

Universidad Nacional Autónoma
de México

11262
6
Lij

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRIA EN CIENCIAS MEDICAS

**Comparación del cateterismo cardiaco y la ecocardiografía
Doppler mediante la medición de intervalos sistólicos e
insuficiencia tricuspídea con y sin medio de contraste para el
diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar en niños.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MAESTRO EN CIENCIAS MEDICAS

P R E S E N T A

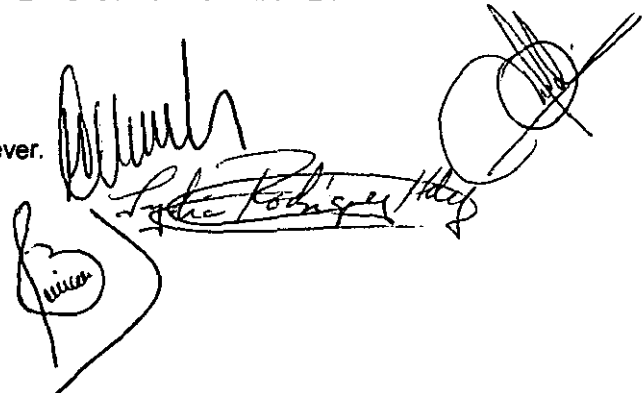
DR. JORGE LUIS GIRON CARRILLO

TUTORES:

M en C Miguel Angel Villasís Keverer.

Dra. Lydia Rodríguez Hernández

Dra. Luisa Beirana Palencia



MEXICO.D.F.

OCTUBRE 1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

273290



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.

VIVIR ES EL SABER QUE EXISTO AHORA Y SOLO AHORA.
ES SABER DE MI TACTO, ES EL FORMAR FIGURAS,
ES DESCUBRIR EN EL OLOR LA MEMORIA DE LAS COSAS,
DEL HOMBRE, DE SU HISTORIA Y GUSTAR EN LA BOCA
DE COMO SE VUELVE VIDA LO QUE COMO.
ES SABER QUE EL ESPACIO YO LO ENSANCHO,
ES ESCUCHAR, SIN MEZCLA DE MI MISMO EL CAMINAR DE TODO LO QUE VIVE.
ES SER YO POR LO QUE HICE O HARE CUANDO NO PIENSO.
ES EL SABERME VIVO Y ACEPTARLO PORQUE EXISTO AHORA.
PODER SENTIR EN MIS LABIOS LA TERSURA DEL SILENCIO DE LO QUE NO PUEDES DECIRME,
LAS GOTAS DE AGUA CAER SOBRE MI ROSTRO DE LA FUENTE DE MIS SENTIMIENTOS
Y SER LO BASTANTE INTELIGENTE QUE NO IMPLICA CONOCERLO TODO O SABER EN DEMASIA
SI NO SIMPLEMENTE SER FELIZ.
ES VER ATRAVES DE TUS RETOÑOS LA SEMEJANZA DE TU ESPECIE Y DE TU GENERO,
VIVIR ES PODER AGRADECER A TU DIOS POR TODO LO QUE CONOCES Y OBSERVAS
Y DE LA CAPACIDAD QUE TIENES PARA AMAR, Y DE LA LIBERTAD DE EXPRESARTE .
POR QUE VIVIR ES SABER QUE EXISTO AHORA Y SOLO AHORA
Y QUE MI PASADO EXISTE SIN COMPARTIMENTOS ESTANCOS,
QUE MI PRESENTE ES POR LO QUE VIVO AHORA
Y EL FUTURO LOS SUEÑOS QUE FALTAN POR REALIZAR.

CUANTAS VECES SIENTES QUE TODO LO TIENES, PERO DE PRONTO TE DAS CUENTAS QUE CARECES DE AQUELLOS SENTIMIENTOS QUE FORTALECEN TU CALIDAD COMO SER HUMANO, QUE MEJORAN EN MUCHO TUS CUALIDADES Y TE ACERCAN AUN MÁS CON LA GENTE QUE AMAS.

LA MAYORIA DE LAS VECES CAMINAMOS SIN TENER UN RUMBO FIJO, HABLAMOS SIN PENSAR, Y CONTESTAMOS CON LA POCA PRUDENCIA QUE TE DA LA IRA, EL MIEDO, LA ANGUSTIA.

CASI SIEMPRE ESTAMOS CONTAGIADOS DEL SENTIMIENTO DE GRANDEZA QUE TE DA LOS BIENES MATERIALES Y SOLO OBSERVAMOS LO QUE POR CONVENIENCIA PIENSAS QUE TE HACE FELIZ, NUESTRAS METAS, SE CONVIERTEN SIMPLEMENTE EN COMPETENCIA SIN TENER UN FIN IDEOLOGICO Y SOLO SON EL REFLEJO DE LO QUE REALMENTE CARECES.

QUE DECIR DE NUESTRA CAPACIDAD DE AUTOCRITICA, ES COMPENSIVA, TIERNA, AMOROSA, PACIENTE Y TOLERANTE, SOLO CUANDO ASI LO CREEMOS CONVENIENTE.

PERO QUE MARAVILLOSO ES PODER SENTIR LA SENSACIÓN QUE TE DA LA CAPACIDAD DE COMPARTIR, DE SENTIR LA MANO AMIGA, LA VERDAD A TU PREGUNTA EN LOS LABIOS DE UN NIÑO, LA SABIDURIA QUE DA LA EXPERIENCIA Y EL CONSEJO QUE PROVIENE DE ELLA, LLENARTE DE HUMILDAD QUE SOLO PERTENECE EN SU TOTALIDAD A QUIEN BUSCA LA GRANDEZA, LO BELLO DE PRODIGAR AMOR, DE TENER LA FIRME CONVICCIÓN QUE TODO LO QUE PERTENECE AL INFINITO SE VE MEJOR EN TIERRA FIRME POR QUE ALLI ES DONDE TUS HUELLAS PERMANECEN Y QUE DEPENDE DE LO PROFUNDO DE TU PISADA PARA QUE NI EL VIENTO Y EL TIEMPO LAS HAGAN PASAJERAS.

DEDICATORIA.

A DIOS:

**Por que permite que hoy pueda agradecer
A toda mi familia su apoyo y su amor.**

A mi madre.

**Por el doble esfuerzo realizado en mi formación
Con el amor que caracteriza a su naturaleza, pero
Con mano firme cuando fue necesario.
Que dios te bendiga.**

**A mi esposa. Por su gran amor, comprensión
apoyo y paciencia que han sido parte fundamental
en mi formación profesional y pilares de nuestro
matrimonio.**

A mi hija Fátima Mabel.

**por estos años no dedicados a tu niñez
que con nada podré pagarlos, por tu cariño
y por que contigo nace el amor a mi
especialidad**

A mi hijo Jorge.

**Que es en esencia parte de mi formación como
Especialista y por que en ti apoyo mi convicción
De ejercer mi profesión con amor, respeto y humildad.**

A mis hermanos

**Refugio, Iliana Socorro, Teresa
Gracias por su apoyo.**

AGRADECIMIENTOS.

Dr. Miguel Angel Villasis Kever.
por la oportunidad que me dio de trabajar
con el, por su apoyo y comprensión,
por el ejemplo que día a día hace patente
de perseverancia, tenacidad y amor
a la investigación. Gracias de todo corazón.

**A mis maestros. Dra. Rodríguez, Dra. Beirana
Dr. Parra, Dr. Acosta, Dra. Estrada.** Por las enseñanzas
recibidas, por su calidad humana y aprender
que no es suficiente estar convencido de querer aprender
de la Cardiología pediátrica, que también es importante
ejercerla con amor.

**Gracias a los médicos del servicio de Cardiopatías
congénitas del Hospital de Cardiología.** Por su apoyo
y su gran calidad humana.

**A mis Maestros pilares de mi formación
como Investigador Dra. Martínez, Dr. Dante Amato.**

**A todos los pacientes que depositan su salud en
Nuestras manos, esperando que este trabajo reditue
En su beneficio.**

**A todos mis amigos esperando que su amistad
Perdure para siempre.**

INDICE.

| | |
|-----------------------------------|----|
| <i>Resumen</i> | 2 |
| <i>Antecedentes</i> | 3 |
| <i>Planteamiento del problema</i> | 9 |
| <i>Hipótesis.</i> | 10 |
| <i>Objetivos</i> | 11 |
| <i>Sujetos material y métodos</i> | 12 |
| <i>Análisis estadístico</i> | 22 |
| <i>Resultados</i> | 23 |
| <i>Discusión</i> | 30 |
| <i>Bibliografía</i> | 36 |
| Figuras | 37 |

RESUMEN.

INTRODUCCIÓN. Hasta la actualidad se ha considerado el cateterismo cardiaco el estándar de oro para la medición de las cifras de PAP. Por ser un método invasivo y tener algunos efectos indeseables, se han tratado de utilizar otros métodos no invasivos como el ultrasonido Doppler pulsado y de onda continua. Existen problemas metodológicos para poder establecer si el ecocardiograma es tan confiable para medir la PAP en niños con cardiopatías congénitas.

OBJETIVO. Comparar la ecocardiografía Doppler mediante intervalos sistólicos (IS) y de insuficiencia tricúspideas (IT) con y sin medio de contraste, con el cateterismo cardiaco para el diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar en niños (HAP) con cardiopatía congénita.

SUJETOS, MATERIAL Y METODOS. *Lugar:* Servicios de Cardiología Pediátrica de los hospitales de Pediatría y de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, del IMSS.

Tipo de estudio: evaluación de prueba diagnóstica

Tiempo: septiembre de 1997- agosto 1999

Sujetos: niños de 29 días a 16 años de edad, de uno u otro sexo, con cardiopatía congénita candidatos a la realización de cateterismo cardiaco. No se incluyeron pacientes con obstrucción al tracto de salida del ventrículo derecho o pacientes con síndrome de Eisenmenger. Los padres de los niños dieron su consentimiento escrito e informado.

Intervenciones: previo al inicio del estudio se realizó estandarización de la técnica de medición de la PAP. Se consideró hipertensión pulmonar a los pacientes con cifras mayores de 30mmHg para la presión sistólica. A todos los pacientes se realizó toma de presión arterial pulmonar con cateterismo cardiaco y, ecocardiograma mediante IS y el grado de IT con y sin medio de contraste (albúmina a razón de 0.1ml/kg/dosis). El ecocardiograma se realizó en forma indistinta antes o después del cateterismo y la presión pulmonar se midió en forma ciega del resultado del estudio hemodinámico.

Análisis estadístico: análisis descriptivo para cada una de las variables, para el análisis inferencial, ANOVA y correlación de Pearson; para la evaluación de prueba diagnóstica, sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo, negativo y razones de probabilidad; se consideró el estándar de oro al cateterismo cardiaco

RESULTADOS. Se incluyeron 58 pacientes; 30 correspondieron al sexo femenino y 28 al masculino; la mediana de edad fue de 3 años (2 meses - 16 años). Las cardiopatías de tipo acianógena con flujo pulmonar aumentado y cardiomegalia fueron las que predominaron (72.4%). Por cateterismo, el 77% (44/58 pacientes) presentó HAP; el promedio de PAP fue de 52.8 mmHg para el cateterismo cardiaco, para la medición con IS, fue de 54.5, para IT sin contraste, 45.9 y por IT con contraste con contraste de 53.4. Con IS se obtuvo una correlación de $r = 0.83$, en comparación con el cateterismo, con IT sin contraste de 0.85 y con el medio de contraste de 0.91.

Por otro lado la sensibilidad fue de 100% y una especificidad de 30.7 % para los IS con un VPP de 83.3% y VPN 100%, para el grado de IT sin contraste la sensibilidad fue de 88.8% y especificidad de 100%, VPP de 100 y VPN de 72.2%, cuando se realizó el cálculo con IT con contraste la sensibilidad incremento a 97.7% y especificidad 84.6%, VPP 95.6%, VPN 91.6%.

CONCLUSIONES : Con la evaluación de los tres métodos, la ecocardiografía parece ser tan confiable al cateterismo cardiaco. De los tres métodos ecocardiográficos evaluados, el mejor método para medir la PAP pulmonar en niños con cardiopatía congénita es IT con medio de contraste.

ANTECEDENTES

La circulación pulmonar normal está dada por un flujo pulmonar elevado y presión pulmonar baja. Durante el ejercicio, las resistencias vasculares disminuyen aún más, pero existe un incremento en el flujo sanguíneo que incrementa la presión arterial pulmonar (PAP).¹ La hipertensión arterial pulmonar (HAP) es un acompañante común de lesiones cardíacas congénitas; el estado de la vasculatura pulmonar es el principal determinante de las manifestaciones clínicas, curso clínico y tratamiento quirúrgico.²

La hipertensión arterial pulmonar (HAP) ocurre en coartación de aorta (CoAo), estenosis aórtica, cardiomiopatía restrictiva, estenosis mitral, *cor triatriatum* por el incremento en la presión venosa pulmonar, secundario a la obstrucción del tracto de salida y de la vía de entrada del ventrículo izquierdo.³ Los grandes cortocircuitos arteriovenosos intracardiacos como la comunicación interventricular (CIV), persistencia de conducto arterioso (PCA), comunicación interatrial (CIA), tronco común, canal aurículo-ventricular (CAV), transposición de grandes arterias (TGA) con defectos septales, producen aumento en la respuesta de la vasculatura pulmonar por hiperflujo lo que condiciona inicialmente, HAP de tipo hipercinético; si persiste el corto circuito se produce daño anatómico de las arteriolas pulmonares, las resistencias pulmonares aumentan y, en forma recíproca, el flujo pulmonar disminuye; finalmente, la continua elevación de la PAP con cifras similares y aún superiores a las resistencias sistémicas favorece la inversión de los cortocircuitos; si se resuelve la malformación que originó la elevación de la PAP, en etapas tempranas (fase hipercinética), la HAP se corrige;

si continúa, el daño arteriolar progresa llegando a un punto donde la HAP ya no es reversible (fenómeno de Eisenmenger).²⁻⁵

La primera publicación sobre HAP irreversible - citada por Adams F - se atribuye a Eisenmenger,⁴ quien describió el caso de un paciente masculino de 32 años con un defecto cardíaco congénito y con intolerancia inexplicable al ejercicio y cianosis, el cual falleció en insuficiencia cardíaca después de un periodo de hemoptisis. Posteriormente, Heath y Edwards sugirieron que en la HAP secundaria existían cambios anatómicos en la vasculatura pulmonar.⁷ Se conoce que existe una correlación de la magnitud de los cambios anatómicos con el tiempo y grado de elevación de la resistencia vascular pulmonar.⁴⁻⁷

La PAP sistólica se considera normal de 18-25 mmHg, la diastólica de 6 a 10 mmHg y la presión media de 12 a 16 mmHg;³ HAP se define como la elevación de la presión del circuito pulmonar por arriba de 30mmHg para la presión sistólica y de 25 mmHg para la presión media; también, cuando la relación entre la presión pulmonar media y la presión arterial media sistémica es mayor de 0.3.^{2,3} La HAP se divide en tres grados, leve cuando las cifras de presión pulmonar media varía entre 25 y 35mmHg; moderada, entre 36-45 y grave mayor de 46.^{4,6}

Detectar al paciente con defecto cardíaco congénito y que desarrolla HAP, particularmente en etapas tempranas, es difícil. En general, el tratamiento de los pacientes con cardiopatías que incrementan el flujo sanguíneo pulmonar es su corrección quirúrgica temprana, lo que evita la progresión hacia una HAP irreversible. Por esto es necesario conocer en forma oportuna si un niño cursa con cardiopatía congénita y HAP.²⁻⁴

El cateterismo cardiaco continua siendo el estándar de oro para la medición de las cifras de PAP, porque permite conocer con exactitud la situación del lecho vascular pulmonar, obteniéndose las cifras de PAP en milímetros de mercurio.⁸ Debido a que el cateterismo cardiaco es un método invasivo y produce efectos adversos, como trombosis, arritmias, bradicardia, perforación cardiaca y en ocasiones el paro cardiaco.^{4,7-9} Se han utilizado otros métodos diagnósticos no invasivos para la evaluación de la PAP; como la electrocardiografía y vectocardiografía, que en presencia de HAP, determinan, principalmente, hipertrofia ventricular derecha.^{10,11}

La ecocardiografía, en sus diferentes modalidades (modo M, bidimensional, Doppler pulsado, continuo y color),¹²⁻¹⁴ es otro método diagnóstico no invasivo, es capaz de medir la velocidad del flujo sanguíneo pulmonar y la presión arterial pulmonar y el grado de hipertensión pulmonar.^{15,16} Desde 1983 se empezó a comparar la ecocardiografía con el cateterismo para el diagnóstico de HAP mediante la medición de intervalos sistólicos (IS); con este método se evalúan las características del flujo sanguíneo en el tracto de salida del ventrículo derecho; los IS se miden desde el inicio de la onda Q o R hasta el final de la onda de flujo pulmonar; en este intervalo se mide el periodo preexpulsivo (PPE), el tiempo de aceleración (TAc) y el periodo de expulsión ventricular (PE). El PPE comprende desde el inicio de la onda Q hasta el inicio de la onda de flujo pulmonar; el TAc desde el inicio de la onda de flujo pulmonar hasta que alcanza el pico máximo de flujo y; el PE comprende desde el inicio hasta el final de la onda de flujo pulmonar.¹⁷⁻²⁰

Akira Kitabataque fue el primero que utilizó la técnica de ecocardiografía Doppler pulsado para determinar la existencia de HAP mediante IS en pacientes adultos. Al dividir el tiempo de aceleración (TAc) entre periodo de expulsión ventricular (PE) obtuvo un coeficiente de correlación de $r = 0.85$ en comparación con el cateterismo cardiaco.²¹

En 1991, Whan-Zen y col. evaluaron niños con cortocircuitos de izquierda a derecha con las mismas mediciones hechas por Akira Kitabataque; encontraron que la ecuación que mejor predijo la PAP sistólica fue la relación del PPE entre el Tac multiplicado por una constante de 55.²²

Cáceres-Espejo y col. compararon 42 niños con cardiopatía congénita con 21 sanos los resultados de la PAP obtenidas por cateterismo con Tac y observaron una correlación que varió entre $r = 0.82$ y 0.84 ; con el cálculo PPE/Tac tuvieron una correlación de $r = 0.75$. Con estos datos calcularon una sensibilidad que varió entre 42 y el 84% y, especificidad de 100%, para la identificación de pacientes con diferentes grados HAP, pero no se describen los valores predictivos.⁶

También por ecocardiografía Doppler, en los pacientes con insuficiencia tricuspídea (IT) es posible determinar la PAP con la medición de la velocidad del flujo. La IT se produce cuando, por cualquier mecanismo, las valvas de la tricúspide no cierran en sístole y permiten el regreso de sangre hacia la aurícula derecha; desde el punto de vista ecocardiográfico, se clasifica en tres grados: leve cuando hay regurgitación tricuspídea hasta el tercio inferior de la aurícula derecha, moderada cuando el regreso de sangre es hasta el tercio medio y grave cuando llega hasta el techo de la aurícula.²³⁻²⁹ Paul y Yock evaluaron la PAP en 62 adultos con cardiopatía congénita midiendo la velocidad del flujo sistólico

transtricuspídeo, encontrando una correlación de 0.87 con las cifras obtenidas por el cateterismo cardiaco.²³

La ecocardiografía Doppler a través de la evaluación de la IT con la aplicación de medio contraste con solución glucosada al 5%, solución salina o con albúmina constituye otro método para la medición de PAP en los sujetos con insuficiencia tricuspídea mínima o no detectable.³⁰⁻³⁴ Hasta el momento, el único estudio en el que se han evaluado niños para la determinación de la PAP mediante IT con contraste, comparándolo con el cateterismo cardiaco, se publicó en 1996 por Ishii y col,³⁵ incluyeron 30 niños para la evaluación de HAP; en 28 no se identificó insuficiencia tricuspídea por ecocardiografía Doppler pero, posterior a la administración de (0.1ml/kg) de albúmina, en 89% de estos pacientes se observó algún grado de insuficiencia tricuspídea con lo cual se pudo calcular la PAP. Con lo anterior, la sensibilidad para identificar HAP mejoró del 62 al 100% con el medio de contraste, siendo la especificidad del 83%; en este estudio se incluyeron pacientes adultos y en 14/30 pacientes se les había realizado corrección quirúrgica de la cardiopatía congénita; solamente 9/30 tenían HAP severa, el resto, no presentaron hipertensión. De los pacientes evaluados, siete fueron pacientes con corrección quirúrgica de tetralogía de Fallot, comunicación interventricular y con estenosis valvular pulmonar.³⁵

En vista de lo expresado anteriormente podemos observar que existen variaciones entre las diferentes determinaciones obtenidas por ecocardiografía para el diagnóstico de HAP; asimismo, la población en los diferentes estudios incluyen sujetos con y sin cardiopatía y, son pocos donde se evalúan exclusivamente niños. No existen estudios donde se comparen las diferentes determinaciones realizadas

por ecocardiografía y el cateterismo, por lo que hasta el momento no es posible afirmar que la ecocardiografía Doppler es similar al cateterismo cardiaco para hacer el diagnóstico de HAP en niños.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La presencia de HAP en el paciente pediátrico es una condición asociada frecuentemente a cardiopatías congénitas, los cambios estructurales en la vascularidad pulmonar y el grado de lesión determinan la elevación de la resistencia vascular pulmonar.^{1,3} Actualmente el cateterismo cardiaco es el estándar de oro para el diagnóstico de HAP; sin embargo, este procedimiento es invasivo y no libre de complicaciones durante su realización.^{3,36} La ecocardiografía Doppler, con la determinación de intervalos sistólicos (IS) y de la insuficiencia tricuspídea (IT), con y sin medio de contraste, posee la ventaja de ser un estudio no invasivo y ha demostrado que puede ser útil para el diagnóstico de HAP. Los estudios donde se ha contrastado sus resultados con los del cateterismo tienen problemas para poder definir si efectivamente pueden identificar a todos los niños con HAP; basándonos en que es posible que la suma de los dos métodos ecocardiográficos (IS + IT) puedan mejorar su utilidad como prueba diagnóstica, nos preguntamos:

¿La ecocardiografía Doppler a través de la medición de intervalos sistólicos y de insuficiencia tricuspídea con y sin medio de contraste es tan confiable como el cateterismo cardiaco para el diagnóstico de HAP en niños?

OBJETIVO GENERAL.

Comparar la ecocardiografía Doppler mediante la medición de IS y la IT, con y sin medio de contraste, con el cateterismo cardiaco para el diagnóstico de HAP en niños con cardiopatía congénita.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Correlacionar la medición de la presión arterial pulmonar en niños con cardiopatía congénita obtenida por cateterismo cardiaco con la realizada por ecocardiografía Doppler, de acuerdo a IS e IT con y sin medio de contraste.
2. Determinar la sensibilidad, especificidad y valores predictivos de la ecocardiografía Doppler para el diagnóstico de HAP en niños con cardiopatía congénita, mediante el IS y de IT con y sin medio de contraste.
3. Determinar si la suma de los IS y la IT, con y sin medio de contraste, modifican los valores de sensibilidad, especificidad y valores predictivos, obtenidos en forma independiente, para el diagnóstico de HAP en niños con cardiopatía congénita.

HIPÓTESIS GENERAL.

La ecocardiografía Doppler como prueba diagnóstica, a través de la medición de los intervalos sistólicos (IS) y de la insuficiencia tricuspídea (IT), con y sin medio de contraste, proporciona mediciones similares a las del cateterismo cardiaco en niños con hipertensión arterial pulmonar.

HIPÓTESIS ESPECIFICAS:

1.- a) La medición de la presión arterial pulmonar en niños obtenida por ecocardiografía Doppler de acuerdo a IS y al grado de IT sin medio de contraste se correlaciona en aproximadamente 0.8 con el cateterismo cardiaco.

b) La medición de la PAP en niños obtenida por ecocardiografía Doppler de acuerdo al grado de IT con medio de contraste la correlación es superior a 0.9.

2.- a) La ecocardiografía Doppler mediante IS tiene una sensibilidad del 80% para el diagnóstico de HAP en niños y una especificidad del 95%.

b) La sensibilidad y especificidad del grado de IT sin medio de contraste es del 70% y con medio de contraste la sensibilidad es superior al 90% y la especificidad de 80%.

3.- Al comparar el diagnóstico de HAP en niños mediante la determinación en conjunto del IS y de la IT con y sin medio de contraste, la sensibilidad y especificidad serán del 95%.

SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODOS.

Durante septiembre de 1997 a diciembre de 1998, se llevó a cabo un estudio para la evaluación de una prueba diagnóstica, fue realizado en los departamentos de Cardiología Pediátrica de el Hospital de Pediatría y del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Estos departamentos atienden pacientes pediátricos con sospecha de alteraciones cardiovasculares procedentes de hospitales generales de zona o de unidades de medicina familiar de los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Morelos, centro y sur del Distrito Federal, referidos para su diagnóstico definitivo y tratamiento especializado.

Antes del inicio del estudio (septiembre de 1997), el protocolo fue aprobado por los subcomités de Investigación y de Ética del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI. El número de registro es: 97718/44.

Criterios de selección.

Se incluyeron a todos los niños de 29 días a 16 años de edad, de uno u otro sexo, con cardiopatía congénita que fueran candidatos a la realización de cateterismo cardiaco. No se incluyeron los pacientes que presentaron obstrucción al tracto de salida de ventrículo derecho (tetralogía de Fallot, estenosis pulmonar, atresia tricuspídea, atresia pulmonar con comunicación interventricular, síndrome de ventrículo derecho hipoplásico). Los padres de los niños dieron su consentimiento escrito e informado antes de la inclusión para la realización de cada procedimiento.

Se consideró que un paciente tenía cardiopatía congénita cuando alguno de los médicos de los servicios de Cardiología Pediátrica después de realizar evaluación integral del paciente mediante examen clínico, radiografía de tórax, electrocardiograma y ecocardiograma así lo determinó. La decisión de la realización de cateterismo cardiaco fue para complementación diagnóstica del defecto estructural, o bien para medir la PAP y así determinar el tratamiento definitivo.

Procedimientos para la medición de la presión arterial pulmonar (PAP).

a) Cateterismo cardiaco.

Una vez que cada paciente cumplió con los criterios de selección, se programó su hospitalización para realizar el cateterismo cardiaco. El día de su hospitalización se indicó ayuno de 8 horas antes del procedimiento y se permeabilizó una vena periférica para el paso de solución glucosada al 5%. Este procedimiento se efectuó en las salas de hemodinamia; tanto del Hospital de Pediatría como del Hospital de Cardiología, las salas cuentan con equipo para registro de presiones, marca General Electric con equipo de software, un sistema de computo Hotman-oh un inyector de medio de contraste marca angiomat 6000, electrocardiograma; además de equipo radiológico para toma de placas a frecuencia rápida, angiografía digital y cine. En todos los casos el estudio se realizó por alguno de los médicos de base de los servicios de Cardiología Pediátrica.

El protocolo para el estudio de las presiones pulmonares durante el cateterismo cardiaco que habitualmente se utiliza es el siguiente: ^{8,36-37}

1. Sedación bajo anestesia general.

2. Asepsia y antisepsia de región inguinal derecha o izquierda para la punción de la vena femoral con técnica de Seldinger (aproximadamente en el 5% de los pacientes es necesario realizar punción arterial o venodisección). Después de este procedimiento se introduce el catéter, el diámetro del catéter varía de acuerdo a la edad del paciente pero, en general, se utiliza el de 6 French.
3. En ausencia de comunicaciones anormales, el catéter introducido por vía venosa, sigue la dirección de la circulación sanguínea; es decir, de la vena cava inferior, pasa a la aurícula derecha, de ahí al ventrículo derecho, al infundíbulo del ventrículo derecho y a la arteria pulmonar.
4. *Medición de la presión arterial pulmonar.* Los cambios de presión que ocurren en una cavidad cardíaca o vaso, en el que se encuentra el extremo distal del catéter, son transmitidos desde los agujeros distales del catéter hasta la columna de solución salina que el catéter contiene. Los cambios de presión, transmitidos a la solución salina, pasan al extremo proximal del catéter donde se conecta un transductor de presión (cual) que transforma la señal de presión en señal eléctrica, la cual se amplifica y se convierte en un registro gráfico. La medición de la presión en arteria pulmonar se realiza de acuerdo a la morfología del registro gráfico y se puede determinar la presión sistólica, diastólica y media.
5. Para la detección de defectos anatómicos se mide la presión de oxígeno en las cámaras cardíacas derecha e izquierda, cuando existe una diferencia de más del 5% entre ellas, se considera que existe un cortocircuito sanguíneo entre corazón derecho e izquierdo. Asimismo se toma angiocardiofrafia con el fin de obtener imágenes de las cavidades cardíacas y sus defectos.

6. Al término del estudio se realizan los cálculos hemodinámicos derivados: gasto cardiaco, volumen latido, resistencias vasculares sistémicas, gasto pulmonar total, gastos sistémicos, relación de gasto pulmonar/ gasto sistémico, relación resistencia pulmonar/resistencia sistémica

Después que se realizó el procedimiento, todos los pacientes se dejaron canalizados con soluciones intravenosas para mantener la vena permeable, en caso de no existir complicaciones, el paciente se dio de alta al día siguiente del procedimientos. En cada caso se vigiló la presencia de sangrado en el sitio de punción, la temperatura de la extremidad, así como el llenado capilar.

b) Ecocardiograma.

1. El estudio se realizó en la consulta externa de Cardiología Pediátrica tanto del Hospital de Pediatría como del Hospital de Cardiología, con el paciente despierto, sin ningún tipo de sedación; el tiempo de la evaluación fue no mayor de 24 horas después del cateterismo cardiaco, o bien, 12 horas antes de su realización. El equipo que se utilizó fue Toshiba Sonolayer SSA-270A que cuenta con transductores mecánicos de 3.5 y 5 mHz, de acuerdo a la edad del paciente. También cuenta con Doppler color, pulsado y continuo. El paciente se colocó en la cama de exploración en decúbito supino con el tórax descubierto.
2. *Estandarización de la técnica de medición de la PAP por ecocardiografía:* las mediciones de la presión arterial pulmonar las realizó en todas las ocasiones el tesista. Para conocer la confiabilidad de dichas mediciones, el tesista tuvo una

fase de adiestramiento de tres meses. Uno de los médicos del servicio de Cardiología Pediátrica del Hospital de Pediatría (LBP), con más de 12 años de experiencia, se tomó como el estándar. Para poder iniciar el estudio, se tuvo que mejorar la variabilidad interobservador ³⁸ de la presión arterial pulmonar tanto por intervalos sistólicos como de la insuficiencia tricuspídea; la inicial, para los dos métodos fue de 0.47 y, después de un periodo de seis meses, de 0.87 y 0.89 respectivamente; hasta este momento se inició la recolección de la información.

3. *Medición de la presión arterial pulmonar por intervalos sistólicos.* Para determinar el momento en que inician los intervalos sistólicos, es necesario la visualización de un trazo electrocardiográfico, para lo cual se colocan brazaletes en tres extremidades; en la superior derecha y en las 2 extremidades inferiores. En eje corto, se visualiza la arteria aorta y el tracto de salida de ventrículo derecho; se coloca la muestra del Doppler pulsado a un centímetro de la válvula en el tronco de la arteria pulmonar y se observa el flujo pulmonar (Fig. 1), en este momento se miden PPE, Tac y PE, de acuerdo con lo propuesto por Cáceres-Espejo ⁶
4. *Presión arterial pulmonar por índice de insuficiencia tricuspídea sin medio de contraste:* en eje apical, cuatro cámaras, inicialmente se identifica el flujo retrógrado en el atrio derecho mediante Doppler color a través de la válvula tricúspide; el Doppler continuo se coloca siguiendo el flujo regurgitante dentro de la aurícula derecha. Con la imagen obtenida del flujo de insuficiencia se mide la velocidad de flujo transtricuspídeo y se suman 10 mmHg para estimar

la presión sistólica pulmonar mediante la ecuación de Bernoulli, esta última se obtiene por el mismo aparato. (Fig. 2).

5. *Presión arterial pulmonar por índice de insuficiencia tricuspídea con medio de contraste:* después de la evaluación inicial de la IT, con el paciente canalizado y con una llave de tres vías en el inicio de del punzocat, se administra el medio de contraste. El medio de contraste consiste en la aplicación de albúmina a razón de 0.1 ml/Kg de peso en una sola ocasión; ³⁵ antes de hacer la infusión se agita 30 veces entre una y otra jeringa, inmediatamente después se administra en forma lenta por personal de enfermería y directa a través de la vena. Durante el paso del medio de contraste se observa la imagen del espectro de la IT y nuevamente se calcula la presión pulmonar mediante la velocidad de flujo y la ecuación de Bernoulli (Fig. 3).

Durante el estudio, en caso que ya se hubiera realizado el estudio hemodinámico, cuando terminó del paso del medio de contraste, las soluciones intravenosas se dejaron a goteo lento y su retiro se decidió una hora después de haber terminado el estudio ecocardiográfico.

La evaluación de PAP por ecocardiografía se realizó en forma indistinta antes o después del cateterismo; cuando el tesista realizó las mediciones desconocía completamente los diagnósticos y cifras de presión pulmonar, tanto las registradas previamente por ecocardiografía como por el estudio hemodinámico. Después de la medición de presión pulmonar por ecocardiografía Doppler se registraron las presiones en la hoja de recolección de datos y se obtuvo el resultado del cateterismo cardiaco así como el diagnóstico del defecto estructural.

Definición de variables.

Edad: tiempo transcurrido en meses y años, desde el nacimiento hasta el momento de su captación en el estudio.

Definición operativa. Tiempo cronológico transcurrido, en meses y años en el momento de incluirlo en el estudio.

Categoría: años y meses cumplidos.

Escala de medición: intervalo.

Sexo: Condición orgánica de acuerdo a sus características fenotípicas que distinguen a la mujer del hombre.

Definición operativa. Características físicas y orgánicas que nos permiten distinguir masculino de femenino.

Categoría: masculino, femenino.

Escala de medición: nominal, dicotómica.

Enfermedad subyacente: alteración funcional y/o estructural del corazón con repercusión hemodinámica.

Definición operativa: diagnóstico definitivo emitido por el médico tratante posterior a la realización de cateterismo y ecocardiografía.

Categoría: persistencia de conducto arterioso, comunicación interventricular, etc.

Escala de medición: Nominal.

Cifras de presión arterial pulmonar obtenida por cateterismo cardíaco: cifras de la presión arterial pulmonar registradas por el transductor colocado a nivel del tronco de la arteria pulmonar.

Unidad de medición: mmHg.

Escala de medición: Razón.

Cifras de presión arterial pulmonar obtenida por intervalos sistólicos: resultado de la ecuación $55 (PPE/TAc) - 0.8$. El PPE se midió por ecocardiografía Doppler desde el inicio de la onda Q o de la onda R y el inicio de la curva del flujo pulmonar; el Tac, desde el inicio de la curva del flujo pulmonar hasta el momento que alcanza su máxima velocidad.^{17,19}

Definición operativa. Cifras de presión arterial pulmonar obtenidas mediante ecocardiografía Doppler pulsado con un eje corto, que visualiza la arteria pulmonar, en donde se coloca el transductor del Doppler a un cm de la válvula de la arteria pulmonar.

Unidad de medición: mmHg.

Escala de medición: Razón.

Cifras de presión arterial pulmonar obtenida por insuficiencia tricuspídea (GIT) sin medio de contraste: se calculó con las siguientes fórmula (Ecuación de Bernoulli): $GIT + 10$, donde $GIT = 4 (v)^2$, que se mide en m/seg. El grado de insuficiencia tricuspídea se cuantificó de acuerdo al regreso de sangre del ventrículo derecho hacia la aurícula derecha, durante la sístole ventricular.^{23,24}

Definición operativa. Presión pulmonar obtenida mediante ecocardiografía Doppler continuo a través de la visualización de un eje de cuatro cámaras colocando el transductor por debajo de la válvula tricúspide en la dirección del flujo de la insuficiencia que permite medir la presión pulmonar en m/seg para posteriormente efectuar la ecuación de Bernoulli.

Unidad de medición: mmHg.

Escala de medición: Razón.

Cifras de presión arterial pulmonar obtenida por insuficiencia tricuspídea con medio de contraste:

Definición operativa. Se realizó igual que la medición por IT sin medio de contraste pero, posterior a la aplicación de medio de contraste con albúmina.

Categoría: mmHg

Escala de medición. Razón.

Hipertensión arterial pulmonar: elevación de las cifras de la presión arterial pulmonar, obtenidas por cateterismo cardiaco y por ecocardiografía por arriba de 30mmHg para la presión sistólica.

Categoría: presente ausente

Escala de medición: nominal, dicotómica.

Grados de HAP: Cifras de presión arterial obtenidas por cateterismo cardiaco, que permite clasificar los grados de hipertensión arterial pulmonar.

Definición operativa: Se consideró leve cuando las cifras de presión arterial pulmonar sistólica se encontraron entre 31-50 mmHg, moderada de 51-65 mmHg y severa mayor de 65 mmHg.^{4,6}

Categoría: Leve, moderada, severa.

Escala: nominal.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

1. *Análisis descriptivo.* Para las variables cualitativas se determinaron moda, proporciones. A las variables cuantitativas continuas con distribución normal se calculó el promedio, desviación estándar e intervalo de confianza al 95% (IC95%); mientras que aquellas sin distribución normal, mediana y límites superior e inferior.

Para la determinación de la variabilidad interobservador se realizó correlación intraclase para variables cuantitativas continuas.

2. *Análisis inferencial*

Análisis de Varianza: contrastación de promedios entre los diferentes métodos de diagnóstico, tanto ecocardiográficos como por estudio hemodinámico. En caso de existir diferencias significativas ($p < 0.05$), se realizó prueba post-hoc.

Coefficiente de correlación de Pearson: para la comparación de los valores de presión arterial pulmonar por cateterismo y ecocardiografía Doppler.

Para la evaluación de la prueba diagnóstica para la identificación de HAP, el estándar de oro fue el cateterismo cardiaco; se calculó *sensibilidad, especificidad, el valor predictivo positivo y valor predictivo negativo* para cada una de las mediciones hechas por ecocardiografía (IS, IT con y sin medio de contraste), los cálculos se realizaron en forma independiente para cada método diagnóstico ecocardiográfico, posteriormente con la suma de los dos métodos. Para evaluar la eficiencia global de cada prueba se determinaron razones de probabilidad.³⁹

RESULTADOS.

Durante el periodo del estudio se reunieron 60 pacientes; dos se excluyeron debido a que el estudio del cateterismo fue incompleto. De los 58 pacientes restantes, 30 correspondieron al sexo femenino y 28 al masculino; la edad varió de 2 meses a 16 años, con una mediana de 3 años. Por grupo de cardiopatías, las que predominaron fueron las de tipo acianógena con cardiomegalia y flujo pulmonar aumentado (72.4%), le siguieron las del tipo cianógena con flujo pulmonar aumentado y cardiomegalia y por último, las cardiopatías con flujo pulmonar normal sin cardiomegalia; el resto no presentó corto circuitos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características generales de los pacientes.

| Característica | Número (n = 58) | % |
|---|--------------------|------|
| Edad por grupo de edad | | |
| <i>Lactantes</i> | 34 | 58.6 |
| <i>Preescolares</i> | 11 | 19.0 |
| <i>Escolares</i> | 9 | 15.5 |
| <i>Adolescentes</i> | 4 | 6.9 |
| Sexo | | |
| <i>Masculino</i> | 28 | 48.3 |
| <i>Femenino</i> | 30 | 51.7 |
| Grupo de Cardiopatía | | |
| <i>Acianógena con cardiomegalia y flujo pulmonar aumentado.</i> | 42 | 72.4 |
| <i>Acianógena con flujo pulmonar normal sin cardiomegalia</i> | 6 | 10.3 |
| <i>Cianógena con flujo pulmonar aumentado y cardiomegalia</i> | 7 | 12.0 |
| <i>Otras*</i> | 5 | 8.6 |

*Otras: Anillo vascular (2), miocardiopatía dilatada (2), hipertensión arterial pulmonar primaria (1).

Por tipo de cardiopatía, la CIV, las cardiopatías asociadas y la CIA fueron las más frecuentes (Cuadro 2). Todos los pacientes con defecto de tipo canal aurículo-ventricular tenían síndrome de Down. Los diagnósticos de los pacientes sin cortocircuito fueron: anillo vascular pulmonar (2), miocardiopatía dilatada (2) y uno con hipertensión arterial pulmonar primaria.

Cuadro 2. Tipo de cardiopatía en los 58 pacientes estudiados.

| Tipo de Cardiopatía | No. | % |
|--------------------------------------|------------|------------|
| <i>Comunicación interventricular</i> | 22 | 37.9 |
| <i>Asociadas*</i> | 10 | 17.2 |
| <i>Comunicación interauricular</i> | 7 | 12.0 |
| <i>Canal aurículo-ventricular</i> | 2 | 3.4 |
| <i>Conexión venosa anómala total</i> | 5 | 8.6 |
| <i>Otras**</i> | 12 | 20.6 |
| TOTAL | 58 | 100 |

*Asociadas: Comunicación interventricular (CIV) + persistencia de conducto arterioso (PCA) n = 4, comunicación interauricular (CIA) + CIV n= 4, CIV + CIA + PCA n= 2. Otras: Estenosis aórtica (3), coartación de aorta (3), transposición de grandes vasos (1), anillo vascular pulmonar (2), miocardiopatía dilatada (2), hipertensión arterial pulmonar primaria (1).

En el Cuadro 3 se pueden observar los valores de presión sistólica pulmonar por cada método diagnóstico evaluado y tipo de cardiopatía. El promedio de la presión arterial pulmonar, para la presión sistólica, con el cateterismo cardiaco fue de 52.8 mmHg (IC95% 40-65). Los valores obtenidos mediante ecocardiografía no difirieron en forma significativa ($p > 0.05$) de los que se registraron con el cateterismo cardiaco; sin embargo, con IS los valores parecen ser mayores que los del cateterismo, mientras que con IT sin medio de contraste fueron menores y con IT con medio de contraste los valores fueron los más parecidos con el cateterismo. Esto se determina mejor con los valores de correlación, que fueron $r = 0.83, 0.85$ y 0.91 , respectivamente (Fig. 4-6).

Cuadro 3. Valores en mmHg de la presión arterial sistólica pulmonar de acuerdo con cada método diagnóstico y tipo de cardiopatía.

| No. | Diagnóstico | Presión Sistólica Pulmonar (promedio) | | | | p [®] |
|-----|-------------|--|------------------|------------------|------------------|----------------|
| | | Cateterismo | Ecocardiografía | | | |
| | | | IS | IT SIN | IT CON | |
| 58 | Todos | 52.87 (47-59)* | 54.55 (50-59) | 45.89 (40-52) | 53.4 (47-59) | 0.13 |
| 22 | CIV | 53.39 (42-64) | 56.09 (48-64) | 46.07 (36-57) | 53.09 (42-64) | 0.56 |
| 10 | Asociadas | 64.5 (48-90) | 60.2 (48-73) | 48.6 (34-65) | 60.40 (45-75) | 0.36 |
| 7 | CIA | 56.5 (34-79) | 54.2 (34-74) | 43.14 (21-65) | 55.28 (31-80) | 0.71 |
| 5 | CVAT | 61.4 (38-85) | 64.20 (39-90) | 66.20 (49-83) | 76.40 (62-90) | 0.52 |
| 2 | CAV | 30 (30-30) | 41.5 (3-85) | 27.5 (4-60) | 34.0 (9-59) | - |
| 12 | Otras | 40.33 (29-52) | 45.35 (34-56) | 38.25 (25-51) | 41.08 (28-54) | 0.83 |

[®] Análisis de varianza, *intervalo de confianza al 95%.

IS: Intervalos sistólicos, IT: Insuficiencia tricuspídea, CIV: Comunicación interventricular, (CIA) Comunicación interauricular CVAT: Conexión venosa anómala total: CAV, Canal auriculoventricular (CAV).

En el Cuadro 4 se describe la comparación de los resultados del cateterismo con los obtenidos mediante los tres métodos ecocardiográficos para la identificación de los pacientes con y sin HAP; se observa que el método que mejor clasificó a los pacientes fue la IT con medio de contraste, ya que solamente hubo dos falsos positivos (FP) y un falso negativo (FN). Con IT sin contraste hubo cinco pacientes mal clasificados, todos los cuales fueron FN; mientras que con IS hubo nueve FP y ninguno FN.

Cuadro 4. Comparación del diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar (HAP) con los cuatro métodos diagnósticos utilizados.

| Método diagnóstico | Cateterismo | | | |
|--------------------|---------------------|--------|---------------------|--------|
| | Con HAP (n = 45) | | Sin HAP (n = 13) | |
| Ecocardiografía | Verdaderos | Falsos | Verdaderos | Falsos |
| IS | 45 | 9 | 4 | 0 |
| IT sin contraste | 40 | 0 | 13 | 5 |
| IT con contraste | 44 | 2 | 11 | 1 |

IS: intervalos sistólicos, IT: insuficiencia tricuspídea, PSP: presión sistólica pulmonar, HAP: hipertensión arterial pulmonar, FP: falsos positivos, FN: falsos negativos.

Para el diagnóstico de HAP con cada prueba ecocardiográfica, con los datos descritos en el Cuadro 4 se calculó, sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de probabilidad, lo cual se describe en el Cuadro 5. A pesar que los IS tienen una sensibilidad del 100%, la IT con y sin medio de contraste identifican

mejor a los pacientes con HAP, puesto que los VPP son mayores, siendo la mayor tasa de falsos positivos para IS. La IT sin medio de contraste identifica a casi el 90% de los pacientes con HAP pero en todos los casos el diagnóstico es cierto. Los pacientes sin HAP se clasifican adecuadamente mediante los IS, sin embargo, este método ecocardiográfico solamente detecta aproximadamente a la tercera parte. Como prueba individual la IT con contraste ofrece la mayor certeza para identificar a los pacientes con y sin HAP.

Se evaluó el conjunto IS e IT sin contraste, para este propósito, los pacientes verdaderos positivos y negativos fueron los que tuvieron ambas pruebas positivas o negativas; como se observa, no se mejoraron los valores de la prueba diagnóstica obtenidos de cada prueba en forma independiente.

Cuadro 5. Evaluación de los métodos diagnósticos para el diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar por ecocardiografía comparados con el cateterismo (estándar de oro).

| PRUEBA DIAGNÓSTICA | Sensibilidad % (IC 95) | Especificidad % (IC 95) | VPP % (IC 95) | VPN % (IC 95) | RP + | RP - |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|
| IS | 100 (98-100) | 30.7 (6-54) | 83.3 (72-95) | 100 (98-100) | 1.45 | 0 |
| IT sin contraste | 88.8 (79-97) | 100 (98-100) | 100 (98-100) | 72.2 (52-92) | ∞* | 0.11 |
| IT con contraste. | 97.7 (89-100) | 84.6 (73-96) | 95.6 (86-100) | 91.6 (73-100) | 5.3 | 0.2 |
| IS + IT sin contraste. | 88.8 (78-98) | 30.7 (19-41) | 81.6 (71-91.5) | 55.5 (43-67) | 1.27 | 0.36 |

IS: Intervalos sistólicos, IT: Insuficiencia tricuspídea, VPP: Valor Predictivo Positivo, VPN: Valor Predictivo negativo, RP+: Razón de Probabilidad Positiva, RP-: Razón de Probabilidad Negativa. * infinito.

La prevalencia de HAP en el grupo de pacientes estudiados fue del 77%; por lo que la probabilidad antes de la prueba, expresada en momios (probabilidad preprueba/1-probabilidad), es de 3.3. Al multiplicar el valor de la RP positiva obtenido para los IS (1.45), los momios se incrementan a 4.78, lo que significa que la probabilidad postprueba para hacer diagnóstico de HAP con este método (momios/momios + 1) es del 82% para un resultado positivo; mientras que para IT con contraste, de 93%. Con una RP positiva infinita para IT sin medio de contraste, la probabilidad postprueba es del 100%.

De acuerdo con los resultados del cateterismo y, considerando un valor mayor de 30mmHg para la presión sistólica, se encontraron 45 pacientes con HAP; hubo 27, con HAP grave (> 65 mmHg); ocho, con HAP moderada (51-65 mmHg) y diez pacientes con HAP leve (31-50 mmHg). Como se observa en el Cuadro 6, la discrepancia para la clasificación por IS e IT sin contraste para cada grado de HAP fue de más del 50%; para IT con contraste los valores fueron más parecidos.

Cuadro 6. Clasificación de los 58 pacientes de acuerdo con los diferentes grados de hipertensión arterial pulmonar (HAP) con cada método de diagnóstico.

| | Sin HAP | HAP leve | HAP moderada | HAP severa |
|------------------------------|---------|----------|--------------|------------|
| Cateterismo | 13 | 10 | 8 | 27 |
| Intervalos sistólicos | 4 | 17 | 20 | 17 |
| IT sin contraste | 18 | 9 | 17 | 14 |
| IT con contraste | 12 | 10 | 5 | 31 |

Por último, se calculó para cada prueba ecocardiográfica su utilidad para el diagnóstico de los pacientes con HAP moderada y severa. Se agruparon los pacientes sin HAP y con HAP leve como pacientes sin HAP y aquellos con HAP moderada y grave, los resultados se muestran en el Cuadro 7; con este análisis, los tres métodos ecocardiográficos son más similares al resultado del cateterismo, en especial los IS.

Cuadro 7. Evaluación de los métodos diagnósticos por ecocardiografía comparados con el cateterismo para el diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar moderada y grave.

| PRUEBA DIAGNÓSTICA | Sensibilidad % (IC 95) | Especificidad % (IC 95) | VPP % (IC 95) | VPN % (IC 95) | RP + | RP - |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|
| IS | 94 (88-100) | 82 (72-92) | 89 (81-97) | 90 (82-97) | 5.5 | 0.06 |
| IT sin contraste | 82 (72-92) | 91 (83.7-98.3) | 93.5 (86.7-99.8) | 77 (66.2-87.8) | 10.2 | 0.18 |
| IT con contraste. | 97 (93-100) | 91 (83.7-98.3) | 94.4 (88.4-100) | 95 (90-100) | 12.1 | 0.02 |

IS: Intervalos sistólicos, IT: Insuficiencia tricuspídea, VPP: Valor Predictivo Positivo, VPN: Valor Predictivo negativo, RP+: Razón de Probabilidad Positiva, RP: Razón de Probabilidad Negativa.

DISCUSION.

En los pacientes que tienen cardiopatía congénita, la hipertensión arterial pulmonar es una entidad clínica frecuente, su diagnóstico oportuno es importante ya que este es un factor determinante en el pronóstico y en la decisión del tratamiento quirúrgico del defecto.

La evaluación de los pacientes con sospecha o con HAP incluye el examen clínico, la radiografía de tórax, electrocardiograma y el ecocardiograma, los cuales son métodos de diagnóstico no invasivos; sin embargo, el estándar de oro para su diagnóstico, siempre ha sido el cateterismo cardiaco.^{7,36,37} A pesar que en las últimas dos décadas, el ultrasonido Doppler de onda continua y pulsado ha permitido establecer con mayor confiabilidad el diagnóstico y severidad de la HAP, aún no ha sustituido al cateterismo.^{14,15}

Los diferentes métodos ecocardiográficos empleados para la medición de la HAP son: intervalos sistólicos, insuficiencia tricuspídea con y sin medio de contraste y la medición de los gradientes en los cortocircuitos.^{17-20,23,26,27,30-34,43-45} Los estudios que se han realizado comparando al cateterismo con los métodos ecocardiográficos en niños con cardiopatía han mostrado que tanto los IS como la IT son de los métodos que más correlacionan con las determinaciones de la PAP por cateterismo, pero estos estudios tienen problemas de diseño y de selección de pacientes. En los casos de sujetos con defecto septal ventricular, la evaluación de la PAP mediante el gradiente que se produce a través del defecto, puede modificarse en relación con el tamaño del defecto y con la PAP; a mayor tamaño del defecto y de la PAP, el gradiente es menor.⁴³⁻⁴⁵

El presente estudio se realizó para obtener información más confiable que permitiera determinar si, el ecocardiograma es capaz de identificar adecuadamente a los pacientes pediátricos con cardiopatía congénita con y sin HAP. Se decidió comparar IS e IT con y sin medio de contraste, puesto que son los métodos que con mayor frecuencia se describen para la evaluación de la PAP.^{17-20,23,28,27,30-34}

Para mejorar el diseño de los estudios anteriores, el grupo se constituyó exclusivamente con niños con cardiopatía congénita; los reportes previos incluyen adultos y pacientes postoperados de cardiopatía congénita; es posible que estos factores subestimen la correlación de la ecocardiografía con el cateterismo cateterismo.^{23,28,36}

Como se muestra en el Cuadro 3, la comparación de los resultados puntuales, medidos en mmHg, demostró que los tres métodos ecocardiográficos empleados para la determinación de la PAP, son muy similares al cateterismo cardiaco, en especial, la IT con medio de contraste; estudios anteriores han obtenido resultados similares.^{6,21,23,30,31}

Tomando en cuenta que la presencia y grado de HAP, en contraste con el estudio de Cáceres-Espejo y col.,⁶ donde se calcularon diferentes porcentajes de sensibilidad (entre 42 y 84%) para diagnóstico de los diferentes grados de HAP con IS, los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron resultados muy diferentes; en este estudio la sensibilidad fue del 100%, sin embargo, la tasa de falsos positivos condujo a calcular un VPP del 83.3%. Por otro lado, ellos determinaron la especificidad del 100%, la diferencia parece ser consecuencia de los criterios de selección, ya que en aquel estudio se incluyeron sujetos sanos, por

lo que era mayor la probabilidad de obtener resultados más confiables para determinar sujetos sin HAP, pero no se describe el número de pacientes mal clasificados para determinar el VPN; en el presente estudio, la especificidad (30.7%) fue muy baja, pero en los pocos casos detectados sin HAP, este diagnóstico fue correcto, por lo que el VPN fue del 100%.

El mecanismo por el cual se produce IT en pacientes con HAP es por sobrecarga sistólica del ventrículo derecho; por esta razón la IT ha sido evaluada como indicador de HAP; sin embargo, existen casos con hipertensión pulmonar sin IT y viceversa. En el estudio de Ishii y col.,³⁵ se describen los resultados puntuales de la medición de la PAP, pero no se determinan sensibilidad, especificidad y los valores predictivos; antes del inicio del presente estudio, se calcularon estos valores para conocer su utilidad como prueba diagnóstica; de esta manera la sensibilidad fue del 62%; este valor contrasta con los obtenidos en el presente estudio en el cual la sensibilidad fue 88%, en todos los casos el diagnóstico fue adecuado: VPP 100%. Esta diferencia se puede explicar porque sólo hubo seis pacientes sin HAP, todos fueron evaluados en el periodo posquirúrgico.

Desde hace algunos años se ha determinado que la aplicación de medio de contraste puede incrementar la imagen de insuficiencia tricuspídea y predecir mejor la presión arterial pulmonar,³¹⁻³⁵ tomando en cuenta este concepto también con los resultados de Ishii y col., se pudieron clasificar mejor a los pacientes con y sin HAP. En forma similar, en el presente estudio, con esta forma de evaluación de la HAP, los resultados obtenidos muestran una mejoría en la eficacia diagnóstica del ecocardiograma, ya que se pudo identificar al 97.7% de los pacientes con HAP

y a casi el 85% de los casos sin HAP. Con estos resultados se concluye que, de los tres métodos evaluados, la IT con contraste es el mejor.

Cuando se inició este estudio, se planteó la hipótesis que con la inclusión de más de un método ecocardiográfico para la evaluación de pacientes con HAP se podría incrementar la detección de casos con esta alteración; sin embargo, como se muestra en el Cuadro 5, cuando se sumaron los resultados de IS e IT sin medio de contraste, esto no sucede. Debido a la necesidad que los pacientes sean canalizados para la evaluación de IT con contraste, no se calculó se mostraron los resultados con la suma de IS e IT con contraste, sin embargo, no difieren a los registrados en el Cuadro 5. Las mediciones independientes de IS muestran que tiene su mayor utilidad para descartar HAP; mientras que IT sin contraste, para identificar a los sujetos con HAP.

Para conocer si existían modificaciones de los resultados en los pacientes con valores más altos de PAP se realizó un análisis independiente; se hicieron dos grupos, en uno se agruparon los pacientes con HAP moderada y grave, y en el otro los pacientes sin HAP y con HAP leve. Como se muestra en el Cuadro 7, los tres métodos ecocardiográficos mejoraron en forma importante; con este cálculo prácticamente todos los pacientes se clasificaron adecuadamente. Es importante mencionar que con IS la mejoría fue la más notable, esta misma observación la obtuvieron Cáceres-Espejo y col.⁶. Con estos resultados, se demuestra que los métodos ecocardiográficos, a pesar de tener una correlación muy buena para la medición de la PAP, cuando se usan para determinar presencia o ausencia de HAP no son útiles para los casos de HAP leve.

La evaluación de las pruebas diagnósticas va más allá del cálculo de sensibilidad, especificidad y valores predictivos; con las razones de probabilidad se dan herramientas al clínico para interpretar los resultados con mayor precisión. Con los cálculos realizados en el presente estudio (Cuadro 5), se observa que, para el caso de un resultado positivo de IS se incrementa la probabilidad de HAP, de un 77% (prevalencia o probabilidad preprueba) al 82%; para IT con contraste, a 93%; mientras que para IT sin contraste, todos los sujetos tendrán HAP cuando se identifiquen como positivos para HAP. Cuando se evalúa la presencia de HAP entre los sujetos con HAP moderada y grave, la probabilidad se incrementa de 77% al 94.7% con IS; con IT sin contraste a 97.2% y con IT con contraste a 97.6%.

De las sustancias que se emplean como contraste para mejorar la imagen de IT, se han utilizado solución glucosada, solución salina y albúmina,³⁰⁻³⁵ se ha comprobado que el último define mejor la imagen. En la actualidad cada vez más, existen nuevos preparados comerciales que se utilizan como medio de contraste en la ecocardiografía, como Levovist, Albunex, Perflenapent; estos medios proveen una mejor delineación de los bordes endocárdicos e informan sobre la perfusión miocárdica, por lo que han sido útiles para evaluar la función miocárdica; pero no se han utilizado para el diagnóstico de cardiopatía congénitas.⁴⁰⁻⁴³ En el futuro éstos se deberán evaluar para la evaluación de los sujetos con cardiopatías congénitas y PAP; tanto en estudios sobre su utilidad para el diagnóstico, como de costo-beneficio, ya que tomando en cuenta que si un paciente pesara 10 kilogramos, con un frasco de albúmina se evaluarían 10 pacientes; con otros medios de contraste se utiliza un frasco por paciente.

El haber realizado las mediciones de presión pulmonar mediante los tres métodos y establecer sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de probabilidad nos ha permitido establecer con claridad cual es el método más confiable al compararlo con el cateterismo cardiaco. Con los resultados obtenidos se concluye que, como prueba diagnóstica global, en niños con cardiopatía congénita el método ecocardiográfico mejor es la IT con medio de contraste; sin embargo, por tener que utilizarse un acceso venoso para su realización, su medición debe considerarse después de tener el resultado de los IS o de IT sin contraste. Así, en caso de tener un resultado negativo con IS, sería muy poco probable tener HAP moderada o grave, en cambio, un resultado positivo de HAP con IT sin contraste haría el diagnóstico correcto de HAP; solamente en casos de duda de HAP evaluar al paciente con IT con contraste.

BIBLIOGRAFIA.

1. Rocmann R, Development maturation of the cardiovascular system En: Holbrook P, Textbook of Pediatric Critical Care. W, B, Saunders Company Philadelphia Pennsylvania 1993: 242-58.
2. Barst RJ. Diagnosis and treatment of pulmonary artery hipertensión. Current Opinion Pediatr 1996; 8:512-18.
3. Guadalajara J, Hipertensión arterial pulmonar. En: Cardiología de Guadalajara de. Francisco Méndez Cervantes, 3a Ed México: 1984: 989.1025.
4. Adams F, Emmanguilides G, Riemenschneider T. Pulmonary Hipertensión. En: Heart Disease in infants, childrens, adolescents. Moss A, Adams F, editores, 4ta Ed. Toronto 1994.
5. Rounds H, Hill N, Pulmonary hipertensive disease. Chest 1984; 85: 397-404.
6. Cáceres-Espejo J, Santos J, Gavilán J, et al. Valoración por ecocardiografía doppler de la hipertensión pulmonar del niño. Rev Esp Cardiol 1995; 48: 122-7.
7. Heath D, Edwards JE, The pathology of hipertensive pulmonary vascular disease. Circulation 1958; 18: 533-47.
8. Zimmerman H, Técnica del cateterismo cardiaco. En: El cateterismo cardiovascular de Editorial Científico Médica 2da Ed. España 1969.
9. Lundell B, Casas M, Wallgren C, Oxigen consumption in infants and childrens during Heart catheterization. Pediatr Cardiol 1996; 17: 207-13.
10. Jhonson J, Felter M, West J, et al. The relation between electrocardiograph echocardiography. Cardiol 1995; 86: 249-56.
11. Chou T, Masangkay M, Young R, et al. Simple quantitative vectocardiographic criteria for the diagnosis of right ventricular hypertrophy. Circulation 1973; 48: 1262-7.
12. Waggoner D, Quinones A, Young B, et al. Pulsed doppler echocardiography detection of right-sided valve regurgitation experimental results and clinical significance. Am J Cardiol 1981; 47: 279-86.
13. Patel A, Rowe F, Dhanani S, et al. Pulsed doppler echocardiography in diagnosis of pulmonary regurgitation: its value and limitations. Am J Cardiol 1982; 49: 1801-5.
14. Hatle L, Angelsen B, Tromsdal A, Non-invasive estimation of pulmonary artery systolic pressure with doppler ultrasound. Br Heart J 1981; 45: 157-65.

15. Meng-huan L, Jin-Jer Ch, Yu-Lin K, et al. Reappraisal of Quantitative evaluation of pulmonary regurgitation and estimation of pulmonary artery pressure by continuous wave doppler echocardiography. *Cardiol* 1995; 86:249-56.
16. Duran R, Larman M, Trugeda A, et al. Comparison of Doppler-determined elevated pulmonary arterial pressure with pressure measured at cardiac catheterization. *Am J Cardiol* 1986; 57: 859-63.
17. Hirschfeld S, Meyer R, Schwartz D, et al. Measurement of right and left ventricular systolic time intervals by echocardiography. *Circulation* 1975; 51: 304-9.
18. Isobe M, Yazaki Y, Takaku F, et al. Prediction of pulmonary arterial pressure in adults by pulsed Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 1986; 57: 316-21.
19. Spooner E, Perry B, Stern A, et al. Estimation of pulmonary/systemic resistance ratios from echocardiography systolic time intervals in young patients with congenital or acquired heart disease. *Am J Cardiol* 1978; 42: 810-6.
20. Kosturakis D, Goldberg S, Allen H, et al. Doppler echocardiographic prediction of pulmonary arterial hypertension in congenital heart disease. *Am J Cardiol* 1984; 53: 1110-5.
21. Kitabatake A, Inoue M, Asao M, et al. Noninvasive evaluation of pulmonary hypertension by a pulsed Doppler technique. *Circulation* 1983; 2:302-9.
22. Whan-Zen L, Jun-bao D, Yu-Wen M, et al. Pulmonary artery pressure evaluated by pulsed doppler echocardiography in children with a left-to-right intracardiac shunt. *Pediatric Cardiol* 1991; 12:17-9.
23. Yock PG, Popp RL. Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by doppler ultrasound in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation* 1984; 4: 657-62.
24. Berger M, Haimowitz A, Tosh A, et al. Quantitative assesment of pulmonary hipertension in patients with tricuspid regurgitation using continuous wave Doppler ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6: 359-65.
25. Benatar A, Clarke J, Silverman M. Pulmonary hipertension in infants with chronic lung disease: non-invasive evaluation and short term effect of oxygen treatment. *Arch Dis Child* 1995; 72: 14-9.

26. Brecker S, Gibbs J, Fox K, et al. Comparison of Doppler derived haemodynamic variables and simultaneous high fidelity pressure measurement in severe pulmonary hypertension. *Br Heart J* 1994; 72:384-9.
27. Currie P, Seward J, Chan K, et al. Continuous wave Doppler determination of right ventricular pressure: a simultaneous Doppler-catheterization study in 127 patients. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6:750-6.
28. García D, Falzgraf S, Almazan A, et al. Diagnosis of functional tricuspid insufficiency by pulsed-wave Doppler ultrasound. *Circulation* 1982; 66: 1315-21.
29. Depace N, Ren J, Kotler M, et al. Two-dimensional echocardiographic determination of right atrial emptying volume: a noninvasive index in quantifying the degree of tricuspid regurgitation. *Am J Cardiol*. 1983; 52: 525-9.
30. Himelman R, Stulbarg M, Kircher B, et al. Noninvasive evaluation of pulmonary artery pressure during exercise by saline-enhanced Doppler echocardiography in chronic pulmonary disease. *Circulation* 1989; 79:863-71.
31. Beppu S, Tanabe K, Shimizu T, et al. Contrast enhancement of Doppler signals by sonicated albumin for estimating right ventricular systolic pressure. *Am J Cardiol* 1991; 67: 1148-50.
32. Beard J, Byrd B. Saline contrast enhancement of trivial Doppler tricuspid regurgitation signals for estimating pulmonary artery pressure. *Am J Cardiol* 1988;67:486-8.
33. Meltzer R, Vered ZVI, Benjamin P, et al. Diagnosing tricuspid regurgitation by direct imaging of the regurgitant flow in the right atrium using contrast echocardiography. *Am J Cardiol* 1983; 52: 1050-3.
34. Chen C, Morganroth J, Mardelli J, et al. Tricuspid regurgitation in tricuspid valve prolapse demonstrated with contrast cross-sectional echocardiography. *Am J Cardiol* 1980; 46: 983-7.
35. Ishii M, Kato H, Inoue I, Takagi J, et al. Noninvasive evaluation of systolic pressures of pulmonary artery and right ventricle using contrast-enhanced Doppler echocardiography: Comparative study using sonicated albumin or glucose solution. *Pediatra Cardiol* 1996; 17: 175-80.
36. Martínez R. Generalidades del cateterismo cardiaco. En: *Cateterismo cardiaco diagnóstico y tratamiento de las cardiopatías*. Trillas. México 1990.
37. Bargerón L, Elliott L, Soto B, et al. Axial cineangiography in congenital Heart disease, concept, technical and anatomic considerations. *Circulation* 1977;56:1075-93.

38. Fajardo A, Yamamoto L, Garduño J, et al. Consistencia y validez de una medición en la investigación clínica pediátrica. Definición evaluación y su interpretación. Bol Med Hosp Infant Mex 1991; 48: 367-81.
39. Sackett DL, Haynes B, Gordon G, Tugwell P. The interpretation of diagnostic data. En: Sackett DL, Haynes B, Gordon G, Tugwell P Eds. Clinical Epidemiology. A basic science for clinical medicine 2^o ed. EUA: Little, Brown & Co., 1991: 69-152.
40. Kemp WE, Kerins DM, Shyr Y, et al. Intravenous albumex was more effective than agitated saline in enhancing incomplete Doppler echocardiography spectra for tricuspid regurgitation without a significant alteration in the maximal detected velocity. Am J Cardiol 1997;79: 232-4.
41. Gandhok NK, Block R, Ostoic T, et al. Albumex is an food drug administration approved ultrasound contrast agent used for the enhancement of left ventricular endocardial borders. J Am Soc Echocardiogr 1997;10:25-30
42. Shaw LJ. Impact of contrast echocardiography on diagnostic algorithms: pharmacoeconomic implications, Clin Cardiol 1997; 20 (Suppl 1): 139-40.
43. Quay SC Eisenfeld AJ. Safety assessment of the use of perflorapent emulsion for contrast enhancement of echocardiography and diagnostic radiology ultrasound studies. Clin Cardiol 1997; 20 (Suppl 1):119-26.
44. Chiming G, Yung Z, Weiqiang K et al. Noninvasive evaluation of right ventricular and pulmonary artery systolic pressures in patients with ventricular septal defects: simultaneous study of Doppler and catheterization data. Am Heart J. 1993;125:1073.
45. Murphy D, Ludomirsky A, Huhta J. Continuous wave Doppler in children with ventricular septal defect: Noninvasive estimation of interventricular pressure gradient. Am J Cardiol 1986;57:428-32.

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Figura 1. Intervalos sistólicos.

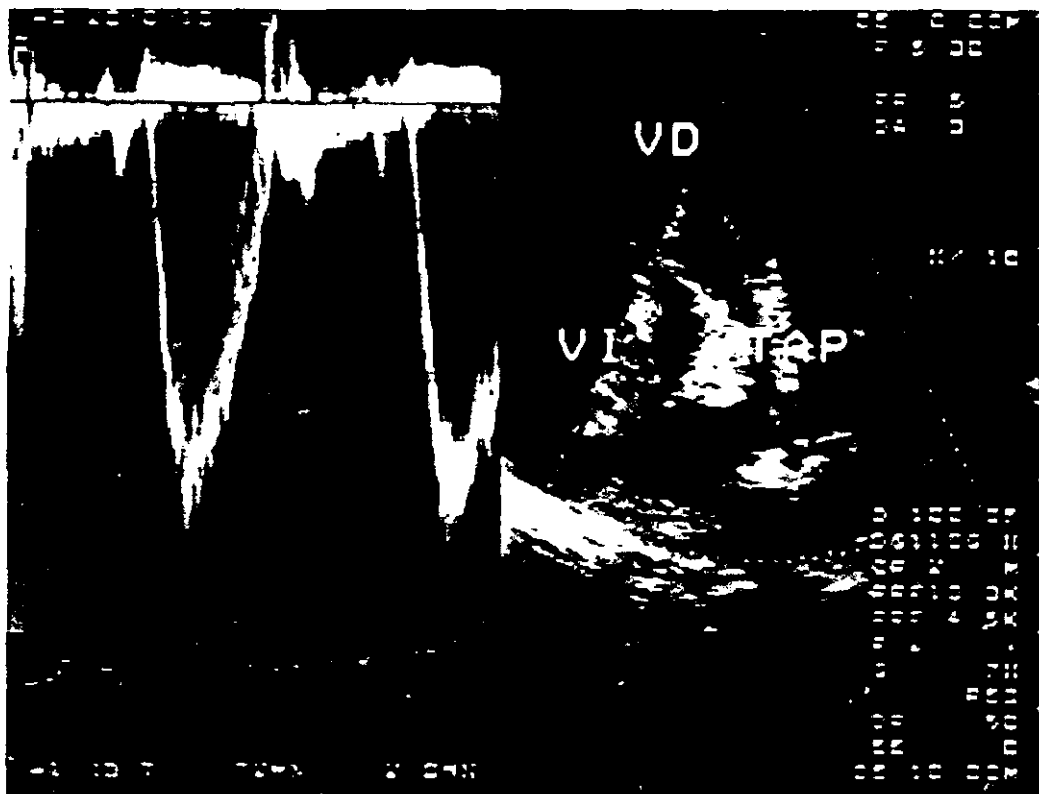


Figura 2. Insuficiencia tricuspídea sin medio de contraste.

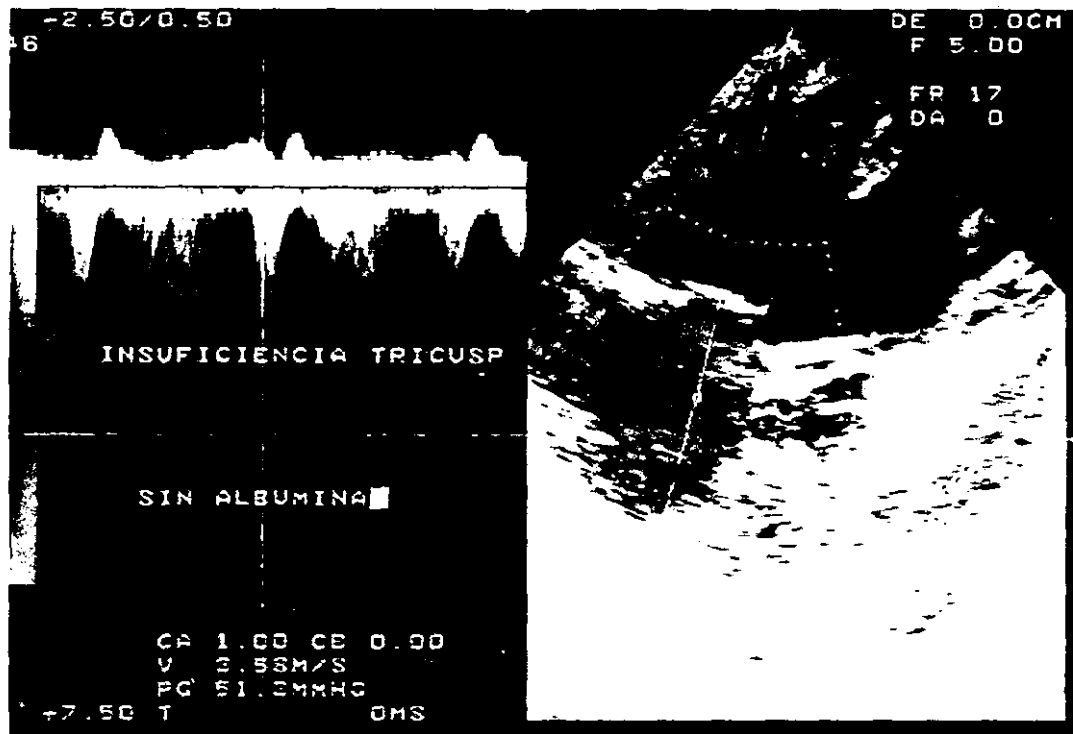


Figura 3. Insuficiencia tricuspídea con medio de contraste

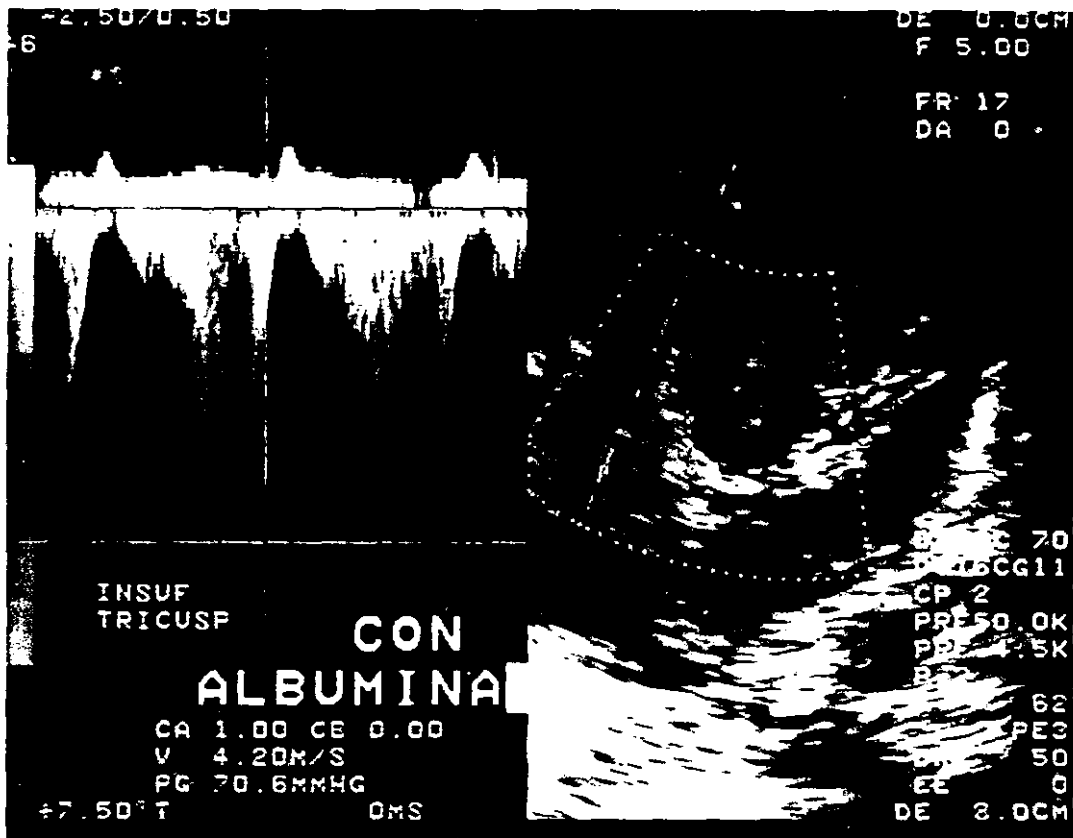


Figura 4. *Correlación de los valores de PAP del cateterismo cardiaco con los de ecocardiografía mediante intervalos sistólicos ($r = 0.83$).*

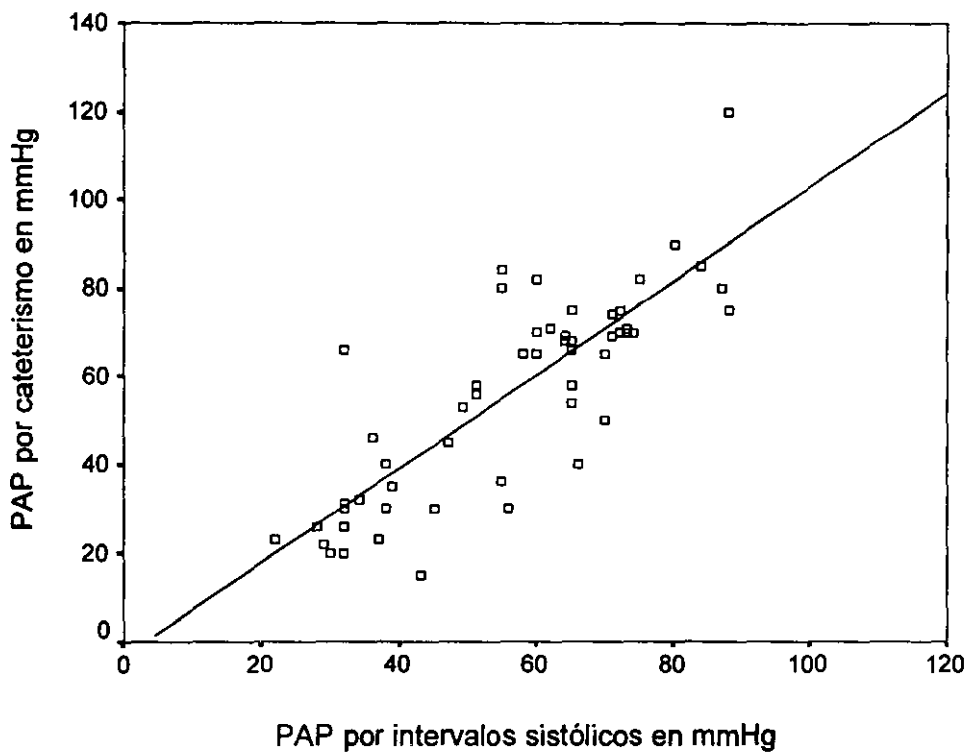


Figura 5. *Correlación de los valores de PAP del cateterismo cardiaco con los de ecocardiografía mediante insuficiencia tricuspídea sin medio de contraste ($r = 0.85$).*

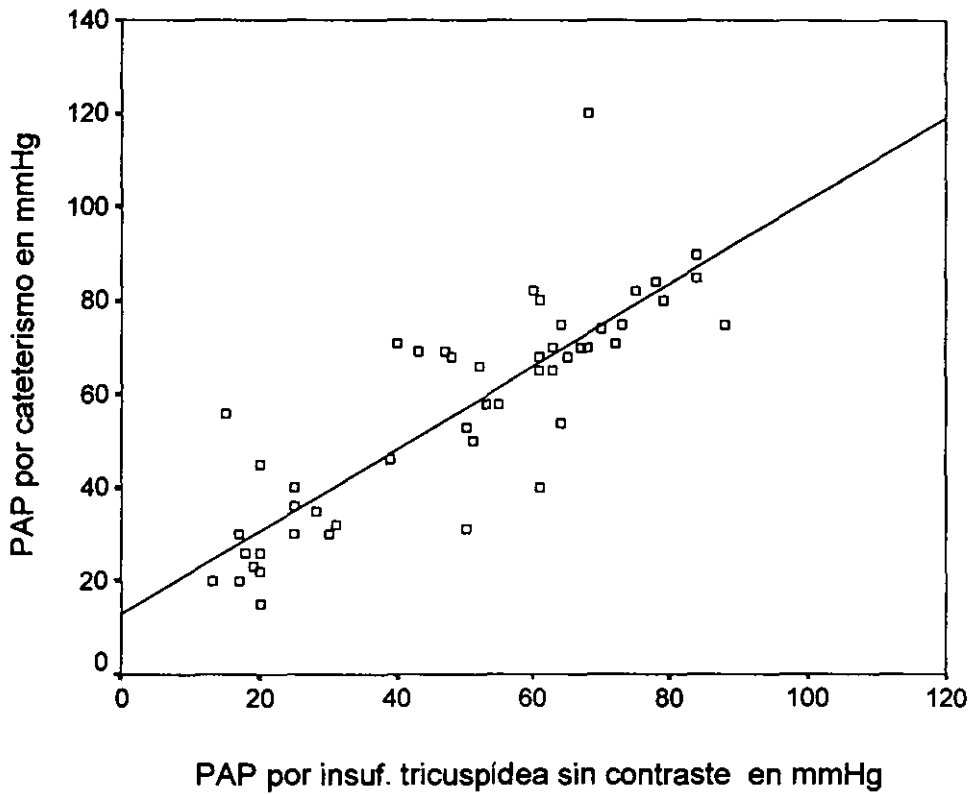


Figura 6. *Correlación de los valores de PAP del cateterismo cardiaco con los de ecocardiografía mediante insuficiencia tricuspídea con medio de contraste ($r = 0.91$).*

