

11237



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
HOSPITAL REGIONAL "20 DE NOVIEMBRE" I.S.S.S.T.E.

ESTUDIO COMPARATIVO DE CORTOCIRCUITOS MEDIANTE
RADIONUCLIDOS Y CATETERISMO CARDIACO
EN NIÑOS CON CARDIOPATIA CONGENITA

T E S I S
QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE :
P E D I A T R I A M E D I C A
P R E S E N T A :
MARTHA VERONICA CEDEÑO BARRAGAN

Asesora: DRA. ALYS MAE HOLDEN BARKER

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

México, D. F.

Febrero de 1987



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.

ESTUDIO COMPARATIVO DE CORTOCIRCUITOS MEDIANTE RADIONUCLIDOS Y CATETERISMO CARDIACO EN NIÑOS CON CARDIOPATIA CONGENITA

INTRODUCCION:

Las cardiopatías congénitas presentan una incidencia inferior al uno por ciento de los nacidos vivos, sin embargo, estos pacientes requieren una atención médica y quirúrgica compleja, - por lo cual en nuestro país sólo los centros hospitalarios de tercer nivel cuentan con la infraestructura necesaria para el estudio y tratamiento de estos pacientes.

El Hospital Regional "20 de Noviembre" del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado, es el lugar de concentración de los pacientes con cardiopatías - congénitas que requieren un estudio minucioso de su patología, y en caso necesario, una intervención quirúrgica curativa o paliativa por lo cual acuden a este centro los derechohabientes de todo el país en busca de atención médica especializada.

El servicio de cardiología pediátrica de nuestro hospital ha - venido utilizando desde hace 20 años el cateterismo cardíaco - como método diagnóstico preciso y para evaluación preoperato-ria de estos pacientes. En el transcurso de los años, han aparecido nuevos métodos de diagnóstico, que sin sustituir al ca-tereterismo cardíaco por no ser tan completos, auxilian al car-riólogo y complementan el estudio del paciente.

Uno de estos métodos es la radiocardioangiografía, procedimien-to efectuado con radionúclidos para evaluar durante su primer

paso por el corazón y grandes vasos, las imágenes de estos y - la circulación pulmonar. De esta forma obtenemos información cualitativa y cuantitativa sobre los cortocircuitos intracardíacos y extracardíacos, de suma utilidad en el estudio de estos pacientes.

Nuestro hospital es uno de los pocos centros del país que cuentan con un servicio de medicina nuclear, en donde pueden realizarse este tipo de estudios, y sin embargo, nunca se había tomado en cuenta su potencial como auxiliar diagnóstico en las cardiopatías congénitas, motivo por el cual se diseñó un protocolo de tesis para adquirir experiencia en el uso de radionúclidos en niños, evaluando su sensibilidad y especificidad, con el fin de utilizar la medicina nuclear como método de apoyo para los cardiólogos pediatras.

La justificación de esta tesis se basa en las ventajas que puede ofrecer la radiocardioangiografía sobre el cateterismo cardíaco tanto a los pacientes por su ausencia de riesgo, como a los cardiólogos por una información adecuada y al hospital por su menor costo.

Para una mejor comprensión de los métodos que utilizamos, creemos necesario describir en detalle en qué consiste cada uno de ellos, para posteriormente presentar nuestros resultados y conclusiones.

CATETERISMO CARDIACO

El cateterismo cardíaco, como su nombre lo dice, consiste en la

introducción de un catéter a través de un vaso, ya sea vena o arteria, hasta las cavidades cardíacas, con el fin de obtener información hemodinámica, esto es, presiones y flujos sanguíneos, además de información angiocardiográfica del corazón y grandes vasos.

La principal indicación para realizar un cateterismo cardíaco, es la sospecha clínica de cardiopatía congénita, ya que por medio de él tendremos un diagnóstico preciso, tanto anatómico como funcional, con lo cual podremos tener una base más sólida para indicar un tratamiento quirúrgico y para sustentar un pronóstico.

Al indicar un estudio hemodinámico, se debe tener en cuenta que la información que se pretende obtener, deberá compensar ampliamente el riesgo que entraña el estudio, el cual va en relación con la severidad de la cardiopatía, la edad del paciente, la experiencia y habilidad del ejecutor, y el equipo e instrumental disponible (1).

El cateterismo cardíaco no sólo corrobora el diagnóstico clínico, sino que descarta malformaciones cardíacas asociadas, o hipertensión arterial pulmonar, hallazgos que pueden modificar el tratamiento o el pronóstico del paciente.

Se han elaborado procedimientos terapéuticos mediante cateterismo cardíaco, como la aplicación de marcapasos, la maniobra de Rashkind (ampliación del foramen oval mediante un catéter con balón en su punta), que puede salvar la vida del niño con transposición de grandes vasos, atresia tricuspídea, etc., an-

gioplastia y valvuloplastia entre otros.

No existen contraindicaciones absolutas del cateterismo cardiaco, sin embargo, algunas condiciones pueden ser contraindicaciones relativas, siendo necesario esperar su desaparición para efectuar el procedimiento, por ejemplo, procesos febriles - (especialmente endocarditis bacteriana), anemia, intoxicación medicamentosa (por digoxina, antiarrítmicos, etc.), y alteraciones del equilibrio ácido-base o electrolítico.

Para realizar el cateterismo, se requiere hospitalizar al paciente el día anterior al estudio, dejarlo en ayuno por ocho - horas si es preescolar, o por tres a seis horas si es recién - nacido o lactante, aunque pueden ingerir solución glucosada hasta dos horas antes del estudio. En todos los pacientes se requiere que se encuentren tranquilos, por lo que casi siempre es necesario sedarlos.

La introducción del catéter puede realizarse por punción (Técnica de Seldinger), o disecando un vaso (vena y/o arteria), para lo cual se requiere anestesia local.

El personal que interviene en un cateterismo cardiaco incluye un cardiólogo hemodinamista, una enfermera previamente adiestrada y un técnico en radiología. El material e instrumental especializados constan de un equipo radiológico con fluoroscopia e intensificador de imágenes, cámara cinematográfica y angiocardiógrafo biplano para placas radiográficas; además osciloscopio con electrocardiógrafo y sistema de registro de presiones, transductor externo, inyector mecánico para el medio de -

contraste (que es a base de iodo), oxímetro, catéteres especiales (en nuestro hospital se utilizan de Courmand y NIH), y charola con instrumental para venodisección.

El cateterismo consta de varios pasos:

a) Visualización del curso del catéter.

Puede ser normal cuando la secuencia de exploración de las cavidades es la esperada según la vía de abordaje. Por ejemplo, en el cateterismo del corazón derecho a través de una vena safena, el curso esperado del catéter sería vena cava inferior, aurícula derecha, vena cava superior y paso a ventrículo derecho, arteria pulmonar y sus ramas. En el cateterismo del corazón izquierdo a través de una arteria, se llega a la aorta ascendente, aurícula y ventrículo izquierdos. Cuando se cateterizan cavidades o vasos no esperados en el curso normal del catéter, se considera anormal. Ejemplo, en una comunicación interauricular o interventricular, será posible pasar el catéter a través de esas comunicaciones hasta otras cavidades. En la persistencia del conducto arterioso, podrá pasarse de arteria pulmonar a la aorta. En el drenaje venoso pulmonar anómalo se encontrarán venas pulmonares en la aurícula derecha. Cuando existe una doble emergencia de vasos del ventrículo derecho, será posible pasar de éste tanto a la arteria pulmonar como a la aorta.

b) Toma de presiones en las distintas cavidades y vasos.

La medición de presiones se realiza a través de un catéter conectado a un transductor externo, y su valor absoluto depen

de de la posición del transductor en relación al paciente, - ya que el nivel cero (presión atmosférica en ese momento) se encuentra a la altura de la línea media axilar del paciente, que corresponde a las cavidades cardíacas. Las presiones se registran en papel mediante una máquina, que mide las presiones fásica (sistólica y diastólica) y media en las cavidades y vasos siendo necesaria una mayor velocidad en el registro de las presiones de los ventrículos. Las curvas de presión aparecen también en el monitor con electrocardiograma, siendo posible observar dinámicamente los cambios o gradientes - al pasar de una cavidad a otra (Figuras 1 y 2).

c) Medición de oxemias.

Las saturaciones de oxígeno de todas las cavidades y vasos - nos indican el sitio de cortocircuito, cuando éste existe, - como se explicará más adelante. Debe tomarse en cuenta que en el recién nacido, el 50% de la hemoglobina es fetal y desplaza la curva de disociación a la izquierda, y que el medio de contraste tiene el mismo efecto.

En general, para que los resultados sean fidedignos, todas las mediciones hemodinámicas deben realizarse antes de la angiografía, las presiones y saturaciones deben registrarse y medirse en cada cámara inmediatamente después de entrar y antes de pasar a la siguiente cámara, simultáneamente y tan pronto como sea posible.

DETECCION DE CORTOCIRCUITOS

Normalmente la saturación de oxígeno se expresa en porcentaje,



FIGURA 1

Curvas de presión auricular de recha (AD) e izquierda (AI), - con sus ondas a, v, x' e y: a: contracción atrial (onda P) v: llenado atrial x': relajación atrial y descenso del plano valvular a-v y: descenso de la presión atrial al abriirse las válvulas tricúspide y mitral.

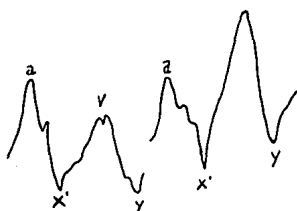
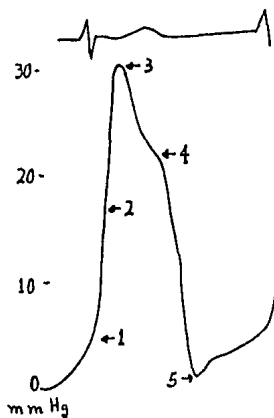


FIGURA 2

Curvas características de la presión ventricular derecha:

1. presión telesistólica
2. presión telesistólica y - fase isovolumétrica
3. presión sistólica máxima
4. fase de relajación isovolumétrica, y
5. presión protodiastólica.



o mejor en volúmenes por ciento. Cada gramo de hemoglobina es capaz de combinarse con 1.36 ml de oxígeno. Así vol% es la unidad que define la cantidad de centímetros cúbicos de oxígeno contenidos en 100 ml de sangre, de tal forma que con una hemoglobina de 15.0 gramos, la capacidad es de 20.10 vol%.

Los valores normales de saturación de oxígeno en las cavidades cardíacas y vasos son:

- Vena cava superior 77% (67-87%)
- Vena cava inferior 83% (77-89%)
- Aurícula derecha 80% (74-86%)
- Ventrículo derecho 79% (71-87%)
- Tronco de arteria pulmonar 78% (73-83%)
- Vena pulmonar 92% (86-98%)
- Aurícula y ventrículo izquierdos 92% (86-98%)

La sangre arterial en la Ciudad de México, a 2400 m sobre el nivel del mar, está saturada a 90%, y la sangre venosa a 79% (71-87%). La sangre que regresa al corazón por la vena cava superior tiene mayor cantidad de oxígeno que la vena cava inferior, ya que ésta recibe la sangre venosa renal (1) (Figura 3).

El gasto cardíaco es la cantidad de sangre expulsada por el corazón en un minuto, y se expresa en litros/minuto. El gasto del ventrículo derecho es el pulmonar (abreviado como QP) y el del ventrículo izquierdo es el sistémico (abreviado como QS). En condiciones normales existe un cortocircuito fisiológico de un 3-4% ya que una pequeña cantidad de sangre que proviene de la circulación bronquial y coronaria drena a la aurícula o ventrí-

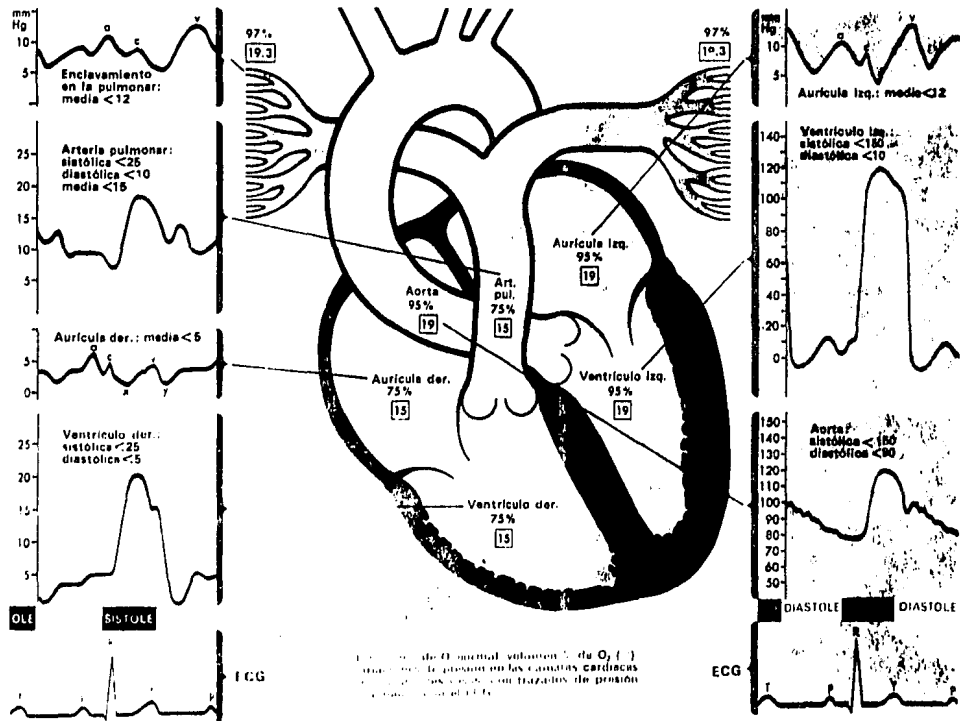


Figura 3. Diagrama de la animal vitaminizado O₂ () mostrando la presión en las cavidades cardiacas y en las arterias, con trazados de posición en el tiempo.

FIGURA 3

culo izquierdos, o a las venas pulmonares. Aún así, la relación normal de los gastos es de 1:1.

La medición de saturaciones de oxígeno nos indica el sitio de cortocircuito, por ejemplo, un aumento superior al 10% en la saturación de oxígeno entre vena cava superior y aurícula derecha indica un cortocircuito de izquierda a derecha entre ambas aurículas. Un salto oximétrico de aurícula a ventrículo derecho mayor de 6 a 8% indica cortocircuito de izquierda a derecha entre los ventrículos. Una disminución de la saturación de oxígeno de aurícula izquierda al ventrículo indica cortocircuito de derecha a izquierda por una comunicación interventricular.

La detección cuantitativa de cortocircuitos en hemodinámica puede realizarse a través de varios procedimientos, como el método de Fick, dilución de indicadores y otros, sin embargo, el más fácil y sencillo es el primero, que consiste en:

$$\text{GASTO CARDIACO} = \frac{\text{Consumo de O}_2 \text{ (ml/min/m}^2\text{)}}{\text{Diferencia arteriovenosa de contenido de O}_2 \text{ (ml/l)}} = 1/\text{min/m}^2$$

Normalmente el gasto cardíaco es de 2.5 a 4.2 l/min/m² de superficie corporal. Este método tiene un margen de error de 5 a 10%. Se consideran cortocircuitos mínimos entre 1.2:1 y 1.5:1, moderados entre 1.5:1 y 2.0:1 (los cuales ya ameritan cirugía) y grandes cuando son mayores de 2.1:1.

Cuando el cortocircuito es de derecha a izquierda la relación es inversa, por ejemplo, 0.6:1; aquí es necesario además calcular el gasto pulmonar efectivo (QPe), que es la fracción de sangre venosa de retorno que va a los pulmones para oxigenarse.

Las fórmulas para obtener QP y QS son:

$$QP = \frac{\text{Consumo de O}_2}{V.P. - A.P.}$$

$$QS = \frac{\text{Consumo de O}_2}{A_o - VCS}$$

Donde V.P. es vena pulmonar (su concentración de oxígeno), y A.P. es arteria pulmonar, A_o es aorta y VCS es vena cava superior, con las cuales medimos la diferencia arteriovenosa de saturación de oxígeno.

Disponiendo de los gastos pulmonar y sistémico, es posible determinar las resistencias arteriales pulmonares y sistémicas, - que se expresan en unidades arbitrarias o en dinas/segundo/cm⁻⁵. Los valores normales para las resistencias vasculares sistémicas son de 1130 ± 178 dinas/seg/cm⁻⁵, y valores menores de 1500 se consideran normales. En cuanto a las resistencias vasculares pulmonares se consideran normales de 67 ± 23 dinas/seg/cm⁻⁵, de tal forma que valores menores de 120 son aún normales.

Las fórmulas con que se calculan son:

$$RVP = \frac{80 (AOM - ADm)}{QS}$$

$$RVS = \frac{80 (APm - AIm)}{QP}$$

Donde RVP es resistencias vasculares pulmonares.

AOM es presión media de la aorta.

ADm es presión media de la aurícula derecha.

RVS es resistencias vasculares sistémicas.

APm es presión media de la arteria pulmonar.

AIm es presión media de la aurícula izquierda.

QS es el gasto sistémico.

QP es el gasto pulmonar.

80 es el factor usado para convertir de unidades arbitra-

rias, a unidades métricas (dinas/seg/cm⁻⁵).

El aumento de las resistencias vasculares pulmonares y sistémicas se presenta en distintas condiciones, y es importante determinar si su incremento se debe a cambios funcionales o anatómicos, ya que pueden tener implicaciones clínicas importantes, que influyen en la decisión quirúrgica. Para valorar la reversibilidad del aumento en las resistencias vasculares pulmonares, se han utilizado la inhalación de oxígeno, y fármacos como la tola zolina, que se aplican durante el cateterismo, de manera que si disminuyen la hipertensión pulmonar y las resistencias vasculares pulmonares, el pronóstico del paciente es bueno si se corrige quirúrgicamente el defecto (2,3).

La relación de resistencia pulmonar con la sistémica (R_p/R_s) es normalmente menor o igual a 0.25. Su aumento nos indica hipertensión arterial pulmonar, cuando es de 0.25 a 0.45 se considera ligera; entre 0.45 y 0.75 es moderada y si rebasa esta cifra, es severa (1).

ANGIOCARDIOGRAFIA

En esta parte del cateterismo, podemos obtener imágenes de la anatomía del corazón y grandes vasos, precisando exactamente el sitio del cortocircuito y su magnitud. Puede realizarse en placas radiográficas, que tienen una muy buena definición anatómica, aunque relativamente es lenta, ya que el número máximo de placas que se pueden obtener por segundo son tres, con un total de 20 placas por disparo, en cambio con la película cinematográfica

fica se obtienen 60 cuadros por segundo, y se utilizan diez metros de película.

Para realizar este procedimiento, se utiliza medio de contraste a base de iodo, que llega a las cavidades cardíacas por medio del catéter y un inyector mecánico que lo impulsa a gran presión y velocidad. Por esto, debe seleccionarse cuidadosamente el lugar de inyección, de manera que la punta del catéter se encuentre libre en la cavidad cardíaca y así se evite la impregnación con medio de contraste de la pared miocárdica (tatuaje), y la ruptura del corazón o vasos.

Con las imágenes obtenidas, se llega al diagnóstico en la mayoría de los casos (Figuras 4, 5, 6 y 7).

ANGIOCARDIOGRAFIA CON RADIONUCLIDOS

Como su nombre lo dice, la angiocardiografía con radionúclidos es un estudio en el cual obtenemos imágenes del corazón y grandes vasos utilizando un radionúclido y captando su primer paso por estos órganos.

El radionúclido utilizado es el Tecnecio 99 (^{99}Tc), cuyas características son casi las ideales: es el más barato y prontamente accesible, su vida media es muy corta (seis horas), emite fotones gamma monoenergéticos de 140 KeV, y no emite partículas alfa o beta, que no son detectables y sí someten al paciente a radiación innecesaria. Estas características permiten que la dosis de este radionúclido sea hasta cien veces mayor que otros, sin incrementar el riesgo de radiación de los tejidos del pa-

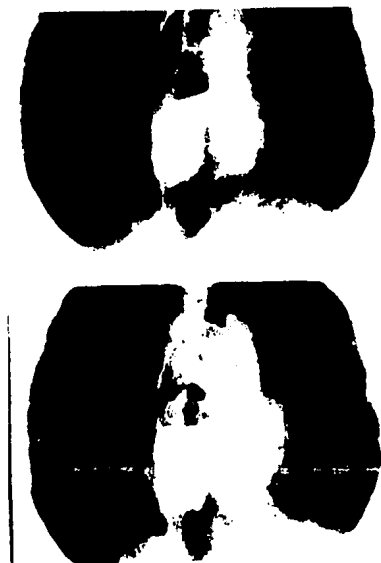


FIGURA 4

Angiocardiograma en un paciente con una comunicación interauricular, en el cual se inyectó medio de contraste en el ventrículo izquierdo, pasando el catéter a través de una arteria hasta la aorta por vía retrógrada, en el cual se demuestra el paso del material de contraste al ventrículo derecho a través de una comunicación alta. (Cortesía de la Dra. Holden)



FIGURA 5

Cateterismo retrógrado por la arteria aorta donde se muestra al inyectar el medio de contraste, la presencia de un conducto arterioso permeable.

(Cortesía de la Dra. Holden)



FIGURA 6

Cateterismo cardíaco a través de vena cava inferior, en el cual se inyectó medio de contraste en el ventrículo derecho, demostrando paso del mismo a la arteria pulmonar y la aorta, así como al ventrículo izquierdo a través de una comunicación interventricular, por lo que el diagnóstico es Tetralogía de Fallot.



FIGURA 7

Placa lateral del angiocardiograma del paciente -
con Tetralogía de Fallot de la Figura 6, en la -
cual se demuestra el paso de material de kontras-
te del ventrículo derecho al izquierdo y a las ar
terias aorta y pulmonar.

ciente, obteniendo mayor calidad en las imágenes centelleográficas y acortando el tiempo necesario para su adquisición (4).

La energía de su radiación gamma es ideal para su eficiente detección por los delgados cristales de las cámaras de centelleo y facilita su adecuada colimación.

Si se une al DTPA (Dietilenetriaminepentaacetic acid), agente quelante con el que puede formar un complejo, se acelera su eliminación renal y por tanto se reduce la dosis de irradiación.

Cuando se requiere mayor persistencia del radionúclido en el espacio vascular para investigar la perfusión sanguínea de un lecho capilar, por ejemplo, el lecho capilar pulmonar en los cortocircuitos de derecha a izquierda, se pueden administrar macroagregados de albúmina (MAA) con ^{99}Tc , ya que las partículas de albúmina son de mayor diámetro que la luz de los capilares, y quedan atrapadas en ellos, permitiendo obtener imágenes de la perfusión pulmonar. Debe tenerse cuidado de que las partículas midan menos de diez micras, para evitar el riesgo de infarto pulmonar o cerebral a causa de la microembolización, usando además menos de 10,000 partículas en total.

La dosis que se utiliza de ^{99}Tc DTPA es de 0.2 mCi/kg o 15 mCi/m² de superficie corporal, con una dosis mínima de 2.0 mCi. Con esto tenemos una dosis total de radiación de 0.11 rads. En el caso de los ^{99}Tc MAA, la dosis utilizada es de 0.03 mCi/kg con una dosis mínima de 0.2 mCi, que da una radiación total de 0.013 rads.

La cámara de centelleo en que se cuantifica la radiactividad es

de tipo Anger, que cuenta con un detector de campo amplio, de 37 tubos fotomultiplicadores. El colimador es de propósitos múltiples de baja energía, y la computadora que procesa los datos es Scinterview.

Con este equipo podemos obtener imágenes secuenciales que aportan información cinematográfica del paso del trazador por las cámaras cardíacas y grandes vasos, y pueden imprimirse en placas radiográficas o en fotografías seriadas con una cadencia de 0.5 seq/imagen (Información Cualitativa).

También pueden realizarse análisis cuantitativos de las curvas de actividad/tiempo generadas en las cámaras cardíacas y campos pulmonares al procesar el histograma (Información Cuantitativa).

Así, cuando el cortocircuito es de izquierda a derecha, utilizaremos $^{99}\text{TcDTPA}$, a la dosis indicada, inyectándolo a través de una vena yugular o antecubital, siendo importante que la dosis se administre en forma de bolo. Para ello se ideó un inyector manual que consta de una aguja pequeña, calibre 23 o 21 (mariposa), con su extensión conectada a una llave de 3 vías, con la cual podemos empujar el bolo inmediatamente al inyectar por la otra vía unos cuantos mililitros de solución fisiológica (5). Para que el estudio sea adecuado, el bolo debe ser único, no fragmentado, y llegar en menos de dos segundos a la vena cava superior.

El paciente no requiere ayuno ni sedación si es suficientemente grande para comprender de qué trata el estudio y coopera. En niños pequeños, o que no cooperan, es necesaria la sedación, ya

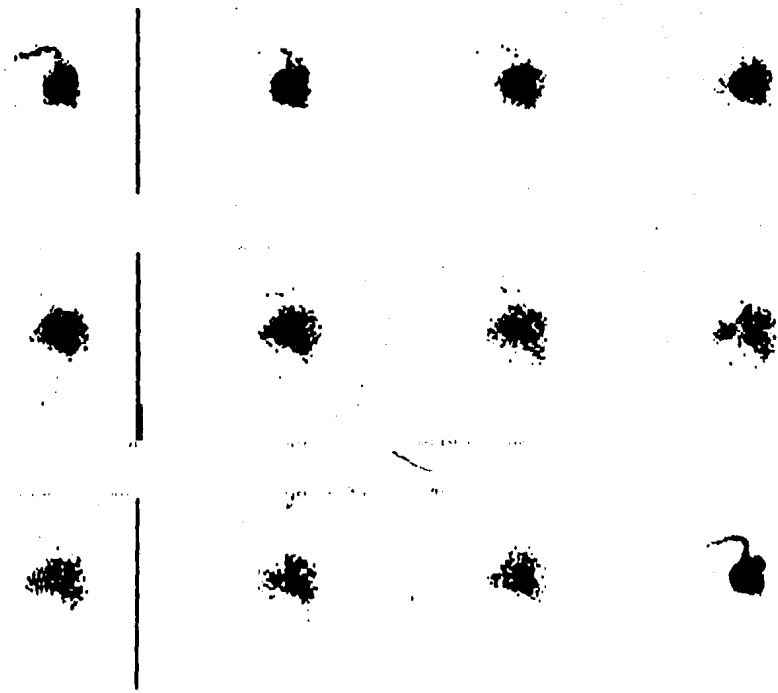
que al llorar produce una maniobra de valsalva y hay regurgitación pulmonar que impiden el cálculo adecuado del cortocircuito.

El paciente se coloca bajo la cámara de centelleo, en posición antero-posterior, para obtener una correcta separación espacial de las cámaras cardíacas y grandes vasos. En los primeros dos segundos después de la inyección, aparece actividad en la aurícula derecha; 0.25 a un segundo después en el ventrículo derecho. En los primeros cinco segundos aparece actividad en la arteria pulmonar y los pulmones. Durante la fase de tránsito de-
recho, el ventrículo izquierdo aparece como una zona silente de actividad; después de los pulmones, se observa un aumento de actividad en el ventrículo izquierdo. La aurícula izquierda no - se visualiza nunca.

Después de 0.25 a 0.5 segundos de haberse llenado el ventrículo izquierdo, aparece la aorta, y persiste actividad en ellos por uno a tres segundos, si todo es normal.

En caso de existir un cortocircuito de izquierda a derecha, persiste un nivel alto de radiactividad en los pulmones y el cora-
zón derecho, con pobre o nula visualización del corazón izquierdo y la aorta (Figura 8).

En los pacientes con cortocircuito de derecha a izquierda se - utilizan los $^{99}\text{TcMAA}$, sin ser necesario que se sitúen bajo la - cámara de centelleo durante la inyección, pero sí que se encuentren tranquilos. Tampoco es necesario que sea una vena de me-
diano o gran calibre donde se inyecte el radionúclido, ni empu-
jar el bolo con solución fisiológica. Es importante que se rea



DATE 05-18-1986

POST INJ TIME
000.0 NO

6163 PAPER IUAH
0000031824-0

FIGURA 8

- 21 -

lice el estudio en los primeros minutos después de la inyección, ya que después de 15 minutos, el cortocircuito puede parecer ma yor.

En estos casos, los $^{99}\text{TcMAA}$ se dividen en dos fracciones: una - sigue el tránsito normal por la arteria pulmonar y se distribu- ye a los pulmones deteniéndose en el lecho capilar, y la otra - pasa por la comunicación anormal al corazón izquierdo y la aor- ta, distribuyéndose a la circulación sistémica, y se detiene en los lechos capilares periféricos (Figura 9).

La información obtenida se almacena en un sistema de video o en una cinta magnética multicanal; por medio de cursores electróni- cos se seleccionan áreas de interés (aurícula derecha, ventrícu- lo derecho, tronco pulmonar, pulmones y ventrículo izquierdo) y se generan curvas de actividad (Figura 10).

Cuando no existe cortocircuito, aparece una sola curva, ya que no hay recirculación del radionúclido. En cambio, si existe - cortocircuito de izquierda a derecha, la recirculación del tra- zador se aprecia en la curva correspondiente (Figura 11).

Para la cuantificación del cortocircuito, utilizamos el método de Maltz y Treves, que marca el área 1 en la curva que represen- ta la circulación pulmonar del trazador, y el área 2 como una - curva que representa la recirculación pulmonar temprana del tra- zador a través de la comunicación anormal, de tal forma que el área 1 es igual al flujo pulmonar (QP), y la diferencia que exis- te entre las áreas A_1 y A_2 es igual al flujo sistémico (QS). Es te método se realiza en base al ajuste de la función gamma va-

... ..
... ..
... ..



... ..
... ..

... ..
... ..
... ..



... ..
... ..

... ..
... ..
... ..



... ..
... ..

... ..
... ..
... ..



... ..
... ..

... ..
... ..
... ..



... ..
... ..

... ..
... ..
... ..



... ..
... ..

FIGURA 9

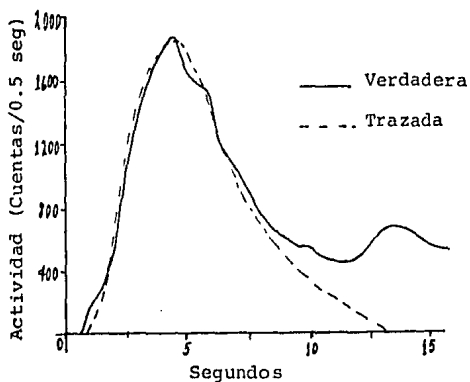


FIGURA 10

Histograma o curva de tiempo - actividad pulmonar normal, y trazo correspondiente a la función gamma para formar una curva sin recirculación pulmonar. (Tomado de: Maltz DL, Treves S: Quantitative radio nuclide angiocardiology: Determination of $Q_p:Q_s$ in children. *Circulation* 47: 1049, 1973)

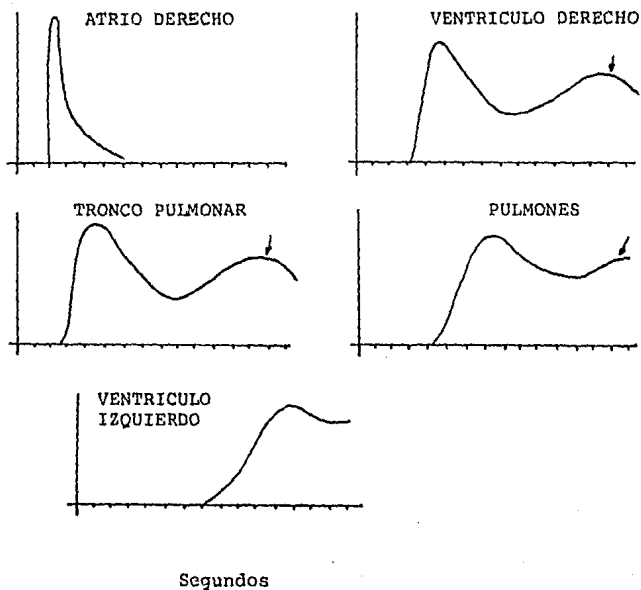


FIGURA 11

Curvas radiocardiográficas de un paciente con una comunicación interventricular, con cortocircuito de izquierda a derecha, que se evidencia por la recirculación temprana del trazador por el ventrículo derecho, por el tronco de la arteria pulmonar y por los pulmones.

riada (Figura 12).

La Figura 13 muestra uno de los estudios que realizamos con -
nuestra cámara.

Cuando QP:QS es de 1.2 a 3.0, este método es suficientemente -
exacto para ofrecer un índice de correlación de 0.94 en rela-
ción al cateterismo, pero en cortocircuitos mayores de 3.0, no
se puede cuantificar (4).

En los cortocircuitos de derecha a izquierda se utiliza una -
fórmula distinta, ya que la técnica es diferente. La cuantifi-
cación de la radiactividad se realiza en todo el cuerpo, tenien-
do cuidado de separar los pulmones del resto de los órganos, -
de manera que:

$$QP:QS = \frac{\text{CUENTA TOTAL DEL CUERPO} - \text{CUENTA TOTAL PULMONAR}}{\text{CUENTA TOTAL DEL CUERPO}} \times 100$$

Cuando hay tecnecio libre por mala preparación del marcador, -
la radiactividad sistémica puede presentarse en ausencia de cor-
tocircuito, y la aparición de radiactividad en la vejiga sugie-
re esta contaminación.

Hay ciertas condiciones que impiden o dificultan la cuantifica-
ción del cortocircuito, por ejemplo, cuando el bolo está frag-
mentado (lo cual se aprecia por un doble pico en la curva de -
vena cava superior), cuando la vena cava está obstruída (pues
el marcador no llegará al corazón), cuando existe cardiomega-
lia en un tórax pequeño que impide separar los pulmones del co-
razón con el cursor y cuando la mezcla de sangres se realiza -
en una sola cámara (aurícula o ventrículo únicos).

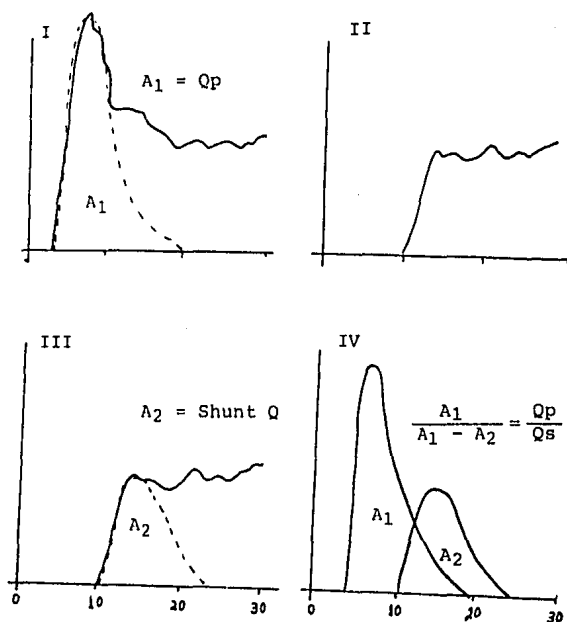


FIGURA 12

Método de Maltz y Treves, para calcular la relación de Qp/Qs a partir de la curva de la recirculación pulmonar del trazador:

I) Se efectúa el ajuste de la función gamma variada de la parte inicial del primer pico para definir el Area 1 (primera circulación pulmonar del trazador). II) Se trazan las diferencias que existen entre la curva original y A_1 . III) Se efectúa el ajuste a la función gamma variada de la porción inicial de la curva resultante para definir el Area 2 (recirculación pulmonar temprana del trazador a través de la comunicación anormal). IV) $A_1 =$ al flujo pulmonar (Qp) y la diferencia que existe entre las áreas A_1 y A_2 es igual al flujo sistémico (Qs).

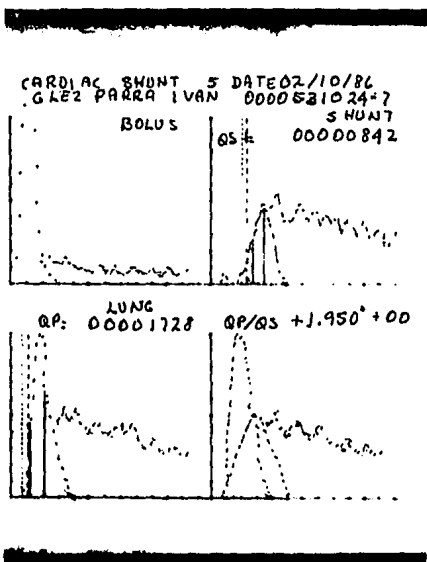


FIGURA 13

Histograma y curvas de actividad/tiempo de un paciente con cortocircuito de izquierda a derecha.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron veinte pacientes en edad pediátrica que se sometieron a cateterismo cardíaco para corroborar el diagnóstico - clínico de cardiopatía congénita con cortocircuito entre marzo y octubre de 1986, en el Hospital Regional "20 de Noviembre" - del I.S.S.S.T.F.

Las edades de los pacientes variaron de un mes a quince años, incluyendo tres lactantes, diez preescolares y siete escolares, con lo cual abarcamos toda la edad pediátrica.

Los pesos de los pacientes variaron de 2.920 kg a 68 kg, con - un promedio de 14 kg.

En cuanto a sexo, hubo doce pacientes masculinos y ocho femeninas.

La Tabla I nos muestra estos datos en conjunto.

Los cateterismos se realizaron con los procedimientos descritos anteriormente, durando en total entre una y dos horas el - estudio, al final del cual los pacientes pasaban a su cama.

La radiocardioangiografía se les realizó mientras estaban hospitalizados, en la mayoría de los casos el mismo día del cate-terismo, unas horas después. Aproximadamente la mitad de los pacientes requirieron sedación.

Se utilizaron venas antecubitales en todos los casos, adminis-trando el material radiactivo con la técnica descrita anterior-mente, siendo todos los bolos menores de un mililitro.

La adquisición de imágenes se llevó a cabo en 30 a 60 segundos

TABLA I

EDAD		SEXO		PESO
Años	Meses	M	F	kgs
	1	X		2.920
	1	X		4.600
1	6		X	10.000
2		X		14.000
2		X		10.000
3			X	14.000
3			X	13.500
4		X		22.500
5			X	18.800
5		X		15.000
5			X	14.500
5		X		14.700
5		X		16.700
6			X	16.000
8		X		24.000
9		X		26.000
9		X		20.500
9			X	25.000
14			X	37.000
15		X		68.000

en los estudios de primer paso con $^{99}\text{TcDTPA}$ y en cinco a diez minutos cuando se trataba de $^{99}\text{TcMAA}$. Después de ello, el paciente pasaba a su cama, y el procesamiento de los datos se realizaba posteriormente.

RESULTADOS

La Tabla II nos muestra los resultados de los 20 casos, en los cuales se encontró que el diagnóstico clínico fué confirmado por el cateterismo en diez casos (50%); cinco casos que se cateterizaron con diagnóstico de comunicación interauricular, resultaron no tener cortocircuito (25%); en cinco casos se encontraron malformaciones asociadas (25%); cuatro pacientes tuvieron cortocircuitos diferentes a los esperados (casos 6, 16, 18 y 19), y un total de nueve pacientes tuvieron más de una malformación cardíaca.

En el cien por ciento de los casos, la radiocardioangiografía detectó correctamente la ausencia de cortocircuito, y cuando éste estuvo presente, su dirección, ya que en la paciente con comunicación interauricular y miocardiopatía, primero se realizó el estudio con $^{99}\text{TcDTPA}$, el cual mostró cortocircuito de derecha a izquierda, y así pudimos realizarlo posteriormente con el $^{99}\text{TcMAA}$ para cuantificar el cortocircuito. Esta paciente falleció una hora después del cateterismo probablemente por arritmia cardíaca, y en el estudio postmortem se encontró un ventrículo izquierdo hipoplásico, el ventrículo derecho hipertrofico y dilatado, y una gran comunicación interauricular. -

TABLA II

No.	DX PRE CATETERISMO	DX POST CATETERISMO	DX RADION.	QP:QS CATET.	QP:QS RADION.
1	C.I.A.	Corazón normal	Normal	1:1	1.04:1
2	C.I.A.	Corazón normal	Normal	1:1	1.06:1
3	C.I.A.	Corazón normal	Normal	1:1	1.1:1
4	C.I.A.	Corazón normal	Normal	1:1	1:1
5	C.I.A.	Corazón normal	Normal	1.1:1	1.1:1
6	C.I.V. + H.A.P.	P.C.A. + H.A.P.	Izq.-Der.	1.5:1	1.4:1
7	C.I.V. + H.A.P.	C.I.V. + H.A.P.	Izq.-Der.	1.7:1	1.7:1
8	C.I.A.	C.I.A.	Izq.-Der.	1.9:1	1.8:1
9	C.I.A.	C.I.A.	Izq.-Der.	2.1:1	1.7:1
10	C.I.A.	C.I.V. + D.E.V.V.D.	Izq.-Der.	2.1:1	1.5:1
11	C.I.A.	C.I.A. + D.V.P.A.P.	Izq.-Der.	2.5:1	1.85:1
12	C.I.V. + H.A.P.	C.I.V.+P.C.A.+H.A.P.	Izq.-Der.	Total 2.9:1	2.1:1
13	C.I.A. + C.I.V.	C.I.A. + C.I.V.	Izq.-Der.	3.6:1	1.93:1
14	C.I.V.	C.I.V. + C.I.A.	Izq.-Der.	Total 5.3:1	2.0:1
15	C.I.A.+Miocardiop.	C.I.A. + Miocardiop.	Der.-Izq.	0.62:1	0.72:1
16	Cianosis	C.I.A.+C.I.V.+H.P.	Der.-Izq.	0.7:1	0.63:1
17	T. de F.	T. de F.	Der.-Izq.	0.8:1	0.68:1
18	T.G.V.+Fístula B/T	T.G.V.+C.I.A.+Físt.	Bidirec.	Bidirec.	No cuantif.
19	C.I.V. + H.A.P.	P.C.A.+C.A.V.+H.A.P.	Bidirec.	Bidirec.	No cuantif.
20	Dextrocardia	C.I.A.+C.I.V.+T.G.V.	Bidirec.	Bidirec.	No cuantif.

ABREVIATURAS: C.I.A. = Comunicación Interauricular
 C.I.V. = Comunicación Interventricular
 H.A.P. = Hipertensión Arterial Pulmonar
 Miocardiop. = Miocardiopatía
 T. de F. = Tetralogía de Fallot
 T.G.V. = Transposición de Grandes Vasos
 Fístula B/T = Fístula de Blalock Taussig
 P.C.A. = Persistencia del Conducto Arterioso
 D.E.V.V.D. = Doble Emergencia de Vasos del Ventrículo Derecho
 D.V.P.A.P. = Drenaje Venoso Pulmonar Anómalo Parcial
 H.P. = Hipoplasia Pulmonar (de la Arteria Pulmonar)
 C.A.V. = Canal Aurículo-Ventricular
 Izq.-Der. = Cortocircuito de Izquierda a Derecha
 Der.-Izq. = Cortocircuito de Derecha a Izquierda
 Bidirec. = Cortocircuito Bidireccional (Izq.-Der. + Der.-Izq.)
 No Cuantif. = Cortocircuito No Cuantificable

Los estudios con radionúclidos afortunadamente se realizaron antes del cateterismo cardíaco.

En cuanto a la correlación de la magnitud de los cortocircuitos valorados tanto por hemodinámica como por radionúclidos, - fué excelente en los casos que no tuvieron cortocircuito, con un índice de correlación de 0.96 y una p menor de 0.01.

Detectó adecuadamente los cortocircuitos pequeños (1.2 a 1.5), los moderados (1.5 a 2.0) y los de derecha a izquierda.

De los seis cortocircuitos mayores de 2.0, cinco eran cardiop_utías con más de un cortocircuito, por lo cual no fueron similares los valores de QP:QS (ya que este estudio sólo detecta el primer cortocircuito), pero sí detectó valores mayores de 1.5:1, indicando que los pacientes ameritaban tratamiento quirúrgico.

Los cortocircuitos bidireccionales no se pudieron cuantificar. Como grupo total, el índice de correlación de ambos estudios - fué de 0.87, con una p menor de 0.05, mostrando que no hay diferencias significativas en los resultados.

DISCUSION .

De los resultados obtenidos podemos decir:

- 1.- Que la detección de la existencia, magnitud y tipo de cortocircuito es posible mediante el estudio con radionúclidos con una correlación bastante buena ($r = 0.87$ y p menor de 0.05).
- 2.- Que en relación a la información proporcionada por el cate

terismo cardíaco, la radiocardioangiografía tiene valor - igual a éste en los casos en que no existe cortocircuito y en los que el cortocircuito es pequeño (1.2 a 1.5) o moderado (1.5 a 2.0). En los cortocircuitos grandes (mayores de 2.0) o cardiopatías con varios cortocircuitos, los valores son menores, pero indican que la magnitud de los cortocircuitos es importante. Esto es debido a que se trata de cardiopatías complejas para cuya valoración se requiere de muestras selectivas de las distintas cavidades cardíacas, que hasta el momento no es posible hacer con la medicina nuclear.

No es útil en los cortocircuitos bidireccionales desde el punto de vista cuantitativo, pero sí desde el cualitativo, ya que los detecta adecuadamente.

- 3.- Comparando nuestros resultados con los de otros autores, - vemos que son similares y el estudio es totalmente reproducible (referencias 6 a la 20).
- 4.- La radiocardioangiografía ofrece ventajas en cuanto al cateterismo, ya que es un procedimiento no invasivo, rápido, que no produce alteraciones hemodinámicas, y no requiere ayuno del paciente. Su costo es con mucho, menor al del cateterismo cardíaco, ya que además de requerir poco tiempo, no es necesario hospitalizar al paciente para realizar el estudio.

La dosis de radiación de los radionúclidos es mínima si la comparamos con el cateterismo cardíaco: en el primer proceo

dimiento la dosis total de radiación es de 0.013 a 0.11 - rads, y en el segundo encontramos que la dosis cutánea de fluoroscopia es de 3 rad/10 minutos en un paciente de 10 - kg de peso, con una dosis gonadal de 0.05 a 3 rad por 10 - minutos. Como referencia para darnos una idea de lo que - significan estas dosis, la comisión internacional de protección radiológica ha recomendado una dosis total de radiación gonadal para los trabajadores, hasta de 5 rads por - año (9). Por todo esto, la radiocardioangiografía puede - repetirse cuantas veces sea necesario sin riesgo.

- 5.- Las limitaciones de la radiocardioangiografía en relación al cateterismo cardíaco son su baja resolución anatómica y que no mide las presiones y saturaciones de oxígeno del corazón y los grandes vasos.
- 6.- Aunque la frecuencia de complicaciones en el cateterismo - cardíaco es baja como lo demuestra un estudio cooperativo entre 66 laboratorios donde se realizaron 53,591 cateterismos en el curso de 14 meses, donde encontraron una mortalidad de 0.14% (2), y otro estudio realizado específicamente en pacientes pediátricos en que tuvieron una mortalidad de 0.26% en 1,160 casos, frecuentemente se presentan muertes no atribuibles al cateterismo, en recién nacidos con cardiopatías severas y no tratables. Por esto, el riesgo de muerte va en relación a la edad del paciente, la gravedad de la cardiopatía, su repercusión hemodinámica, la habilidad del hemodinamista y los recursos técnicos con que cuen

ta. Entre las complicaciones no mortales pero sí frecuentes se encuentran las siguientes:

- a) Arritmias (las extrasístoles ventriculares son la regla al manipular el catéter dentro de los ventrículos, y pueden presentarse otras arritmias más raramente, sin embargo, todas desaparecen al retirar el catéter).
- b) Reacciones vagales.
- c) Complicaciones vasculares, como trombosis o estenosis - en el sitio de la arteriotomía.
- d) Hipotermia, hipoglicemia y acidosis en lactantes y recién nacidos.
- e) Reacciones pirógenas por contaminación del catéter.

Otras complicaciones más raras son alergia al medio de contraste, infección en la herida, flebitis, endocarditis bacteriana, crisis hipóxicas, bradicardia severa o asistolia y perforación del corazón o vasos.

En nuestros pacientes tuvimos una muerte probablemente atribuible al cateterismo, arritmias, flebitis y una reacción pirógena.

Los estudios realizados con radionúclidos no han presentado ningún tipo de complicación hasta el momento, lo que corroboramos en nuestro grupo (Referencias 6 a la 16).

- 7.- De los comentarios anteriores podemos concluir que la radiocardiografía es un procedimiento sin riesgo, que proporciona información cualitativa fidedigna en todos los casos, y por lo mismo está indicado como método de escrutí

nio en todos los pacientes con cardiopatía congénita con cortocircuitos, para decidir si es necesario realizar el cateterismo, y planearlo mejor.

Desde este punto de vista, es comparable a los datos proporcionados por el ecocardiograma bidimensional con contraste por una vena periférica (23) o el ecocardiograma con doppler en colores, pero inferior a éste último en cuanto a información proporcionada.

- 8.- Otras indicaciones de la radiocardioangiografía son la alergia al medio de contraste, y en pacientes graves con alto riesgo para el cateterismo.
- 9.- Ya que se puede realizar cuantas veces sea necesario, es un buen método para el seguimiento de los pacientes, ya sea para evaluar la progresión o regresión del cortocircuito, o en el pre y postoperatorio para documentar los efectos del tratamiento quirúrgico.
- 10.- Este es el inicio de la experiencia de nuestro hospital con radionúclidos en cardiopatías congénitas, por lo que creemos que en un futuro próximo, la medicina nuclear será incluida entre los estudios básicos para este tipo de pacientes.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Attié F.: El cateterismo cardíaco En: Attié F.: *Cardiología pediátrica*. México, D.F. Salvat, 1985: 107-148
- 2.- Braunwald E.: Cardiac catheterization En: Braunwald E.: - *Heart disease: A textbook of cardiovascular medicine Philadelphia WB Saunders Co.*, 1984: 279-303
- 3.- Grover RF, Reeves JT, Elount SG: Tolazoline hidrócloride (Priscoline) An effective pulmonary vasodilator. *Am J - 61: 1, 5, 15, 1961*
- 4.- Attié F.: La utilidad de la medicina nuclear En: Attié F.: *Cardiología pediátrica*. México, D.F. Salvat, 1985: 87-105
- 5.- Treves S, Collins-Nakai RL: Radioactive tracers in congenital heart disease. *Am J Cardiology 38: 711-721, 1976*
- 6.- Maltz DL, Treves S: Quantitative radionuclide angiocardiography. Determination of QP:QS in children. *Circulation 47: 1049-1056, 1973*
- 7.- Askenazi J, Ahnberg DS, Korngold E, LaFarge CG, Maltz DL, Treves S: Quantitative radionuclide angiocardiography: Detection and quantitation of left to right shunts. *Am J - Cardiology 37: 382-387, 1976*
- 8.- Kriss JP, Enright LP, Hayden WG, Wexler L, Shumway E: Radio-isotopic angiocardiography: Findings in congenital - heart disease. *J Nucl Med 13: 1, 31-40, 1972*
- 9.- Wesselhoeft H, Hurley PJ, Wagner HN, Rowe RD: Nuclear angiocardiography in the diagnosis of congenital heart diseuase in infants. *Circulation 45: 77-91, 1972*
- 10.- Rosenthal L, Mercer EN: Intravenous radionuclide cardiography for the detection of cardiovascular shunts radiologgy: *106: 601-606, 1973*
- 11.- Weber PM, dos Remedios LV, Jasko IA: Quantitative radio-isotopic angiocardiography. *J Nucl Med 13: 11, 815-822, 1973*

- 12.- Anderson PAW, Jones RH, Sabiston DC: Quantitation of left-to-right cardiac shunts with radionuclide angiography. Circulation 49: 512-516, 1973
- 13.- Alderson PO, Jost RG, Strauss AW, Boonvisut S, Markham J: Radionuclide angiocardiology. Improved diagnosis and - quantitation of left-to-right shunts using area ratio techniques in children. Circulation 51: 1136-1146, 1973
- 14.- Anderson PAW, Bawyer KW, Jones RH: Effects of age in radionuclide angiography detection and quantitation of left-to-right shunts. Am J Cardiology 53: 879-883, 1984
- 15.- Gates GF, Orme HW, Dore EK: Cardiac shunt assessment in - children with macroaggregated albumin technetium-99m¹. Radiology 112: 649-653, 1974
- 16.- Gates GF, Goris ML: Suitability of radiopharmaceuticals - for determining right-to-left shunting: Concise communication. J Nucl Med 18: 255-257, 1977
- 17.- Crespo A, Castro JM, Martin LM: Estudios con radioisótopos en cardiopatías congénitas. En: Cardiel EA: Cardiología nuclear. Madrid: Interamericana, 1984: 587-606
- 18.- Gilday DL, DeSouza M: Pediatric nuclear cardiology En: Diagnostic cardiology noninvasive imaging techniques. Come PL. Philadelphia: JB Lippincott Co., 1985: 159-170
- 19.- Howman-Giles RB, Gilday DL, Mason DT, Berman DS: Nuclear - cardiology in pediatrics: evaluation of intracardiac shunts and additional congenital disorders. En: Berman DS: Clinical nuclear cardiology. Grune and Stratton, 1982: 285-317
- 20.- Braunwald E: Cardiac performance En: Braunwald E: Heart - disease: A textbook of cardiovascular medicine. Philadelphia: WB Saunders Co., 1984: 355-360
- 21.- Treves S, Kuruc A: Valoración con radionúclidos de cortos circuitos circulatorios. En: Clínicas cardiológicas de Norteamérica. Obtención de imágenes en cardiología pediátrica. Vol. 3, 1983. México 1984, Interamericana: 463-478

- 22.- Stanger P, Heymann MA: Complications of cardiac catheterization of neonates, infants and children. A three year - study. Circulation 50: 595-608, 1974
- 23.- Ginzton LE, French W, Mena I: Combined contrast echocardiographic and radionuclide diagnosis of atrial septal defect: accuracy of the technique and analysis of erroneous diagnosis. Am J Cardiology 53: 1639-1642, 1984