

11705

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

6
29



CORRELACION DEL GRADO DE BLOQUEO DE LA RAMA DERECHA DEL HAZ DE HIS CON LA MAGNITUD DEL FLUJO A TRAVES DEL DEFECTO SEPTAL EN LA COMUNICACION INTRATRIAL MEDIDO POR ECOCARDIOGRAFIA DOPPLER

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA
P R E S E N T A :
MARTIN CORDOVA DOMINGUEZ

FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1991



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.

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN
CARDIOLOGIA PRESENTA:**

MARTIN CORDOVA DOMINGUEZ

**CORRELACION DEL GRADO DE BLOQUEO DE LA RAMA DERECHA DEL
HAZ DE HIS CON LA MAGNITUD DEL FLUJO A TRAVES DEL DEFECTO
SEPTAL EN LA COMUNICACION INTERATRIAL MEDIDO POR
ECOCARDIOGRAFIA DOPPLER**

CLAVE: DIC/90/PC/49/501/01/98

**TUTORA DE TESIS Y JEFA DEL SERVICIO DE CARDIOLOGIA
Y CIRUGIA CARDIOVASCULAR DEL HOSPITAL GENERAL DE
MEXICO. S.S.**

DRA. LILIA MILA RAMIREZ



HOSPITAL GENERAL
DE MEXICO, S. S. A.
SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA
SECRETARÍA DE SALUD

INDICE.

I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	2
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
IV. JUSTIFICACION	7
V. OBJETIVOS	9
VI. MATERIAL Y METODOS	10
VII. CRITERIOS DE INCLUSION	12
VIII. CRITERIOS DE EXCLUSION	12
IX. RESULTADOS	13
X. GRAFICAS	16
XI. DISCUSION	26
XII. CONCLUSIONES	29
XIII. BIBLIOGRAFIA	31

RESUMEN.

Entre octubre de 1990 y junio de 1991, se estudiaron 29 pacientes con diagnóstico de C.I.A. El registro ecocardiográfico bidimensional confirmó un defecto del tipo ostium secundum en la totalidad de los casos, con un cortocircuito de izquierda a derecha.

Al comparar los grupos con y sin dilatación del ventrículo derecho, se observó que independientemente de su magnitud, el Qp/Qs es siempre mayor en los pacientes con ventrículo derecho dilatado ($p < 0.005$). En ninguno de los casos sin evidencia de dilatación del ventrículo derecho se encontró un Qp/Qs mayor de 1.5/1.

Se evidenció una correlación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre el grado de bloqueo de la rama derecha del haz de His y la magnitud del cortocircuito, según el valor del Qp/Qs. En ninguno de los casos sin bloqueo de rama derecha se encontró cortocircuito con Qp/Qs mayor de 1.5/1. Por el contrario, cuando el bloqueo de la rama derecha del haz de His fué de tercer grado, ninguno de los pacientes mostró cortocircuitos con Qp/Qs menor de 2.0/1.

Se encontró que independientemente del grado, el bloqueo de la rama derecha es siempre más frecuente en aquellos pacientes con dilatación del ventrículo derecho ($p < 0.005$).

INTRODUCCION.

El defecto septal atrial ocupa uno de los primeros lugares en frecuencia dentro de las cardiopatías congénitas, y se estima que forma parte del 7 al 15 por 100 del total de éstas. En México, ocupa el tercer lugar en frecuencia, después de la persistencia del conducto arterioso y de la comunicación interventricular. La C.I.A., al igual que otras muchas cardiopatías congénitas, se clasifica dentro del grupo de las enfermedades genéticas multifactoriales, aunque en raras ocasiones puede heredarse con carácter autosómico dominante, como en el síndrome de Holt-Oram o en la C.I.A. familiar con conducción AV prolongada (1,2). La C.I.A. guarda una importante relación con el sexo, ya que se presenta preferentemente en las mujeres (2).

La aurícula derecha forma parte del borde lateral derecho del corazón y esta situada por encima, por detrás y a la derecha del ventrículo derecho. En la superficie externa de su cara posterior, existe un surco llamado sulcus terminalis, que se corresponde por la parte interna con la cresta terminal. El nodo sinusal está situado habitualmente en el borde lateral de la zona de unión de la vena cava superior con la aurícula derecha (5). La pared de la aurícula derecha tiene un grosor de casi 2 mm. El tabique interatrial está situado en la posición posteroinferior de la

pared medial de la aurícula derecha, y se extiende oblicuamente hacia adelante, y de derecha a izquierda (2). Las comunicaciones interatriales, se pueden originar por falta de crecimiento de los tabiques atriales y/o por zonas de necrosis celular. Los tipos más frecuentes son: el defecto en la zona de la fosa oval o defecto tipo ostium secundum, el defecto tipo ostium primum y el defecto tipo seno venoso. Existen comunicaciones grandes en las que se ven afectadas varias de las zonas implicadas en los defectos ya mencionados del septum interatrial. La ausencia de tabicación origina la aurícula única (3).

Normalmente, el retorno venoso al corazón se produce a través de las venas cavas superior e inferior, que desembocan en la aurícula derecha, y en este lugar la sangre se detiene durante la sístole ventricular. Durante la diástole ventricular, la sangre fluye desde la aurícula derecha hasta el ventrículo derecho. Cuando existe un defecto a nivel del tabique interatrial, los cambios circulatorios después del nacimiento favorecen la aparición de un cortocircuito de izquierda a derecha. La magnitud del flujo a través del defecto, dependerá entonces de su tamaño, de la distensibilidad relativa de los ventrículos y de la resistencia relativa en la circulación pulmonar y periférica (1,2).

El efecto del cortocircuito a nivel atrial produce dilatación de las cavidades derechas y de la arteria pulmonar. También puede ocasionarla en venas pulmonares y atrio izquierdo. El gran volúmen que llega al ventrículo derecho es bien tolerado por éste, gracias a su distensibilidad, y puede ser manejado por muchos años sin que se presente insuficiencia cardiaca. Cuando la resistencia vascular pulmonar se eleva, el cortocircuito disminuye, aumentando la presión en la arteria pulmonar y ventrículo derecho, pudiendo llegar a invertirse la dirección del flujo, desarrollándose un shunt de derecha a izquierda con la aparición subsecuente de cianosis (1).

Es bien sabido que el llenado diastólico ventricular condiciona el grado y la velocidad del acortamiento de las fibras ventriculares, o en otras palabras, la fuerza de la contracción es función de la cantidad de sangre que almacena la cavidad ventricular al final de la diástole. A mayor llenado diastólico, mayor elongamiento de las fibras y mayor fuerza de contracción; claro está que hasta determinado límite, que corresponde al desfallecimiento del corazón (ley de Starling). Cuando una cavidad cardiaca se ve expuesta a un llenado volumétrico excesivo, hablamos de una sobrecarga diastólica, que cuando involucra al ventrículo derecho, puede originar un bloqueo de la rama derecha del haz de His (4).

El sistema de conducción se divide para su estudio en nodo sinusal, haces internodales, nodo auriculoventricular y sistema His-Purkinje. El haz de His es continuación directa del nodo AV, en el que las fibras se han alineado a manera de cordón, mide 2 a 3 cm. de longitud y su grosor no es mayor de 3 mm. La porción proximal atraviesa el esqueleto fibroso y después el haz corre por el margen inferior del septum membranoso, montado sobre el septum interventricular muscular. A los 3 cm. de su origen el haz de His se divide en una rama derecha y otra izquierda, que corren por debajo del endocardio septal derecho e izquierdo, respectivamente. La rama derecha, de forma tubular, es larga y delgada, se monta sobre la banda moderadora para dividirse cerca del músculo papilar anterior en numerosos haces, que se distribuyen por todo el endocardio ventricular derecho, en donde terminan en fibras de Purkinje. La rama izquierda, es mas bien plana, tiene dos subdivisiones bien definidas, una anterior y otra posterior (3,7).

Un dato electrocardiográfico de importancia en el diagnóstico de la comunicación interatrial, es la presencia de complejos rSr' o rsR' en precordiales derechas. La morfología de estos complejos se ha tratado de relacionar con la magnitud del cortocircuito y con el nivel de la presión arterial pulmonar. La presencia de rSr', generalmente se acompaña de un flujo pequeño a través del

defecto y de una presión arterial pulmonar normal, pero las ondas R terminales de amplitud normal, o casi normal, también ocurren en los shunts de izquierda a derecha relativamente grandes, con un mayor agrandamiento del ventrículo derecho. Sin embargo, las ondas R' altas, suelen significar que el shunt es grande o que hay hipertensión pulmonar.

Hay que tener en cuenta que el 14 por 100 de los defectos septales interatriales no tienen bloqueo de la rama derecha del haz de His, por otro lado, sabemos que la ecocardiografía doppler es utilizada en el diagnóstico de la comunicación interatrial, y que a través de ésta, puede calcularse la magnitud del flujo a través del defecto septal, con una gran sensibilidad, por lo que resulta de especial interés conocer la relación existente entre el grado de bloqueo de rama derecha del haz de His y la magnitud del cortocircuito (1,7,9).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Ante la importancia que representa distinguir entre los grandes y pequeños defectos interatriales, se planteó la necesidad de contar con un método de apoyo diagnóstico fácilmente accesible como es el electrocardiograma de superficie, para determinar a través del grado de retardo de la conducción intraventricular, la magnitud del flujo a través del defecto septal.

Es así que en el presente trabajo se valoró la utilidad del electrocardiograma de superficie como parámetro para estimar la severidad del cortocircuito en la comunicación interatrial.

JUSTIFICACION.

Existen escasos estudio en México sobre la relación existente entre el bloqueo de la rama derecha del haz de His y la magnitud del cortocircuito a través del defecto septal interatrial. Si bien sabemos que esta cardiopatía tiene una sobrevida aproximada de 30 años, los casos con defectos septales grandes tienen una longevidad menor, razón por la cual se torna interesante tener un parámetro fácilmente accesible como es el electrocardiograma de superficie para detectar este tipo de casos, que nos permita mejorar la

calidad de atención a nuestros pacientes y adquirir experiencia propia en torno a este tipo de padecimientos por demás frecuentes en nuestro medio.

OBJETIVOS.

1) Determinar la relación existente entre el grado de bloqueo de la rama derecha, según la magnitud del retardo en la conducción intraventricular, y la magnitud del cortocircuito a través del defecto, estimada conforme a la relación entre flujo pulmonar y flujo sistémico (Qp/Qs).

2) Determinar el grado de bloqueo de rama derecha más frecuente en pacientes portadores de C.I.A., en el servicio de Cardiología del Hospital General de México, S.S.

3) Determinar la relación existente entre las variables consideradas, tales como edad y dimensiones del ventrículo derecho, y la presencia de hipertensión arterial pulmonar, estimada por el tiempo de aceleración pulmonar en el registro doppler pulsado.

4) Valorar la relación existente entre las dimensiones del ventrículo derecho y el grado del bloqueo de la rama derecha del haz de His.

5) Determinar la relación que existe entre la magnitud del cortocircuito a través del defecto, según el valor del Qp/Qs , y las dimensiones del ventrículo derecho, el grado de bloqueo de rama y el tipo de movimiento del septum interventricular.

MATERIAL Y METODOS.

Se llevo a cabo un estudio prospectivo y longitudinal en el que fueron incluidos un total de 29 pacientes, seleccionados de la consulta externa de la Unidad de Cardiología del Hospital General de México. S.S., con el diagnóstico de C.I.A., entre octubre de 1990 y junio de 1991. El diagnóstico de la comunicación interatrial fué establecido conforme a los criterios clínicos y radiológicos habituales, siendo ulteriormente confirmado mediante un registro ecocardiográfico con técnica transtorácica. En todos los casos se incluyó un ecocardiograma en tiempo real, utilizando los planos, técnicas y ubicaciones del transductor recomendadas por la American Society of Echocardiography. Aunque en todos los casos se incluyeron imagenes paraesternales en los planos longitudinal o de eje largo y transversal o de eje corto e imagen apical de 4 cámaras, la ventana subcostal constituyó la proyección definitiva para determinar la existencia del defecto septal interatrial. Se utilizó para los registros un ecocardiografo Toshiba Sonolayer SSH-160. Se consideró el diagnóstico ecocardiográfico de comunicación interatrial toda vez que fueron observadas las características siguientes:

- 1) Discontinuidad del septum interatrial en la ventana subcostal, con fácil identificación de los bordes del tabique residual, especialmente si era identificado un engrosamiento de sus extremos (artefacto T).

- 2) Espectro positivo en doppler pulsado al colocar el volumen muestra en el atrio derecho, en un punto lo más cercano posible al defecto septal.

- 3) Detección del cortocircuito en los registros bidimensionales codificados en color.

CRITERIOS DE INCLUSION.

1) Pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita del tipo de la comunicación interatrial, confirmada por ecocardiografía bidimensional y doppler pulsado y color.

CRITERIOS DE EXCLUSION.

1) Pacientes con comunicación interauricular asociada a otras malformaciones congénitas.

2) Pacientes que a pesar de contar con la evidencia ecocardiográfica de comunicación interatrial, se encontraran en insuficiencia cardiaca.

3) Pacientes con inadecuada ventana subcostal.

RESULTADOS.

Entre octubre de 1990 y junio de 1991, se estudiaron 29 pacientes con diagnóstico de C.I.A., 13 del sexo masculino (45 por 100) y 16 del sexo femenino (55 por 100) (figura 1), cuya edad fluctuó entre 1 y 50 años (figura 2), con una media de 16.4 años. En todos los casos, fué evidenciado en el registro ecocardiográfico bidimensional un defecto septal interatrial del tipo ostium secundum. En todos los pacientes el cortocircuito encontrado fué arteriovenoso, es decir, de izquierda a derecha. En 23 pacientes (79.3 por 100), el diámetro diastólico del ventrículo derecho excedió los 23 mm, considerándose entonces que dicha cavidad se hallaba dilatada (figura 3).

El movimiento septal fué normal en 15 de los pacientes (51.7 por 100) y paradójico tipo B en 14 (49.3 por 100).

El tiempo de aceleración pulmonar fué menor de 100 m/seg en el 28 por 100 de los casos, considerándose este dato como evidencia indirecta de hipertensión arterial pulmonar (figura 4).

El bloqueo de la rama derecha del haz de His fué encontrado en el 75 por 100 de los casos, de los cuales el 55 por 100 fué de segundo grado. Solo en 7 de los pacientes no fué encontrado el bloqueo de la rama derecha.

Al comparar los grupos con y sin dilatación del ventrículo derecho, se encontró que independientemente de su magnitud, el Qp/Qs es siempre mayor en los pacientes con ventrículo derecho dilatado ($p < 0.005$). En ninguno de los casos sin evidencia de dilatación del ventrículo derecho se encontró un Qp/Qs mayor de 1.5/1. (figura 5).

Se encontró una correlación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre el grado de bloqueo de la rama derecha del haz de His y la magnitud del cortocircuito, según el valor del Qp/Qs. En ninguno de los casos sin bloqueo de rama derecha se encontró cortocircuito con Qp/Qs mayor de 1.5/1. Por el contrario, cuando el bloqueo de la rama derecha del haz de His fué de tercer grado, ninguno de los pacientes mostró cortocircuitos con Qp/Qs menor de 2.0/1 (figura 6).

No se encontró una relación estadísticamente significativa entre el tipo de movimiento septal y la magnitud del cortocircuito según el valor del Qp/Qs (figura 7).

El grupo con dilatación del ventrículo derecho mostró una mayor incidencia de hipertensión pulmonar, según el T.A.P., al ser comparado con el grupo sin dilatación ventricular derecha ($p < 0.10$). (figura 8).

La hipertensión pulmonar determinada conforme al T.A.P., no mostró una relación estadísticamente significativa con la edad (figura 9).

Se encontró que independientemente del grado, el bloqueo de

la rama derecha es siempre más frecuente en aquellos pacientes con dilatación del ventrículo derecho ($p < 0.005$). La ausencia de este trastorno de la conducción es un hallazgo más frecuente en el grupo sin aumento del diámetro ventricular derecho que en el grupo con dilatación. (figura 10).

FIGURA 1. FRECUENCIA POR SEXO EN LA COMUNICACION INTERAURICULAR

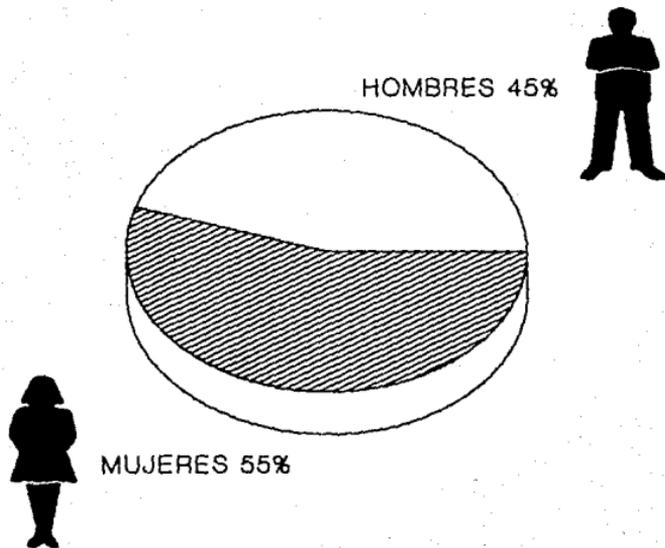


FIGURA 2. GRUPOS POR EDADES EN LA C.I.A.

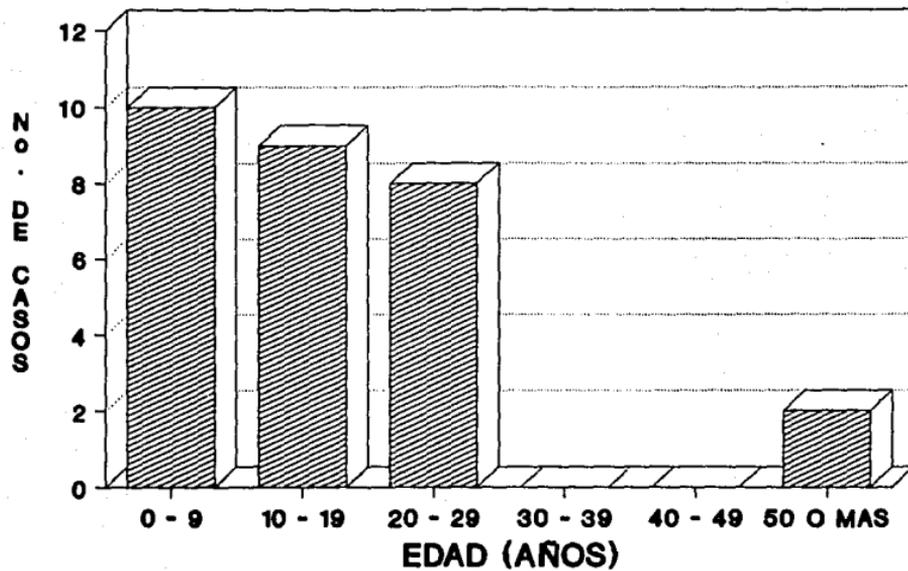


FIGURA 3. FRECUENCIA DE LA DILATACION DEL VENTRICULO DERECHO EN PACIENTES CON C.I.A.

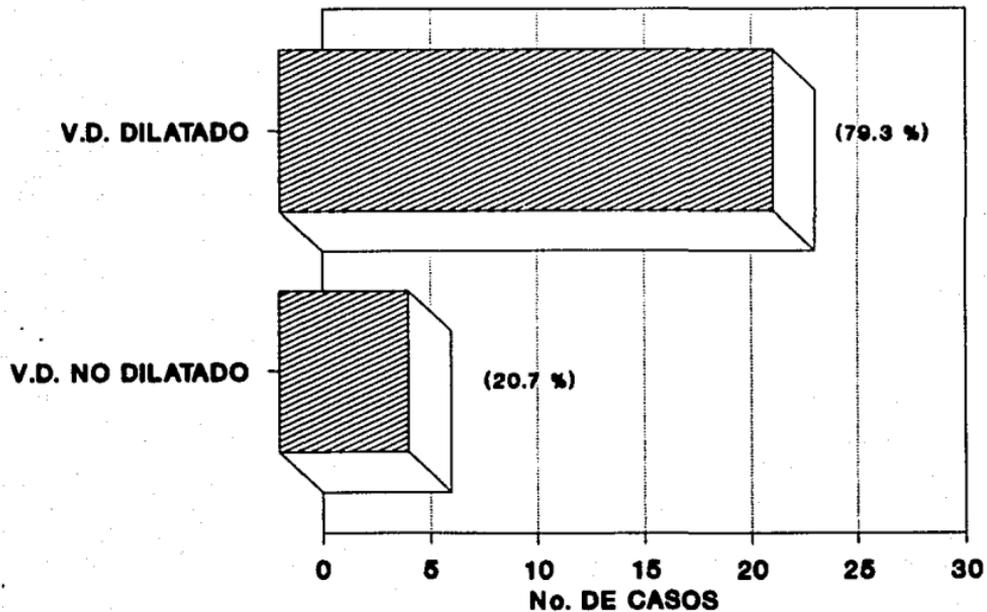


FIGURA 4. FRECUENCIA DE H.A.P., DETERMINADA POR EL T.A.P.

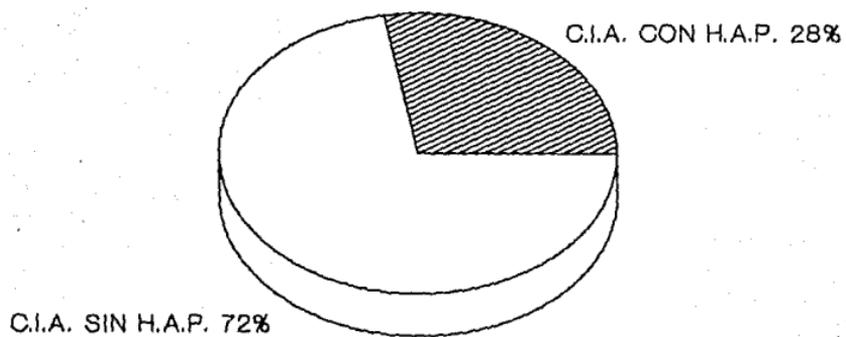


FIGURA 5. COMPARACION ENTRE LOS GRUPOS CON Y SIN DILATACION DEL V.D. CONFORME A LA MAGNITUD DEL Q_p/Q_s .

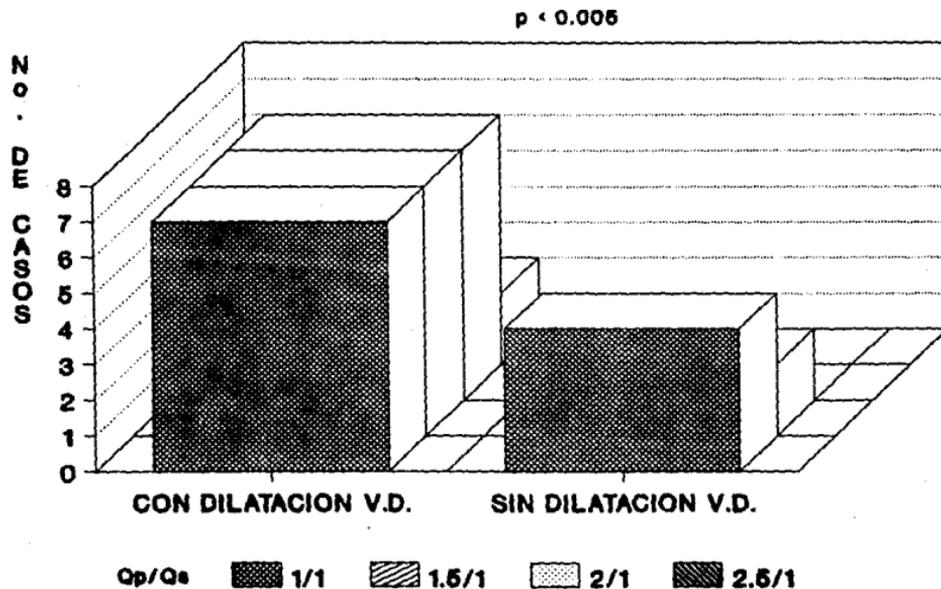


FIGURA 6. RELACION ENTRE EL Q_p/Q_s Y EL GRADO DE BLOQUEO DE LA RAMA DERECHA DEL HAZ DE HIS EN LA C.I.A.

$p < 0.05$

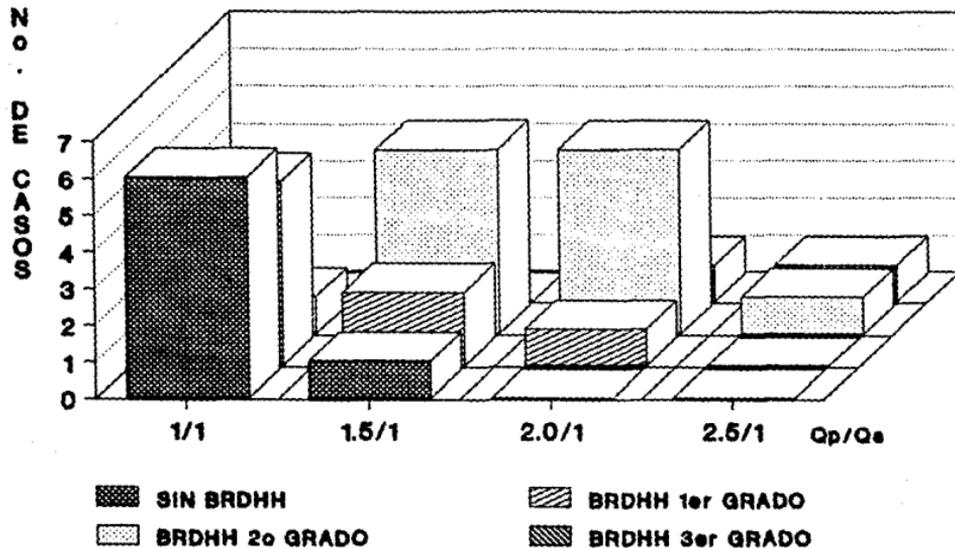


FIGURA 7. COMPARACION ENTRE EL GRUPO CON MOVIMIENTO SEPTAL CONSERVADO Y EL GRUPO CON MOVIMIENTO PARADOJICO CONFORME A LA MAGNITUD DEL Qp/Qs.

$p = NS$

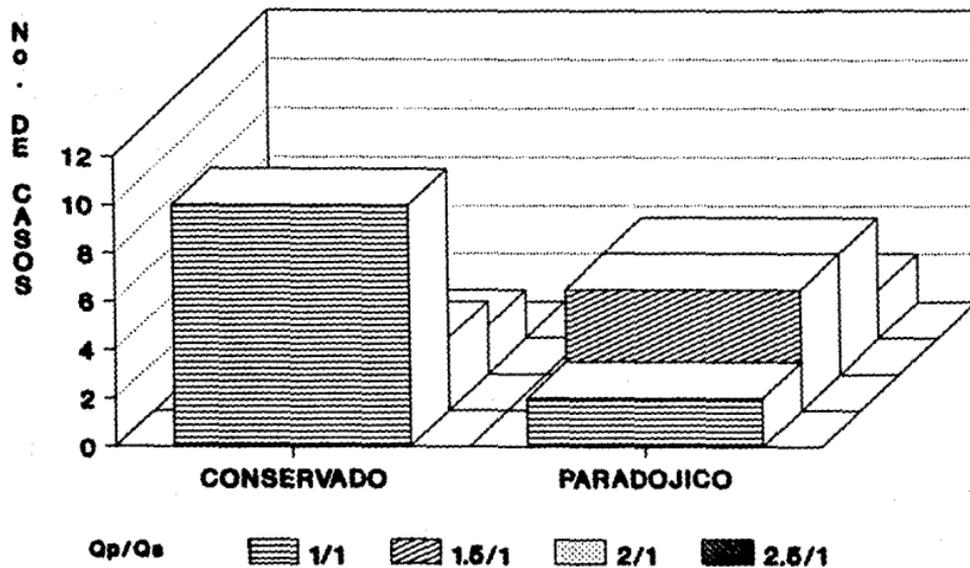


FIGURA 8. COMPARACION ENTRE LOS GRUPOS CON Y SIN DILATACION DEL V.D. CONFORME A LA PRESENCIA DE H.A.P.

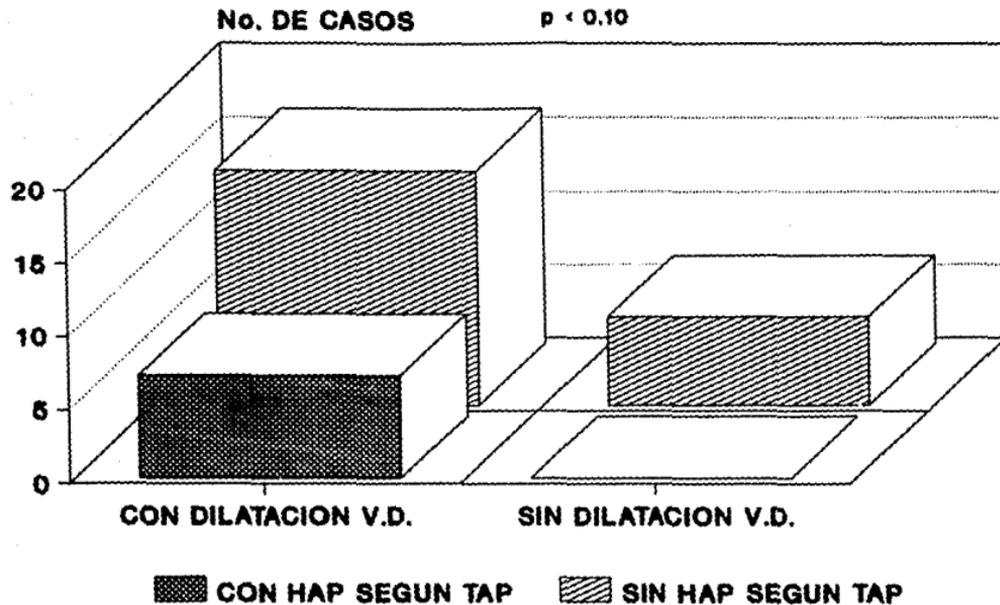


FIGURA 9. DISTRIBUCION POR EDADES DE LA H.A.P. EN LA C.I.A.

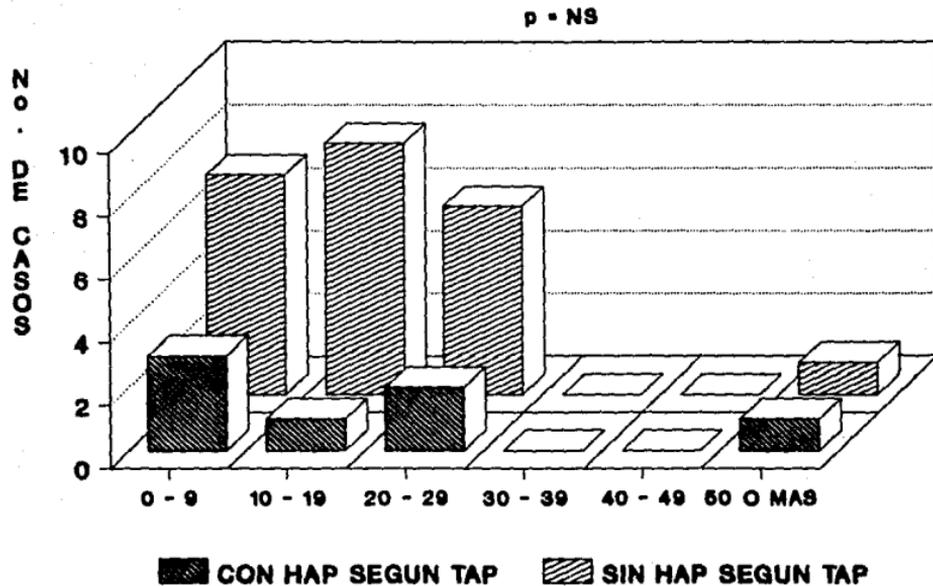
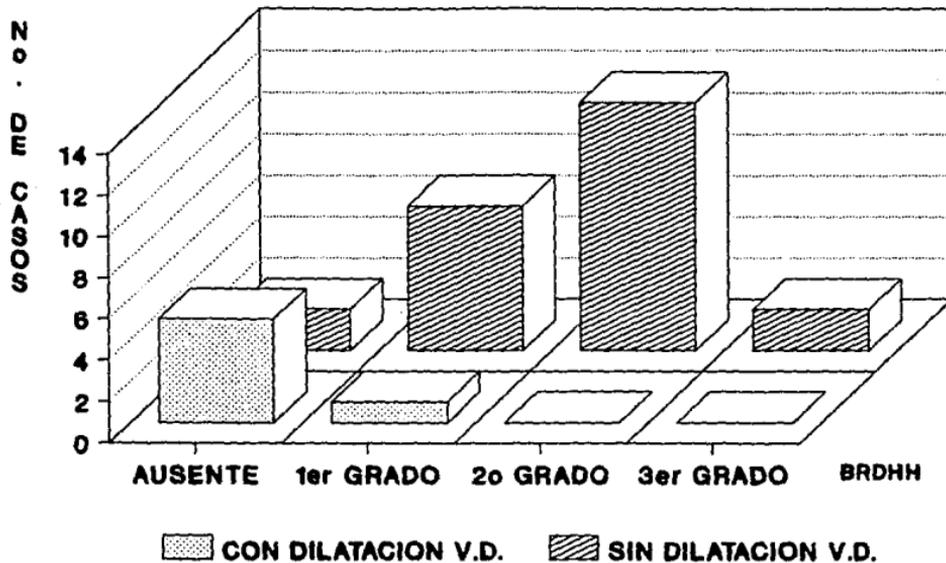


FIGURA 10. RELACION ENTRE EL GRADO DE BLOQUEO DE LA RAMA DERECHA DEL HAZ DE HIS Y LAS DIMENSIONES DEL V.D.



Discusion.

Al ser comparados los grupos con y sin dilatación del ventrículo derecho, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación a la magnitud del cortocircuito. Es así que la dilatación ventricular derecha en los pacientes con comunicación interatrial, guarda relación directa con la magnitud de la sobrecarga volúmetrica impuesta por el paso de sangre a través del defecto septal.

Como ya se ha mencionado, se encontró una correlación estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre el grado de bloqueo de la rama derecha del haz de His y la magnitud del cortocircuito, según el valor del Qp/Qs . En ninguno de los casos sin bloqueo de rama derecha se encontró cortocircuito con Qp/Qs mayor de 1.5/1. Por el contrario, cuando el bloqueo de la rama derecha del haz de His fué de tercer grado, ninguno de los pacientes mostró cortocircuitos con Qp/Qs menor de 2.0/1. Es así que el electrocardiograma de superficie parece constituir una guía útil para la estimación indirecta de la magnitud del cortocircuito, confirmandose la existencia de una relación directa entre el grado de retardo en la conducción intraventricular y la sobrecarga de volumen en el ventrículo derecho. La ausencia de bloqueo de rama en el electrocardiograma de

superficie, nos permite afirmar con relativa seguridad que el cortocircuito a través del defecto septal no excederá prácticamente en ningún caso relaciones Qp/Qs mayores de 1.5/1. Por el contrario, el hallazgo de un grado avanzado de retardo en la conducción intraventricular, deberá orientarnos a pensar que existe un cortocircuito cuantitativamente importante, con mayor grado de repercusión hemodinámica.

Aun cuando la presencia de movimiento septal paradójico de tipo B ha sido considerada como un índice de la magnitud de la sobrecarga volumétrica, no encontramos en el presente trabajo una relación directa entre el tipo de movimiento septal y el valor del Qp/Qs. Es factible que en la génesis de las alteraciones de la motilidad en la C.I.A., se encuentren implicados otros factores.

La hipertensión arterial pulmonar, como era de esperarse, constituyó un factor independiente de la sobrecarga volumétrica en la génesis de la dilatación ventricular derecha.

Pudimos confirmar la naturaleza típicamente benigna de los defectos del tabique interatrial, ya que la hipertensión pulmonar constituyó un hallazgo relativamente infrecuente, independientemente de la edad.

Se encontró que independientemente de su grado, el bloqueo

de la rama derecha guarda una relación directa con la magnitud de la dilatación del ventrículo derecho. Tal como ha sido sugerido por otros autores, el grado de bloqueo de rama y el retardo de las fuerzas terminales de activación, puede deberse a variaciones en el espesor de la pared libre del ventrículo derecho, que en los defectos del tabique interatrial, experimenta un engrosamiento desproporcionado en el tracto de salida (cresta supraventricular) como respuesta a la sobrecarga volumétrica crónica.

CONCLUSIONES.

1) Ya que fué confirmada una relación directa entre la magnitud del cortocircuito y el retardo en la conducción intraventricular, el grado de bloqueo de la rama derecha del haz de His parece constituir un índice confiable para la estimación del tamaño del shunt a través del defecto septal interatrial.

2) Los trastornos de la conducción intraventricular en los defectos del septum interatrial, parecen guardar una relación directa con las dimensiones del ventrículo derecho. Es factible que el retardo en las fuerzas de activación en el ventrículo derecho se deba a un engrosamiento desproporcionado del tracto de salida (cresta supraventricular) por efecto de la sobrecarga de volúmen.

3) El movimiento septal paradójico, típicamente vinculado a sobrecargas de volúmen, no guardó relación con la magnitud del flujo a través del defecto. Es factible que en su génesis se encuentren implicados otros factores.

4) Parece confirmarse la naturaleza benigna de los defectos del septum interatrial, pues la incidencia de hipertensión pulmonar fué relativamente baja, independientemente de la edad.

5) Tal como ha sido descrito en la literatura, los defectos de la fosa oval o de tipo ostium secundum, constituyen la variedad más frecuente de comunicación interatrial.

6) La hipertensión pulmonar constituye, junto con la sobrecarga volumétrica, el factor causal más importante en la génesis de la dilatación del ventrículo derecho en los pacientes con defectos del septum interatrial.

BIBLIOGRAFIA.

- 1) Attie F, et al. La comunicación interatrial. In *Cardiopatías congénitas. Morfología, cuadro clínico y diagnóstico*. Attie, F. Ed. Salvat, México, 1985, p. 251-277.
- 2) Friedman, WF. *Cardiopatías congénitas en la infancia*. In Braunwald, E. Ed. *Tratado de Cardiología, Interamericana*, México, 1990, p. 975-1061.
- 3) Guadalajara, JF. *Cardiopatías congénitas*. In *Cardiología*, Mendez Cervantes, México, 1989, p. 917-930.
- 4) Sodi-Pallares, D., Medrano, G., Bisteni, A., Ponce de León, J. *Electrocardiografía clínica*. Ed. Mendez Cervantes, México, 1989.
- 5) Nugent, EW., Plauth, WH., Edwards, JE., Williams, WH. *The pathology, abnormal physiology, clinical recognition, and medical and surgical treatment of congenital heart disease*. In. *The Heart*. Hurst, JW. Ed. McGraw-Hill, New York, 1990. p. 655-794.
- 6) Bayés de Luna, A. *Cardiología*. Ed. Doyma, Barcelona, 1986.

7) Pasquali, G. Electrocardiografía razonada. Teoría y práctica. Ed. Mendez Oteo, México, 1985.

8) Reeder, GS., et al. Use of doppler techniques (continuous-wave, pulsed-wave, and color flow imaging) in the noninvasive hemodynamic assesment of congenital heart disease. Mayo Clin Proc. 61: 725-744, 1986.

9) Pickoff, AF., et al. Detection of pulmonary venous flow by pulsed doppler echocardiography in children. Am Heart J. 105 (5); 826-829, 1983.

10) Di Sessa, TG., et al. Echocardiography in congenital heart disease. Cardiovascular clin. 13 (3); 41-65, 1983.

11) Goldberg, SJ., et al. Evaluation of pulmonary and systemic blood by 2-dimensional doppler echocardiography using fast Fourier transform spectral analysis. Am J Cardiol. 50 (6); 1394-1400, 1982.