHA).

Resonancia Magnética Cardíaca RMC

Se estudiaron 17 segmentos cardíacos por RMC en cada uno de los 10 pacientes (Tabla 1.3, 1.4)

La masa VI se encontró de 34gramos a 117gramos (m; 74.7 ± 26.8 gramos). El índice de masa del VI por superficie corporal de 21 a 54.8gramos (42.0 ± 10.3 gramos). El volumen al final de la diástole del VI de 4.47 a 119ml (m; 80.7 ± 38.1 ml). El volumen al final de la sístole de 12.9 a 57.6ml (m; 37.3 ± 13.9 ml). El volumen latido de 23.2ml a 74.5ml (m; 51.98 ± 15.5 ml).

La fracción de acortamiento promedio calculada se muestra en la tabla 1.5. Segmentos hipocinéticos con una proporción de 23%.

Valid	7
Missing	44
Mean	7,9398
Std. Deviation	4,29906
Minimum	2,34
Maximum	14,43

Tabla 1.1 Tiempo de seguimiento desde la primera intervención para corrección de CoAo.

		Edad en meses 1ra intervención	Edad en meses 2da intervención
N	Valid	7	4
	Missing	44	47
Media		71,0496	75,4497
Desviación estándar		70,75135	66,29851
Mínima		,82	12,91
Máxima		183,56	163,61

Tabla 1.2 Edad en meses de la primera y segunda intervención de corrección de CoAo de los pacientes.

		anteriorVIFS	anterolateralVIFS	inferolateralVIFS	inferiorVIFS	inferoseptalVIFS	anteroseptalVIFS
SEGMENTO	BASAL						
Mean		12,12	11,146	10,713	9,63	9,73	11,7
Std. Deviation		2,91463739	2,47972758	2,1063188	2,10873843	1,34746676	1,91717385
Minimum		7,8	7,6	7,73	7	7,8	9,3
Maximum		16,1	15,11	15,1	13,6	11,9	15,2
SEGMENTO	MEDIAL	anteriorVIFS	anterolateralVIFS	inferolateralVIFS	inferiorVIFS	inferoseptalVIFS	anteroseptalVIFS
Mean		10,88	11,18	10,28	11,18	12,3	11,16
Std. Deviation		2,74501569	3,17658097	2,12487908	2,41697699	2,07525099	2,23467621
Minimum		6	6,3	6,1	7,6	8,4	7,1
Maximum		15,8	16,7	13,1	14,7	15	15,2
SEGMENTO	APICAL	anteriorVIFS	lateralVIFS	inferiorVIFS	septalVIFS	apexVIFS	
Mean		9,72	10,52	10,11	10,7	5,25	
Std. Deviation		2,25674298	2,64272587	1,97509493	2,12132034	0,88975652	
Minimum		6	6,5	7,5	7,6	4,4	
Maximum		13,4	14	14,2	14,4	7,1	

Tabla 1.3 Valores de segmentos del ventrículo izquierdo en sístole analizados.

SEGMENTO	BASAL	anteriorVIFD	anterolateralVIFD	inferolateralVIFD	inferiorVIFD	inferoseptalVIFD	anteroseptalVIFD
Mean		7.38	7.13	7.51	7.34	7.31	8.39
Std. Deviation		2.766386	1.875604	1.754011	1.459985	1.188323	2.258539
Minimum		4.4	5.1	5.3	5.2	5.5	5.7
Maximum		14	10.9	11.8	9.2	9.1	13.4
SEGMENTO	MEDIAL	anteriorVIFD	anterolateralVIFD	inferolateralVIFD	inferiorVIFD	inferoseptalVIFD	anteroseptalVIFD
Mean		6.71	6.94	6.74	7.03	8.04	7.46
Std. Deviation		2.437417	2.692871	2.564371	2.285729	2.656313	2.268725
Minimum		4.1	3.9	3.8	4.4	4.6	5.3
Maximum		12.8	13.5	12.6	12.1	14.3	12.7
SEGMENTO	APICAL	anteriorVIFD	lateralVIFD	inferiorVIFD	septalVIFD	apexVIFD	
Mean		6.18	6.53	6.39	6.49	3.12	
Std. Deviation		1.821355	2.229125	1.767893	2.207789	0.493964	
Minimum		4.3	3.8	5	4.6	2.5	
Maximum		10.3	12	11	12.3	4.3	

Tabla 1.4 Valores de segmentos de ventrículo izquierdo en diástole analizados.

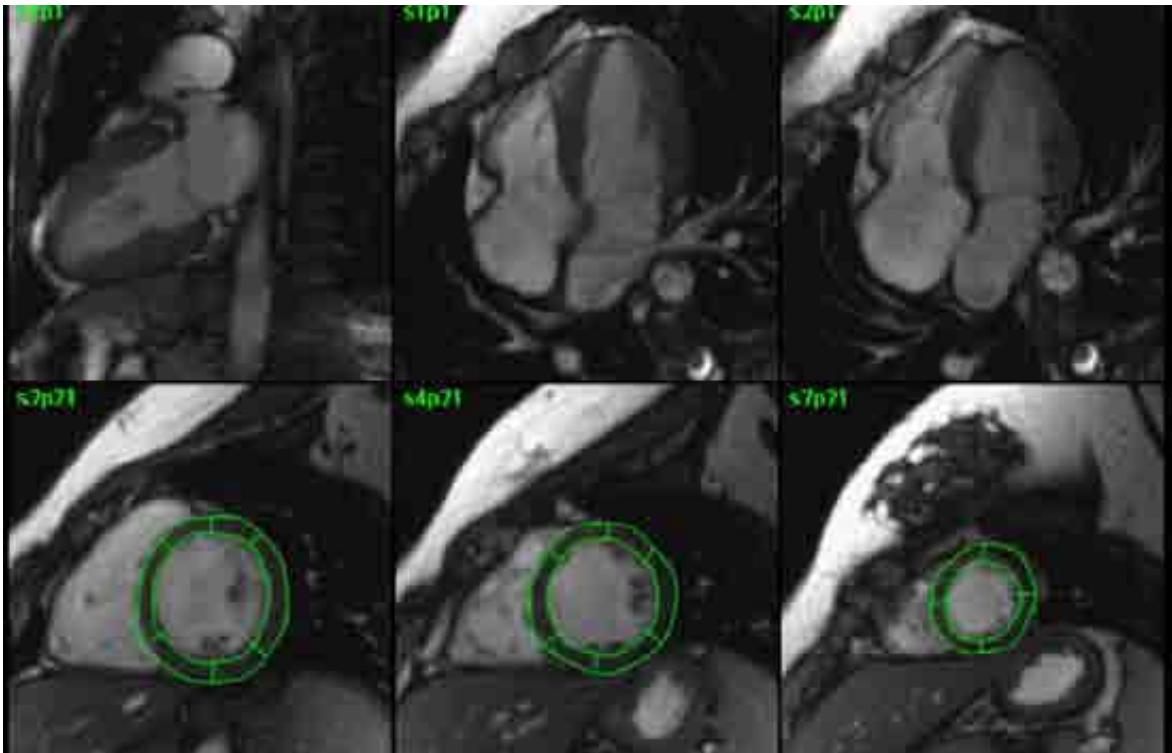


Imagen 2.2 Segmentos basal, medial y apical en resonancia magnetica cardiaca.

Variables	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
FAgrosoranteriorbasalVIRMC	10	41,00	136,00	81,7200	23,84267
FAgrosoranterolateralbasalVIRMC	10	27,00	108,00	66,4000	25,39991
FAgrosorinferolateralbasalVIRMC	10	23,00	98,00	56,7000	21,44787
FAgrosorinferiorbasalVIRMC	10	13,00	84,00	39,1400	21,18638
FAgrosorinferoseptalbasalVIRMC	10	4,00	54,00	32,8840	14,28085
FAgrosoranteroseptalbasalVIRMC	10	6,00	68,00	45,0300	22,04309
FAgrosoranteriormedialVIRMC	10	58,00	143,00	93,6100	27,60050
FAgrosoranterolateralVImedialRMC	10	42,00	128,90	95,2900	32,38890
FAgrosorinferolateralVImedialRMC	10	41,00	106,00	78,8200	20,86176
FAgrosorinferiorVImedialRMC	10	50,00	116,00	76,8200	21,95277
FAgrosorinferoseptalVImedialRMC	10	52,00	180,00	78,2400	37,66222
FAgrosoranteroseptalVImedialRMC	10	40,00	106,00	75,6300	21,15635
FAgrosoranteriorVlapicalRMC	10	38,00	102,60	77,6600	25,20583
FAgrosorlateralVlapicalRMC	10	33,00	150,00	86,4000	31,29501
FAgrosorinferiorVlapicalRMC	10	20,00	118,00	69,6000	33,64587

FAgrosorseptalVlapicalRMC	10	61,00	117,00	86,4000	22,10681
FAgrosorapexVIRMC	10	34,80	184,00	72,0800	44,13914
FApromediocalculadoRMC	10	59,50	85,90	72,4930	7,75911

Tabla 1.5 Fracciones de acortamiento promedio de los 17 segmentos estudiados.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0.05	3	5,9	30,0	30,0
	0.11	1	2,0	10,0	40,0
	0.23	1	2,0	10,0	50,0
	1	5	9,8	50,0	100,0
	Total	10	19,6	100,0	
Missing	System	41	80,4		
Total		51	100,0		

Tabla 1.6 Reporte de proporción de hipoquinesia en pacientes con corrección exitosa de CoAo

DISCUSIÓN:

En pacientes con CoAo la sobrevida es menor pese a una corrección exitosa, se han hecho estudios de ecocardiograma en donde se demuestra alteraciones en cuanto a la estructura de ventrículo izquierdo. El presente es un estudio piloto en el cual se pretende analizar a pacientes con corrección exitosa de CoAo a través de la resonancia magnética cardiaca y valorar la función ventricular, a través de: masa ventricular, índice de masa ventricular, volumen al final de la diástole, al final de la sístole, fracción de eyección así como 17 segmentos y sus fracciones de acortamiento, con estudio de hipocinesia en ellos.

Hasta el momento se han analizado 10 pacientes. Dado que no existen al momento datos de normalidades en niños y adolescentes para cada uno de los segmentos del VI analizados con respecto a grosores y fracciones de acortamiento, se requerirá analizar a un grupo de niños sanos pareados por edad, sexo y superficie corporal con el fin de comparar ambos grupos y poder determinar si existen diferencias significativas entre ambos.

Aun así, el presente estudio aporta los primeros resultados de una evaluación en la estructura y función del VI de un grupo pequeño de 10 pacientes con antecedente de corrección exitosa de CoAo.

Otro logro del presente estudio piloto, es que permitió estandarizar la técnica con RMC en niños y adolescentes, lo que permitirá en un futuro poder utilizar esta herramienta diagnóstica en otras cardiopatías congénitas en los niños.

CONCLUSIONES:

La RMC ofrece una nueva perspectiva en la valoración de pacientes con corrección exitosa de CoAo. Su extensión refleja una mayor expresión de las modificaciones estructurales que producen alteraciones en la función. Aun queda en el aire la pregunta si es que la función ventricular se ve afectada en estos pacientes, dado que no se cuenta con estudios de esta índole a nivel mundial que soporten dicha información en pacientes pediátricos. Por lo que es necesario continuar con su estudio.

REFERENCIAS.

1. Petri Sipola, MD Kirsi Lauerma, MD, PhD Pertti Ja"askela"inen, MD, PhD Markku Laakso, MD, PhD Keijo Peuhkurinen, MD, PhD Hannu Manninen, et al. MR Imaging of Myocardial Contractile Impairment in Patients with hypertrophic Cardiomyopathy Attributable to Asp175Asn Mutation in the tropomyosin Gene 1. *Radiology* 2005; 236:815–824.
2. Balderrábano-Saucedo NA, Vizcaíno-Alarcón A, Reyes de la Cruz L, Espinosa-Islas G, Arévalo-Salas A, Segura-Stanford B. Función ventricular izquierda en niños después de la reparación aórtica de coartación aórtica. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61(11):1126-33.
3. A. Cabrera Duro, J. M. Galdeano Miranda, A. Cabrera-Zubizarreta, E. Pastor Menchaca, D. Rodrigo Carbonero. Valoración a largo plazo con resonancia magnética en pacientes corregidos de coartación de aorta. *Anales españoles de pediatría: Publicación oficial de la Asociación Española de Pediatría (AEP), ISSN 1695-4033, Vol. 67, Nº. 4, 2007 , pags. 319-328.*
4. Parra R, García C. Resonancia magnética en pediatría. *Rev. Chil. Pediatr.* 73 (4); 341-347, 2002.
5. Carpenter MA, Dammann JF, Watson DD, Jedeikin R, Tompkins DG, Beller GA. Left ventricular hyperkinesia at rest and during exercise in normotensive patients 2 to 27 years after coarctation repair. *J Am Coll Cardiol* 1985;6:879-86.
6. Opie L, Commerford P, Gersh B, Pfeffer M. Controversies in ventricular remodelling. *Lancet* 2006; 367: 356–67.
7. Warren K Kaul, Laskey, Pennell Dudley J, Rumberger John A, et al. Standardized Myocardial Segmentation and Nomenclature for Tomographic Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the Imaging of the Heart: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. *Circulation* 2002;105:539-542.
<http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/105/4/539>.
8. Kim GB, Kang SJ, Bae EJ, Yun YS, Noh ChL, Lee JR, et al. Elastic properties of the ascending aorta in young children after successful coarctoplasty in infancy. *Int J of Cardiol* 2004;97:471-7.
9. Gentles, Thomas L, Cowan Brett R, Occleshaw, Christopher J, Colan Steven D, et al. Midwall Shortening After Coarctation Repair: The Effect of Through-plane Motion on Single-plane Indices of Left Ventricular Function. *Journal of the American Society of Echocardiography* November 2005. 18:1131-1136.
10. Jonson D, Parrault H, Vobecky SJ, Trudeau F, Delvin E, Fournier A, et al. Resetting of the cardiopulmonary baroreflex 10 years after surgical repair of the coarctation of the aorta. *Heart* 2002;85:318-25.
11. Dumont Carlos A., Lorenzo Monserrat, Soler Rafaela, Rodríguez Esther, et al. Significado clínico del realce tardío de gadolinio con resonancia magnética en pacientes con miocardiopatía hipertrófica. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60(1):15-23.

ANEXOS.

HOSPITAL ANGELES METROPOLITANO DEPARTAMENTO DE RESONANCIA MAGNETICA

PROTOCOLO DE INVESTIGACION

“Evaluación de la estructura y función del ventrículo izquierdo con resonancia magnética cardíaca en una población de niños con corrección exitosa de coartación aórtica y análisis de la asociación entre las características del ventrículo izquierdo con los niveles séricos del promotor N-terminal del péptido natriurético tipo B (NTproNPPB)”

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

Fecha del estudio (dd-mm-aa) _____ Etiqueta de CD: _____
Nombre del paciente: _____
Fecha de nacimiento (dd-mm-aa) _____
Peso: _____ Kg. Talla: _____ cm. Superficie corporal: _____ m².

Válvula Aórtica: bicúspide tricúspide
Aorta Ascendente: _____ mm. Arco transverso: _____ mm. Istmo: _____ mm.
Aorta descendente: _____ mm. Zona de estrechez: _____ mm.

Grosos del VI a nivel basal

Pared libre VI FS: _____ mm. Pared libre VI FD: _____ mm. Pared libre S: _____ mm.

Grosos del VI a nivel de media cavidad

Pared libre VI FS: _____ mm. Pared libre VI FD: _____ mm. Pared libre S: _____ mm.

Grosos del VI a nivel apical

Pared libre VI FS: _____ mm. Pared libre VI FD: _____ mm. Pared libre S: _____ mm.

Grosor septum: _____ mm. Grosor ápex FD: _____ mm. Grosor máximo PLFD: _____ mm.

Masa VI: _____ g. Índice de masa VI: _____ g/m²SC.
Volumen VI FD: _____ cm³. Volumen VI FS: _____ cm³. Volumen latido: _____ cm³.
Índice de volumen: _____ cm³.

FEVI global: _____ %.

FEVI por segmentos:

Basal:	/	/	/	/	/	/	=	_____ %.
Media cavidad:	/	/	/	/	/	/	=	_____ %.
Apical:	/	/	/	/	=			_____ %.

Total de Segmentos analizados: _____.

Eje corto: _____ Eje largo 2C: _____ Eje largo 4C: _____.

Segmentos hipocinéticos: _____ Proporción de segmentos hipocinéticos: _____.

Alteración segmentaria:

VI: ventrículo izquierdo, FD: final de la sístole, FS: final de la diástole, S: sístole, PL: pared libre del VI.

**HOSPITAL ANGELES METROPOLITANO
DEPARTAMENTO DE RESONANCIA MAGNETICA**

Evaluación del ventrículo izquierdo con resonancia magnética cardíaca en niños con corrección exitosa de coartación aórtica.

Metodología

Se obtienen secciones de 10 mm en eje corto desde la base hasta el ápex (de 8 a 14 secciones).

Se obtienen las vistas en eje largo de 2 y 4 cámaras.

Se evalúan 16 segmentos en ejes cortos: 6 a nivel basal, 6 en media cavidad y 4 a nivel apical.

Basal: Es a nivel de las valvas de la válvula mitral; se estudian 6 segmentos; anterior, antero-septal, antero-lateral, inferior, ínfero-septal, infero-lateral.

Media cavidad: Es a nivel de los músculos papilares; se estudian 6 segmentos; anterior, antero-septal, antero-lateral, inferior, ínfero-septal, infero-lateral.

Apical: Es a nivel más allá de los músculos papilares pero antes del nivel del final de la cavidad; se estudian 4 segmentos; anterior, inferior, septal, lateral.

El grosor de la pared libre del VI al final de la diástole (GPLFD), grosor de la pared libre del VI al final de la sístole (GPLFS) y grosor de la pared libre en sístole (GPLS): se evalúan en el eje corto a nivel basal, media cavidad y apical.

Final de la diástole: es la primera imagen que se adquiere después de la inscripción de la onda R en el electrocardiograma.

Final de la sístole: es la imagen que muestra el área del VI más pequeña a nivel ventricular medial.

Grosor del ápex al final de la diástole: se mide en ejes largos de 2 y 4 cámaras.

Grosor máximo de la pared al final de la diástole: Se mide en cualquier localización.

Masa del VI: se traza manualmente el endocardio y el epicardio sin incluir los músculos papilares ni las trabeculaciones en las imágenes al final de la diástole.

El volumen miocárdico total VI: se calcula con el método de Simpson multiplicando cada área miocárdica trazada por el grosor de la sección (10mm) y sumando los volúmenes por separado de cada sección.

Volúmenes al final de la sístole y al final de la diástole: Se miden de manera similar utilizando las áreas al final de la sístole y al final de la diástole en los ejes cortos respectivamente.

Volumen latido: se calcula restando el volumen al final de la sístole del volumen al final de la diástole.

Índice de Masa miocárdica: se calcula dividiendo la masa del VI entre la superficie corporal.

Superficie corporal: se calcula con la siguiente fórmula: $(p.t/3600)^{0.5}$ donde; p = peso en kg, t=talla en centímetros.

Fracción de eyección global del VI: se calcula como el volumen latido dividido entre el volumen al final de la diástole.

Fracción de acortamiento: Se calcula en cada uno de los 16 segmentos con la fórmula: $[(G_{fs}-G_{fd})/G_{fd}].100$ donde; G_{fs} = grosor de la pared al final de la sístole, G_{fd} = grosor de la pared al final de la diástole.

Segmentos con hipocinesia: Se considera un segmento con FA menor del 30%.

Proporción de segmentos hipocinéticos: se calcula dividiendo el número de segmentos con hipoquinesia entre el número total de segmentos medidos.