

31  
24 11205



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO  
MEDICO "LA RAZA" IMSS  
SERVICIO DE CARDIOLOGIA

"CORRELACION DOPPLER - CATETERISMO EN LA CUANTIFICACION DE GRADIENTES TRANSCOR-TACION MEDIANTE LA FORMULA SIMPLIFICADA DE BERNOUILLE"

## TESIS DE POSTGRADO

Que para obtener el grado de  
C A R D I O L O G O  
p r e s e n t a

DR. NARCISO ERNESTO DE LA TORRE JIMENEZ



I.M.S.S.

FALLA DE ORIGEN

*Roberto Enciso Gomez*  
ASESOR DE TESIS:  
DR. ROBERTO ENCISO GOMEZ

*E. Badui*



PROFESOR TITULAR:  
DR. ELIAS BADUI D.

RECORRIDO EN  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CENTRO  
SERVICIO DE CARDIOLOGIA  
1990

*[Handwritten signature]*



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 está 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.

## INDICE

	PAG.
AGRADECIMIENTOS.....	1
RESUMEN .....	2
INTRODUCCION .....	4
ANTECEDENTES .....	6
OBJETIVO .....	8
MATERIAL Y METODOS.....	9
RESULTADOS .....	12
DISCUSION .....	22
CONCLUSIONES .....	27

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO

Quién creó todas las cosas para bién de los hombres.

A MIS PADRES

A quienes después de Dios debo mi existencia y mi educación.

A MARIA DEL PILAR

Gracias por tu amor y tu paciencia incondicional, espero poder recompensarte toda esta espera.

A MIS HIJAS

Ana Magdalena y Alejandra, cuya sola existencia me ha hecho inmensamente feliz y me ha motivado a seguir adelante.

A MIS MAESTROS

Quienes desinteresadamente me enseñaron el arte de la Medicina.

A MIS PACIENTES Y A TODAS LAS PERSONAS QUE HAN CONFIADO EN MI COMO MEDICO Y COMO PERSONA.

## RESUMEN

Se estudiaron 21 pacientes (14 H y 7 M) con diagnóstico de coartación aórtica, con edades de 7 días a 31 años (media 9a), se analizaron 24 pares de datos.

Mediante Doppler continuo, en proyección supraesternal se calculó el gradiente transcoartación utilizando la fórmula simplificada de Bernouille:  $P_1 - P_2 = 4(V)^2$ . Dicho valor se correlacionó con el obtenido en el último cateterismo. En 15 pacientes el gradiente hemodinámico se obtuvo inmediatamente después de angioplastia con balón. El intervalo entre ambos métodos varió de 3 horas a 90 días (media 20d). La correlación para el grupo en general fué buena (r .80), sin embargo, el Doppler sobreestimó el gradiente en 15 casos, con cifras del 25% al 300% mayores que las del cateterismo (63% de los casos); subestimó en 2 (8%) y se aproximó en 7 (29%).

En el grupo con gradiente hemodinámico post angioplastia inmediata la correlación fué pobre (r .23), no así en aquellos sin dicho procedimiento (r .80). Cuando el intervalo fué menor de 7 días la correlación fué pobre (r .65), mejorando notablemente cuando el intervalo fué mayor (r.80). En mayores de 5 años de edad la correlación fué excelente (r.91), mientras que en menores de dicha edad sucedió lo contrario (r .44).

Se concluye que el gradiente transcoartación calculado por la fórmula simplificada de Bernouille correlaciona aceptablemente con el hemodinámico y cuando el grupo estudiado se compone principalmente de pacientes postangioplastia, la correlación es mejor después de 7 días de realizado dicho procedimiento. La correlación es mejor en mayores

que en menores de 5 años de edad.

Existe una tendencia del Doppler a "sobrestimar" los gradientes cuando se utiliza la fórmula simplificada de Bernouille, fenómeno debido probablemente a "recuperación de presión" el cual es mas frecuente en obstrucciones largas y excéntricas como la coartación aórtica.

## I N T R O D U C C I O N

La señal Doppler representa el cambio en la frecuencia del sonido emitido que rebota contra los elementos fomes de la sangre en movimiento, este cambio de frecuencia entre el ultrasonido transmitido y el reflejado es directamente proporcional a la velocidad del flujo sanguíneo, de donde se deriva la siguiente ecuación: '

$$V = \frac{(F_r - F_t) C}{2F_t \cos \theta}$$

Donde : V= Velocidad de flujo.

F<sub>r</sub>= Frecuencia recibida.

F<sub>t</sub>= Frecuencia transmitida.

C= Vel. del sonido en la sangre (aprox 1540 m/s).

θ = Angulo intercepto entre el haz de ultrasonido y la dirección del flujo.

En clínica se utilizan dos tipos de Doppler: El continuo y el pulsado, en el primero la emisión y la recepción de señales son constantes y tiene la capacidad de medir altas velocidades de flujo, sin embargo no permite determinar la profundidad de las senales recibidas, mientras que el pulsado tiene resolución en profundidad, pero la señal se sobresatura con velocidades altas (1).

La velocidad que alcanza el flujo al atravesar una obstrucción varía con la severidad de estenosis. La fórmula de Bernouille relaciona el descenso de presión entre ambos lados de la estenosis con una serie de términos hidrodinámicos. Si la estenosis es fija, el principal determinante del gradiente de presión es la velocidad máxima de

flujo. Para fines prácticos, la fórmula de Bernouille puede ser simplificada hasta :  $P_1 - P_2 = 4(V_{max})^2$  (2,3).

A finales de los 70s se publica el primer trabajo en el que se calcula el gradiente transvalvular en la estenosis mitral utilizando la fórmula simplificada de Bernouille (2), dicho trabajo sentó las bases para la valoración no invasiva de de las obstrucciones al flujo sanguíneo. Actualmente, con el desarrollo del análisis espectral de la senal Doppler, la combinación del Doppler continuo con imagen, el perfeccionamiento de los transductores, el advenimiento de la codificación en color , la ecocardiografía transesofágica , el mapeo digital y la reconstrucción tridimensional, han aumentado nuestros conocimientos con respecto a las diferentes patologías cardíacas, no obstante, en el caso específico de la valoración por Doppler de la severidad de la coartación aórtica, los resultados no han sido del todo satisfactorios (4).

## A N T E C E D E N T E S

La coartación aórtica (Co Ao) es un padecimiento relativamente frecuente en nuestro medio, ocupa del 5° al 6° lugar del total de cardiopatías congénitas en México, con un porcentaje que va del 5% al 8% (5) y es una causa importante de insuficiencia cardíaca en el neonato y de hipertensión arterial en la infancia y adolescencia. Su evolución depende en gran parte de un diagnóstico adecuado y de un tratamiento oportuno, ya que la vida media de los pacientes no tratados es de apenas 35 años (6).

El diagnóstico clínico se basa primordialmente en la presencia de hipertensión arterial en los miembros superiores y de hipotensión y pulsos débiles en los inferiores; en ocasiones se ausculta un soplo sistólico en hemitórax posterior izquierdo. Algunas veces debido a la presencia de abundante circulación colateral puede escucharse un soplo continuo.

Aunque en la mayoría de los casos los datos clínicos son suficientes para establecer el diagnóstico, son necesarios más elementos para definir el sitio y la naturaleza de la obstrucción, en orden a un tratamiento adecuado y específico.(7).

Hasta hace algunos años el cateterismo cardíaco y la angiografía habían sido los métodos tradicionales de investigación en este tipo de padecimientos, métodos muy útiles, pero con todos los riesgos inherentes a un estudio invasivo. Es en 1977 cuando se comienza a aplicar la ecocardiografía bidimensional en el diagnóstico de la Co Ao (8), sin embargo este método por sí solo no ha mostrado ser de gran ayuda en la valoración de la severidad de la coartación (9).

Horowitz y Col. inician la aplicación del Doppler en coartaciones experimentales en perros, y con transductores aplicados directamente a la aorta determinan los gradientes mediante la fórmula simplificada de Bernouille encontrando una excelente correlación con el gradiente hemodinámico; asimismo inician estudios clínicos en humanos con Co Ao (10). A partir de entonces se han llevado a cabo varios estudios tratando de verificar dicha correlación; los resultados han sido disímolos.

Por una parte Wyse en Londres encuentra una buena correlación entre ambos métodos y Marx en Arizona reporta una  $r = .91$ , encontrando una tendencia del Doppler a la sobreestimación (11,12), por lo que modifica la fórmula de Bernouille, añadiendo a la ecuación la velocidad inicial, con lo que mejora la correlación ( $r = .96$ ), mientras que Houston y Col. contradice los resultados anteriores encontrando una  $r = .43$  en 23 niños con Co Ao (7).

A raíz de dichos resultados se han despertado una serie de controversias, se han realizado estudios y formulado hipótesis un tanto contradictorias (7,11). Se han formulado ecuaciones de regresión y factores de corrección para tratar de ajustar los resultados del Doppler al cateterismo (4) sin haberse dicho aún la última palabra.

O B J E T I V O

DETERMINAR LA CORRELACION EXISTENTE ENTRE EL GRADIENTE DE PRESION  
CALCULADO POR CATETERISMO CARDIACO Y EL DERIVADO DE LA ECUACION  
SIMPLIFICADA DE BERNOUILLE MEDIANTE DOPPLER CONTINUO EN PACIENTES CON  
COARCTACION DE LA AORTA.

## MATERIAL Y METODOS

De una serie de 30 pacientes con diagnóstico clínico, ecocardiográfico y hemodinámico de Co Ao, se seleccionaron 21 (14 hombres y 7 mujeres) con edades comprendidas de una semana a 31 años (media 9a); se excluyeron 3 pacientes en quienes el registro del Doppler no fué de suficiente calidad y 6 en quienes el intervalo Doppler-cateterismo fué mayor de 90 días.

Se obtuvieron 24 pares de datos que fueron los que conformaron el presente trabajo. Las lesiones asociadas se muestran en la tabla 1 . Utilizamos un ecocardiografo Toshiba "Sonolayer" SSH 65A. En proyección supraesternal se detectó inicialmente el sitio coartado por ecocardiografía bidimensional y Doppler codificado en color y a continuación mediante Doppler continuo con un transductor angulado de 2.5 MHz se localizó el sitio de mayor velocidad de flujo por análisis espectral y por la máxima intensidad de la señal auditiva- el ecocardiografista no conocía los resultados de estudios previos- Se calculó el gradiente transcoartación utilizando la fórmula simplificada de Bernouille:  $P1-P2 = 4 (V_{max})^2$  tomando el promedio de 3 o más latidos; posteriormente dichos valores se correlacionaron con los gradientes hemodinámicos pico a pico obtenidos en el cateterismo más próximo.

En 15 casos el gradiente hemodinámico fué obtenido inmediatamente después de angioplastia con balón.

El intervalo del Doppler al cateterismo varió de 3 horas a 90 días (media 20d).

Se analizó la correlación entre ambos métodos tanto para el grupo en general como para : 1) Pacientes con gradiente hemodinámico post

angioplastía inmediata; 2) Pacientes sin angioplastía; 3) Intervalo Doppler-cateterismo mayor de 7 días; 4) Intervalo Doppler-cateterismo menor de 7 días; 5) Mayores de 5 años de edad y 6) Menores de 5 años. Analizamos la correlación por el método de Pearson y el de Bland y Altman (13). La significancia estadística se calculó mediante la t de Student pareada.

Tabla 1

N° DE ESTUDIO	EDAD	SEXO	HEMODYNAMICO ▲ (mm Hg)	DOPPLER (mm Hg)	ANGIO- PLASTIA	INTERVALO DOP-CAT	ANOMALIAS ASOCIADAS
1	14 A	M	34	48	SI	3 DIAS	CIV
2	15 A	M	10	34	SI	2 "	—
3	4 A	M	30	45	SI	90 "	HAAo*
4	5 A	M	30	27	SI	25 "	I. Mit. HAAo
5	3 A	F	34	20	SI	2 "	PCA. HA Ao
6	4 A	M	12	31	SI	7 "	E Ao
7	10 A	M	8	15	SI	50 "	—
8	3 M	F	21	50	SI	90 "	CIV, PCA, CIA.
9	14 A	F	9	20	SI	7 "	PCA
*10	7 A	M	33	34	NO	7 "	PCA, ESA
*11	7 A	M	20	25	SI	30 "	" "
*12	9 A	M	60	58	NO	1 "	EA.
*13	9 A	M	21	24	SI	1 "	"
14	3 A	F	10	40	SI	28 "	—
15	5 A	F	19	19	SI	90 "	—
16	2 A	M	60	49	NO	1 "	—
17	31 A	F	94	106	NO	7 "	—
18	3 A	F	37	51	NO	1 "	—
19	29 A	M	27	60	NO	38 "	—
*20	3 A	M	44	55	NO	4 "	I. MIT. HAAo
*21	3 A	M	10	38	SI	2 "	" "
22	15 A	M	35	35	NO	1 "	—
23	7 D	M	40	56	NO	3 horas	E Ao, PCA
24	14 A	M	13	30	SI	3 DIAS	—

\* Los datos 10, 11, 12, 13, 20 y 21 corresponden a los mismos pacientes pre y post Angioplastias.

CIV Comunicación interventricular, HAAo Hipoplasia del arco aortico, I. MIT Insuficiencia mitral  
 PCA Persistencia del conducto arterioso, EAO Estenosis Aortico, CIA Comunicación interventricular  
 ESA Estenosis subaortico.

## R E S U L T A D O S

De los 24 casos estudiados, el Doppler sobreestimó el gradiente en 15 (63%), con una sobreestimación del 25 al 300% sobre las cifras obtenidas por cateterismo (media 119%); en 2 casos lo subestimó (8%) con reducciones del 18% y 41% respectivamente y se aproximó con variación menor del 15% en 7 (29%). De los 15 casos sobreestimados, 10 correspondían al grupo post angioplastia inmediata, así como 1 de los 2 subestimados y sólo 1 de los 7 en que hubo concordancia (Tabla 1).

La correlación Doppler-cateterismo para el grupo en general fué aceptablemente buena :  $r = .80$ ,  $y = 17.7 + .76 x$ ,  $SE = 11.7$ ,  $p < 0.01$  (Fig. 1).

El promedio de la diferencia cateterismo-Doppler para la población total fué de  $-10.5 \text{ mmHg}$  con un SE de 11.7 (Fig.2).

En los pacientes en quienes el gradiente hemodinámico se había tomado inmediatamente después de la angioplastia se encontró la correlación más pobre:  $r = .23$ ,  $y = 25.8 + .27 x$ ,  $SE 10.8$ ,  $p = NS$  (Fig.3).

En los pacientes sin angioplastia encontramos una correlación aceptable:  $r = .80$ ,  $y = 16.8 + .82 x$ ,  $SE 12.7$ , aunque el valor de  $p$  no fué significativo (Fig. 4).

Cuando el intervalo de tiempo entre ambos estudios fué menor de 7 días, se encontró una débil correlación:  $r = .65$ ,  $y = 25.2 + .48 x$ ,  $p < 0.05$ , mientras que cuando el intervalo fué mayor de 7 días, la correlación mejoró notablemente:  $r = .90$ ,  $y = 11.6 + .99 x$ ,  $SE 11$ ,  $p < 0.02$  (Figs. 7 y 8 ).

Al dividir nuestra población en 2 grupos de edades, observamos que en los menores de 5 años la correlación fué pobre:  $r = .44$ ,  $y = 29 + .38$

x, SE = 11.8, p = NS (fig 5), mientras que en los mayores de dicha edad la correlación fué bastante buena:  $r = .91$ ,  $y = 13.2 + .91 x$ , SE 7.1, p 0.02 (Fig. 6)

8/12 pacientes menores de 5 años tenían angioplastia previa (66%) mientras que en el grupo de mayores de dicha edad 6/12 (50%) habían sufrido el procedimiento mencionado ( Tabla 1 ).

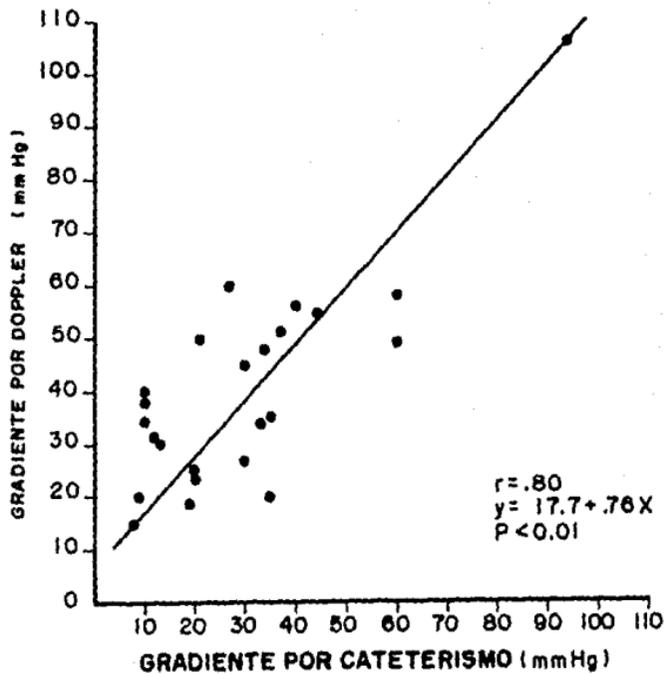


Fig.1 Correlación Doppler-Cateterismo en Co Aa.  
 \*Población Total (n=24)\*

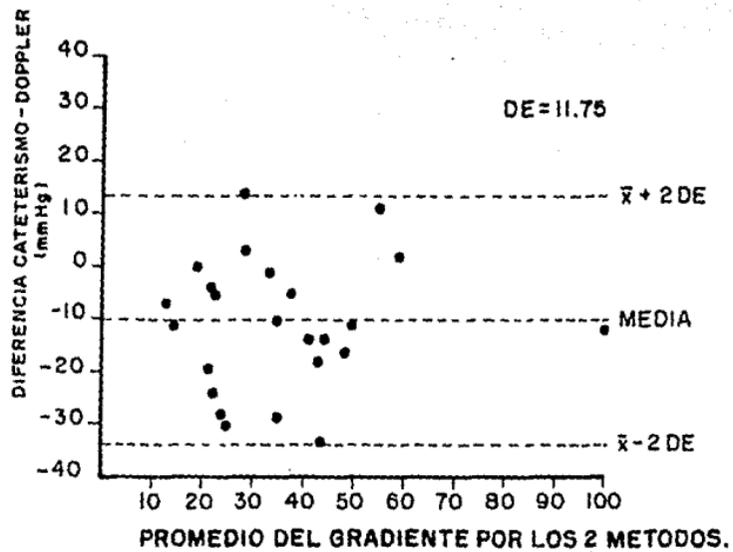


Fig. 2 Diferencia contra el promedio de gradientes.  
(POBLACION TOTAL)

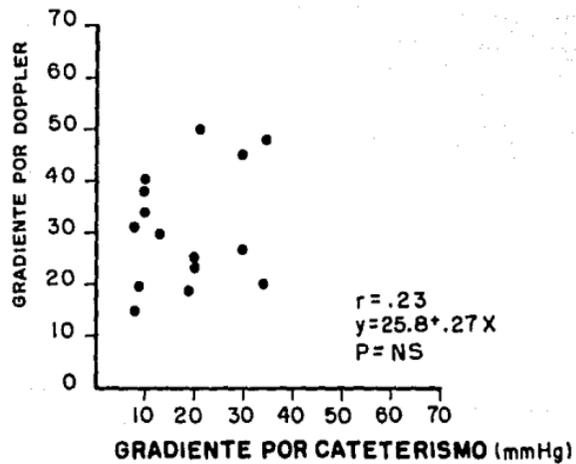


Fig. 3 Correlación Doppler - Cateterismo en Co Ao.  
 Gradiente hemodinámico post-angioplastia (n=15)

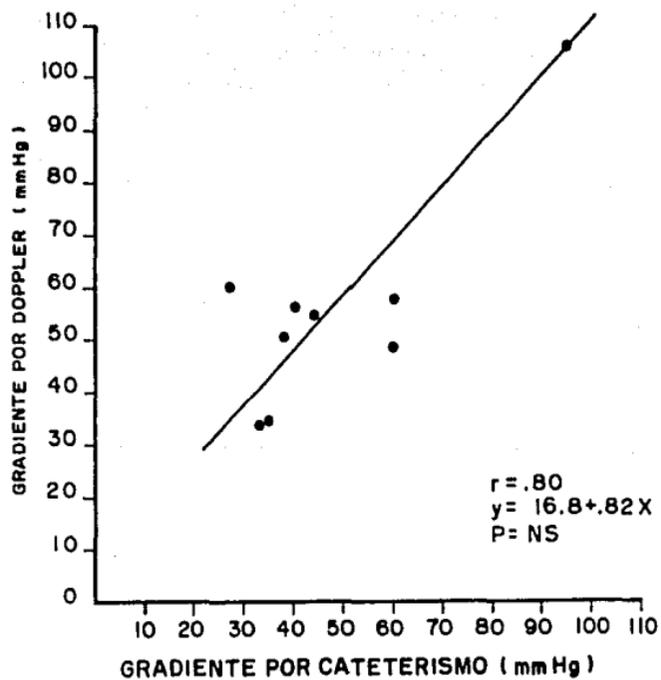


Fig.4 Correlación Doppler- Cateterismo en Co Ao.  
Pacientes sin Angioplastia ( n = 9 )

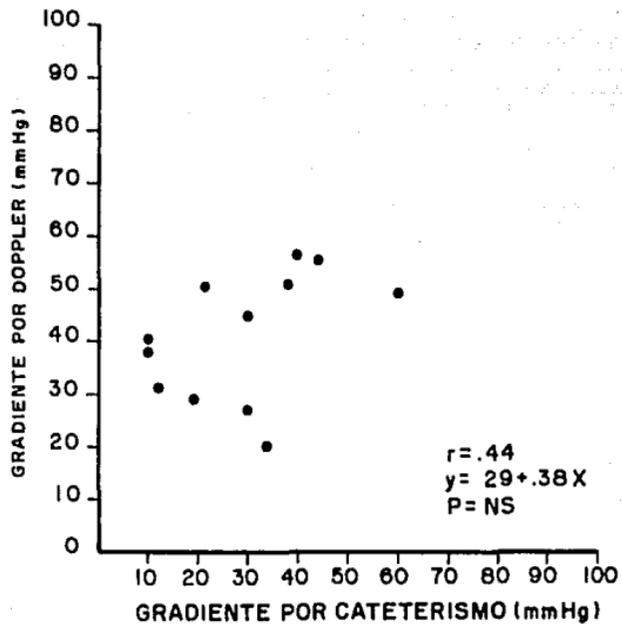


Fig.5 Correlación Doppler-Cateterismo en Co Ao.  
Menores de 5 años ( n= 12 )

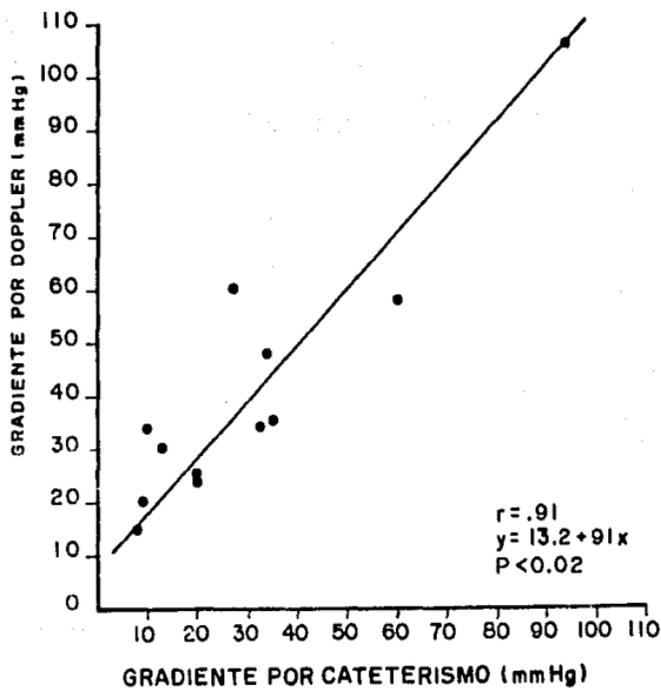


Fig. 6 Correlación Doppler - Cateterismo en Co Ao.  
Mayores de 5 años.

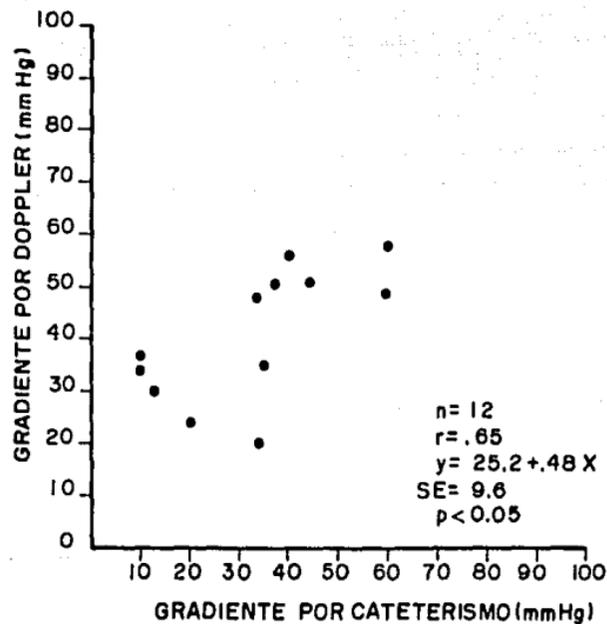


Fig.7 Correlación Doppler - Cateterismo en CoAo Intervalo menor de 7 días.

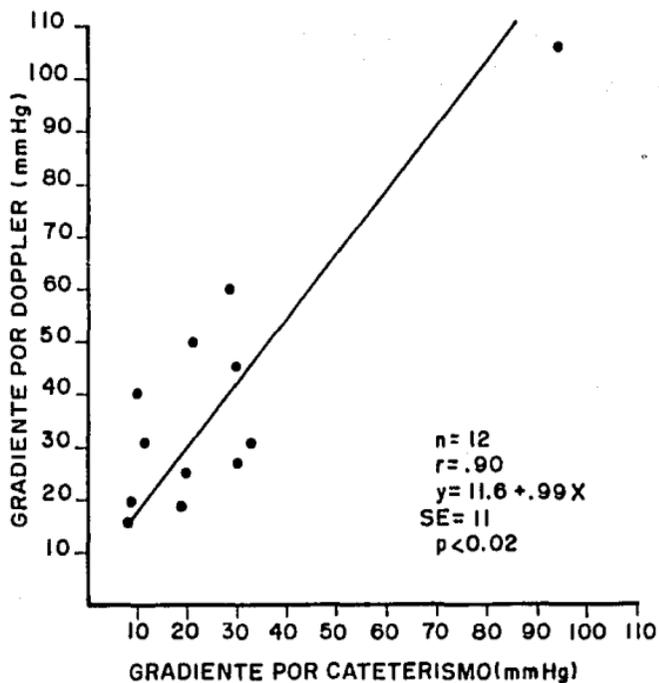


Fig.8 Correlación Doppler - Cateterismo en Co Ao  
Intervalo de 7 a 90 días.

## D I S C U S I O N

La valoración de la severidad y por lo tanto de la repercusión hemodinámica de la Co Ao requiere además de la valoración clínica, del apoyo de estudios tanto invasivos como no invasivos; entre los primeros tenemos al cateterismo cardíaco y a la angiografía como reglas de oro con que se miden todos los demás métodos diagnósticos, no obstante, dichos estudios no están exentos de riesgos y es aquí donde los estudios sin penetración corporal han ganado terreno (22).

La ecocardiografía bidimensional , aunque es un estudio bastante sensible y específico para el diagnóstico de muchas enfermedades cardiovasculares, no ha mostrado su utilidad en la valoración de la severidad de la Co Ao. La ecocardiografía Doppler ha probado por sus propios méritos su eficacia en el diagnóstico y en la determinación de la severidad de múltiples patologías, especialmente en regurgitaciones, cortocircuitos y cálculo de gradientes no obstante el panorama es extenso y aún queda mucho por avanzar.

La Co Ao reviste características propias que la hacen diferente de otro tipo de obstrucciones, tales como su excentricidad (6), presencia de circulación colateral (14) y su asociación a otras anomalías congénitas, especialmente aorta bivalva y persistencia del conducto arterioso; es por ello que los estudios al respecto no han presentado resultados del todo concordantes (7,11,17).

En el presente estudio observamos una correlación aceptable para el grupo en general, cifra menor que la encontrada por Marx (12) pero mejor que la descrita por Houston (7). Nuestros resultados se asemejan más a la serie de Rao quien reporta una  $r$  de .76 (4), Lo -

cual pudiera deberse a la relativa similitud de las poblaciones estudiadas, ya que este autor incluyó también pacientes con gradiente hemodinámico obtenido post-angioplastia inmediata. En este tipo de pacientes nosotros encontramos una correlación muy pobre ( $r=.23$ ) lo que concuerda con los resultados reportados por Madrid y Col. quienes encontraron una  $r$  de .32 en este tipo de pacientes (15) y con los del mismo Rao quien reporta una  $r$  de .31 (4). En los pacientes que no sufrieron angioplastis obtuvimos una correlación razonablemente buena ( $r=.80$ ).

Un hallazgo interesante en nuestro grupo es que la correlación fué mejor en quienes el intervalo Doppler-cateterismo fué mayor de 7 días que en aquellos cuyo intervalo era menor, lo cual parecería un tanto paradójico, sin embargo, Rao y Col. también encontraron algo similar (4). En nuestro grupo ésto pudiera explicarse en parte debido a que en 15 de los 24 casos (62%) el gradiente hemodinámico se tomó post angioplastia inmediata, de tal suerte que se requiere de cierto tiempo para que los tejidos aórticos se reajusten después del traumatismo sufrido por la dilatación, de modo que el gradiente definitivo no se alcanza sino hasta tiempo después del procedimiento. En menores de 5 años la correlacion fué pobre siendo notablemente mejor en mayores de dicha edad. Son varios los factores que pueden explicar esta diferencia: 1) En los menores existe mayor dificultad para alinear el haz ultrasónico a la dirección del flujo, Di Sessa (16) reconoce ya esta limitación debido a la menor longitud del cuello y la falta de cooperación del paciente; 2) En nuestro grupo 4 de los 12 menores de 5 años tenían persistencia del conducto

arterioso, lo cual puede interferir en la medición de la  $V_{max}$  y por lo tanto del gradiente.(12).

Cabe hacer notar en que la presencia de correlación no necesariamente implica concordancia de resultados, como lo han hecho notar Bland y Altman (13). El promedio de la diferencia cateterismo - Doppler en el presente trabajo fué de  $-10.5 \text{ mmHg}$  con un SE de 11.7, lo que traduce una clara tendencia a la sobreestimación por parte del Doppler con respecto al gradiente hemodinámico. Este problema había sido notado ya por Marx y Col., quienes modificaron la ecuación simplificada de Bernouille anadiendo a la fórmula la velocidad inicial (12). Ellos utilizaron la fórmula de la siguiente manera :  $P_1 - P_2 = 4 (V_2^2 - V_1^2)$ , mejorando con ello la concordancia y la correlación. Hatle recomienda el uso de dicha fórmula cuando la velocidad inicial sea mayor de  $1 \text{ m/s}$  (18). Por otro lado, estudios posteriores han encontrado que la correlación es la misma con una u otra fórmula aunque puede mejorar la "y" intercepta (4,19).

Los estudios de modelos hidrodinámicos in vitro realizados por Yoghannatan y por Levine (20,21) han dado luz con respecto a esta aparente sobreestimación, haciendo alusión al llamado efecto de recuperación de presión, el cual se basa en el principio de la conservación de la energía conforme la sangre se acelera a través de la obstrucción, siendo menor la presión donde la velocidad de flujo es mayor y viceversa, por lo tanto, el gradiente máximo de presión sólo puede ser medido cuando la punta del cateter se coloca en el sitio de mayor velocidad y por lo tanto de menor presión, a saber: la "vena contracta". Por el contrario, el Doppler sí es capaz de

localizar con mayor facilidad el sitio de mayor velocidad y por lo tanto revela el gradiente máximo instantáneo.

Este fenómeno de recuperación de presión es mas evidente en obstrucciones largas y excéntricas que en las centrales y cortas (Figs.9 y 10), en éstas, los torbellinos invaden al chorro central, creando con ello turbulencia y disminuyendo la recuperación de presión distal a la obstrucción , siendo en estas circunstancias el gradiente hemodinámico mas cercano al de la "vena contracta" y por ende más concordante con el Doppler. En las obstrucciones excéntricas y largas, por el contrario, el flujo es guiado más gradualmente dentro de la luz de la obstrucción y las líneas de flujo se expanden bastante antes de que interactúen con los torbellinos, por tanto habrá mayor recuperación de presión en una zona más amplia distal a la obstrucción, por lo cual el gradiente medido por el cateter será mucho menor al que existe en la zona de mayor velocidad, zona que el Doppler puede localizar mas facilmente, dando con ello la impresión de que éste "sobrestima" el gradiente de presión (21).

No obstante las elucubraciones anteriores, hay que aceptar que la valoración de la severidad de la Co Ao no debe basarse únicamente en el gradiente medido, ya que es bien sabido que éste puede modificarse con los cambios en el gasto cardíaco, la persistencia del conducto arterioso, la abundancia de circulación colateral, etc.

Recientemente Simpson y col han desarrollado un método de análisis digital por mapeo utilizando Doppler codificado en color para determinar el área efectiva de la coartación, pero dicha tecnología aún no está al alcance de muchos centros hospitalarios (14).

Fig. 9

( 26 )

### MODELO DE OBSTRUCCION LARGA Y EXCENTRICA

Reexpansión de las líneas de flujo

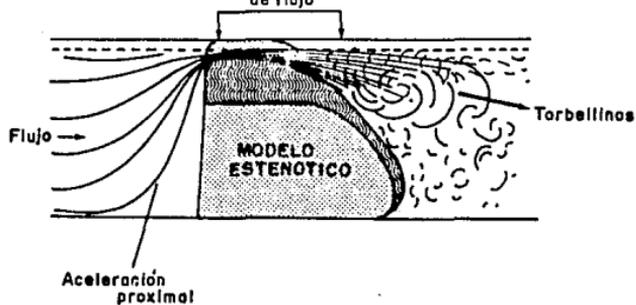
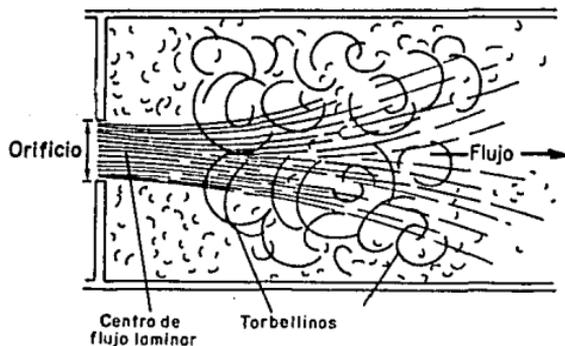


Fig. 10

### MODELO DE OBSTRUCCION CENTRAL



## CONCLUSIONES

1.- La ecocardiografía Doppler constituye un excelente método para el diagnóstico de la coartación aórtica.

2.- La correlación del gradiente hemodinámico con el calculado por Doppler mediante la fórmula simplificada de Bernouille es aceptablemente buena, no obstante, los gradientes mostrados por el Doppler tienden a ser mayores que los obtenidos por el cateterismo en la Co Ao.

3.- Cuando el gradiente hemodinámico es obtenido inmediatamente después de la angioplastia la correlación obtenida es pobre, siendo mejor cuando en este grupo de pacientes el intervalo es mayor de 7 días.

4.- En pacientes no sometidos a angioplastia, la correlación es buena, pero se mantiene la tendencia del Doppler a reportar mayores gradientes que los obtenidos por cateterismo.

5.- La correlación es significativamente mejor en pacientes mayores de 5 años que en los menores de esta edad, sin embargo consideramos que son necesarios estudios ulteriores con muestras mayores para definir el rol de la edad, las lesiones asociadas y las angioplastia previa en la determinación de gradientes.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- VARGAS-BARRON, J.: Ecocardiografía Doppler. En: Vargas-Barrón, J.: Ecocardiografía de modo M, bidimensional y Doppler. México, Salvat Ed., 1985. Pag. 65.
- 2.ç HOLEN, L.; AASLID, R.; LANDMARK, K.; SIMONSEN, S.: Determination of pressure gradient in mitral stenosis with a non-invasive ultrasound Doppler technique. Acta Med Scand, 1976; 199:455.
- 3.- HATLE, L.; ANGELSEN, B.A.; TROMSDAL, A.: Non-invasive assessment in mitral stenosis by Doppler ultrasound. Br Heart J, 1978; 40:131.
- 4.- RAD, P.; CAREY, P.: Doppler ultrasound in the prediction of pressure gradients across aortic coarctation. Am Heart J, 1989; 118:299.
- 5.- ESPINO-VELA, J.: Coartación de la aorta. En: Espino-Vela, J.: Cardiología Pediátrica. México, Méndez Oteo Ed., 1985. Pag. 147.
- 6.- ATTIE, F.: La coartación aórtica. En: Attie, F.: Cardiopatías Congénitas. México, Salvat Ed., 1985. Pags. 203-215.
- 7.- HOUSTON, A.B.; SIMPSON, I.A.; POLLOCK, J.C.; JAMIESON, M. P.; DOIG, W.B.; COLEMAN, E.M.: Doppler ultrasound in the assessment of severity of coarctation of the aorta and interruption of the aortic arch. Am Heart J, 1987; 57:38.
- 8.- SAHN, D.J.; ALLIN, H.D.; McDONALD, G.; GOLDBERG, S.J.: Real time cross-sectional echocardiographic diagnosis of coarctation of the aorta: A prospective study of the echocardiographic-angiographic correlations. Circulation, 1977; 56:762.
- 9.- SHADY, R.E.; SNIDER, A.R.; SILVERMAN, N.H.; LUTIN, W.: Pulsed

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Doppler findings in patients with coarctation of the aorta. Circulation, 1986, 73:82.

10.- HOROWITZ, S.; VALDEZ-CRUZ, L.M.; SAHN, D.J.; LARSON, D.; YOUNG, K.A.; MESEL, E.: Estimation of gradients across aortic coarctations by continuous wave 2D echo Doppler: Experimental canine studies and initial clinical experience. J Am Coll Cardiol 1984; 3:494 (abst).

11.- WYSE, R.K.; ROBINSON, P.J.; DEANFIELD, J.E.; TUNSTAL, P.D.; MACARINEY, F.J.: Use of continuous wave Doppler ultrasound velocimetry to assess the severity of coarctation of the aorta by measurement of aortic flow velocities. Br Heart J 1984; 52:278.

12.- MARX, G.R.; ALLEN, H.D.: Accuracy and pitfalls of Doppler evaluation of the pressure gradient in aortic coarctation. J Am Coll Cardiol 1986; 7:1379.

13.- BLAND, J.M.; ALTMAN, G.A.: Statistical Methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet 1986i; 307-310.

14.- SIMPSON, I.A.; SAHN, D.J.; VALDEZ-CRUZ, L.M.; CHUNG, K.J.; SHERMAN, F.S.; SWENSSON, R.E.: Color flow mapping in patients with coarctation of the aorta: New observations and improved evaluation with the color flow diameter and proximal acceleration as predictors of severity. Circulation 1988; 77:736.

15.- MADRID, R.; DE LA TORRE, N.; ENCISO, R.; LEDESMA, M.; BADUI, E.: Detección y cuantificación de gradientes en la coartación aórtica mediante Doppler y su correlación con el cateterismo. Arch Inst Cardiol Mex 1989; 59:112 (abst).

16.- DI SESSA, T.G.; GEORGE, B.: Doppler examination of the aortic coarctation. Am Heart J, 1988; 116:1160 (letter).

17.- COME, P.C.: Doppler evaluation of aortic coarctation. Am Heart J, 1985; 110:180.

18.- HATLE, L.: Diagnosis and assessment of valve stenosis and regurgitation and coarctation of the aorta with Doppler ultrasound. Acta Paediatr Scand, 1986; 329:10 (suppl).

19.- BARTH, H.; HASSBERG, D.; SCHMALTZ, A.A.; STEIL, E.; APITZ, J.: Continuous-wave-Doppler und blutdruckdifferenz bei der aortenisthmusstenose eine simultane vergleichende untersuchung an 52 kinder. Abteilung padiatrische Kardiologie, Universitatskinderklinik Tubingen, 1987; 12:217.

20.-YOGHANATAN, A.P.; VALDEZ-CRUZ, L.M.; SCHIMIT-DOHNA, J.; JIMOH, A.; BERRY, C.; TAMURA, T.; SAHN, D.J.: Continuous wave Doppler velocities and gradients across fixxed tunel obstruction: Studies in vitro and in vivo. Circulation, 1987; 76:657.

21.- LEVINE, R.A.; JIMOH, A.; CAPE, E.G.; MCMILLAN, S.; YOGHANATAN, A.P.; WEYMAN, A.E.: Pressure recovery distal to a stenosis: Potential cause of gradient "overstimation" by Doppler echocardiography. J Am Coll Cardiol, 1989; 13:706.

22.- GEORGE, B.; DI SESSA, T.G.; WILLIAMS, R.; FRIEDMAS, W.F.; IARS, H: Coarctation repair without cardiac cateterization in infants. Am Heart J, 1987; 114:1421.