

16  
2ej 11205



# TESIS DE POST-GRADO EN LA ESPECIALIDAD DE CARDIOLOGIA

"CORRELACION DEL GRADIENTE DE PRESION TRANSAORTICO DETERMINADO POR DOPPLER CONTINUO VS. ESTUDIO HEMODINAMICO EN PACIENTES CON ESTENOSIS AORTICA VALVULAR".

AUTOR: DR. JESUS JAIME ILLESCAS DIAZ

ASESOR: DR. ROBERTO ENCISO G.

PROF. TITULAR: DR. ELIAS BADUI D.

FEBRERO, 1990



*E-1*  
DR. ELIAS BADUI

*[Handwritten signature]*

FALLA DE ORIGEN

10-11



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.

R E S U M E N

El objetivo del presente trabajo es evaluar nuestro grado de confiabilidad en el cálculo no invasivo de gradientes transvalvulares aórticos, en pacientes con estenosis aórtica valvular, mediante el uso de ecocardiografía doppler.

Para conseguir lo anterior, nosotros comparamos los gradientes transvalvulares obtenidos por cateterismo cardíaco (método invasivo) versus los calculados por eco-doppler continuo (no invasivo), en 30 pacientes con estenosis aórtica valvular.

Al comparar la  $V_{max}$  del jet aórtico vs. el gradiente medido por cateterismo encontramos un coeficiente de correlación ( $r$ ) de 0.83, y al comparar los gradientes obtenidos por ambos métodos encontramos un valor de  $r$  de -0.85.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio demuestran; que el cálculo del gradiente aórtico por eco-doppler es confiable y nos permite establecer el diagnóstico y hacer evaluación y seguimiento de los pacientes aórticos lo cual permite abatir los riesgos y costos para el pa-ciente e instituciones de salud, inherentes a los procedimientos invasivos.

Por último, esto permitirá a los laboratorios de hemodinámica, disminuir el número de estudios "diagnósticos" para poder realizar más cateterismos "terapéuticos".

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

La estenosis aórtica valvular, es una patología - caracterizada por engrosamiento, calcificación y/o fusión de las comisuras de la válvula aórtica, lo cual produce una disminución del área valvular aórtica (A-Ao), condicionando obstrucción al vaciado del ventrículo izquierdo<sup>(1)</sup>.

La estenosis aórtica puede ser causada por válvula aórtica unicúspide ó bicúspide (congénita); como secuela de fiebre reumática (fibrosis); ó por calcificación -- valvular en el anciano (degenerativa) (2).

El área de la válvula aórtica normal de personas adultas oscila entre 2 a 3 cm<sup>2</sup>, la disminución del área valvular observada en la estenosis aórtica (EAO), condiciona resistencia a la eyección, con el consiguiente incremento en la presión sistólica del ventrículo izquierdo (VI), generando un gradiente de presión entre éste último y el árbol arterial sistémico (3).

En ausencia de disfunción ventricular izquierda, la magnitud de este gradiente es directamente proporcional a la disminución del A-Ao, por lo tanto, uno de los parámetros más confiables en la cuantificación de la severidad de la estenosis aórtica es el cálculo del gradiente trans valvular (3).

Tradicionalmente, la cuantificación de este gradiente aórtico se realiza mediante la medición directa - de la presión intraventricular, en forma simultánea ó se cuencial con la presión de aorta, este es un método inva sivo que se realiza en el laboratorio de hemodinamia, y

se asocia a ciertas dificultades técnicas como son la dificultad y en ocasiones incapacidad para pasar el catéter a través del orificio valvular debido a engrosamiento y deformación de la válvula, esto se relaciona con un incremento en la morbi/mortalidad de los estudios invasivos, más aún cuando es necesario realizar cateterismo transeptal<sup>(4)</sup>.

Por lo tanto adquieren considerable interés los métodos no invasivos en la evaluación cuantitativa de la estenosis aórtica, sin embargo, los estudios tradicionalmente utilizados como son el electrocardiograma de superficie, el fonomecanocardiograma, los estudios radiológicos e incluso el ecocardiograma modo M y bidimensional, sólo proveen de información indirecta en relación de la severidad de la estenosis aórtica, como es por ejemplo el grado de hipertrofia ó dilatación del ventrículo izquierdo, dilatación auricular, datos de hipertensión venocapilar pulmonar, etc. que sólo evidencian la repercusión de la lesión valvular, y no son consistentemente útiles para distinguir la enfermedad leve a moderada de la severa<sup>(5,6)</sup>.

Con el advenimiento de la ecocardiografía doppler a mediados de los 70s, la evaluación no invasiva de las lesiones valvulares, tanto estenóticas como regurgitantes, se ha hecho progresivamente más segura<sup>(7)</sup>.

Hatle reportó que el gradiente de presión a través de una válvula aórtica estenosada, puede ser calculada a partir del registro de la Velocidad máxima ( $V_{max}$ ) del flujo sanguíneo turbulento en aorta ascendente (jet aórtico), medido

por doppler continuo y aplicando la ecuación modificada de Bernoulli que dice: El gradiente transvalvular es igual a la Vmax registrada, elevada al cuadrado y multiplicada por cuatro (8).

A partir de este trabajo se han realizado múltiples estudios, tanto experimentales como clínicos, en los cuales se valida la utilidad del eco-doppler, en la cuantificación del gradiente aórtico (9-11), asimismo se han publicado varios estudios que correlacionan eco-doppler/cateterismo, reportando diversos coeficientes de correlación, con valores de r que van de 0.65 a 0.95 (12 a 18) cabe hacer notar, que la gran mayoría de estos estudios se realizaron con registros simultáneos ó cuando menos con intervalos entre ambos estudios de menos de 24 hrs (13,15,16).

La confiabilidad de los gradientes obtenidos por estudio doppler es muy variable, parece depender de la habilidad y experiencia del operador, para obtener registros doppler técnicamente adecuados, y de la alineación que pueda conseguir éste del haz ultrasónico en relación con el "jet" aórtico. (5,6,18).

El propósito del presente estudio es comparar nuestro grado de correlación doppler cateterismo en la estimación del gradiente transaórtico, analizando el grado de confiabilidad de nuestras determinaciones, aún con intervalos de tiempo entre ambos estudios, más largos que los que se han reportado.

**MATERIAL Y METODOS**



Seleccionamos 32 pacientes consecutivos que tenían indicación para estudio hemodinámico por el diagnóstico de estenosis aórtica, en un período comprendido desde enero a julio de 1989, de estos 32 pacientes, 2 (6.2%) fueron descartados por mala ventana ecocardiográfica, quedando por lo tanto un grupo de 30 pacientes (17 hombres y 13 mujeres) con edad media de 48.4 años (rango 30 a 60a.) que conformaron el grupo bajo estudio.

Se les realizó cateterismo cardíaco izquierdo y derecho mediante la técnica de seldinger, vía arteria y vena femoral derecha, realizando las mediciones de presión en forma directa mediante el sistema de catéter/transductor llenos de líquido, tomando trazos de retiro del VI hacia la aorta y calculando el gradiente instantáneo máximo - al sobreponer ambos trazos de presión, obteniendo una media de 3 latidos cuando el ritmo es sinusal y de 10 cuando presentaban fibrilación auricular, en 3 pacientes fué necesario realizar cateterismo transeptal.

El estudio ecocardiográfico se realizó con un aparato comercial (Toshiba Sonolayer Sb-64) con un transductor - dual de 3.7 MHz, se obtuvieron las mediciones estandar en modo m y bidimensional, calculando el gradiente transvalvular a partir del registro de la Vmax del jet aórtico, - mediante el muestreo con el doppler continuo en la porción ascendente de la aorta, buscando la aproximación ecocardiográfica en la cual se obtuviera el registro y la señal acústica más claros y de mayor amplitud.

Esta Vmax registrada, es convertida en forma automática mediante la ecuación modificada de Bernoulli, en el gradiente máximo instantáneo, por el sistema computarizado incluido en el aparato.

Con el objeto de mejorar la seguridad en el registro de la Vmax nos apoyamos en la codificación a color del jet aórtico, para que al "visualizar" el mismo, poder orientar el haz ultrasónico en forma paralela al flujo aórtico, con el objeto de minimizar la angulación entre los mismos.

Por cuestiones técnicas y con el objeto de conocer la influencia del incremento en el tiempo entre ambos estudios, nosotros evaluamos a nuestros pacientes con diferimiento de 3 horas a 30 días ( $\bar{x}=5.1$  días) entre el procedimiento invasivo y el estudio doppler.

Por último comparamos la indicación quirúrgica por criterios ecocardiográficos, con la indicación originada por los resultados del cateterismo.

#### Criterios de exclusión.

Se excluyeron del estudio aquellos pacientes con --estenosis aórtica asociada a cualquiera de los siguientes: insuficiencia aórtica moderada a severa, pacientes a los que se les hicieron ajustes de medicación ó que progresaron en su clasificación funcional, y pacientes en los que los registros doppler no fueran de buena calidad.

#### Análisis estadístico.

Los datos no relacionados se anotan como promedio -

más/menos una desviación estandar, para las comparaciones de las determinaciones invasivas contra las no invasivas se utilizó el análisis de regresión lineal, considerando significancia estadística, cuando el valor de  $p$  fué menor de 0.05.

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

En cuanto al diagnóstico etiológico, el cual se estableció con los hallazgos del eco M y bidimensional, los resultados del cateterismo cardíaco y en algunos casos - estudio histopatológico, encontramos; que la cardiopatía reumática fué la causa de la lesión aórtica en 8 pacientes; la congénita en 5 pacientes portadores de aorta bi-valva; y los restantes 17 pacientes tenían a la calcificación valvular como la causante de la lesión estenótica (degenerativa).

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia cardíaca, de los pacientes en el momento del estudio ecocardiográfico ( $85 \pm 14 X'$ ), cuando se comparó con la encontrada durante el cateterismo cardíaco en el momento del registro de presiones ( $90 \pm 12 X'$ ).

En la figura # 1 anotamos los datos generales del grupo de pacientes bajo estudio, mostrando: edad, sexo, vel. máxima del jet aórtico, gradiente transaórtico por eco-dopler continuo y el gradiente aórtico por cateterismo cardíaco.

En la figura # 2 se ejemplifica el mecanismo por medio del cual se calculó el gradiente instantáneo "pico" obtenido a partir de los trazos de presión del VI y de aorta, registrados en el cateterismo cardíaco y la forma en la que se obtuvo el gradiente "pico" por ecocardiografía doppler, en un paciente con una aproximación apical cuatro cámaras (A4c).

Los resultados de nuestro estudio demuestran una buena correlación entre los gradientes obtenidos por el

EDAD/SEXO	ECO-DOPPLER		CATETERISMO
	Vmax (m/seg)	Gradiente (mmHg)	Gradiente (mmHg)
30a M	4.69	88	80
38a F	5.36	115	115
51a F	5	100	136
51a M	5	100	83
55a M	3.87	60	53
62a F	4.27	73	80
64a F	3.57	51	50
39a M	4.33	75	95
56a F	4.55	83	107
60a F	5.59	125	120
60a M	5.59	125	120
42a M	5.36	115	120
51a F	3.87	60	70
68a M	4.12	68	80
58a M	3.42	87	121
40a M	4.33	75	95
58a M	4.47	80	91
30a M	4.47	80	94
56a M	5.52	122	100
44a F	4.87	95	99
55a M	4.03	65	77
57a F	5.43	118	111
47a F	5.43	102	83
50a M	4.18	70	85
33a M	4.60	85	102
31a F	2.75	30	45
54a F	4.55	83	107
44a M	4.18	70	100
30a M	4.03	65	67

Figura 1

método no invasivo y el invasivo, los gradientes máximos calculados por doppler variaron entre los 30 y 125mmHg - ( $\bar{x}$  = 89.3mmHg) mientras que los medidos por el cateterismo cardíaco estuvieron entre 42 y 136 mmHg (91.6mmHg).

En la figura 3 se compara la velocidad máxima del jet aórtico registrada por el doppler continuo versus el gradiente de presión obtenido por el cateterismo cardíaco el análisis de regresión lineal demostró un coeficiente de correlación de 0.83 ( $y=0.95 +.08x$  p menor de 0.001).

En la figura número 4 se grafica en el eje de las ordenadas el gradiente máximo obtenido por doppler continuo (a partir de la ecuación de Bernoulli modificada), contra el gradiente pico instantaneo obtenido en el cateterismo en el eje de las abscisas, y en el cual, el análisis de regresión lineal dió un valor de r de 0.85 ( $y=12.2 +.82x$  para una p menor de 0.001).

Por último en la figura 5, se demuestran los pacientes que reunían criterios para cambio valvular aórtico, de acuerdo a los resultados del eco-doppler y que fueron operados contra los pacientes con criterios por cateterismo cardíaco para cambio valvular aórtico que fueron intervenidos.

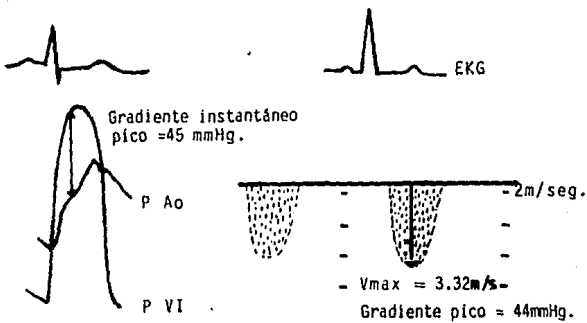


Figura 2

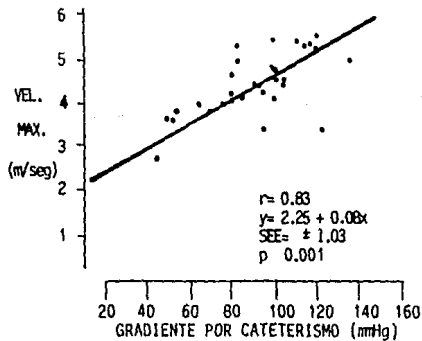


Figura 3



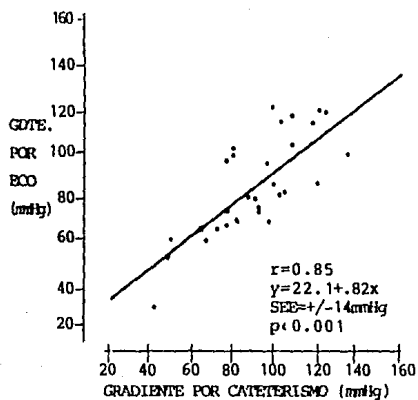


Figura 4

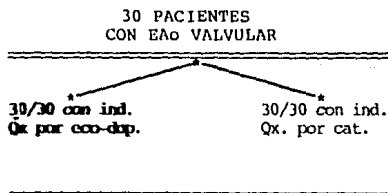


Figura 5

## D I S C U S S I O N

La posibilidad de la evaluación no invasiva en las lesiones estenósicas de la válvula aórtica, cobra hoy en día creciente importancia, ya que, aunque desde el punto de vista clínico es posible considerar la presencia de estenosis aórtica, resulta prácticamente imposible determinar el grado de la lesión valvular, sobre todo cuando se trata de distinguir las lesiones ausentes ó leves de las moderadas a severas (1,2,5,17).

Como mencionamos anteriormente, en nuestro grupo de estudio no se demostraron diferencias significativas en cuanto a la frecuencia cardíaca y en la clase funcional de los pacientes evaluados durante el intervalo entre ambos estudios, recordando que, como ya se ha hecho en otros trabajos no se hicieron ajustes en el tratamiento medicamentoso, durante este período.

Con el objeto de mejorar el grado de confiabilidad de los gradientes obtenidos por doppler continuo, nosotros excluimos a 2 de los 32 pacientes seleccionados (el 6.3%) por no obtener en ellos registros de buena calidad; porcentajes similares han sido reportados por otros autores, con rango de 2.3 al 8.1% de pacientes con trazos de mala calidad (13-18).

En nuestro estudio se demostró una buena correlación tanto de la Vmax como del gradiente obtenidos por eco-doppler al compararse con el resultado del cateterismo cardíaco, nosotros encontramos mediante el análisis de regresión lineal, unos coeficientes de correlación de 0.83 y 0.85, respectivamente, lo cual es similar a los reportados por

otros autores (0.63 a 0.95), sin embargo, debemos resaltar que la gran mayoría de los pacientes incluidos en estos trabajos<sup>(16-19)</sup> tuvieron intervalos entre ambos estudios de menos de 24 hrs., o incluso, en varios de ellos realizados en forma simultánea.

En base a lo anterior, resulta muy interesante el excelente grado de correlación encontrado al comparar - nuestros gradientes, con intervalos de tiempo que varían desde 3 horas a 30 días ( $\bar{x}$  = 5.1 días).

El cálculo del gradiente aórtico a partir del doppler continuo, presentó en nuestro estudio la siguiente tendencia: subestimar gradientes altos y sobrestimar gradientes pequeños, lo cual ha sido reportado por otros - autores (4,13,14,21).

Con el objeto de tratar de explicar esta tendencia, - se han propuesto algunas explicaciones, por ejemplo; la mala alineación del haz ultrasónico con el jet aórtico<sup>(4, 14,19)</sup>, estados de bajo gasto cardíaco<sup>(13,15)</sup>, disfunción ventricular izquierda<sup>(7,14,22)</sup>, y la no simultaneidad<sup>(19)</sup>, como -- causantes de subestimación de gradientes transvalvulares.

Se han propuesto también algunas causas de sobrestimación de gradientes, como la asociación de estenosis aórtica a insuficiencia aórtica y/ó mitral, y algunas consideraciones en la fórmula de Bernoulli, que no se toman en cuenta por aplicarse ésta última modificada<sup>(4,5,17,23)</sup>.

Se han encontrado algunas formas de mejorar el grado de confiabilidad de los gradientes obtenidos por eco-doppler, como son:

- a) La correcta alineación del haz ultrasónico con

el jet aórtico. Esto puede lograrse mediante la utilización de múltiples aproximaciones ecocardiográficas, con el objeto de obtener los trazos de mayor amplitud y nitidez sin embargo, la posibilidad de mejorar esta alineación está relacionada con los siguientes factores.

b) La utilización del sistema de corrección del ángulo. Esta la realiza nuestro aparato en forma automática, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:  $V=(fxVs)/(2FoXCos\theta)$ , sin embargo en nuestro estudio no fué necesario utilizarlo debido a que no tuvimos angulaciones entre el haz ultrasónico y el jet aórtico mayores de  $15^\circ$  <sup>(13,23)</sup>.

c) La utilización del doppler a color. La codificación a color del doppler, es uno de los adelantos tecnológicos más recientes y de gran utilidad, ya que permite la "visualización" y orientación del flujo turbulento en aorta ascendente, permitiendo por lo tanto la adecuada alineación con el doppler continuo <sup>(13,23,24)</sup>.

El doppler color permite mejorar el grado de correlación al comparar los gradientes obtenidos por métodos no invasivos vs. - invasivos, como lo demuestra el reporte de Po-Hoey F. en el cual encontró un coeficiente de correlación de 0.90- utilizando el apoyo de doppler a color, y de 0.80 sin él.

También se observó mejoría en el coeficiente de correlación al comparar áreas valvulares obtenidas por la fórmula de la continuidad mediante ecocardiografía y la calculada por la fórmula de Gorlin por cateterismo (r de .71 a .90).

Un hallazgo interesante en este mismo trabajo es la excelente correlación ( $r=0.90$ ) al comparar la magnitud del jet aórtico, contra el área valvular aórtica por cateterismo, el autor concluye la posibilidad de evaluación semicuantitativa y orientación "tridimensional" del jet aórtico, cuando es posible "visualizar" el mismo con do pler codificado en color (23).

d) La mayor experiencia del ecocardiografista. Nosotros nos hemos dado cuenta con agrado, que conforme incrementamos nuestra experiencia con el do pler continuo, obtenemos trazos de mejor calidad, con mayor facili dad y menor consumo de tiempo, esto ha sido también encontrado por otros autores, que mencionan mejores grados de correlación al ascender "la curva del aprendizaje" (5,6,8,16).

Otros factores de error en el cálculo del gradiente aórtico, que han sido evocados en varias publicaciones, son los relacionados con la ecuación de Bernoulli, se pro pone que como causa de error están las modificaciones hechas a esta fórmula, como son; el que no toma en cuenta la aceleración inicial del flujo, la viscosidad sanguínea y la velocidad del flujo proximal a la estenosis (4,14), los cuales tomarían interés sobre todo a velocidades de flujo bajas (16,21).

Sin embargo se han realizado algunos trabajos que incluyen algunas de estas variables en la ecuación de Bernoulli, como por ejemplo el trabajo de Grayburn y cols. en el cual restaron la  $V_{max}$  en el tracto de salida del ventrículo izquierdo.

(TSVI), de la  $V_{max}$  registrada en aorta ascendente, sin en-  
contrar mejoría en el grado de correlación<sup>(22)</sup>.

Algunos trabajos de investigación, tanto básicos,  
como clínicos, reportan algunos resultados muy intere-  
santes, p.e. el Dr. Joganathan y cols. en 1987, reali-  
zaron 2 modelos, uno in vitro y otro in vivo, diseñados  
para comparar flujos y gradientes medidos en forma direc-  
ta contra los calculados por eco-doppler continuo; bajo -  
condiciones en las cuales se pudiera controlar y modifi-  
car a voluntad la viscosidad del líquido (ó sangre), la ve-  
locidad y magnitud del flujo, y el grado y longitud de  
la estenosis valvular. Ellos encontraron un excelente --  
grado de correlación, sobre todo cuando el registro direc-  
to de las presiones se hace en la "vena contracta", in-  
cluso con obstrucciones largas de tipo "tunel", los auto-  
res concluyen, que para el cálculo de flujos y gradientes  
por doppler, no es necesario tomar en cuenta factores co-  
mo la viscosidad y aceleración sanguínea<sup>(25)</sup>.

En un trabajo similar realizado por la Dra. C.M. Otto en 1988  
trabajando con 12 perros adultos, comparó los flujos aór-  
ticos medidos por doppler, contra los registrados por un  
flujómetro electromagnético, encontrando un coeficiente de  
correlación de 0.91, y concluye también que la influencia  
que pudieran tener los cambios en la aceleración inicial  
y en la viscosidad sanguínea sobre el gradiente aórtico en  
condiciones fisiológicas es insignificante<sup>(26)</sup>.

Es interesante también el reporte del Dr. R.A. Levi  
ne publicado en 1989, en donde con ingeniosos modelos in

vitro, comprueban el concepto de "recuperación de la presión", con el cual se demuestra que la medición del gradiente por cateterismo cardíaco es subestimado cuando las mediciones de presión se hacen más distales al orificio estenótico, dando la falsa idea de que el eco-doppler -- "sobrestima" los gradientes calculados, este efecto es -- más notorio con velocidades de flujo altas o en presencia de obstrucciones largas, el autor concluye también que la medición doppler de gradientes transvalvulares, no es influenciada en forma significativa por factores como la viscosidad sanguínea, velocidad del flujo ó longitud de la lesión<sup>(27)</sup>.

Se deben tomar en cuenta también la influencia que tienen algunos factores hemodinámicos, sobre la magnitud de los gradientes calculados tanto en forma invasiva como no invasiva, p.e. se ha reportado que los estados hiperdinámicos como son, anemia, tirotoxicosis é insuficiencia aórtica ó mitral, incrementan la magnitud de los gradientes registrados, por otra parte, cuando existe daño miocárdico secundario a la lesión aórtica, la medición de gradientes pequeños no correlaciona con la severidad de la lesión aórtica<sup>(4,7,14,20,22,30)</sup>.

Con el objeto de salvar estos inconvenientes, es adecuado calcular -- el área aórtica, lo cual es posible realizar en forma totalmente no invasiva, mediante el registro del área de corte seccional (ACS) é integral de flujo en el TSVI, más el registro de la integral de flujo del jet aórtico .



Una vez obtenidos estos parámetros, se aplica la siguiente fórmula:  $\text{Área aórtica} = \frac{\text{Integral de flujo en TSVI} \times \text{ACS}}{\text{Integral de Vmax del jet Ao}}$  con la cual se han encontrado excelentes coeficientes de correlación cuando se compara contra cálculos invasivos (por la fórmula de Gorlin) incluso, bajo estados de bajo ó alto gasto cardíaco<sup>(21-23)</sup>.

Sin embargo el cálculo de l área aórtica es un método que consume tiempo, y se asocia a mayores dificultades técnicas, por lo que resulta poco práctico aplicarlo en forma masiva<sup>(7,14,22,27)</sup>.

Tomando en cuenta lo anterior, se ha validado por varios autores un esquema de abordaje para la evaluación inicial de pacientes con estenosis aórtica, y en el cual se concluye: Iniciar con la medición de la Vmax del jet aórtico; si este es mayor de 4m/seg, implica un gradiente significativo, por lo que no se requieren más estudios, por otra parte, cuando la Vmax es menor de 3m/seg., impli ca un gradiente menor de 35mmHg, por lo tanto sólo se sugiere seguimiento periódico<sup>(20)</sup>.

El problema se centra en los pacientes que presentan Vmax entre 3 y 4 m/seg., ya que pueden caer los pacientes portadores de lesiones significativas que no presentan gradientes elevados, por lo que se recomienda en este grupo de pacientes, realizar en forma rutinaria el cálculo del área aórtica por doppler, si el área aórtica es menor de  $1\text{cm}^2$  serían candidatos a remplazo valvular, al igual que los pacientes con áreas entre 1.1 a  $1.6\text{cm}^2$ , que

tuvieran asociada insuficiencia aórtica o mitral significativas; por último los pacientes que tienen áreas mayores de  $1.7\text{cm}^2$  serán reevaluados en forma periódica; , con este metodo se han alcanzado valores predictivos del 97%. (5,6,17).

Se han reportado una serie de trabajos que intentan cuantificar también , de una manera no invasiva, el grado de severidad de la estenosis aórtica valvular, algunos de ellos, como la medición de los parámetros de llenado ventricular izquierdo<sup>(28)</sup> ó la medición de los tiempos de eyección<sup>(29)</sup>, no han demostrado una buena correlación en la estimación cuantitativa de la estenosis aórtica, sin embargo, otras técnicas, como la utilización del doppler pulsado de alta frecuencia<sup>(30)</sup>; el cálculo del área valvular utilizando el doppler + bioimpedancia<sup>(31)</sup>; y el cálculo de la morfología de presión del VI<sup>(32)</sup> sí han sido útiles.

El empleo sistemático de los métodos arriba enunciados , no es conveniente aún, ya que no han demostrado su seguridad y uniformidad, además, son métodos que consumen tiempo, lo que hace imposible su aplicación masiva; sin embargo, nosotros pensamos que pueden ser utilizados como "alternos", es decir, que pueden ser aplicados en pacientes con mala ventana ecocardiográfica, en los que los registros doppler no son de calidad, por lo que al asociar ambos mejora la confiabilidad del método doppler<sup>(28-32)</sup>.

Por otra parte, un aspecto muy importante por considerar, es el factor económico, p.e. en los E.U. el costo promedio por paciente, por una evaluación completa, que incluye - eco más cateterismo, cuesta 2,900 dólares; realizar sólo

coronariografía más eco-doppler cuesta 1,900 dólares y sólo ecocardiograma cuesta 400 dólares (6).

En nuestro país un estudio de cateterismo cardíaco cuesta en promedio 2.8 millones de pesos, mientras que un estudio ecocardiográfico sólo 350 mil, por lo que cobra considerable interés sobre todo para el paciente e instituciones como la nuestra en donde la optimización de re cursos es importante.

Por último, al poder disminuir la cantidad de estu dios invasivos de tipo diagnóstico, por la mayor aplicación del eco-doppler, se facilitará a los laboratorios de hemodinamia realizar un mayor número de estudios invasivos de tipo "terapéutico", como las angio ó valvuloplastias -- transluminales, procedimientos que se realizan cada vez con mayor frecuencia y han demostrado sus bondades.

## CONCLUSIONES

- 1.- El eco doppler continuo es confiable en la estimación del gradiente transvalvulares aórticos, en pacientes con estenosis valvular, y fué técnicamente adecuado en la mayoría de nuestros pacientes (93.8%)
- 2.- El alargar el intervalo entre estudios invasivos y no invasivos, no altera la seguridad del procedimiento, esta parece depender de la calidad de los trazos, la cual es relación directa de la experiencia del ecocardiografista.
- 3.- Las modificaciones hechas a la F. de Bernoulli, no alteran la confiabilidad del método doppler, y el uso de el doppler codificado en color la mejora.
- 4.- La confiabilidad del eco-doppler en la evaluación y diagnóstico de pacientes con EAo, permitirá disminuir los riesgos y costos relacionados con el cateterismo.
- 5.- El disminuir el número de estudios invasivos "diagnósticos" a los servicios de hemodinamia, permitirá realizar más cateterismos "terapéuticos".

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

- 1.- RACKLEY, E.; EDWARDS, J.; WALLACE, R.; KATZ, N.; "Aortic valve disease". En J. Willis Hurst. The Heart 6th Ed. Mc Graw-Hill - Book Co., 1986i 729
- 2.- BRANWALD, E.; GOLDBLAT, A.; ROCKOFF, S.; MORROW, A.; "Valvular Heart Disease". En Eugene Braunwald. 5th ed. 1988.
- 3.- YANG, S.; BENTIVOGLIO, L.; MARANHÃO, V.; GOLDBERG, H.; "Assesment of ventricular outflow obstruction". En: From Cardiac Catheterization data to haemodynamic parameters. 3th.ed. Sin Yang. F.A. Davis Co Philadelphia, 1988 137-8.
- 4.- NISHIMURA, R.; HOLMES, D.; REEDER, G.; ORZULAK, T.; BRESNAHAN, J.; ILSTRUP, D.; TAJIK, A.: "Doppler evaluation of results of percutaneous aortic balloon valvuloplasty in calcific aortic stenosis". Circulation 1988;78:791-8.
- 5.- O'RURKE, R.; "Value of doppler echocardiography for quantifying valvular aortic stenosis or regurgitation". Circulation - 1988;78(2); 483-6.
- 6.- OTTO, C.; PEARLMAN, A.; "Doppler echocardiography om adults - with symptomatic aortic stenosis". Arch Int Med 1988;148;2553.
- 7.- OH, J.; TALIERCIO, CH.; HOLMES, D.; REEDER, G.; BAILEY, K.; - SEWARD, J.; TAJIK, J.: "Prediction of the severity of aortic stenosis by doppler aortic valve area determination". J Am Coll Cardiol 1988;11:22.
- 8.- HATLE, L.; ANGELSEN, B.; TROMSDALL, A.; "Non-invasive assesment of aortic stenosis by doppler ultrasound". Br Heart J 1980 (43);284-92.
- 9.- CALLAHAN, M.; TAJIK, A.; FAN, Q.; SEWARD, J.: "Validation of instantaneous pressuere gradient measured by continuous wave doppler in experimentally induced Aortic stenosis". Am J Cardiol 1985;56;989-993.
- 10- SMITH, M.; DAWSON, P.; ELIAN, J.: "Correlation of continuous -- wave doppler velocities with cardiac catheterization gradients an experimental model of Ao Stenosis". J Am Coll Cardiol 1985 6;1306-14
- 11- CURRIE, P.; SEWARD, J.; REEDER, G.; "Continuous wave doppler echocardiographic assesment of severity of calcific Ao stenosis : A simultaneous doppler-catheter correlative study in 100 adu lt patients". Circulation 1985; 71;1162-9.
- 12.- OTTO, C.; "Measurement of peak flow velocity in adults with - valvular aortic stenosis using HPRF doppler ultrasoun Echo". J Am Coll Cardiol 1984,3;494-501.
- 13- HARRISON, M.; GURLEY, J.; SMITH, M.; GRAYBURN, P.; DeMARIA, A.: "A practical aplication of doppler echocardiography for the assesment of severity of aortic stenosis". Am Heart J 1988;115:622
- 14- NITTA, M.; TAKAMOTO, T.; TANIGUCHI, K.; HULTGREEN, H.; "Diagnostic accuracy of continuous wave doppler echocardiography in severe aortic - stenosis in the ederyly". Jpn Heart J 1988;29(2);169-78.

- 15- DANIELSEN, A.; NORDREHAUG, J.; STANGELAND, L.; VIK-MO, H.: "Limitations in assessing the severity of aortic stenosis by doppler gradients". Br Heart 1988;59:551-8
- 16- OLIVEIRA, C.; SAHAN, H.; VALDEZ-CRUZ L.; ALLEN, H.; GOLDBERG, S.; GRENADIER, E.; VARGAS, J.: "Prediction of the severity of left ventricular outflow tract obstructions by quantitative two dimensional echocardiographic doppler studies". Circ. 1983;68:348
- 17- ARONOW, W.; KRONSON, I.: "Correlation of prevalence & severity of valvular aortic stenosis determined by continuous wave doppler echocardiography with physical signs of aortic stenosis in patients aged 62 to 100 years with aortic systolic ejection murmurs". Am J Cardiol 1987;60:399-402.
- 18- PENN, I.; DIMENSIL, J.: "A new and simple method to measure aortic valve pressure gradients by doppler echocardiography". Am J Cardiol 1988;61:383-386.
- 19- MERTL, C.; ISORNI, C.; REY, J.; CHOQUET, D.; DUBOISSET M.; LESBRE, P.: "Value of continuous wave doppler ultrasound in assessing aortic valve stenosis gradients in adults". Arch Mal - Coeur 1988;81:732-42.
- 20- OTTO, C.; PEARLMAN, A.; GARDNER, C.: "Hemodynamic progression of aortic stenosis in adults assessed by doppler echocardiography". J Am Coll Cardiol 1989;13:545-550
- 21- MILLER, F.: "Aortic stenosis: Most cases no longer require invasive hemodynamic study". J Am Coll Cardiol 1989;13:551-3.
- 22- GRAYBURN, F.; SMITH, M.; HARRISON, M.; GURLEY, J.; DeMARIA, A.: "Pivotal role of aortic valve area calculation by the continuity equation for doppler assessment of aortic stenosis in patients with combined aortic stenosis & regurgitation". Am J Cardiology. 1988;61:376-381.
- 23- FAN, P.; KAPUR, K.; NANDA, N.: "Color-guided doppler echocardiographic assessment of aortic stenosis". J Am Coll Cardiol 1988 115(3):688-691
- 24- FRIEDMAN, D.: "Two-dimensional color doppler in discrete membranous sub-aortic stenosis". Am Heart J 1988;115(3):688-691
- 25- YOGANATHA, A.; VALDEZ-CRUZ, L.; SMITH, D.; JIMOH, A.; BERRY, CH. TAMURA, T.; SAHN, D.: "Continuous wave doppler velocities & gradients across fixed tunnel stenosis: studies in vivo and in vitro". Circulation. 1987;76(3):657-666.
- 26- OTTO, C.; PEARLMAN, A.; GARDNER, C.; ENOMOTO, D.; TOGO, T.; TSUBOI, H.; IVEY, T.: "Experimental validation of doppler echocardiographic measurement of volume flow, through, the stenotic aortic valve". Circulation. 1988;78:435-441.
- 27- LEVINE, R.; JIMOH, H.; CAPE, E.; McMILLAN, S.; YOGANATHAN, A.; WEYMAN, A.: "Pressure recovery distal to a stenosis: Potential cause of gradient 'Overestimation' by doppler echocardiography". J Am Coll Cardiol 1989;13:706-715.

- 28- OTTO, C.; PEARLMAN, A.; AMSLER, L.; "Doppler echocardiographic evaluation of left ventricular diastolic filling in isolated valvular aortic stenosis". Am J Cardiol 1989;63:315.
- 29- ZOGHBI, W.; GALAN, A.; QUINONES, M.; "Acurate assessment of aortic stenosis severity by doppler echocardiography independent of aortic jet velocity". Am Heart J 1988; 116(3);855-866.
- 30- ROTHBART, R.; KAISER, D.; GIBSON, R.:" A prospective comparison of continuous wave doppler vs. HPRF doppler for quantifying transvalvular pressure gradients in adults with aortic stenosis". Am Heart J. 1987;114(5):1155-63.
- 31- GOLI, V.; TEAGUE, S.; PRASAD, R.; HARVEY, J.; VOYLES, W.; OLSON, E.; SHEDCHTER, E.; THADANI, U.; "Noninvasive evaluation of aortic stenosis severity utilizing doppler ultrasound and electrical bioimpedance". J Am Coll Cardiol, 1988;11:66-71
- 32- SHOLLER, G.; COLAN, S.; SANDERS, S.; KEANE, J. ; "Non invasive estimation of the left ventricular pressure wave throughout ejection in young patients with aortic stenosis". JACC 1988,12:492.

\*\*\*\*\*