



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE "DR. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA"
CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA

ESTUDIO DE LA DISFUNCION DIASTOLICA DE VENTRICULO
IZQUIERDO EN LA COARTACION AORTICA EN
POBLACION PEDIATRICA

TESIS DE POSGRADO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE SUBESPECIALISTA EN:
CARDIOLOGIA PEDIATRICA

PRESENTA

DR. FRANCISCO ELIAS TORRES DE LA RIVA

ASESOR PRINCIPAL

DR. JUAN CARLOS CARPIO HERNANDEZ

ASESOR

DR. ENRIQUE DAVID FLORES ANGUIANO

ASESOR METODOLOGICO

DR. JOSE LUIS MATAMOROS TAPIA



MEXICO, D.F.

SEPTIEMBRE 2010



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.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE “DR. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA”
CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA

ESTUDIO DE LA DISFUNCION DIASTOLICA DE VENTRICULO IZQUIERDO EN
LA COARTACION AORTICA EN POBLACION PEDIATRICA

INVESTIGADOR PRINCIPAL

DR. JUAN CARLOS CARPIO HERNANDEZ
MEDICO NO FAMILIAR
JEFE DEL SERVICIO DE CARDIOLOGIA PEDIATRICA
5947545

INVESTIGADORES ASOCIADOS

DR. ENRIQUE DAVID FLORES ANGUIANO
MEDICO NO FAMILIAR
CARDIOLOGO ADSCRITO AL SERVICIO DE ELECTRODIAGNOSTICO
7576803

DR. FRANCISCO ELIAS TORRES DE LA RIVA
RESIDENTE DE SEGUNDO AÑO
CARDIOLOGIA PEDIATRICA
11080663

ASESOR METODOLOGICO

DR. JOSE LUIS MATAMOROS TAPIA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE HOSPITAL GENERAL “DR. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA”
CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA

Dra. Luz Arcelia Campos Navarro

Directora de Educación e Investigación en Salud
del Hospital “Dr. Gaudencio González Garza” del CMN “La Raza” IMSS

Dr. Jorge Enrique Menabrito Trejo

Jefe de la División de Pediatría
del Hospital “Dr. Gaudencio González Garza” del CMN “La Raza” IMSS

Dr. Juan Carlos Carpio Hernández

Asesor de Tesis
Profesor titular del Curso Universitario de Especialización en Cardiología Pediátrica
del Hospital “Dr. Gaudencio González Garza” del CMN “La Raza” IMSS

Dr. Francisco Elías Torres de la Riva

Residente de Cardiología Pediátrica
del Hospital “Dr. Gaudencio González Garza” del CMN “La Raza” IMSS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, el ser supremo por permitirme seguir este camino y todas las bendiciones que a lo largo de mi vida he recibido, especialmente Mis Padres, mis hermanas, mi esposa y mis hijos, lo mas valioso que tengo.

A mis padres, por permitirse la oportunidad de tener hijos y haber logrado el objetivo de darnos educación y valores que nos han permitido ser seres humanos comprometidos con nuestros ideales.

A mi esposa, incansable luchadora en pos de la conquista de nuestros ideales, motor de mi crecimiento personal y profesional que siempre has estado ahí en los éxitos y en los fracasos, pilar de mi familia, compañera, amiga y madre de mi tesoro maspreciado, mis hijos. Te amo Estela.

A mis hijos, por soportar todas las horas de ausencia, por entender y apoyar que éstas han sido por aliviar el dolor y la enfermedad de otros pequeños seres a quienes ellos no conocen pero que han aprendido a querer. Los amo Paco y Vicky.

A mis maestros, especialmente al Dr. Juan Carlos Carpio Hernández de quién he aprendido que en el trato amable y la confianza se centra gran parte de la vocación de servicio a la que hemos dedicado gran parte de nuestras vidas, mentor y amigo. Al Dr. José Luís Matamoros Tapia, quien con paciencia y entrega me ha permitido terminar este largo paso que es el inicio de muchos más, desde la trinchera en la que se encuentre se que siempre podré contar con su apoyo y amistad.

A mis pacientes, ya que si ellos no hubiera sido posible llevar a buen término este proyecto.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud
Coordinación de Investigación en Salud

Dictamen de Autorizado

COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD 3502

FECHA 01/07/2008

Estimado **JUAN CARLOS CARPIO HERNANDEZ**

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle que, el protocolo de investigación en salud presentado por usted, cuyo título es:


ESTUDIO DE LA DISFUNCION DIASTOLICA DE VENTRICULO IZQUIERDO EN LA COARTACION AORTICA EN POBLACION PEDIATRICA

fue sometido a consideración del Comité Local de Investigación en Salud, quien de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores consideraron que cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética médica y de investigación vigentes, por lo que el dictamen emitido fue de: **A U T O R I Z A D O**.

Habiéndose asignado el siguiente número de registro institucional

No. de Registro
R-2008-3502-22

Atentamente


Dr(a). Jaime Antonio Salazar Cervera
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud Núm 3502

IMSS

SEGURIDAD Y SALUD PARA TODOS

INDICE

Resumen	7
Antecedentes científicos	8
Planteamiento del Problema	15
Objetivos	16
Hipótesis	17
Variables	18
Material y Métodos	22
Diseño del Estudio	26
Aspectos Éticos	27
Factibilidad	28
Análisis Estadístico	29
Resultados	30
Discusión	32
Conclusiones	35
Bibliografía	37
Anexos	43
Gráficas y Tablas	45

RESUMEN

Título: Estudio de la disfunción diastólica de ventrículo izquierdo en la coartación aórtica en población Pediátrica.

Antecedentes: La coartación aórtica (CoAo), o estrechez congénita de la aorta torácica afecta del 5 al 8 % de los individuos con cardiopatía congénita. Ocupa el sexto o séptimo lugar en frecuencia. Anatómicamente se clasifica en preductal, yuxtaductal y postductal de acuerdo a su relación con el conducto arterioso. Se condiciona hipertensión proximal a la coartación y desarrollo de vasos colaterales para el mantenimiento de la presión sistémica produciendo desequilibrio entre la postcarga y las resistencias vasculares. El miocardio sufre como consecuencia hipertrofia concéntrica y excéntrica por proliferación de fibroblastos que afecta la fuerza contráctil y de acortamiento. El diagnóstico se establece mediante el cuadro clínico, la exploración física y auxiliares de diagnóstico como el ecocardiograma, siendo este el estándar de oro para el diagnóstico de esta patología. Como la CoAo obstruye el tracto de salida del ventrículo izquierdo (VI) se produce hipertensión arterial sistémica la cual condiciona hipertrofia del VI que teóricamente resulta en disfunción diastólica (DD) de este último. Sin existir a la fecha estudios que correlacionen estas situaciones en la edad pediátrica.

Objetivos: Investigar la función ventricular izquierda con énfasis en la búsqueda de DD en población 6 a 15 años de edad con diagnóstico de CoAo.

Pacientes y Métodos: Pacientes con diagnóstico de CoAo entre los 6 años de edad y los 15 años que se hospitalizaron en los servicios de Cardiología Pediátrica, y Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de la UMAE “Dr. Gaudencio González Garza” del CMN “La Raza” entre los meses de Abril de 2007 a Junio de 2008- Evaluación ecocardiográfica de la función diastólica del VI considerando 3 grados progresivos de disfunción diastólica, según la presencia de un patrón de relajación prolongada, pseudo normal o restrictivo. Así como medición del índice de Tei mediante doppler tisular.

Resultados: 20 pacientes con diagnóstico de Coartación Aórtica. 12 (60%), masculinos, 8 (40%) femeninos. Edades promedio de 10.2 años, mediana de 10.5 años y moda de 15. Soplo en el 100% sistólico, grado II/VI 5 (25%) y III/VI 15 (75%), irradiado a cuello 2(10%), espalda 3(15%), cuello y espalda, 4(20%), supraesternal, cuello y espalda 11(55%). 9 pacientes (45%) Pulsos disminuidos, 9 (45%) ausentes y 2 (10%) normales. Hipertensión arterial sistólica en 14 (70%) y diastólica en 13 (65%). Cardiomegalia grado I en 5 (25%), grado II 12 (60%), grado III 1 (5%) y silueta cardiaca normal en 2(10%). Sobrecarga diastólica del VI en 15 (75%) y sistólica del VI en 14 (70%). 18 (90%) hipertrofia de VI en el 100% concéntrica y moderada, de VD en 3 (15%). Patrón E/A mitral normal en 10 (50%) y patrón anormal en 10 (50%) de los cuales 7 (70%) patrón pseudonormal y 3 (30%) patrón restrictivo. CoAo yuxtaductal en el 100%, tipo membrana en 17 (85%) y tubular en 3 casos (15%). Arco aórtico hipoplásico en 15(75%), hipoplasia del istmo aórtico en 17 (85%). Gradiente máximo promedio trans coartación de 56 mmHg y el gradiente medio promedio de 27 mmHg. DD del VI con un Índice de Tei anormal en 15(75%). Índice de Tei normal en 5(25%).

Conclusiones: Los pacientes con diagnóstico de CoAo cursan con disfunción diastólica del VI. El índice de Tei es el método ideal para la evaluación de la disfunción diastólica del VI. El patrón EA mitral no es un solo indicador de disfunción diastólica del VI. La hipertensión arterial sistémica y el grado de hipertrofia del VI están directamente relacionados con el grado de disfunción diastólica del VI. A mayor edad de diagnóstico de CoAo, mayor índice de rendimiento miocárdico, por lo tanto, mayor grado de disfunción diastólica del VI. Es necesaria una muestra mas grande para demostrar fehacientemente lo encontrado.

Palabras Clave: Coartación aórtica, disfunción diastólica, ventrículo izquierdo.

ANTECEDENTES CIENTIFICOS

La Coartación aórtica se define como la estrechez congénita de la aorta torácica descendente superior adyacente al sitio de unión del conducto arterioso, con suficiente severidad para generar un gradiente de presión en el área (1). El término coartación deriva del verbo latín “arctare” que significa estrechar (2). Sin embargo más allá de la simple definición existen toda una serie de circunstancias que la hacen compleja como la variabilidad en la morfología de la coartación, las lesiones asociadas y las diferencias entre la coartación en el neonato, lactante escolar y adolescente (3).

Clásicamente se ha dividido a la coartación aórtica como infantil y del adulto, sin embargo ambos tipos coexisten y están interrelacionadas y pueden compartir un origen común en la vida fetal. Se sugieren como posibles etiologías para la coartación primero, la hipoplasia e hipodesarrollo del arco aórtico o del istmo, en este caso, la alteración será tubular, segundo, la presencia de tejido ductal ectópico cercano al sitio de su inserción a la aorta condicionando una alteración del tipo membrana. (3).

El estrechamiento de la aorta puede estar localizado a cualquier nivel, incluso por debajo del diafragma, pero la mayoría de las veces se localiza justo distal (forma “adulto”) o (menos frecuentemente) proximal al conducto arterioso o ligamento arterioso obliterado (forma “infantil”). Los estrechamientos distales tienden a ser constricciones localizadas, en tanto que los preductales frecuentemente afectan a grandes segmentos de la raíz de la aorta. La reducción de la luz aórtica es también variable; unas veces sólo deja un pequeño canal y otras veces se trata sólo de un mínimo estrechamiento. En la coartación preductal el conducto arterioso es casi siempre permeable; en las postductales el conducto está permeable en menos de la mitad de los casos. La coartación preductal suele producir manifestaciones precozmente, a veces con signos y síntomas inmediatamente después del nacimiento. El pronóstico es mucho mejor en la coartación postductal salvo si es muy grave. (4).

Las anomalías cardiovasculares asociadas a coartación aórtica se pueden dividir en valvulares (aorta bivalva, estenosis aórtica, estenosis mitral), vasculares (persistencia de conducto arterioso, hipoplasia aórtica, transposición de grandes arterias, conexión anómala

parcial de venas pulmonares, coartación abdominal, vasos colaterales, subclavia derecha anómala, ventana aorto pulmonar, tronco arterioso), Septales (comunicación interauricular e interventricular, canal AV, ventrículo único) y complejas (síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico, doble vía de salida de ventrículo derecho) (5).

Se trata de una de las malformaciones cardiovasculares mas frecuentes que afecta del 5 al 8% de los individuos con cardiopatía congénita (6). Ocupa el sexto o séptimo lugar de acuerdo a las distintas series entre las cardiopatías congénitas (7) Es mas frecuente en el sexo masculino en proporción 2-3:1(8), rara en la raza negra (9).

La primera descripción de la anomalía se debe a Friedrich Meckel en 1750 (10) en observaciones post mortem estableciendo la presencia de una zona de estrechez en la aorta, Morgagni en 1761 (11) hizo un análisis más detallado pero impreciso e insuficiente siendo la primera descripción inequívoca la realizada por Paris en 1791 describiendo además completamente las manifestaciones patológicas (12). La primera clasificación de la coartación aórtica data de 1903 realizada por Bonnet dividiéndola en infantil (pre ductal) y del adulto (post ductal) (13), sin embargo los primeros registros fidedignos de su diagnóstico datan de 1945 y en ellos se establece que la regularidad del diagnóstico se desarrolla a partir de 1933 (14).

Reducido el lumen de la aorta torácica a más del 50% de lo normal, se genera hipertensión sistólica proximal a la misma con hipotensión distal. La causa de la hipertensión es 1) fundamentalmente la obstrucción mecánica con disminución de la distensibilidad arterial y 2) un mecanismo neuro vasculo renal desencadenado presumiblemente por la disminución de la onda del pulso del flujo renal (15).

Para mantener la presión y flujo suficientes en la parte inferior del cuerpo se eleva la presión proximal a la coartación y se desarrollan vasos colaterales fundamentalmente por mamarias e intercostales; aparece hipertensión sistólica en la mitad superior del cuerpo e hipertrofia ventricular izquierda de grado variable (16).

El nivel de la presión arterial está determinado por el balance entre la postcarga y las resistencias vasculares, una elevación en cualquiera de estas variables, en ausencia de un decremento compensatorio de la otra, incrementa la presión arterial (17).

El miocardio hipertensivo sufre un fenómeno conocido como remodelamiento que consiste inicialmente en hipertrofia concéntrica (sin dilatación) como respuesta adaptativa a la sobrecarga de presión o volumen, esto tiende a normalizar el esfuerzo sistólico realizado por cada miofilamento individual, dentro del miocito, sin embargo, cuando la hipertrofia es marcada, finalmente produce lesión del miocito, insuficiencia y dilatación cardíaca (hipertrofia excéntrica). En la hipertensión, el estímulo para la hipertrofia es la sobrecarga de presión. La hipertensión en la pared ventricular induce la producción de nuevos miofilamentos, miofibrillas, mitocondrias y ribosomas y al agrandamiento nuclear junto al celular. Sin embargo, puede haber replicación de sarcómeros a lo largo de las ya existentes, contribuyendo así al engrosamiento celular. A medida que la pared se hace más gruesa, aumenta la demanda de oxígeno y disminuye la elasticidad del ventrículo izquierdo, el aumento del grosor de la pared ventricular significa una masa que afecta al llenado diastólico y, consecuentemente, reduce el gasto cardíaco, condicionando disfunción diastólica, el agrandamiento de las fibras aumenta la distancia para la difusión de oxígeno y nutrientes desde los capilares adyacentes (18).

El método diagnóstico de elección en coartación aórtica es el ultrasonido de corazón o ecocardiograma el cual con el mejoramiento tecnológico en manos de ecocardiografistas entrenados, permite llevar al paciente a corrección quirúrgica sin estudios diagnósticos adicionales pudiendo obtener la siguiente información: Definición de la presencia y sitio de la obstrucción, Sitio de origen y morfología de los vasos que emergen de la aorta, Estimación de la severidad de la obstrucción, Presencia de conducto arterioso, definición de las anomalías intracardiacas o de los grandes vasos asociadas (19) y función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo, que se ha encontrado alterada en el pre y postoperatorio en algunos pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico de la coartación (20).

La técnica en modo M no logra identificar directamente la zona coartada. Los datos que se pueden encontrar con esta técnica son: hipertrofia de las paredes del ventrículo izquierdo

con disminución de su movilidad, dilatación de la raíz aórtica, hipertrofia del ventrículo derecho y muesca sistólica en el ecograma pulmonar, como el observado en casos de hipertensión arterial pulmonar. El control pre y postoperatorio de estos pacientes demuestra que en los tres primeros años de vida disminuye el crecimiento del ventrículo derecho y se desarrolla la hipertrofia y dilatación ventricular izquierda (21).

La técnica bidimensional con aproximación supraesternal facilita la visualización de la zona coartada y permite identificar hipoplasia del istmo aórtico, de coartaciones en “reloj de arena” o de coartaciones de segmentos largos (22). Se aprecian además malformaciones cardíacas asociadas como aorta bicúspide y anomalías mitrales (23).

El estudio Doppler muestra aumento de la velocidad del flujo en la aorta descendente, distal al sitio coartado (24).

En 1982, Kitabatake y colaboradores, en Japón, introdujeron el registro Doppler de onda pulsada de las velocidades del flujo sanguíneo transmitral para valorar el llenado diastólico del ventrículo izquierdo. Durante los últimos 20 años se ha validado y refinado este método y es la principal modalidad clínica para la evaluación no invasiva de los patrones de llenado diastólico. Con la ecocardiografía Doppler, las velocidades de flujo registradas a través de las válvulas auriculoventriculares y en las venas centrales se utilizan para evaluar los patrones de llenado y para estimar indirectamente las presiones de llenado del ventrículo izquierdo. (25).

El flujo mitral y los tiempos de desaceleración se han utilizado en cardiópatas para evaluar los efectos del tratamiento farmacológico, angioplastia con balón y cirugía. Se han descrito tres patrones de llenado ventricular anormal (relajación alterada, fisiología restrictiva y fisiología pseudo normal) y éstas alteraciones del llenado se relacionan a alteraciones en la relajación, complianza del ventrículo izquierdo y presiones de llenado ventricular izquierdo. Complementan esta evaluación las velocidades del flujo venoso pulmonar, tricuspídeo y sistémico.

Conceptualmente la diástole comprende el periodo durante el cual el miocardio pierde su habilidad para generar fuerza y se acorta para regresar a su forma y longitud relajada. (26).

Se trata de la porción del ciclo cardiaco que inicia con el cierre de la válvula aórtica (S2) y termina con el cierre de la válvula mitral (S1) lo que incluye también la fase de relajación isovolumétrica. El período diastólico se divide en 4 fases: después de que se completa la eyección sistólica y la presión del ventrículo izquierdo cae por debajo de la presión aórtica, se cierra la válvula aórtica y comienza la fase de relajación isovolumétrica que termina con la apertura de la válvula mitral. En este período, la presión continúa su descenso rápidamente mientras que el volumen ventricular permanece constante, en esta fase las miofibrillas regresan a su estado de contractilidad. Cambia la geometría del ventrículo izquierdo mientras que el volumen se mantiene constante. Cuando la presión ventricular cae por debajo de la del atrio izquierdo (punto de cruce) se abre la válvula mitral y comienza la fase de llenado rápido. A medida que se endentece la relajación y el atrio se vacía, el gradiente de presión atrioventricular se disipa gradualmente, terminando así la fase de llenado ventricular izquierdo. La tercera fase de la diástole consiste en llenado pasivo durante la diastasis en este período las presiones izquierdas auricular y ventricular son prácticamente iguales, por lo que el llenado es resultado principalmente del flujo venoso pulmonar. La fase final de la diástole es la contracción atrial, éste proceso activo contribuye con aproximadamente el 15% del llenado ventricular en personas sanas, la fase final de la diástole termina con el incremento subsecuente de la presión ventricular y el cierre de la válvula mitral. (27)

La función diastólica normal del VI viene definida por la existencia de un llenado suficiente de esta cámara como para producir un gasto cardiaco que satisfaga las necesidades del organismo, con una presión venosa pulmonar menor de 12 mmHg. (28).

Por extensión, la disfunción diastólica (también llamada falla cardiaca con función sistólica conservada) ocurre cuando estos procesos se prolongan, se enlentecen o no se completan. Los cambios en la función diastólica normal dependen del inicio, grado y extensión del decremento en la presión y llenado ventriculares y la relación entre presión y volumen o estrés y relajación durante la diástole y es bien conocida su asociación con hipertensión arterial sistémica estando presente hasta en 60% de los casos (26,30). La función ventricular diastólica se obtiene durante la diástole temprana (onda E pico) y durante la contracción atrial (onda A pico), el rango E/A y el tiempo medio de desaceleración (31,32).

Existen otros métodos para la determinación de la función diastólica del ventrículo izquierdo que complementan la evaluación mediante doppler color como el índice de Tei (por su autor) ó índice de rendimiento miocárdico, que se define como la suma del tiempo de la contracción isovolumétrica y la relajación divididos entre el tiempo de eyección por lo que refleja una combinación de las funciones sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo en un mismo ciclo cardiaco mediante la utilización de doppler tisular, con una importante participación de la precarga, y se sabe que el índice de Tei se ve incrementado de manera directamente proporcional al grado de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo y permite diferenciar claramente entre los patrones pseudonormal o restrictivo (33), ya que en ocasiones no es posible establecer una clara diferenciación entre estos patrones mediante la ecocardiografía doppler convencional, el índice de Tei, al combinar las funciones diastólica y sistólica del ventrículo izquierdo muestra una mejor correlación con la presión a la mitad de la diástole en el VI comparado con las mediciones por separado de las funciones diastólica y sistólica (34).

En otras palabras, compara el tiempo sistólico total desde el cierre de la válvula mitral hasta su apertura involucrando el tiempo sistólico involucrado en el flujo aórtico o tiempo de eyección, el tiempo sistólico total se define como el tiempo de contracción isovolumétrica + tiempo de eyección + tiempo de relajación isovolumétrica, por lo tanto, esencialmente divide el tiempo isovolumétrico total entre el tiempo de eyección. Su valor normal es de menos de 0.40. A mayor índice, mayor disfunción diastólica. (35).

El índice de Tei puede utilizarse para obtener la función ventricular izquierda en pacientes con cardiopatías congénitas y, en contraste con el doppler pulsado, al obtenerse en un mismo ciclo cardiaco permite diferenciar la disfunción diastólica de la sistólica al proveer información específica acerca de los intervalos isovolumétricos (36).

Debido a que la coartación aórtica al condicionar obstrucción al flujo de salida del ventrículo izquierdo y esto a su vez genera hipertensión arterial sistémica y se sabe que los pacientes con hipertensión arterial e hipertrofia de ventrículo izquierdo desarrollan disfunción diastólica del ventrículo izquierdo.

El tratamiento correctivo puede hacerse mediante cirugía o cardiología intervencionista, las primeras descripciones de la corrección quirúrgica se le atribuyen a Gross por una parte (37) y a Crafoord y Nylin en 1945 quienes desarrollaron por separado y con meses de diferencia la técnica para la anastomosis término terminal, posteriormente se desarrollaron otras técnicas sin embargo hasta la actualidad la más utilizada es la anastomosis término Terminal (38). La angioplastia percutánea con balón fue descrita en 1982 y los avances más recientes en la cardiología intervencionista permiten actualmente colocar stents endovasculares (39).

Posterior a la reparación quirúrgica o por cardiología intervencionista disminuye la presión sistólica pico en más del 85% de los casos (40), además se ha demostrado que pacientes con hipertensión y fibrosis miocárdica con hipertrofia ventricular ocurre regresión en la síntesis de colágena en el músculo miocárdico incrementando su degradación (41) con lo que la hipertensión sistémica revierte y la hipertrofia ventricular disminuye por lo que la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo mejora en consecuencia.

Hasta el día de hoy no existe en la literatura mundial un estudio que correlacione la coartación aórtica, la hipertensión arterial sistémica, la hipertrofia del ventrículo izquierdo y la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo al momento de su diagnóstico o antes de que sea corregida quirúrgicamente o mediante cardiología intervencionista por cateterismo cardíaco.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La coartación aórtica es una cardiopatía congénita extra cardiaca frecuente (43) en la edad pediátrica que sin tratamiento lleva al paciente a desarrollar complicaciones que lo pueden llevar incluso a la muerte. En el servicio de cardiología Pediátrica de la UMAE CMN La Raza ocupa el quinto lugar en frecuencia condicionando en los pacientes hipertrofia del ventrículo izquierdo, hipertensión arterial sistémica y como se conoce que los pacientes con estas alteraciones desarrollan disfunción diastólica del ventrículo izquierdo y al haber poca información en la literatura, existiendo una sola publicación que establece la relación entre la coartación aórtica y la disfunción diastólica en pacientes mexicanos que ya han sido sometidos a corrección, (44) y no al momento del diagnóstico nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe disfunción diastólica en pacientes pediátricos con diagnóstico de coartación aórtica y cuáles son sus características?

De manera adicional podremos responder a las siguientes interrogantes:

¿Existe relación entre la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo y la edad de los pacientes al momento del diagnóstico de coartación aórtica?

¿Existe relación entre el tipo de coartación aórtica y el grado de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo?

¿Existe relación entre la severidad de la coartación aórtica y el grado de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo?

OBJETIVO

Investigar la función ventricular izquierda con énfasis en la búsqueda de disfunción diastólica en población de 6 a 15 años de edad con diagnóstico de coartación aórtica.

HIPOTESIS

Los pacientes en edad pediátrica con diagnóstico de coartación aórtica cursan con disfunción diastólica del ventrículo izquierdo.

VARIABLES

Coartación aórtica:

Definición conceptual:

Estrechez congénita de la aorta torácica descendente superior adyacente al sitio de unión del conducto arterioso, con suficiente severidad para generar un gradiente de presión en el área.(1).

Definición operacional:

Pacientes que durante su valoración cursen con datos clínicos de coartación aórtica como soplo sistólico alto, con thrill supraesternal o cervical, con soplo continuo en espalda y, con disminución o ausencia de pulsos en extremidades inferiores, con hipertensión arterial de grado variable y con diferencia $>$ de 20 mmHg entre las presiones de las extremidades superiores e inferiores, con ecocardiograma que demuestre la presencia de coartación aórtica.

Tipo de variable: Dicotómica.

Indicador: Si – No.

Disfunción diastólica de ventrículo izquierdo:

Definición conceptual:

Alteración de la relajación ventricular izquierda que dificulta el llenado ventricular que conlleva un aumento súbito de la presión intraventricular con acortamiento de la fase de llenado rápido (43).

Definición operacional:

Pacientes que durante la evaluación ecocardiográfica presenten grados variables de alteraciones en el llenado ventricular izquierdo con afectación de la fase de llenado rápido del ventrículo izquierdo con afectación del flujo transmitral y la fracción de eyección.

Tipo de variable: Categórica.

Indicadores:

Relación de la función diastólica con la relajación y las presiones de llenado

	Relajación	Presiones de llenado
Normal	⊥	⊥
Grado I		
Relajación incompleta o lenta	↑	⊥↑
Grado II		
Seudonormalizado	↓↓	↑↑
Grado III		
Restrictivo reversible	↓↓↓	↑↑↑
Grado III		
Restrictivo irreversible	↓↓↓	↑↑↑

↓: disminuido; ↑: elevado; ⊥: normal

(46).

Valores normales y anormales de función diastólica del VI de acuerdo grupos de edad

	Normal (Jóvenes)	Normal (Adulto)	Relajación Retrasada	Pseudo normal	Restrictivo
E/A cm/s	> 1	> 1	< 1	01 - feb	> 2
DT (ms)	< 220	< 220	> 220	150 - 200	< 150
IVRT(ms)	< 100	< 100	> 100	60 - 100	< 60
S/D	< 1	>=1	>= 1	< 1	< 1
AR (cm/s)	< 35	< 35	< 35*	£35	£ 25*
Vp(cm/s)	> 55	> 45	< 45	< 45	< 45
Em (Cm/s)	> 10	> 8	< 8	< 8	< 8

* Falla auricular mecánica presente. AR: Velocidad reversa pulmonar de la onda A en la contracción auricular; DT: Tiempo de desaceleración de la onda E; E/A: Relación del llenado ventricular temprano; IVRT: Tiempo de relajación isovolumétrica; S/D: Relación flujo sistólico diastólico de venas pulmonares; Vp: Modo M color de la velocidad de propagación del flujo mitral. (47).

Edad:

Definición conceptual:

Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales. Cada uno de los períodos en que se considera dividida la vida humana. Espacio de años que han corrido de un tiempo a otro (45).

Definición operacional:

Tiempo transcurrido en la vida del paciente al momento del estudio como está registrado de acuerdo a la fecha de nacimiento en su carnet institucional o la que proporcione el familiar o tutor.

Tipo de variable: Cuantitativa discreta.

Indicador: Años.

Sexo:

Definición conceptual:

Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas. Conjunto de seres pertenecientes a un mismo sexo, masculino o femenino (45).

Definición operacional:

Género de acuerdo a lo expresado por el familiar o tutor y que el investigador corrobora mediante la exploración física del paciente.

Tipo de variable: Nominal dicotómica.

Indicador: Masculino – Femenino.

Índice de rendimiento miocárdico (Tei):

Definición conceptual:

Suma del tiempo de la contracción isovolumétrica y la relajación divididos entre el tiempo de eyección (35).

Definición operacional:

Pacientes que durante la realización del estudio ecocardiográfico presenten un índice mayor a 0.40 al realizar la ecuación entre el tiempo de contracción isovolumétrica y la relajación isovolumétrica divididos entre el tiempo de eyección.

Tipo de variable: Categórica.

Indicador: Normal: 0.33 +/- 0.02 – anormal +0.40. (49).

Hipertensión arterial sistémica:

Definición conceptual:

Promedio de presión arterial sistólica, sistólica o ambas por encima del percentil 95% para edad, peso, talla y sexo. En tres mediciones consecutivas. (50).

Definición Operacional:

Determinación de presión arterial al momento de la evaluación por arriba del percentil 95% para edad, peso, talla y sexo del paciente.

Tipo de variable: cuantitativa discreta.

Indicador:

EDAD (Años)	6	6	7	7	8	8	9	9	12	12	13	13	14	14	15	15
SEXO	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
SISTOLICA	114	117	116	119	118	120	120	121	126	127	128	130	130	132	131	135
DIASTOLICA	75	76	76	78	78	80	79	81	82	83	84	84	85	85	86	86

(51).

MATERIAL Y METODOS

Pacientes con diagnóstico de coartación aórtica entre los 6 y los 15 años que se hospitalizaron en los servicios de Cardiología Pediátrica, y Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de la UMAE “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza” entre los meses de Abril de 2007 y Junio del 2008 con los siguientes:

Criterios de Inclusión:

Pacientes de entre 6 y 15 años de edad.

Género masculino o femenino.

Diagnóstico establecido de coartación aórtica de severidad variable.

Criterios de no inclusión:

Pacientes con sepsis.

Pacientes con neumonía.

Pacientes con otra u otras cardiopatías congénitas complejas.

Hipertensión arterial sistémica de otra etiología

Hipertensión arterial pulmonar de causa no cardíaca.

Lesiones asociadas de la válvula mitral.

Lesiones asociadas del endomiocardio.

Criterios de exclusión

Que una vez estudiados los pacientes los padres o tutores decidieron por propia voluntad retirar a su hijo (a) del estudio.

Evaluación ecocardiográfica de todos los pacientes con diagnóstico de coartación aórtica hospitalizados en los servicios de Cardiología pediátrica y Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos de la UMAE “Dr. Gaudencio González Garza” valorando la función diastólica del ventrículo izquierdo midiendo inicialmente el volumen de flujo entre las valvas mitrales mediante Doppler pulsado (PW) con las siguientes variables: tiempo de relajación isovolumétrica del ventrículo izquierdo, velocidad de flujo pico en la diástole temprana (onda E), velocidad de flujo al final de la diastasis justo antes de la contracción atrial (E en A), velocidad pico en la contracción atrial (onda A), tiempo de desaceleración mitral y duración de la Onda A de la mitral. Para realizar estas mediciones se colocó al paciente en decúbito lateral izquierdo con el transductor en posición apical de 4 cámaras. El transductor se colocó inicialmente guiándose por la dirección del flujo a través de la válvula mitral juzgado por la orientación del aparato mitral y el músculo papilar antero lateral así como la visualización directa del flujo mediante Doppler color. La muestra volumen de 1 a 2 mm. se colocó entre las puntas de las valvas (Figura A), se congeló la imagen en bidimensional ajustando el filtro de velocidad lo más bajo posible para obtener el flujo mitral medio diastólico eliminando el artefacto del movimiento de la pared. Las velocidades pico máximas en el centro de flujo laminar se obtuvieron realizando pequeños ajustes en la posición de la muestra volumen o la alineación del haz ultrasónico, mientras que se buscó el sonido más musical. La velocidad de flujo mitral se observó a 50mm/s durante varios ciclos respiratorios para ver si existía flujo anormal, incrementado como el que se observa en la pericarditis constrictiva. La relación entre la mitral y la onda A venosa pulmonar se utiliza en pacientes con enfermedad cardíaca para determinar si existe incremento de la presión del ventrículo izquierdo en la contracción atrial y si se encuentra elevada la presión al final de la diástole del ventrículo izquierdo. La duración de la onda A se midió cerca del valor cero en la línea basal en cuanto se produjo la contracción atrial hasta el cese del flujo posterior al cierre de la válvula mitral. El tiempo de desaceleración de la válvula mitral se midió mediante doppler pulsado extendiendo la curva de desaceleración del pico de velocidad de la onda E hasta la línea basal (velocidad cero). Teórica y experimentalmente, el tiempo de desaceleración de la mitral se relaciona con la complianza de la cámara ventricular izquierda (27).

Se consideraron 3 grados progresivos de disfunción diastólica, según la presencia de un patrón de relajación prolongada (incompleta o lenta estable), pseudo normal (restrictivo reversible), restrictivo irreversible (relajación incompleta o lenta inestable) (Fig B) (31,46).

Ecocardiografía y estadios de la disfunción diastólica

Método	Parámetro	Normal (joven)	Normal (adulto)	Relajación incompleta o lenta	Seudonormal	Restricción
Flujo transmitral	E/A (velocidades)	> 1	> 1	< 1	1-2	> 2
	TD _E (ms)	< 220	< 220	> 220	150-200	< 150
	TRIV (mm)	< 100	< 100	> 100	60-100	< 60
Venas pulmonares	S/D	< 1	≥ 1	≥ 1	< 1	< 1
	Ar (cm/s)	< 35	< 35	< 35	≥ 35	≥ 35
Doppler M color	Vp (cm/s)	> 55	> 45	< 45	< 45	< 45
Doppler tisular	Em (cm/s)	> 10	> 8	< 8	< 8	< 8
Flujo trans mitral/Doppler M color	E/Vp	< 2,5	< 2,5	< 2,5	≥ 2,5	≥ 2,5
FTM/DTI	E/Em	< 10	< 10	< 10	≥ 10	≥ 10

A: onda de llenado tardío del ventrículo izquierdo; Ar: onda auricular reversa del flujo de las venas pulmonares; E: onda de llenado precoz del ventrículo izquierdo; Em: velocidades del miocardio durante el llenado precoz del ventrículo izquierdo; D: onda diastólica del flujo de las venas pulmonares; S: onda sistólica del flujo de las venas pulmonares; TD: tiempo de desaceleración; TRIV: tiempo de relajación isovolumétrica; Vp: velocidad de propagación del Doppler color en modo M.

(46).

Posteriormente se realizó la medición de la función diastólica mediante doppler tisular y el método de Tei que se calculan mediante la medición de dos intervalos: Intervalo (a) es el que comprende el tiempo entre el cese y el inicio del flujo transmitral, y el intervalo (b) que es el tiempo de salida del flujo del ventrículo izquierdo. El tiempo de relajación isovolumétrica se obtiene mediante la resta del intervalo (d) entre el final de la onda R del electrocardiograma y el cese del flujo de salida del ventrículo izquierdo, del intervalo (c) entre la onda R del electrocardiograma y el inicio del flujo de entrada transmitral. El tiempo de contracción isovolumétrica se obtiene restando el tiempo de relajación isovolumétrica (c-d) del (a-b). (fig C) (46). Esta medición se obtiene a una velocidad e barrido de 100 mm/seg y en un promedio de 3 a 5 ciclos en el eje de 4 cámaras colocando la muestra volumen en el aspecto lateral del anillo mitral (50).

Valores normales del índice de Tei:

Menores de 3 años	0.40 +/- 0.09
De 3 a 18 años	0.33 +/- 0.02

(49).

El gradiente transcoartación se obtuvo colocando el transductor en la región supraesternal localizando el sitio de la coarctación y poniendo la muestra volumen en el sitio de mayor turbulencia al flujo mediante el doppler color, el estudio doppler muestra aumento de la velocidad del flujo en la aorta descendente, distal al sitio coartado. Conociendo la velocidad máxima del flujo aórtico, mediante la aplicación de la ecuación modificada de Bernoulli (velocidad máxima del flujo, distal al sitio de lesión, se eleva al cuadrado y la cifra obtenida se multiplica por una constante, que es $4 \text{ GV} = V^2 \times 4$) se cuantifica en gradiente transcoartación existente. (22).

Se analizaron además la presencia o no de soplo cardiaco, en caso de existir, se clasificó de acuerdo a la intensidad utilizando la clasificación de Levine en grado 1: Soplo muy suave, difícil de oír, que requiere auscultar varios ciclos cardíacos para detectarlo, grado 2: Soplo suave, fácil de auscultar rápidamente, grado 3: Soplo de moderada intensidad, no acompañado de frémito, grado 4: Soplo intenso acompañado de frémito, grado 5: Soplo muy intenso que puede ser auscultado por el solo contacto del borde del estetoscopio sobre el tórax. grado 6: Soplo tan intenso que puede oírse sin apoyar el estetoscopio sobre la pared torácica, El grado de intensidad del soplo está determinado por el volumen de sangre responsable de la turbulencia en el flujo sanguíneo y/o del gradiente tensional que causa dicha turbulencia. La localización en el ciclo cardiaco como sistólico o diastólico. (52). Y a la irradiación del mismo, hacia cuello, espalda, cuello y espalda, supraesternal, cuello y espalda. Presencia o no de pulsos en extremidades pélvicas y de estar presentes si son normales o disminuidos en intensidad.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Prolectivo, transversal, descriptivo, observacional.

Tamaño de muestra:

En el servicio de Cardiología Pediátrica del HG GGG CMN “La Raza” se diagnostican en promedio 4 casos nuevos de coartación aórtica en población pediátrica. Por lo que para que la muestra sea significativa de acuerdo a la fórmula de proporciones para población finita considerando un total de 48 casos por año, un valor Z de 1.96 para un intervalo de confianza de 95%, valor p de 0.9 infiriendo que la disfunción diastólica se presentará en al menos 90% de los casos, valor d de 0.1 para un margen de error del 10%, se requiere de un mínimo de 20 casos en el estudio.

ASPECTOS ETICOS

El presente estudio se ajustó a las disposiciones establecidas por la Ley General de Salud de la República Mexicana para investigación en seres humanos, así como a las normas éticas internacionales de las declaraciones de Helsinki (1975), Tokio (1983) y Hong Kong (1989), así como a las normas institucionales del Instituto Mexicano del Seguro Social. Y se sometió a consideración al Comité Local de Investigación de la UMAE GGG CMN La Raza.

Aún cuando se trató de un estudio no invasivo que forma parte de la evaluación integral inicial y periódica de los pacientes, se solicitó autorización por escrito a los familiares o tutores de los pacientes mediante firma en carta de consentimiento bajo información completa y exhaustiva, haciendo hincapié en la ausencia de riesgos y los posibles beneficios en la aportación para el avance del estudio de esta patología, además de garantizar la confidencialidad de los datos y que en caso de encontrarse algún hallazgo de importancia clínica para el paciente, se les hizo saber de manera oportuna y con discreción, en apego a las buenas prácticas clínicas.

FACTIBILIDAD

Es un estudio factible ya que la UMAE GGG CMN La Raza es una unidad de tercer nivel que atiende una población superior al millón de pacientes, al contar en el servicio de Cardiología Pediátrica con todos los recursos humanos, técnicos y financieros para llevar a cabo la realización del estudio.

ANALISIS ESTADISTICO

La información se procesó en una computadora Hewlett Packard model hp1530, pentium 4, con los programas de Epi Info y SPSS 14. Se utilizará estadística descriptiva con medias y desviación estándar, mediana o moda y porcentajes.

RESULTADOS

El total de casos estudiados fue de 20 pacientes con diagnóstico clínico, electrocardiográfico, radiológico y ecocardiográfico de Coartación Aórtica. 12 (60%) del sexo masculino 8 (40%) del sexo femenino (Fig. 1). Cuyas edades oscilaron entre los 6 y los 15 años, con promedio de edad de 10.2 años, mediana de 10.5 años y moda de 15. (Fig. 2). A la exploración física a todos los pacientes se les identificó soplo el cual en el 100% de los casos fue sistólico, siendo grado II/VI 5 (25%) y III/VI 15 (75%) (Fig. 3). La irradiación del soplo se clasificó como 1: Cuello 2 casos (10%), 2: espalda 3 casos (15%), 3: cuello y espalda, 4 casos (20%), 4: supraesternal, cuello y espalda 11 casos (55%) (Fig 4). La palpación de pulsos demostró que un total de 9 pacientes (45%) tuvieron pulsos disminuidos, 9 (45%) pulsos ausentes y 2 (10%) pulsos normales (Fig. 5). En lo referente a la medición de la presión arterial se documentó hipertensión (Presión arterial por arriba de la percentila 90 para su edad) arterial sistólica en 14 (70%) casos y diastólica en 13 (65%) casos (Fig. 6) para una media de 124 mmHg y una mediana de 120 mmHg con desviación estándar de 9.58 en el caso de la sistólica, y una media de 83 mmHg y una mediana de 85 mmHg con desviación estándar de 6.77. Ningún paciente cursó con insuficiencia cardiaca durante la investigación.

La teleradiografía de tórax demostró cardiomegalia de grado variable (I-III) grado I en 5 (25%) casos, grado II 12 (60%), grado III 1 (5%) y silueta cardiaca normal en 2 casos (10%) (Fig. 7). La valoración del flujo pulmonar demostró el mismo como normal en 15 (75%) casos y aumentado en 5 (25%) casos (Fig. 8). Ningún caso en la evaluación radiográfica demostró la presencia de signo de Roessler (0%).

En la evaluación electrocardiográfica el total de los casos (100%) tuvo ritmo sinusal, sólo en un caso se documentó la presencia de bloqueo incompleto de la rama izquierda del Haz de His (5%). Hipertrofia ventricular izquierda en 18 (90%) casos y de hipertrofia asociada del ventrículo derecho en 3 (15%) casos (Fig. 9). Sobrecarga diastólica del ventrículo izquierdo en 15 (75%) casos y sobrecarga sistólica del ventrículo izquierdo en 14 (70%) casos (Fig. 10). En ningún caso (0%) se documentaron alteraciones de repolarización miocárdica.

La evaluación ecocardiográfica en eje paraesternal izquierda correspondió a lo documentado electrocardiográficamente ya que 18 (90%) casos cursaron con hipertrofia de ventrículo izquierdo la cual fue en el 100% de éstos, concéntrica y moderada, se asoció hipertrofia de ventrículo derecho en 3 (15%) de los mismos. En eje de 4 cámaras con muestra colocada sobre el sitio de apertura de la válvula mitral demostró patrón E A mitral normal en 10 (50%) de los casos y patrón anormal en 10 (50%) de los cuales 7 (70%) tuvieron patrón pseudonormal y 3 (30%) patrón restrictivo (Fig. 11). La fracción de eyección del ventrículo izquierdo fue normal en todos los casos 82 mmHg en promedio. En el eje supraesternal se demostró la presencia de coartación aórtica yuxtaductal en el 100% de los casos, tipo membrana en 17 (85%) y tipo tubular en 3 casos (15%) (Fig. 12). Arco aórtico hipoplásico en 15 casos (75%), hipoplasia del istmo aórtico en 17 (85%) casos (Fig. 13). El gradiente máximo promedio trans coartación fue de 56 mmHg y el gradiente medio promedio fue de 27 mmHg. El cálculo del índice de rendimiento miocárdico (Tei) demostró la presencia de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo con un Índice de Tei mayor de 0.42 en un total de 15 casos representando el 75% del total de la muestra mientras que los que tuvieron índice de Tei normal (0.37 ± 0.05) fue de 5 casos (25%) (Fig. 14). La correlación entre el índice de Tei y el patrón E/A de la mitral se muestra en la figura 15. También se apreció deformación global longitudinal del ventrículo izquierdo prácticamente en todos los pacientes, sin embargo menos marcada en quienes cursaron con disfunción diastólica de VI, con lo anterior podemos señalar que la magnitud de la deformación longitudinal de la fibra miocárdica se comporta de manera inversa al grado de disfunción diastólica. Durante la evaluación del ventrículo izquierdo observamos de manera indirecta que en los pacientes en los que encontramos disfunción diastólica del ventrículo izquierdo el ventrículo derecho se encontraba con dilatación importante que afectaba la coaptación normal de la válvula mitral por lo que inferimos que de manera indirecta afecta también al índice de rendimiento miocárdico. Por otra parte aun cuando en el protocolo original no se tenía contemplado, observamos una marcada elongación del atrio izquierdo en los pacientes que cursaron con disfunción diastólica, sin embargo al tratarse de un estudio para evaluar la función diastólica del ventrículo izquierdo no se realizó el análisis de este hallazgo. Los datos demográficos y clínicos de los pacientes así como los resultados están compilados en la Tabla 1.

DISCUSION

El presente estudio demuestra que los pacientes pediátricos con edades entre 6 y 15 años con diagnóstico de coartación aórtica que son atendidos en el servicio de Cardiología Pediátrica de la UMAE Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza” del Instituto Mexicano del Seguro Social presentan disfunción diastólica del ventrículo izquierdo de acuerdo al índice de rendimiento miocárdico (Tei) toda vez que el 75% de los casos cursó con un índice mayor de 0.42. Esto asociado, como se describe en el marco teórico, a la presencia de hipertensión arterial sistémica presente en todos los casos de los pacientes que cursaron con disfunción diastólica, en dos de los casos de pacientes con disfunción diastólica la presión arterial sistémica diastólica se encontraba normal y en dos casos diferentes la sistólica se encontraba normal, y a hipertrofia del ventrículo izquierdo ya que el 90% de los casos con función diastólica normal o anormal presentó hipertrofia del ventrículo izquierdo demostrada electrocardiográfica y ecocardiográficamente.

La hipertrofia del ventrículo izquierdo en todos los casos fue concéntrica y moderada, lo que resalta la importancia de la medición del grosor de las paredes de los ventrículos de manera rutinaria en todas las evaluaciones ecocardiográficas de los pacientes con diagnóstico de coartación aórtica, no encontramos casos con dilatación del ventrículo izquierdo, en 3 casos se asoció la presencia de hipertrofia del ventrículo derecho que correspondieron a un índice de rendimiento miocárdico mas elevado, lo que podría ser también un factor adyuvante de la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo, sin embargo se ha demostrado en múltiples estudios de disfunción diastólica que la dilatación del ventrículo derecho afecta directamente a la válvula mitral lo que condiciona cambios en el patrón EA mitral. Dos de los pacientes que cursaron con función diastólica normal tuvieron paredes ventriculares izquierdas con mediciones normales (10%).

El patrón EA de la válvula mitral mostró alteraciones en el 50% de los casos mientras que en 50% de los casos que tuvieron patrones normales se demostró un índice de Tei anormal por lo que no se puede considerar que el patrón EA de la válvula mitral sea un indicador por si mismo de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo, sin embargo cuando éste es anormal podemos sugerirlo como un factor predictivo positivo de disfunción diastólica.

Además los casos en los que el patrón de disfunción diastólica del VI fue restrictivo el índice de rendimiento miocárdico fue más elevado lo cual concuerda con lo informado en la literatura. La fracción de eyección del VI fue normal en todos los casos y de acuerdo a lo previamente publicado ya que se ha postulado que la fracción de eyección del ventrículo izquierdo normal o alta en presencia de hipertrofia de ventrículo izquierdo es un indicador de disfunción sistólica del mismo (49), pudiendo esto llevar más rápidamente a la disfunción diastólica.

Los hallazgos de la exploración física demuestran que la intensidad del soplo y la irradiación tienen relación con el índice de rendimiento miocárdico (Tei) ya que aquellos pacientes con soplo grado III el Tei fue mas elevado y en aquellos cuya irradiación fue supraesternal, a cuello y espalda, y a cuello y espalda el Tei fue más elevado.

El electrocardiograma no mostró diferencias a lo ya documentado en la literatura en relación a la presencia de hipertrofia del ventrículo izquierdo, con algunos estudios mostrando hipertrofia del ventrículo derecho, así como sobrecarga diastólica y sistólica del ventrículo izquierdo. No se documentaron alteraciones de la repolarización miocárdica.

La teleradiografía de tórax de los pacientes con un índice de rendimiento miocárdico más alto mostró cardiomegalia de mayor grado que la de los pacientes con índices más bajos o normales. Sin embargo no se logró documentar la presencia de Roessler en ninguno de los pacientes del estudio por lo que este parámetro no pudo ser evaluado,

La edad al momento del diagnóstico demostró que a mayor edad de diagnóstico el índice de rendimiento miocárdico es más elevado, sin embargo el hecho de no haber incluido neonatos y menores de 6 años no nos permite demostrar fehacientemente esta relación.

Existe hasta la fecha un solo estudio que evalúa integralmente la función diastólica ventricular izquierda en el período posterior a la reparación de la coartación aórtica (49), pero el nuestro es el primero que evalúa esta alteración previo a la reparación por lo que habremos de dar seguimiento posterior a la reparación de la coartación en los pacientes del presente estudio para poder determinar el grado de mejoría de la función diastólica del VI posterior a la reparación y compararlo con lo ya publicado.

La principal limitante de este estudio es el tamaño de la muestra, por lo que continuaremos la evaluación de la función diastólica del VI en todos los pacientes a los que se establezca el diagnóstico de coartación aórtica en nuestro servicio. Otra limitante fue el no haber incluido los cambios en la TA, gradiente trans coartación y la función ventricular durante el ejercicio lo que hace difícil establecer si éste tiene relación en el incremento del índice de rendimiento miocárdico por lo que habremos de incluir la prueba de esfuerzo en los pacientes que por su edad y talla puedan ser sometidos a la misma.

Podemos sin embargo concluir que con presencia de hipertensión arterial sistémica, mayor hipertrofia del ventrículo izquierdo y probablemente la edad más elevada al momento del diagnóstico el índice de rendimiento miocárdico (Tei) es más elevado y por lo tanto cursan con disfunción diastólica del ventrículo izquierdo.

No se consideró para fines de este estudio el tiempo de tratamiento antihipertensivo de los pacientes ni su apego al mismo, factores que podrían de alguna manera influir en el grado de disfunción diastólica toda vez que la hipertensión arterial sistémica influye directamente sobre el grado de hipertrofia ventricular izquierda.

Se requiere de una muestra más grande incluyendo pacientes en etapa neonatal y hasta los 15 años con integración de los parámetros estudiados en reposo y en esfuerzo, así como la realización de ecocardiograma tisular, medición de la deformidad global longitudinal del ventrículo izquierdo, medición de la elongación atrial izquierda, grado de dilatación del ventrículo derecho y el índice de excentricidad diastólica del ventrículo izquierdo para determinar de manera adecuada el grado de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo en los pacientes que cursan con coartación aórtica.

CONCLUSIONES

- 1.- Los pacientes con diagnóstico de coartación aórtica cursan con disfunción diastólica del Ventrículo izquierdo la cual se coincidió con el gradiente trans coartación documentado por Ecocardiograma.
- 2.- El índice de rendimiento miocárdico (Tei) del ventrículo izquierdo es el método ideal para la evaluación del grado de disfunción diastólica del VI.
- 3.- El patrón EA de la válvula mitral no es un indicador por si mismo de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo.
- 4.- Las alteraciones del patrón EA de la válvula mitral se pueden considerar como factor predictivo positivo de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo.
- 5.- El patrón EA mitral restrictivo se relaciona con mayor deterioro de la función diastólica del ventrículo izquierdo.
- 6.- La dilatación del ventrículo derecho afecta directamente la coaptación de la válvula mitral y por lo tanto el patrón EA mitral.
- 7.- La hipertensión arterial sistémica y el grado de hipertrofia del ventrículo izquierdo están directamente relacionados con el grado de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo.
- 8.- Se debe medir siempre el grosor de las paredes del ventrículo izquierdo para determinar de manera adecuada la función ventricular izquierda y las presiones de llenado ventricular.
- 9.- Es importante la medición del volumen y la función del atrio izquierdo y las presiones sistólica y diastólica de la arteria pulmonar ya que estas se correlacionan directamente con la función y disfunción diastólica del ventrículo izquierdo.

10.- No se logró demostrar si la dilatación del ventrículo izquierdo tiene o no relación con el grado de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo en pacientes con diagnóstico de coartación aórtica.

11.- A mayor edad de diagnóstico de coartación aórtica, mayor índice de rendimiento miocárdico, por lo tanto, mayor grado de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo.

12.- El tamaño de la muestra es aún escaso y pretendemos seguir estudiando más pacientes, por lo que es necesaria la continuación del estudio y los que deriven de estas conclusiones para demostrar fehacientemente lo aquí encontrado.

13.- Se deben evaluar además de los parámetros incluidos en este estudio las mediciones de la tensión arterial, el tiempo y apego al tratamiento médico y el tipo de agente antihipertensivo.

14.- Se debe incluir en las evaluaciones posteriores la relación con el ejercicio con los cambios en la tensión arterial y el gradiente transcoartación a través de la prueba de esfuerzo en los pacientes que puedan ser sometidos a ésta.

15.- Se requiere incluir en la continuación del estudio la evaluación mediante ecocardiograma tisular, la medición de la deformidad global longitudinal del ventrículo izquierdo, la medición de la elongación atrial izquierda, el grado de dilatación del ventrículo derecho y el índice de excentricidad diastólica del ventrículo izquierdo.

16.- Se debe ampliar el rango de edad de los pacientes con diagnóstico de coartación aórtica para incluir a los menores de 6 años de edad y así poder establecer los parámetros de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo en la edad pediátrica.

17.- Es importante en seguimiento de los pacientes sometidos a corrección de la coartación aórtica para conocer la magnitud de la mejoría de la función diastólica del ventrículo izquierdo, el tiempo que tarda esta en lograrse y si en algún momento sufre algún deterioro.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Kirklin JW, MD. Barrat-Boyles BG, MD ChM: Coarctation of the aorta. En Cardiac Surgery, Kurklin JW, Barrat-Boyles BG (ed). John Wiley and Sons Inc., New York, 1986 pp 1035.
- 2.- Morris MJ, McNamara DG: Coarctation of the aorta and interrupted aortic arch en The Science and Practice of Pediatric Cardiology, Garson A (ed) Lea & Febiger., Philadelphia 1990 p 1353.
- 3.- Castaneda AR, Jonas RA, Mayer Jr. JE, Hanley FL: Aortic coarctation en Cardiac Surgery of the Neonate and Infant, Castaneda AR (ed) WB Saunders, Philadelphia 1994 p 333-8.
- 4.- Cotran RS, Kumar V, Robbins SL: El Corazón en: Robbins Patología Estructural y Funcional, Cotran RS, Kumar V, Robbins SL (ed) McGraw-Hill Interamericana, Madrid, 1990 p 659.
- 5.- Schwengel DA, Nichols DG, Cameron DE: Coarctation of the aorta and interrupted aortic arch. En Critical Heart Disease in Infants and Children, Nichols DG (ed) Mosby., St. Louis, 1995 p 671.
- 6.- Maymone-Martins F.A. Sánchez P.A. Gómez-González R. Brito-Pérez J.M. Coartación de Aorta En Cardiología Pediátrica Clínica y Cirugía P.A. Sánchez (ed), Salvat Ed., Barcelona 1986, pp 683-89.
- 7.- Keith JD: Prevalence, incidence and epidemiology. En Heart Disease in infancy and Childhood, Keith JD, Rowe RD, Vlade P (eds), McMillan, New York 1978 pp 3, 736, 754.
- 8.- McNamara DG, Rosenberg HS: Coarctation of the aorta. En Cardiología Pediátrica, Watson H (ed), Salvat Ed., Barcelona 1970, p 187.
- 9.- Campbell M, Polani PE: The aetiology of coarctation of the aorta. Lancet 1:463, 1961.

- 10.- Jarcho S: Coarctation of the aorta (Meckel 1750; Paris 1791) Am J Cardiol 7:884, 1961.
- 11.- Morgagni JB: de Sedibus et Causis Morborum vol 1, p 462 (Epist XVIII, Art 6, Remondini, Venice).
- 12.- Christensen NA: Coarctation of the aorta: Historical review. Proc staff Meet Mayo Clin 23:322, 1948.
- 13.- Bonnet LM: Sur le lésion dite stenose congenitale de l'aorte dans la region de l'isthme. Rev Med (Fr) 23:108-255-335, 1903.
- 14.- Jenkins NP, Ward C. Coarctation of the aorta: natural history and outcome after surgical treatment. QJM: 92(7);365-371,1999.
- 15.- Kreutzer EA. Cardiopatías congénitas obstructivas. En Cardiopatías en la Infancia, E. Kreutzer (ed) El Ateneo Ed., Buenos Aires, 1970, p 102.
- 16.- De Salamanca FE, Cabrera-Roca G: Lesiones Obstructivas. Estenosis Pulmonar, Estenosis Aortica, Coartacion de Aorta. En Cardiología Pediátrica, J Ardura Fernandez (ed) Madrid., p 189.
- 17.- Bartosh SM, Aronson AJ: Childhood hypertension. An update on etiology, diagnosis, and treatment. Pediatr Clin North Am 1999 Apr; 46(2): 235-52.
- 18.- Cotran RS, Kumar V, Robbins SL: El Corazón en: Robbins Patología Estructural y Funcional, Cotran RS, Kumar V, Robbins SL (ed) McGraw-Hill Interamericana, Madrid, 1990 pp 650-51.
- 19.- Rudolph AM: Aortic Arch Obstruction en: Congenital Diseases of the Heart: Clinical and Physiological Considerations, AM Rudolph (ed) Futura Publishing Co. Inc., New York 2001, pp 367-406.

- 20.- Buendia A. Coartacion de la Aorta. En *Cardiología Pediátrica Diagnostico y Tratamiento*, Attie F. (ed) Editorial Medica Panamericana., Mexico, 1993 p 316.
- 21.- Vargas-Barrón J: Valvulopatía aórtica. En *Ecocardiografía de modo M, Bidimensional y Doppler*. J. Vargas-Barrón (ed) Salvat Mexicana de Ediciones., México 1985, pp 153-5.
- 22.- Sahn DJ, Allen HD, McDonald G. et al. Real-time cross-sectional echocardiographic diagnosis of coarctation of the aorta. A prospective study of echocardiographic-angiographic correlations. *Circulation*, 56:762, 1977.
- 23.- Celano V. Pieroni DR, Morera JA: Two-dimensional echocardiographic examination of mitral valve abnormalities associated with coarctation of the aorta. *Circulation*, 69:924, 1984.
- 24.- Horowitz S. Valdés-Cruz LM, Sahn DJ: Estimations of gradients across aortic coarctations by continuous wave 2D echo Doppler: experimental canine studies and initial clinical experience. *J Am Coll Cardiol*. 3:494, 1984 (Abstr).
- 25.- Oh JK, Seward JB, Tajik AJ: Evaluación de la Función Diastólica. En *The Echo Manual*. Oh JK (ed) Maayo Foundation, Estados Unidos 1999, pp 45-57.
- 26.- Appleton C.P. Jensen J.L. Hatle L.K. Oh J.K: Doppler Evaluation of Left and Right Ventricular Diastolic Function: A Technical Guide for Obtaining Optimal Flow Velocity Recordings. *J Am Soc Echocardiogr*;10(3):271-92, 1997.
- 27.- Smith MD: Left Ventricular Diastolic Function, Clinical utility of Doppler echocardiography. En *Textbook of Clinical Echocardiography*. Otto (ed) W.>B. Saunders, Philadelphia 2004. pp 113-36.
- 28.- Little W. Valoración de la función cardíaca en condiciones normales y patológicas. En : Braunwald E, Zipes D, Libby P, editores. *Braunwald's Cardiologia*. 1 ed. Madrid: Marbán ; 2004. p. 585-613

- 29.- Zile MR, Brutsaert DL: New concepts in Diastolic Dysfunction and Diastolic Heart Failure: Part one. *Circulation*:105;1387-93,2002.
- 30.- Krishnan P, Ventura HO, Uber PA, Arcement LM, Mehra MR. Treatment of hypertension for patients with diastolic dysfunction. *Curr Opin Cardiol* 18:272-77;2003.
- 31.- Okada Y. Ono S. Inoue Y. Tomomasa T. Morikawa A: Doppler Echocardiographic Evaluation of Right Ventricular Diastolic Function in Children. *Pediatr Cardiol*. 21:358-62, 2000.
- 32.- Saccheri M.C. Cianciulli T.F. Konopka I.V. Guerra J.E. Acunzo R.S. Serans D.F. Lax J.A. Prezioso H.A. Vidal L.A. Elizarrri M.V: Utilidad del Doppler pulsado tisular en la detección precoz de anomalías diastólicas en familiares de primer grado de pacientes con miocardiopatía hipertrófica familiar. *Rev Esp cardiol* 59(1):41-9, 2006.
- 33.- Ho-Ming S, Tsung-Hsien L, Wen-Chol V, Kun-Tai L, Chih-Sheng C, Wen-Ter L, Sheng-Hsiung S. Differentiation of Left Ventricular Diastolic Dysfunction, Identification of Pseudonormal/Restrictive Mitral Inflow Pattern and Determination of Left Ventricular Filling Pressure by Tei Index Obtained from Tissue Doppler Echocardiography. *ECHOCARDIOGRAPHY* 23(4):287-94, 2006.
- 34.- Zhang H. Otsuji Y, Matsukida K. Hamasaki S. Yoshifuku S. Kumanohoso T. Koriyama C. Kisanuki A. Minagoe S. Tei C. Noninvasive Differentiation of Normal From Pseudonormal/Restrictive mitral flow Using TEI Index Combining Systolic and Diastolic Function. *Circ J* 66:831-6, 2002.
- 35.- Feigenbaum H, Armstrong WF, Ryan T. Evaluation on Systolic and Diastolic Function of the Left Ventricle. En *Echocardiography*. Feigenbaum H (ed) Lippincott Wilkins and Williams St. Louis 2004, pp 169-80.
- 36.- Abd el Rahman M.Y. Hui W. Dsebissowa F. Schubert S. Hübler M. Hetzer R. Lange P.E. Abdul Khalig H. Comparison of the Tissue Doppler-Derived Left ventricular tei Index to that Obtained by Pulse Doppler in Patients with Congenital and Acquired Heart Disease. *Pediatr Cardiol* 26:391-95, 2005.

- 37.- Gross RE. Surgical correction for coarctation of the aorta. *Surgery* 18:673, 1945.
- 38.- Crafoord C, Nylin G. Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. *J Thorac Surg* 14:347-6;1945.
- 39.- Singer MI, Rowen M, Dorsy TJ. Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn. *Am Heart J* 103:131-2;1982.
- 40.- Shaddy RE, Boucek MM, Sturtevant JE, Ruttenberg HD, Jaffe RB, Tani LY, Judd VE, Veasy LG, McGough EC, Orsmond GS. Comparison of Angioplasty and Surgery for Unoperated Coarctation of the Aorta. *Circulation* 87(3):793-799;1993.
- 41.- Weber KT. Are Myocardial Fibrosis and Diastolic Dysfunction Reversible in Hypertensive Heart Disease?. *CHF* 11:322-24;2005.
- 42.- Bermúdez-Cañete R. Coartación de Aorta: Posibles soluciones a un complejo problema. *Rev Esp Cardiol* 58(9):1010-3; 2005
- 43.- Sharpe N, Doughty R. Epidemiology of heart failure and ventricular dysfunction. *Lancet*; 352 (supl I):3-7; 1998.
- 44.- Balderrábano N. Vizcaino A. Reyes L. Espinoza G. Arévalo A. Segura B. Función ventricular izquierda en niños después de la reparación exitosa de la coartación aórtica. *Rev Esp Cardiol* 61(11):1126-33; 2008.
- 45.- Real Academia de la Lengua Española. Diccionario de la lengua española. 22ª edición, 2004.
- 46.- Piñeiro D, Migliore R. Algoritmo diagnóstico para la evaluación de la función diastólica del ventrículo izquierdo mediante ecocardiografía y Doppler cardiaco. *Rev Argent Cardiol* 71(6):453-57;2003.

- 47.- García, M; Thomas J. New Doppler Echocardiographic Applications for the Study of diastolic Function. J Am Coll Cardiol 32:865-75;1998.
- 48.- Kim W.H. Otsuji Y. Seward J.B. Tei C. Estimation of Left ventricular Function in Right Ventricular Volume And Pressure Overload, Detection of Early Ventricular Dysfunction by Tei Index. Jpn Heart J 40(2):145-54;1999.
- 49.- The Tei Index: Metodology and Disease State Values. Pellet A.A. Tolar W.G. Merwin D.G. Kerut E.K. ECHOCARDIOGRAPHY 21(7):669-72, 2004.
- 50.- Susuki MM. Nefrología. En Manual de Pediatría del Harriet Lane. Siberry GK, Ianone R. McGraw Hill Interamericana, México 2002, p 434.
- 51.-Chiang LK, Dunn AE. Cardiología. En Manual de Pediatría del Harriet Lane. Siberry GK, Ianone R. McGraw Hill Interamericana, México 2002, p 167.
- 52.- Duhagón P. Soplos Cardiacos. Arch Pediatr Uru. 2002;73(1):22-5.

ANEXO 1

Figura A

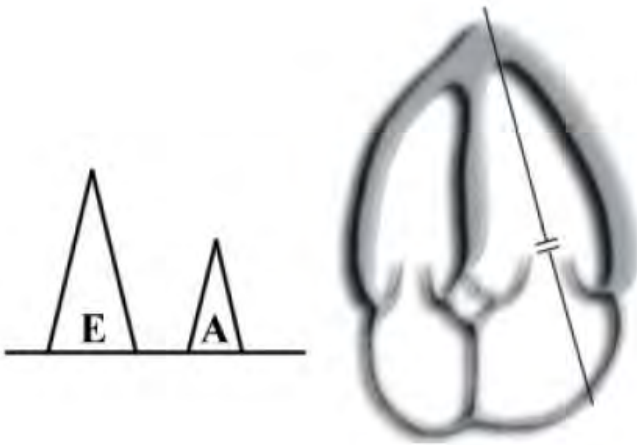


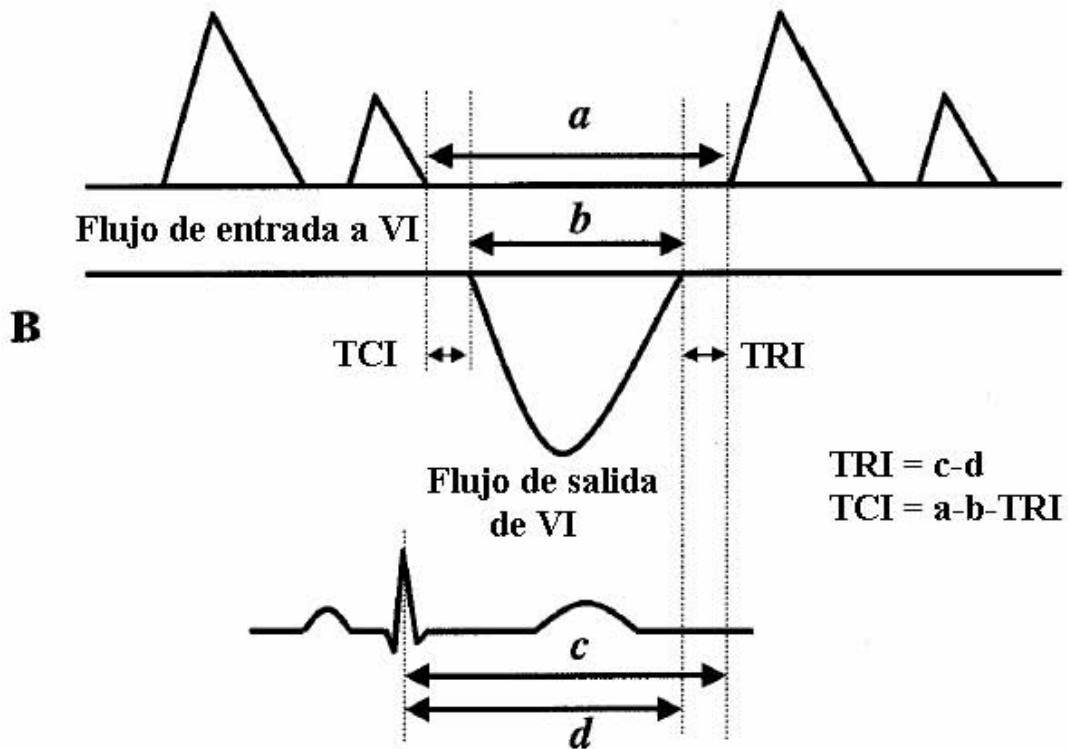
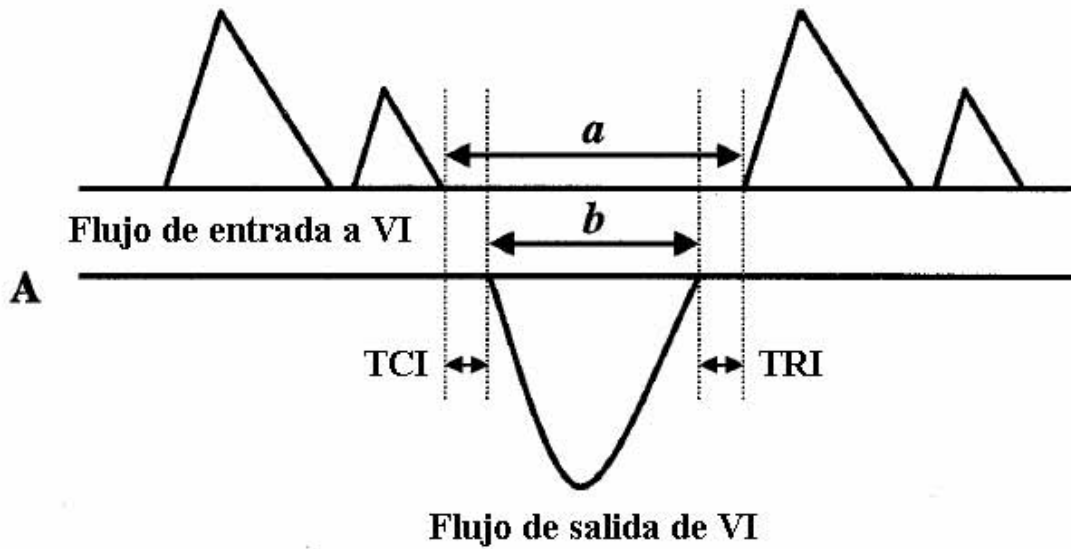
Figura B

Parámetros ecocardiográficos para el diagnóstico de disfunciones diastólicas ventriculares izquierdas

	Normal	Alteración de la relajación	Pseudonormal	Alteración de la distensibilidad
Flujo de entrada mitral				
Flujo de entrada mitral + Valsalva				
Velocidades del anillo mitral (TDI)				
Tamaño de la aurícula izquierda	normal	normal	dilatada	severamente dilatada
Presiones arteriales pulmonares	normal	normal	elevada	severamente elevada

Figura C

$$\text{Indice Tei} = (a-b) / b = \text{TCI} + \text{TRI} / \text{TE}$$



GRAFICAS

Fig 1. DISTRIBUCIÓN POR SEXO

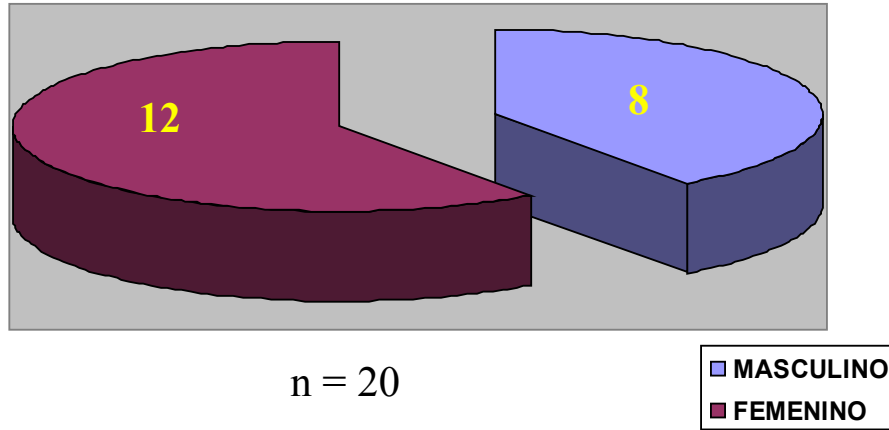
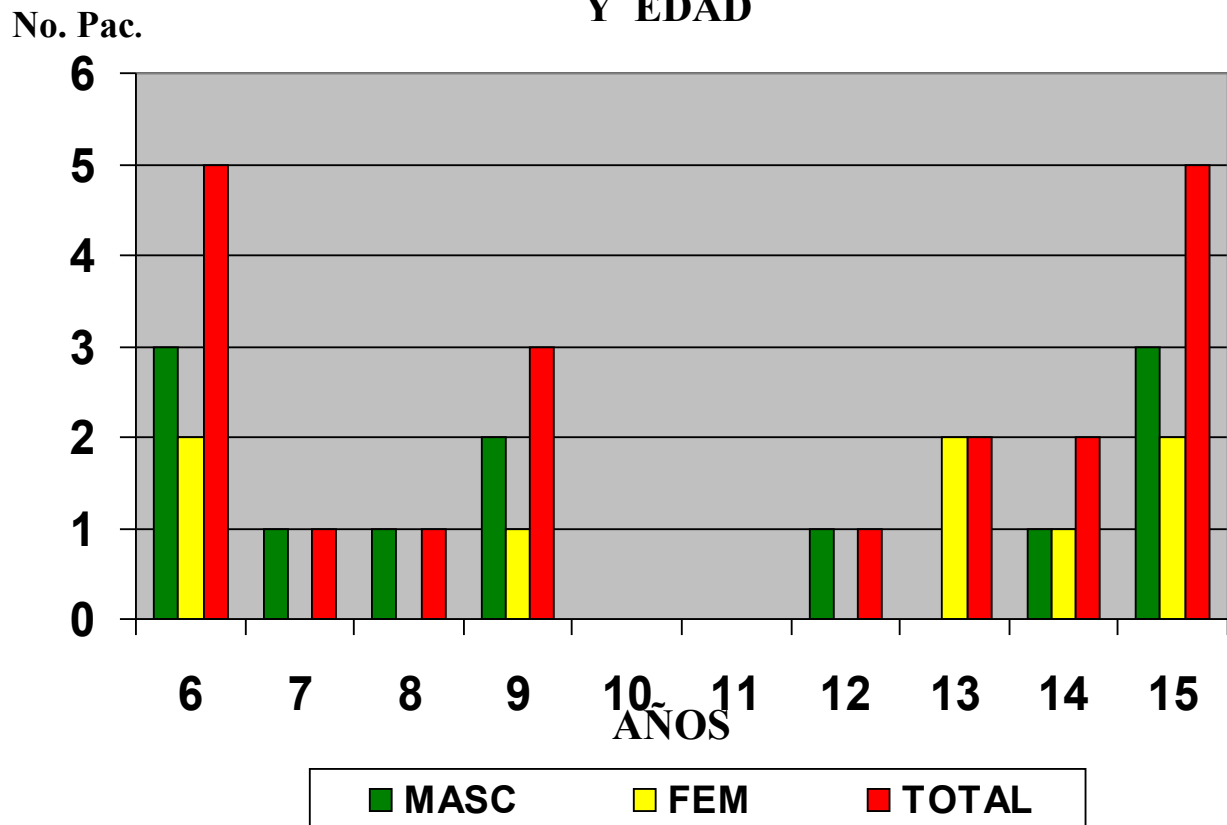


Fig 2. DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR SEXO Y EDAD



**Fig 3. DISTRIBUCIÓN POR INTENSIDAD DEL SOPLO
CLASIFICACIÓN DE LEVIN**

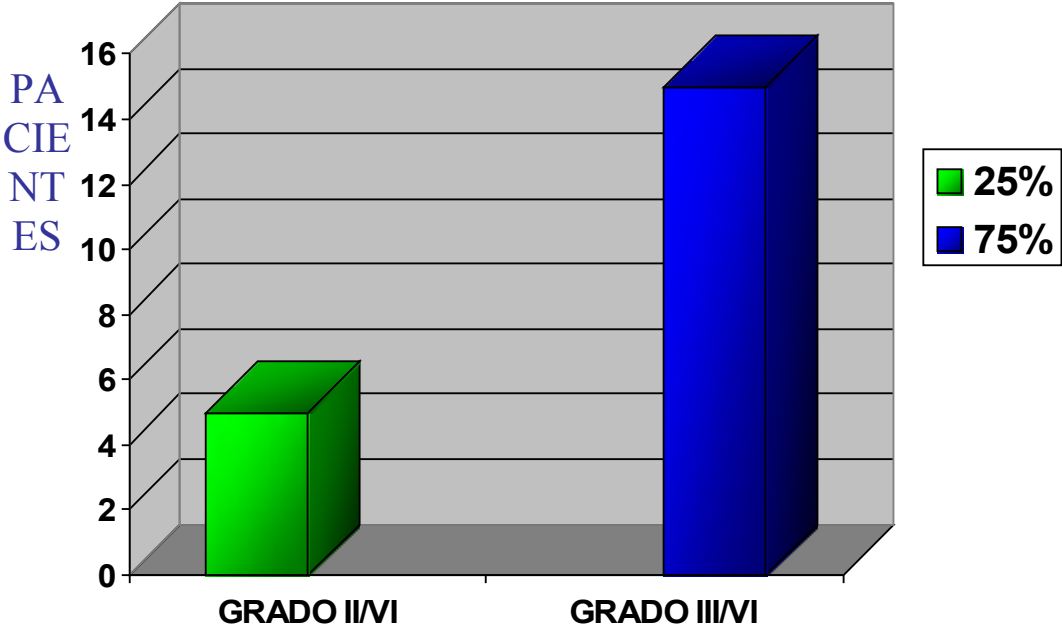


Fig 4. ÁREA DE IRRADIACIÓN DEL SOPLO

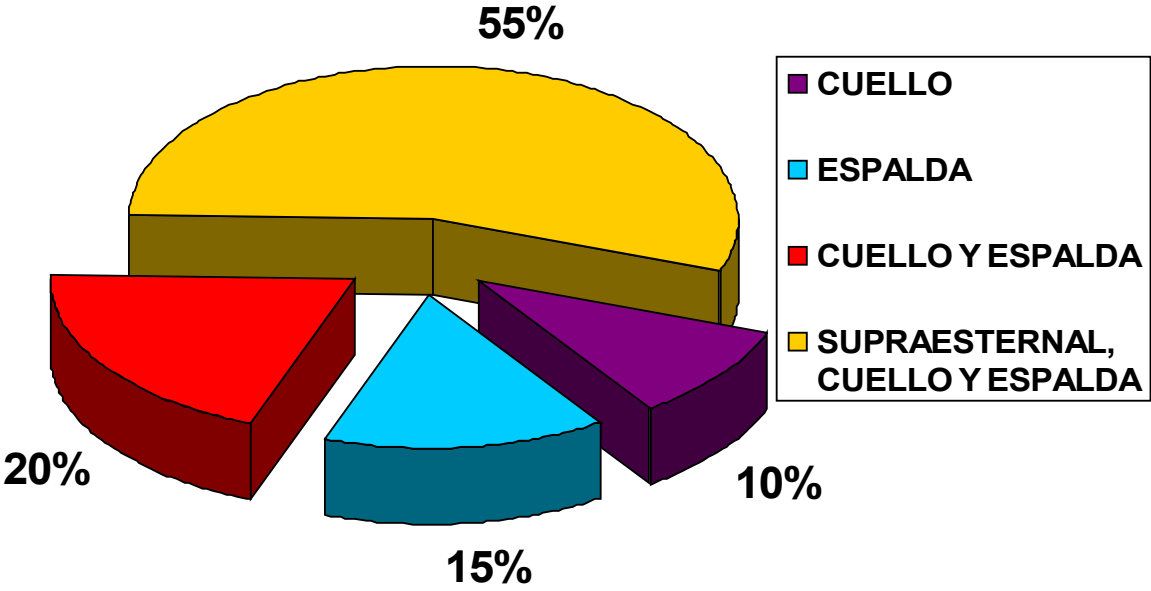


Fig 5. RELACIÓN SEGÚN PRESENTACIÓN DE PULSOS

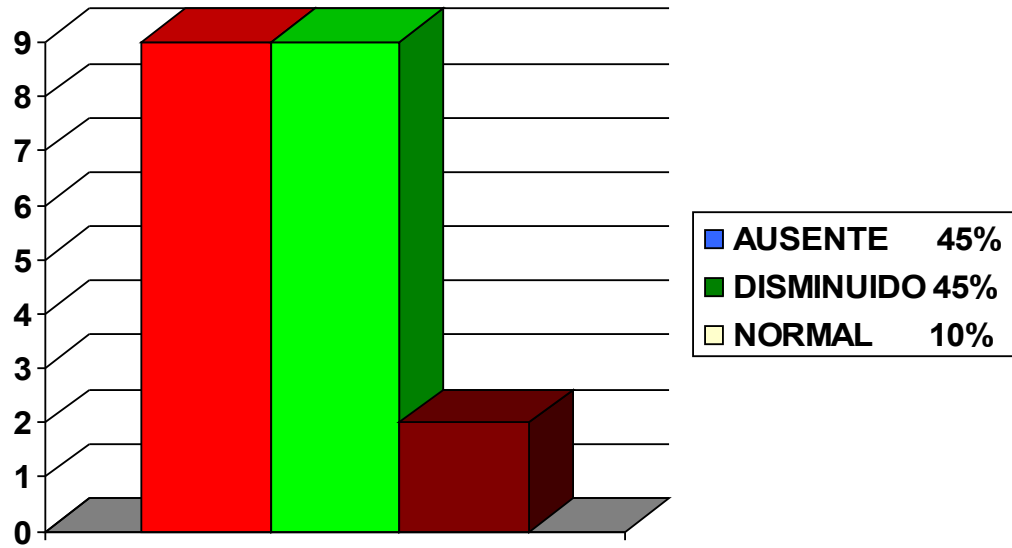
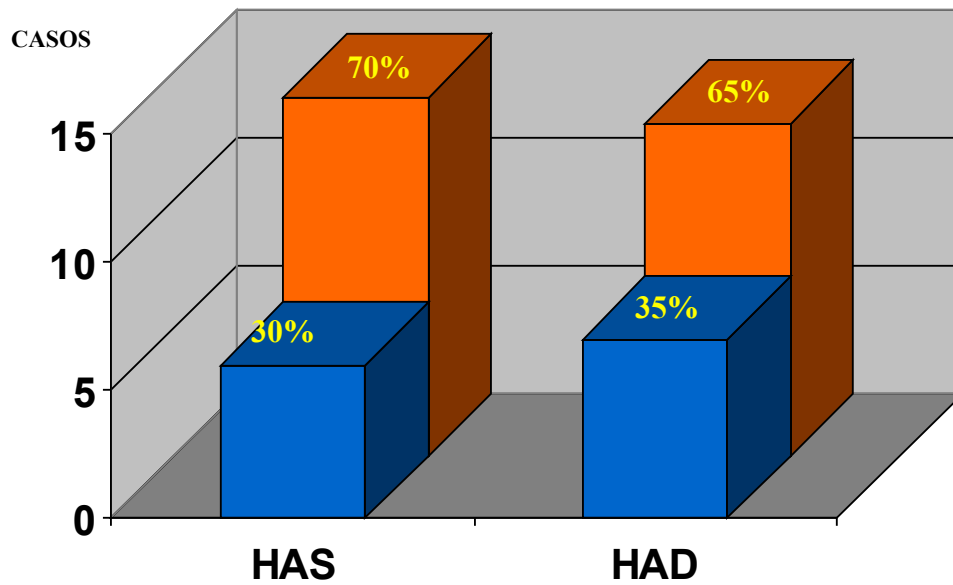


Fig 6. PRESENTACIÓN DE HIPERTENSIÓN



HAS – Hipertensión arterial sistólica
HAD – Hipertensión arterial diastólica

**Fig 7. CRECIMIENTO CARDIACO
RADIOLÓGICO**

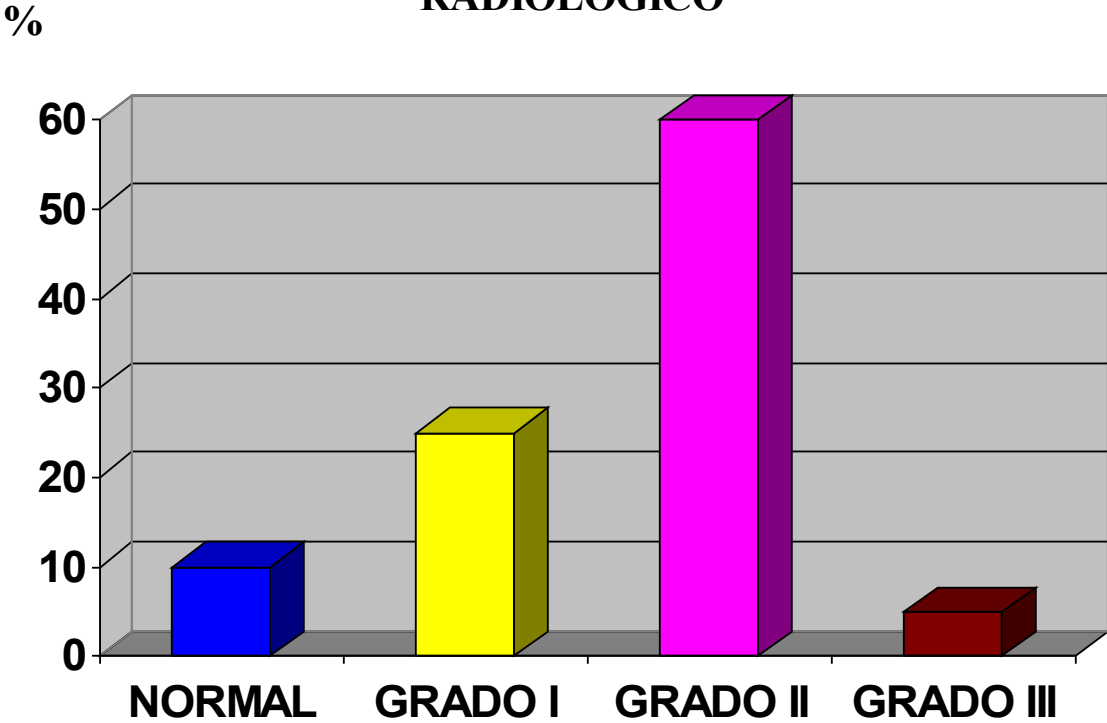


Fig 8. PRESENTACIÓN FLUJO PULMONAR

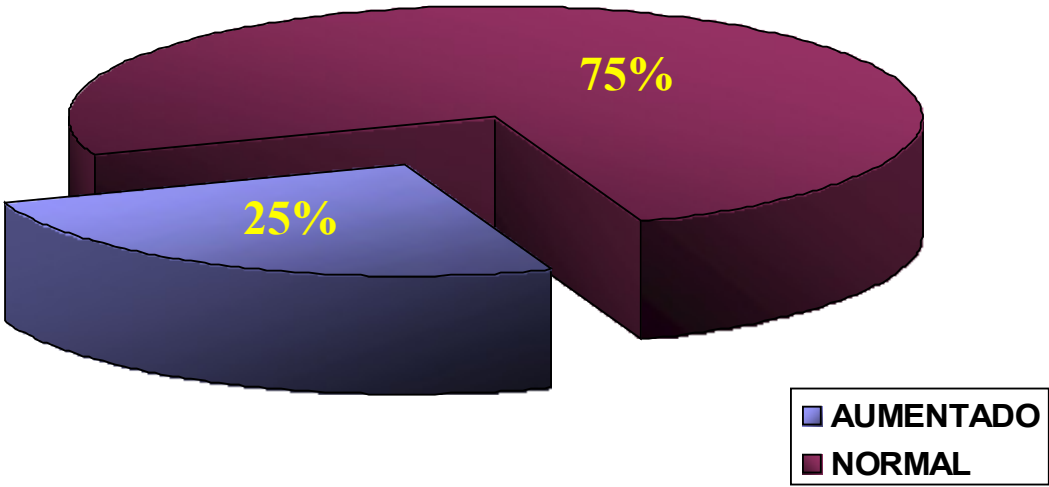


Fig 9. HIPERTROFIA DE CAVIDADES

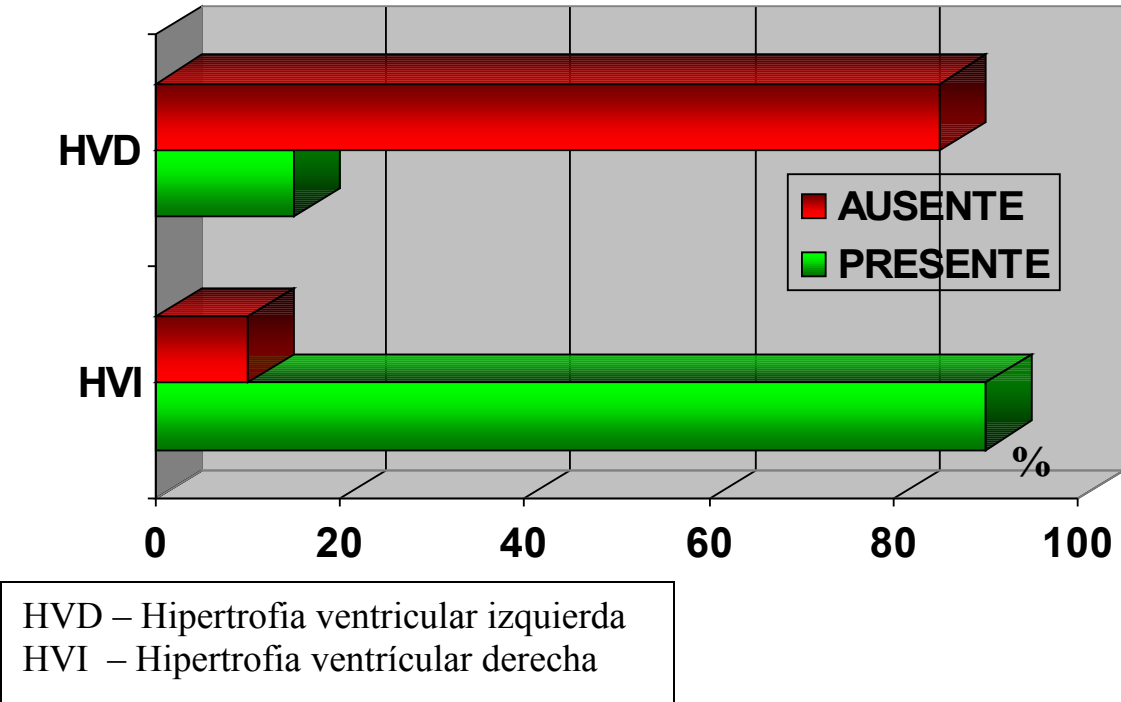
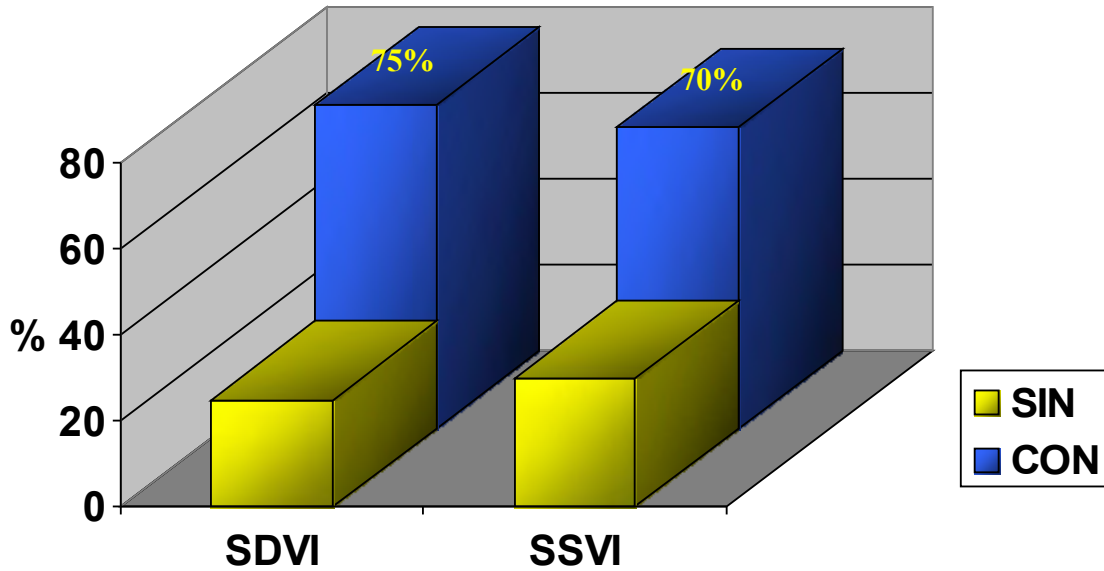


Fig 10. SOBRECARGA DE CAVIDADES



SDVI – Sobrecarga diastólica del ventrículo izquierdo
SSVI – Sobrecarga sistólica del ventrículo izquierdo

Fig 11. PATRONES DE RELAJACIÓN DE LA VÁLVULA MITRAL

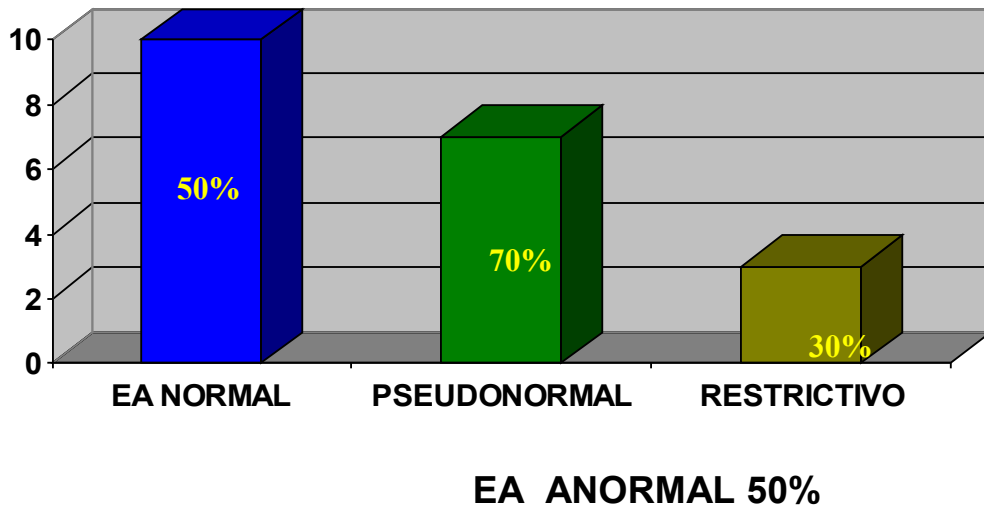


Fig 12. Tipos de CoAo Yuxtaductal

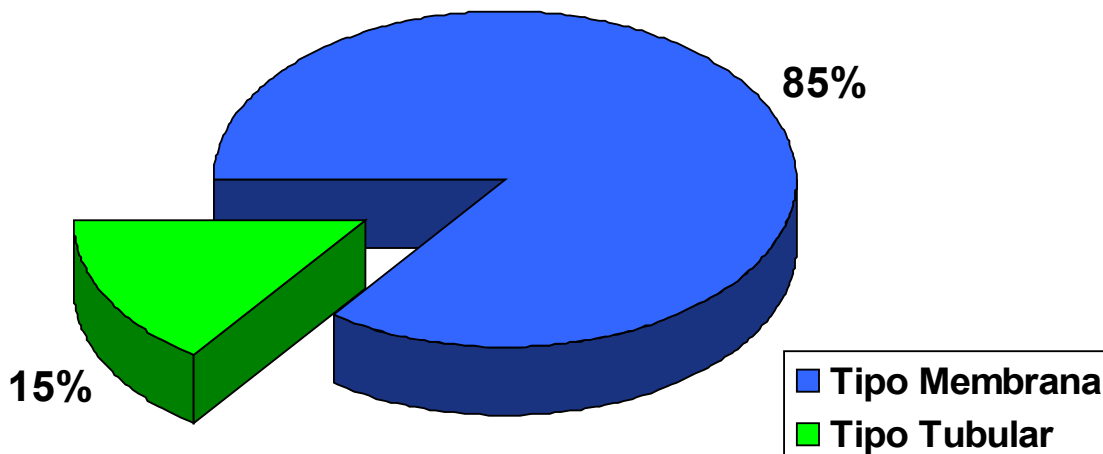


Fig 13. LESIÓN AÓRTICA

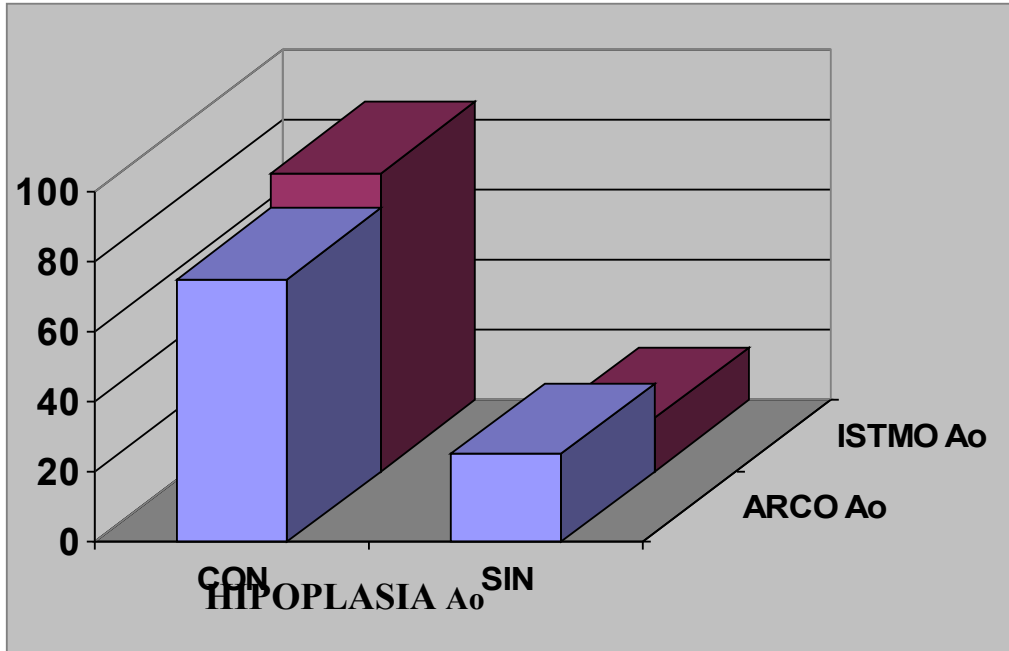


Fig 14. Función Diastólica del Ventriculo Izquierdo (Indice de Tei)

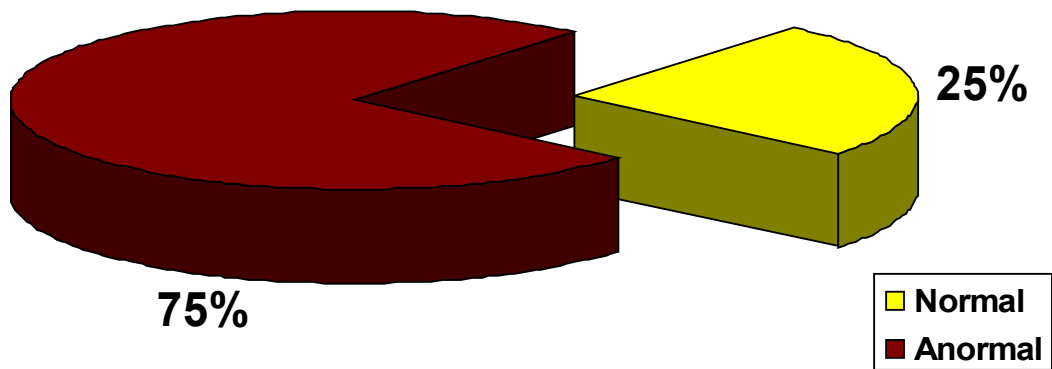


Fig 15. CORRELACIÓN INDICE DE RENDIMIENTO MIOCÁRDICO (TEI) VS PATRON E/A MITRAL

No. Pac.

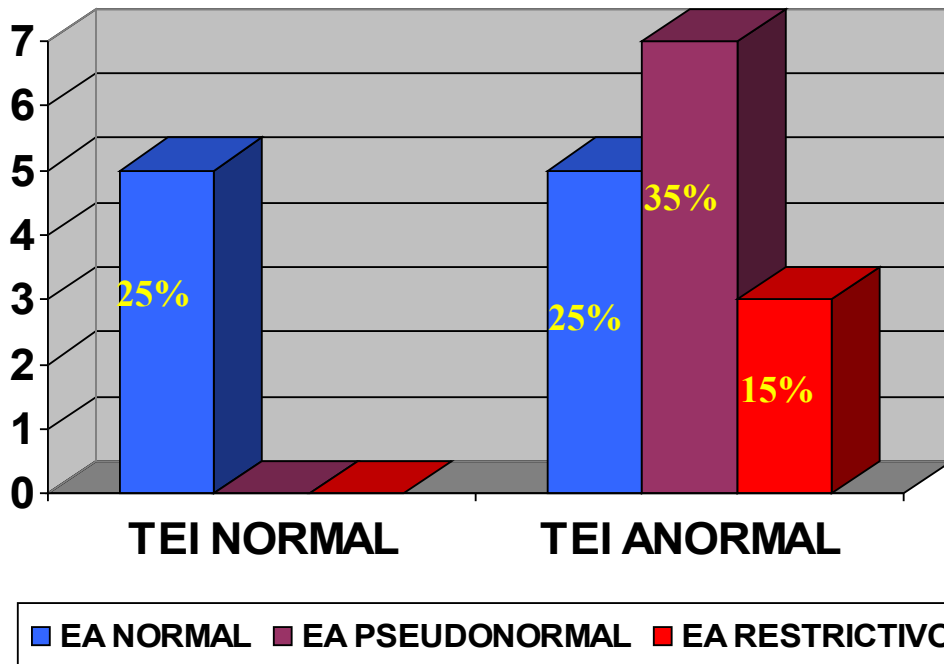


TABLA 1

DATOS DEMOGRAFICOS Y CLINICOS DE PACIENTES CON CoAo

VARIABLE	COARTACION AORTICA CASOS	COARTACION AORTICA PORCENTAJE
SEXO MASCULINO	12/20	60%
SEXO FEMENINO	8/20	40%
EDAD 6 AÑOS	5/20	25%
7 AÑOS	1/20	5%
8 AÑOS	1/20	5%
9 AÑOS	3/20	15%
12 AÑOS	1/20	5%
13 AÑOS	2/20	10%
14 AÑOS	2/20	10%
15 AÑOS	5/20	25%
SOPLO GRADO II	5/20	25%
GRADO III	15/20	75%
IRRADIACION CUELLO	2/20	10%
ESPALDA	3/20	15%
CUELLO Y ESPALDA	4/20	20%
CUELLO, ESPALDA Y SE	11/20	55%
PULSOS NORMALES	2/20	10%
DISMINUIDOS	9/20	45%
AUSENTES	9/20	45%
HAS SISTOLICA	14/20	70%
HAS DIASTOLICA	13/20	65%
SIL. CARD. NORMAL	2/20	10%
CARDIOMEGALIA GI	5/20	25%
GRADO II	12/20	60%
GRADO III	1/20	5%
FLUJO PULM NORMAL	15/20	75%
AUMENTADO	5/20	25%
HIPERTROFIA VEN DER	3/20	15%
HIPERTROFIA VENT IZQ	17/20	85%
SOBRECARGA D VI	15/20	75%
SOBRECARGA S VI	14/20	70%
PATRON EA NORMAL	10/20	50%
PRESUDONORMAL	7/10	70%
RESTRICTIVO	7/10	30%
CoAo MEMBRANA	17/20	85%
TUBULAR	3/20	15%
AORTA NORMAL	3/20	15%
HIPOLASIA ARCO	15/20	75%
HIPOLASIA ISTMO	17/20	85%
Tei NORMAL	5/20	25%
ANORMAL	15/20	75%