

11203
9
2ei



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina

División de Estudios Superiores

Curso de Especialización en Cardiología

Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

DETERMINACION DE LA MAGNITUD DE LOS CORTOCIR-
CITOS INTRACARDIACOS ARTERIOVENOSOS (Q_p/Q_s),
POR TERMODILUCION USANDO UN SISTEMA COMPUTA-
RIZADO, COMPARATIVO CON METODO DE FICK.


DR. IGNACIO CHAVEZ RIVERA
PROFESOR DEL CURSO


DR. MANUEL GIL-MORENO
DIRECTOR DE TESIS

TESIS DE POSTGRADO
Que para obtener el título de:
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA
PRESENTA EL DOCTOR
MARIO R. LAMBOUR E.

**TESIS CON
FALLA EN ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE DE MATERIAS

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES.....	1
MATERIAL Y METODOS.....	6
-Pacientes.....	6
-Técnicas.....	7
-Análisis computarizado.....	8
RESULTADOS.....	9
DISCUSION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	9
VENTAJAS Y APLICACION CLINICA.....	12
DESVENTAJAS Y LIMITACIONES.....	13
CONCLUSIONES.....	14
BIBLIOGRAFIA.....	15

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El cateterismo en animales lo efectuó por primera vez Claude Bernard en 1844 (1), y en 1905, F. Bleinsehroeder (35), se introdujo un cateter uretral hasta la vena axilar -- pero sin llegar a las cavidades cardiacas. No fue hasta 1929 en que W. Forssmann (36) pasó una sonda por una vena del brazo izquierdo avanzándola hasta el atrio derecho, constituyéndose este procedimiento en el primer cateterismo cardiaco -- humano. Se le atribuye a Klein (2) en 1930 haber utilizado -- por primera vez el principio de Adolph Fick (1870) (3) para -- el cálculo del gasto cardiaco en una serie de 11 pacientes.

Los primeros estudios encaminados a la localización -- de cortocircuitos intracardiacos fueron presentados por Dexter en 1947 (4) usando el ahora clásico método de la medida del -- contenido sanguíneo de oxígeno permitiendo de esta forma por -- primera vez la localización del cortocircuito de acuerdo al -- sitio de "contaminación" o salto brusco del contenido de O_2 -- en relación a la cámara o vaso estudiado previamente. Posteriormente se introdujo el método de dilución de colorante (ver -- de de Indocianina) por Swan y Wood en 1953 (5), basados en -- los principios establecidos por Stewart y Hamilton en 1897 y 1921 (14,15). Estos autores describieron por primera vez el -- registro de curvas de morfología anormal que identificaban la -- localización del cortocircuito de izquierda a derecha; al alterarse la morfología de la curva de primer paso y la de re- -- circulación del colorante, curvas muy diferentes a lo observa

do en paciente sin cortocircuito. A partir de estas Inves--tigaciones, muchos autores han dado valor al estudio de es--tos hallazgos en el estudio de los padecimientos cardiovas--culares congénitos y adquiridos que cursan con cortocircuito. Entre ellos destacan Swan en 1954, Braunwald y Crane en 1957, McDonald en 1959 y Wood en 1960 (6). El desarrollo de ins--trumental más sofisticado permitió la introducción de los --gases radiactivos como el Krypton 85 (6) y el 131 (6,8). El método del hidrógeno fué descrito y usado por Clark y Bargerón en 1959 (4).

Se debe a Paul y colaboradores en su artículo clási--co de 1958 (10), la primera descripción de las curvas de di--lución térmica (Termodilución) en la detección de cortocir--cuitos intracardíacos. Previamente en 1954, se describió --este método como útil para la determinación del gasto cardíaco por Fegler (11) y posteriormente múltiples autores han --confirmado la validez del principio de la termodilución com--parativamente con el método de Fick, en la determinación del gasto cardíaco (11,12,13). Se destacan en éstas líneas de --investigación, H.J.C. Swan y William Ganz quienes introduje--ron en 1970 (12) el catéter con balón de flotación, dirigido por flujo de Swan-Ganz.

En la actualidad se emplean rutinariamente tres mé--todos básicos para la localización y cuantificación de la --magnitud de los cortocircuitos intracardíacos lo que depende

de las características de los diferentes laboratorios de hemodinámica. Estos son: 1. El método de oximetría 2. La dilución de colorantes. 3. Técnicas con Radionuclidos (16-22).

Todos estos métodos tienen limitaciones técnicas, -- clínicas y prácticas. En el caso de la dilución de colorantes se ve limitada por la necesidad de introducir catéteres -- arterial y venoso a más de obtener una muestra constante de -- sangre arterial. No obstante lo tedioso del procedimiento -- tiene buena correlación con el oximétrico de acuerdo a lo -- expuesto anteriormente (6,16-18).

La determinación de cortocircuitos con métodos radio-nucleares es probablemente el método más limitado por ser una técnica muy sofisticada por requerir de aparatos de detección de imágenes y materiales de estudio sumamente costosos, (19-22) a más de su escasa sensibilidad y definición.

La técnica más usada es la de oximetría que en base -- al contenido de oxígeno (Vol %) o al porcentaje de saturación de la hemoglobina nos permite localizar el sitio del cortocir- cuito, y por otro lado en base al principio de Fick (37), se calculan los flujos cardíacos y la magnitud del cortocircuito. Procedimiento este que se emplea en la mayoría de laboratorios, pero que tiene algunas limitaciones. Debe ser llevado a cabo a través de un cateterismo completo, con toma de muestras de- sangre seriadas hasta llegar al sitio del salto oximétrico -- lo que localiza el cortocircuito; el que las muestras se to--

men sucesivamente y no en forma simultánea puede dar lugar -- a variaciones en el contenido de oxígeno lo cual introduce -- un margen de error (23). Estos errores pueden llevar a fal-- sos cálculos del Qp/Qs, así como a diferencias entre los va-- lores obtenidos por distintos observadores.

Cabe mencionar que es necesario obtener una muestra - de sangre arterial sistémica para completar los datos. No -- obstante, tal vez la limitación más importante del método de Fick es la obtención del consumo de oxígeno (VO_2), lo que ha obligado a que en muchos casos se emplee un valor teórico. -- El cálculo de VO_2 real toma tiempo y significa trabajo adicio-- nal de laboratorio. La mayoría de veces los valores teóricos del VO_2 que se utilizan solo toman en cuenta edad y excluyen frecuencia cardíaca y sexo. Para fines prácticos el valor del VO_2 en el cálculo del Qp/Qs por método de Fick se elimina en la fórmula lo que le quita importancia en ese aspecto, pero - en términos reales de flujo pulmonar total y efectivo y sis-- témico no tiene lugar a dudas su valor.

La detección de cortocircuitos por técnica de la Termodilución fué descrito inicialmente por Paul y cols. en 1958- (10). Varios autores han descrito aplicaciones de la termo-- dilución para este fin usando complejos modelos matemáticos y procesamiento de señales por computadoras digitales (25,26).- En este método se inyecta una cantidad conocida de solución - helada en el atrio derecho y el termistor se coloca en la -- aorta descendente. La técnica y el procesamiento de datos --

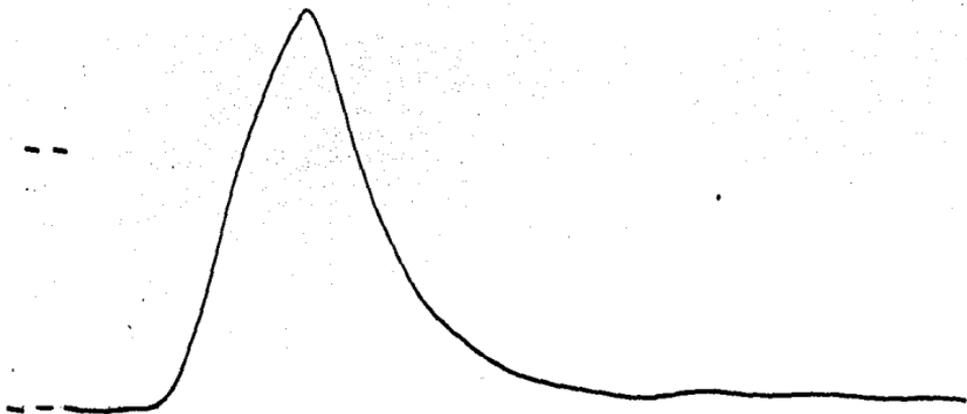


Fig. 1. Se aprecia la curva normal de un paciente sin cortocircuito. Obsérvese que la curva de descenso continua su trayecto en forma exponencial. No hay recirculación.

con éste método, al que se ha llamado "metodo templado", -- obviamente limitan su uso práctico.

Recientemente Morady et al, (24) reportaron un método novedoso para calcular la magnitud de los cortocircuitos intracardíacos arteriovenosos por termodilución utilizando las áreas de inscripción de las curvas de cambio de temperatura. Calculando el área de la curva de 'primer paso, desde el inicio de la misma. En el punto de la curva de descenso (down-slope) en donde se inicia la recirculación esta deja de tener un carácter exponencial. Extrapolando la porción exponencial hacia la línea de base se obtiene el área A. El resto del área de la curva corresponde a la recirculación área B (Fig. 1 y 2).

Si se asume que el calentamiento inicial al pasar el indicador helado por la circulación pulmonar es mínimo (27,28) el área A será similar al flujo pulmonar efectivo, para términos prácticos el Q_s ó Q_{pe} y el resto del área que está relacionado con la recirculación, Área B representa -- la magnitud del cortocircuito o flujo por defecto arteriovenoso, por lo que $A + B$ es igual al flujo pulmonar total Q_p y la relación $A + B : A$, determina la relación Q_p/Q_s por termodilución.

El estudio de la cuantificación del Q_p/Q_s por ecocardiografía bidimensional utilizando la técnica de Doppler pulsado esta cobrando auge recientemente. Varios autores -

188036
CLAUDIO RODRIGUEZ
DXICIA

OBTENCION DE CORTO-CIRCUITOS POR TERMODILUCION

$$\begin{matrix} (A+B : A) \\ (Q_p : Q_s) \end{matrix} = 1.9 : 1$$



Fig. 2. En esta Gráfica se aprecia una curva de termodilución anormal. Se trata de un paciente con una comunicación interauricular con Q_p/Q_s de 1.9/1. La curva de descenso se ve interrumpida (flecha negra) en el punto en que se comienza la recirculación a -- través del cortocircuito. Extrapolando la misma hasta la línea de base cortando en el punto mencionado se obtiene el área A. El resto de la curva relacionado con la magnitud del cortocircuito, será el área B. La relación $A + B/A$ equivale al Q_p/Q_s por termodilución. Este proceso es calculado y graficado por computación. La flecha blanca - indica que la curva continúa, pero la computadora no la incluye por motivo de espacio.

(29-31) han reportado resultados excelentes con este método - el cual parece promisorio en la determinación no invasiva de este parámetro. Lambour y Esquivel-Avila han diseñado y validado un nuevo método para la cuantificación del Qp/Qs en -- pacientes con comunicación interventricular por ecocardiografía modo M (33).

En el presente estudio prospectivo reportamos nuestros resultados del cálculo de la relación Qp/Qs por termodilución en 30 pacientes con cortocircuitos arteriovenosos. Se diseñó un programa en una microcomputadora digital, práctico y de -- fácil aplicación para la determinación del Qp/Qs en forma -- automática y simple, obviando el cálculo manual por planimetría y comparando los mismos con los resultados obtenidos -- por método de Fick.

MATERIAL Y METODOS

Pacientes:

El grupo de estudio lo constituyó 30 pacientes, 19 -- del sexo femenino (63%) y 11 del sexo masculino (37%). La -- edad fluctuó de 4 meses a 50 años con 10 meses. \bar{x} de 15.87 -- años. Los pacientes fueron todos seleccionados al azar del -- programa habitual del laboratorio de hemodinámica del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. La patología cardiovascular identificada fue: comunicación interauricular -- (n:17), comunicación interventricular (n:12) y Persistencia del conducto arterioso (n:1).

Técnica

Cada paciente fue sometido al estudio hemodinámico -- correspondiente a su planteamiento diagnóstico. El cortocir- cuito arterio-venoso fue confirmado angiográficamente y/o -- por muestreo oximétrico en todos los pacientes. Al finalizar el estudio se procedió a la introducción de un catéter de - Swan-Ganz USC1, medida 5 ó 7 French, dependiendo de cada caso- en lo particular y al tamaño del paciente y del introductor- venoso hasta localizar la punta en el tronco de la arteria - pulmonar. Como amplificador de la señal del termistor se -- usó una computadora Electronics for Medicine para gasto car- díaco modelo DT-CCO-07 conectada a un polígrafo E for M/Honeywell modelo VR-12 Simultrace Recorder; previa calibración y balan- ceo de la señal térmica (Se da automáticamente un pulso de -- 0.5 seg de duración y una amplitud de 0.5 °C), se hizo la -- inyección de la solución helada (aproximadamente a 0.5°C), - de glucosa al 5% en el atrio derecho y con intervalos de 2 a 3 minutos entre cada inyección. El volumen del inyectado fue de 5cc y 10 cc para cateteres de calibre 5 y 7 French respec- tivamente, haciendo correcciones de volumen total inyectado- para el espacio muerto en el catéter individualmente. Se -- hizo un promedio de tres inyecciones por paciente. Las in- yecciones de 5 cc se hicieron manualmente y las de 10 cc, -- con una pistola inyectora de termodilución. Las curvas de - termodilución obtenidas se interrumpieron cuando la línea -- final de la misma no mostró más del 2% de cambio durante --

5 segundos en relación a la línea de base.

ANALISIS COMPUTARIZADO

La señal de cambio térmico a nivel del tronco de la arteria pulmonar se amplificó por medio de la computadora de gasto cardíaco E for M modelo DT-CCO-07 y un amplificador de corriente directa de un polígrafo E for M, VR-12. La señal de salida del mismo se transformó en una sucesión de puntos (200 por segundo) con sus valores de amplitud respectiva, a través de un convertidor analógico digital, manejado por una microcomputadora digital (Apple II con 64K de Memoria). El programa diseñado para el análisis de la curva térmica determina la amplitud relativa de cada uno de ellos, localizando el correspondiente al máximo de cambio térmico. En la porción descendente de la curva se localiza el punto correspondiente al 95% de la amplitud máxima, y desde este hasta el 75% de la máxima amplitud se realiza un ajuste de todos los puntos interpuestos entre ellos, confirmando su exponencialidad. A continuación se extrapola esta recta a la línea cero de cambio térmico. De esta forma la curva queda dividida en dos áreas: la de primer paso (A) y el resto de la curva (B). El cálculo del área de esta segunda parte se computa hasta un punto en el que no hay cambio en la amplitud térmica por más de 5 segundos.

El cociente entre las áreas $A + B / A$ nos da la relación Q_p/Q_s . La computadora genera un informe con el nombre del paciente, número de registro, fecha y una reproducción a

escala de la curva total, con sombreado del área A. (Fig. 3).

RESULTADOS

Qp/Qs por Fick: Los rangos por este método fueron: -- menor 1.1:1, mayor 3.5:1.

Qp/Qs por termodilución: Por este método los rangos -- fueron: menor 1.1:1 y mayor de 3.7:1.

De 3 curvas promedio, obtenidas por pacientes (mínimo 2 curvas y máximo 5 curvas en 2 pacientes) se escogió visualmente la más representativa, homogénea y que tuviera la ins--cripción del inicio de recirculación más claro y definido y -- esta sirvió como representativa del Qp/Qs por termodilución. -- La variabilidad entre estas determinaciones fue mínima, no -- mayor del 3% de media.

Las determinaciones del Qp/Qs por termodilución se -- llevaron a cabo sin conocimiento de los resultados por el mé--todo de Fick correspondiente.

Correlación de ambos métodos: En nuestra serie obtu--vimos un excelente coeficiente de correlación entre los dos -- métodos para la medida del Qp/Qs: $r = 0.92$ con $p < 0.001$ con--la ecuación: $y = 0.884 + 0.176 X$ (Fig. 4).

DISCUSION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

La importancia y necesidad del clínico o cirujano del conocimiento de la magnitud de un cortocircuito intracardíaco es obvia dadas las implicaciones diagnósticas y de pronóstico que conlleva, así mismo es uno de los parámetros más signifi--cativos en las decisiones terapéuticas de este grupo de pa--

OBTENCION DE CORTO-CIRCUITOS POR TERMODILUCION

$$\begin{aligned} (A+B : A) &= 2.1 : 1 \\ (Q_P : Q_S) &= 2.1 : 1 \end{aligned}$$

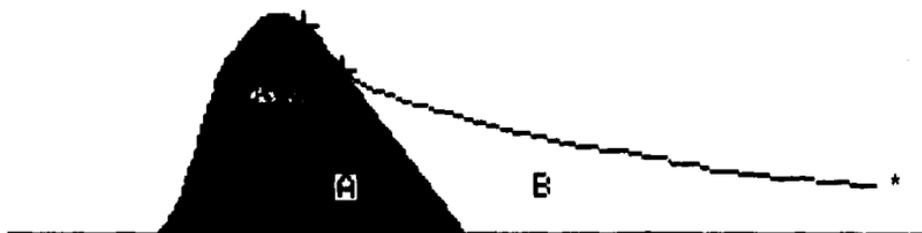


Fig. 3. Ejemplo de una curva de termodilución de un paciente con una comunicación interauricular con gas to pulmonar el doble del sistémico Q_p/Q_s por termodilución 2.1/1. Calculado por Fick dió 2.0/1 (Ver - texto).

* Obsérvese que para fines de Graficación la computadora corta la curva del área B de tal forma que pueda registrarse de acuerdo al tamaño de la gráfica.

Corr. Q_p/Q_s : Fick y Termodil.

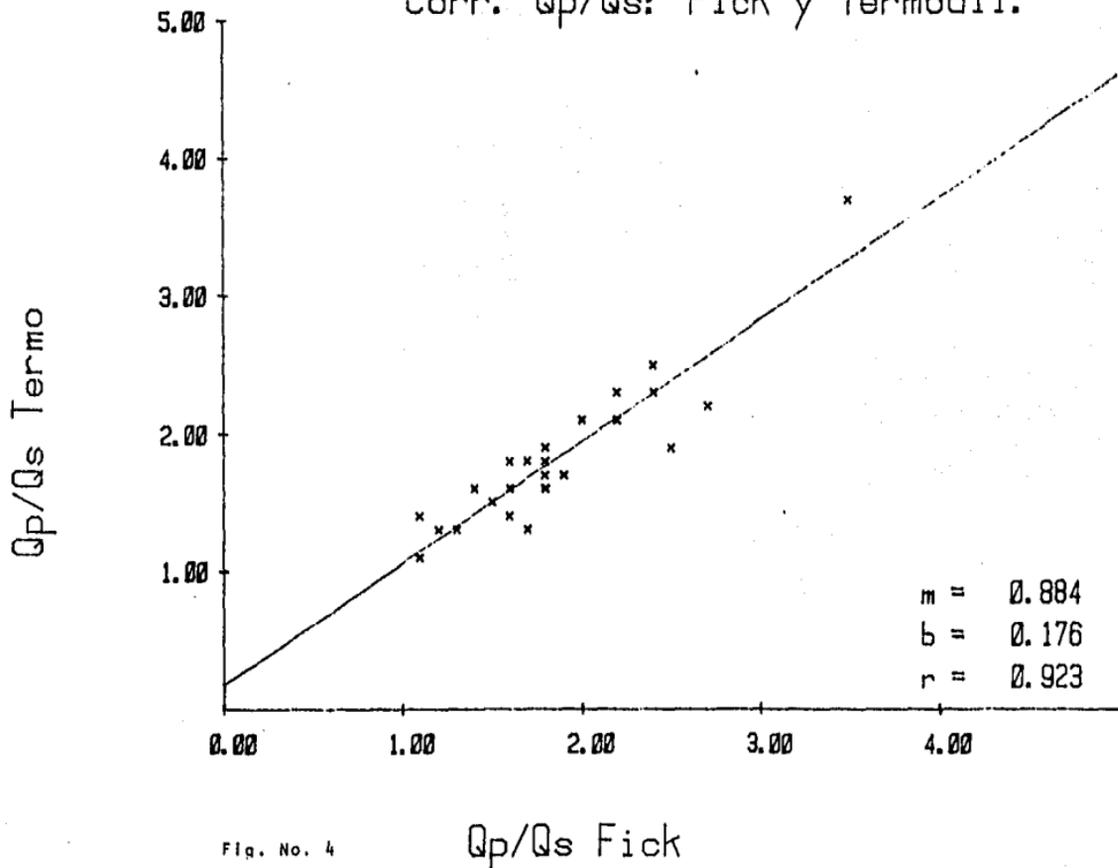


Fig. No. 4

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

cientes, tales como en que momento indicar el tratamiento quirúrgico o continuar con observaciones periódicas y/o tratamiento médico.

La termodilución ha sido utilizada ampliamente para cuantificar el gasto cardíaco en animales (11) y en humanos (13) en diversidad de situaciones clínicas. La amplia difusión del catéter de Swan-Ganz en unidades de terapia intensiva y unidades de cuidados coronarios ha provocado que el método de termodilución sea el más sencillo, fácil de aplicar, reproducible y confiable para medir diferentes parámetros hemodinámicos que implican el conocimiento del gasto cardíaco.

Las primeras publicaciones sobre la utilidad de las curvas de termodilución para detectar cortocircuitos intracardíacos se debieron a Paul y colaboradores en 1958 (10) y la importancia y significado de la curva de recirculación en relación a la presencia de cortocircuito intracardíaco tanto por termodilución como por las curvas de dilución de colorantes han sido expuestas repetidamente por varios autores (16,17,18). Fueron Morady y colaboradores en 1983 -- (24) quienes por primera vez informaron de la importancia del análisis de la primera porción de la curva de termodilución en relación al resto de la misma en pacientes con cortocircuitos arteriovenosos conocidos. Lo que resultaba en una cifra similar a la relación del flujo pulmonar total con el sistémico (Q_p/Q_s) obtenidos por el método de la oximetría de Fick. Esencialmente el método de termodilución se

basa en que el área de la curva una vez sustraída la correspondiente al primer paso de la solución fría, es proporcional al cortocircuito arteriovenoso. La recirculación de la solución fría que ya pasó por la circulación pulmonar y que regresa a la arteria pulmonar a través del cortocircuito, -- corta el descenso exponencial de la curva de primer paso. -- Cuando mayor sea el cortocircuito, más temprana será la recirculación. Esto es apoyado por el hecho de que en el caso de las curvas de termodilución no hay recirculación sistémica del indicador (32) lo que sí sucede con indicadores del tipo del verde Indocyanina o indicadores radioactivos (6,20, 24). Esto significa finalmente que la curva de recirculación B depende únicamente del paso continuo del indicador a través del cortocircuito por la circulación pulmonar en el caso de la termodilución (24,32). En base a lo anterior es válido proponer que el área total de la curva en relación al -- área de la primera porción: $\frac{A + B}{A}$ sea similar al índice Q_p/Q_s de la siguiente manera:

A = Flujo pulmonar efectivo = flujo sistémico

B = Flujo por cortocircuito

Flujo Pulmonar Efectivo + Flujo por cortocircuito

Flujo sistémico

$$\frac{\text{Flujo Pulmonar Total}}{\text{Flujo Sistémico}} = \frac{Q_p}{Q_s}$$

Fig. 3

En las figuras 5,6 y 7 se muestran ejemplos de curvas de termodilución con diferentes índices de Q_p/Q_s .

VENTAJAS Y APLICACIONES CLINICAS

El método de termodilución ofrece varias ventajas sobre otras técnicas invasivas. En primer lugar permite determinar en forma rápida, segura y fácilmente reproducible el Q_p/Q_s en una amplia variedad de cortocircuitos además de los descritos en este estudio (24). No requiere de muestreo oximétrico y ante la sospecha de un cortocircuito intracardíaco, la sola demostración de recirculación y deflexión temprana a través de la inscripción de la curva en un polígrafo, a partir de la inyección de indicador con un catéter con capacidad de registro de cambios de temperatura, equipo y procedimientos que se utilizan y llevan a cabo en la mayoría de laboratorios de hemodinámica, unidades de terapia Intensiva e Intermedia y unidades coronarias, se puede detectar y cuantificar la magnitud del mismo. Aún sin extrapolar la curva de descenso hacia la línea de base en forma matemática es decir sin cálculo logarítmico sino extrapolando a través de la apreciación visual se logran determinaciones excelentes de las áreas y por lo tanto de los Q_p/Q_s por termodilución, lo que ha sido confirmado por nosotros y por otros autores (24). Los alcances de este método pueden ser útiles en situaciones de urgencia cardiovascular tales como ruptura del septum Interventricular en Infarto del miocardio septal, reapertura de comunicaciones Interventriculares operadas, rupturas del aneurisma del seno

170936
SERGIO DE LOS SANTOS
DX1CIV

OBTENCION DE CORTO-CIRCUITOS POR TERMODILUCION

$$\begin{matrix} (A+B : A) \\ (Q_P : Q_S) \end{matrix} = 1.1 : 1$$

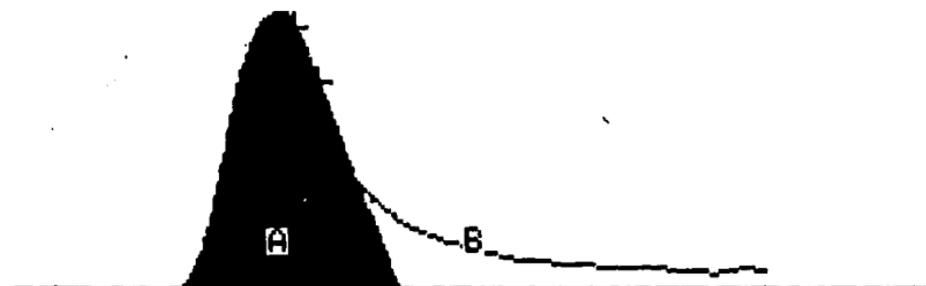
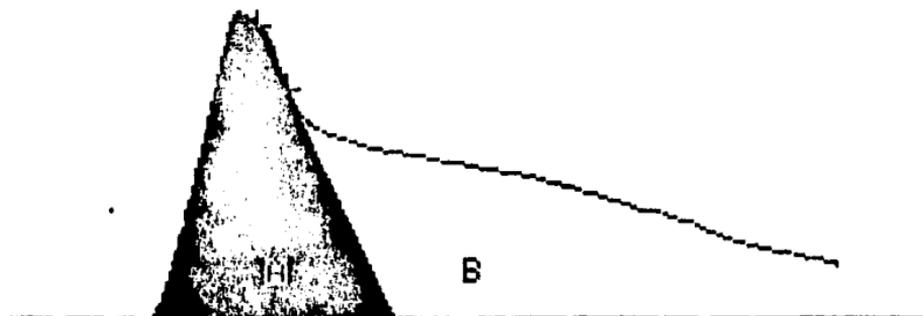


Fig. 5. Ejemplo de una curva de termodilución de un paciente con una CIV pequeña con poco -- flujo por el cortocircuito. Q_p/Q_s calculado - en 1.1/1 por termodilución y 1.1/1 por Fick - (Ver texto).

$$\begin{aligned} (A+B : A) &= 2.3 : 1 \\ (Q_P : Q_S) &= 2.3 : 1 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} (A+B : A) &= 3.7 : 1 \\ (Q_P : Q_S) &= 3.7 : 1 \end{aligned}$$

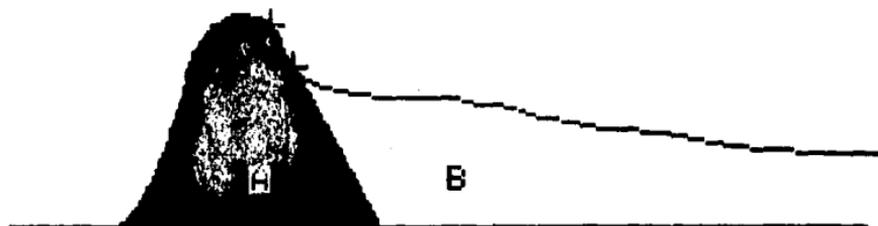


Fig. 6. Curvas de termodilución de cortocircuitos con mucho flujo pulmonar. A. El valor de Q_p/Q_s es de 2.3/1. B. El Q_p/Q_s es casi 4 veces el sistémico. La recirculación es más temprana y la curva tiende a ser más plana y larga.

187219
MARINA TAPIA
DXICIV

OBTENCION DE CORTO-CIRCUITOS POR TERMODILUCION

$$\begin{aligned} (A+B : A) &= 1.8 : 1 \\ (Q_p : Q_s) &= 1.8 : 1 \end{aligned}$$



Fig. 7. Paciente con una comunicación interventricular con flujo pulmonar de casi 2 veces el sistémico. - Por Fick el valor fue similar.

de Valsalva, etc.

La localización exacta del lugar en donde ocurre el cortocircuito puede ser fácilmente determinada colocando -- la punta del catéter en diferentes posiciones (vgr. aurícula derecha, ventrículo derecho, arteria pulmonar) y observar en que sitio aparece la típica curva con recirculación temprana.

DESVENTAJAS Y LIMITACIONES

El presente método es invasivo, requiere de cateterismo del corazón derecho con los riesgos y morbilidad que conllevan este tipo de procedimientos. No podría usarse esta metodología para pacientes ambulatorios como los que -- usualmente se observan en la consulta diaria en los departamentos de consulta externa; En este tipo de pacientes es -- útil la determinación del Q_p/Q_s por métodos no invasivos y la Ecocardiografía bidimensional apoyada por el Doppler pul-- sado ofrece actualmente una clara y prometedora alternativa no invasiva para la cuantificación de este parámetro, (29, - 31) y/o por Ecocardiografía modo M en el caso de las comu-- nicaciones interventriculares (33). Como señala Morady (24), esta técnica no ha sido evaluada en la presencia de corto-- circuitos bidireccionales lo que posiblemente introduciría un margen de error aún no determinado en pacientes con di-- ferentes grados de hipertensión pulmonar y diversos grados de cortocircuitos venoarteriales.

Subestimación del Qp/Qs puede ocurrir en aquellos pacientes que tengan edema pulmonar por recalentamiento del indicador helado a su paso por la circulación pulmonar (34). Las insuficiencias valvulares del lado derecho del corazón y la insuficiencia mitral pueden distorsionar las curvas, sobre todo el descenso exponencial y alterar la determinación real del Qp/Qs (24).

CONCLUSIONES

Se describe en el presente trabajo la excelente utilidad del método de áreas de la curva de termodilución adaptada a un sencillo y práctico sistema computarizado el que permite la determinación instantánea del Qp/Qs con un alto margen de validez, reproducibilidad y facilidad técnica de aplicación comparativamente con el método de Fick ($r: 0.92, p < 0.001$) lo cual lo convierte en una gran ayuda para la determinación de este parámetro en pacientes portadores de cortocircuito arteriovenosos intracardiacos.

Dr. Mario R. Lambour E.

Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

México, D.F., agosto de 1984.

BIBLIOGRAFIA

1. Cournand A: Cardiac catheterization. Development of the --
technique, its contributions to experimental medicine, and --
its mitral application in man. Acta Med. Scand. 579 (Suppl):
1, 1975.
2. Klein O: Zur bestimmung des zirculatorischen minutens volumen
nach dem flickschen prinzip. MÜnch. Med. Wschr. 77: 1311, --
1970.
3. Flick A: Über die messung des blutquantums in dens herzventrikeln.
Sitz der Physik. Med. Ges Wurzburg 1870, p. 16.
4. Dexter L, Haynes FW, Burwell CS, Eppinger EC, Saggerson RP, -
Evans JM: Studies of congenital heart disease. II. The --
pressure and oxygen content of blood in the right auricle, --
right ventricle, and pulmonary artery in control patients, --
with observations on the oxygen saturation and source of pul-
monary "capillary" blood. J Clin Invest 26: 554, 1947.
5. Swan HJC and Wood EH: Localization of cardiac defects by dye
dilution curves recorded after injection of T-1824 at multi--
ple sites in the heart and great vessels during cardiac --
catheterization. Proc. Staff Meet. Mayo Clin. 28: 95-100.
6. Krøvetz LJ: Detection and quantification of intracardiac --
and great vessel shunts chapter 8. en Dye Curves; The theory -
and practice of Indicator dilution edited by Bloomfield, D. -
University Park Prss, 1979: 119.
7. Morrow AG, Sanders RJ, Braunwald E: The nitrous oxide test: an
improved method for the detection of left to right shunts. -
Circulation 17: 284, 1958.

8. Amplatz K, Marvin JF: A simple and accurate test for left - to right shunts. Radiology 72: 585-586, 1959.
9. Clark L Jr and Bargeron LM Jr: Left to right shunt detection by an intravascular electrode with hydrogen as an indicator. Science 130: 709-710, 1959.
10. Paul MH, Rudolph AM, Rappaport MD: Temperature dilution -- curves for the detection of cardiac shunts. Circulation -- 18: 765, 1958.
11. Fegler G: Measurement of cardiac output in anaesthetized - animals by a thermodilution method. Quart J Exp Physiol 39: 153-164, 1954.
12. Swan HJC, Ganz W: Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. N Engl J-Med 283: 447, 1970.
13. Ganz W, Swan HJC: Measurement of blood flow by the ther--- modilution technique, Chap 14 in Dye Curves: The theory -- and practice of indicator dilution. Edited by Bloomfield, D. University Park Press, 1974 p. 245.
14. Stewart GN: Researches on the circulation time in organs - and on the influences which affect it. J. Physiol 15: 1-89, 1894.
15. Stewart GN: Researches on the circulation time and on the influences which affect it V. The circulation time of the - spleen, kidney, intestine, heart (coronary circulation) and retina, with some further observations on the time of the - lesser circulation. Amer J Physiol 58: 278-295, 1921.

16. Carter SA, Bajec DF; Yanoricele, Wood EM: Estimation of left to right shunt from arterial dilution curves. J Lab -- Clin Med 55: 77, 1960.
17. Wood EM, Swan HJC, Marshall HW: Technic and diagnostic -- applications of dilution curves recorded simultaneously from the right side of the heart and from the arterial circulation. Mayo Clin Proc 33: 536, 1958.
18. Victoria B, Gessner IM: A simplified method for quantitating left to right shunts from arterial dilution curves. Circulation 51: 530, 1975.
19. Maltz DL, Treves S: Quantitative radionuclide angiocardio-- graphy. Determination of Qp/Qs in children. Circulation - 47: 1049, 1973.
20. Anderson PAW, Jones RH, Sabiston Dc Jr: Quantitation of left to right cardiac shunts with radionuclide angiography. -- Circulation 49: 512, 1974.
21. Alderson PO, Jost RG, Strauss AW, Boonvisut S, Markham J: - Radionuclide angiocardiography. Improved diagnosis and -- quantitation of left to right shunts using area ratio -- techniques in children: Circulation 51: 1136, 1975.
22. Askenazi J, Ahnberg DS, Korngold E, La Farge CG, Maltz DL, - Treves S: Quantitative radionuclide angiocardiology: -- Detection and quantitation of left to right shunts. Am J. Cardiol 37: 382, 1976.
23. Visscher MB, Johnson JA: The fick principle: Analysis of -- potential errors in its conventional application. J Appl -- Physiol 5: 635, 1953.

24. Morady F, Beundage BH, Gelberg HJ: Recirculation method for determination of shunt ratio using a thermodilution technique. *Am Heart J* 106: 3969, 1983.
25. Cuthere GA, Billings RG, Clark JS, Veasy LG: A thermodilution method for quantification of bidirectional shunts. *Comput Biomed Res* 12: 379, 1979.
26. Billings RG, Clark JS, Veasy LG, Cuffler CA: Shunt quantification by mathematical analysis of indicator dilution curves. *Cathet Cardiovas Diagn* 4: 143, 1978.
27. Vliers ACAP, Oeseburgh B, Visser KR, Zijlstra WG: Choice of detection site for the determination of cardiac output by thermal dilution: the injection-thermist catheter. *Cardiovasc Res* 7: 133, 1973.
28. Pavsek K, Lindquist O, Arfors KE: Validity of thermodilution method for measurement of cardiac output in pulmonary edema. *Cardiovasc Res* 7: 419, 1973.
29. Vargas Barron J, Sahn DJ, Valdes-Cruz LM y col: Clinical utility of two dimensional doppler echocardiographic techniques for estimating pulmonary to systemic blood flow ratios in children with left to right shunting atrial septal defects, ventricular septal defects or patent ductus arteriosus. *J Am Coll Cardiol* 3: 169, 1984.
30. Valdez-Cruz LM, Horowitz S, Mesel E y col: A pulsed Doppler echocardiographic method for calculating pulmonary and systemic blood flow in atrial level shunts: validation studies in animals and initial human experience. *Circulation* 69: 80, 1984.

31. Kitabatake A, Inoue M, Asao M y col: Non invasive evaluation of the ratio of pulmonary to systemic flow in atrial septal defect by duplex Doppler echocardiography. *Circulation* 69: 73, 1984.
32. Ganz W, Donoso R, Marcus HS, Forrester JS, Swan HJC: A new technique for measurement of cardiac output by thermodilution in man. *Am J Cardiol* 27: 392, 1971.
33. Lambour MR, Esquivel-Avilla JG, Gil M: Determinación de la magnitud del cortocircuito arteriovenoso (Q_p/Q_s) de las comunicaciones interventriculares por Ecocardiografía modo M. Un nuevo método. En Prensa.
34. Pavsek K, Lindquist O, Arfors K-E: Validity of thermodilution method for measurement of cardiac output in pulmonary edema. *Cardiovasc Res* 7: 419, 1973.
35. Bennett AJ: Cardiac catheterization a historical note. -- *Lancet* 1: 749, 1949.
36. Frossmann W: Die Sondierung des rechten Herzens. Berlin - *Klin Wochenschr* 8: 2085, 1929.