

DETECCION DE CORTOCIRCUITOS DE IZQUIERDA A DERECHA UTILIZANDO HIDROGENO COMO INDICADOR. SU UTILIDAD CLINICA

por los doctores

C. BERTOLASI - P. JUSTICH - N. PISANI - E. ZUFFARDI - C. BRUNO

INTRODUCCION

La detención y localización de cortocircuitos de izquierda a derecha constituye un problema importante que se presenta muy frecuentemente en el estudio de las cardiopatías congénitas.

Los medios empleados hasta el momento, ya sea por su baja sensibilidad, complejidad del instrumental requerido, necesidad de extracción de sangre, etc., no reúnen las condiciones ideales para su utilización de rutina.

Por ello, consideramos que el método basado en la detección de hidrógeno mediante electrodos de platino, desarrollado primeramente por Clarck¹⁻²⁻³⁻⁴⁻⁵⁻⁶⁻⁷⁻¹⁶ y empleado después por Hyman⁹⁻¹⁰⁻¹¹, y otros autores⁸⁻¹²⁻¹³⁻¹⁴⁻¹⁵⁻¹⁸⁻¹⁹⁻²⁰⁻²²⁻²³⁻²⁴⁻²⁵ por posibilitar la detección intracavitaria, ser altamente sensible, y sencilla su aplicación, constituye un aporte de valor.

MATERIAL Y METODO

Se estudio un grupo de 21 pacientes cuya edad oscilaba entre los 9 y 44 años. Como indicador utilizamos gas hidrógeno provisto comprimido en tubos de gran capacidad. En un ambiente contiguo, poco antes de su

empleo se pasó a una bolsa impermeable de 20 litros, para su mejor manejo, en atención a su difusibilidad y alto poder explosivo.

El sistema de administración consistió en una máscara facial conectada por una llave de triple vía a una bolsa de goma de 2 litros de capacidad, cuyo contenido de hidrógeno fue repuesto para cada determinación.

Como detectores usamos catéteres de Cournand N° 6 a 8, con electrodo de platino en su extremo distal, conectados a sendos preamplificadores electrocardiográficos.

Todos los casos han sido estudiados sin anestesia, con el solo empleo de premedicación (Demerol y/o Fenobarbital y/o Fenegan).

Las sondas se hicieron llegar, una a la arteria subclavia y otra a cámaras derechas, ambas por técnicas convencionales.

Con la máscara facial colocada dejamos al paciente respirar aire ambiente mientras efectuamos registro con una velocidad de 2,5 ó 5 mm/seg, y una sensibilidad de entre 1 y 5 mm/mV. Una vez estabilizada la línea de base de ambos canales por conversión de la llave de triple vía, intercalamos una inhalación de gas hidrógeno, independientemente de la

voluntad del paciente. Este momento de inhalación fue marcado manualmente, en coincidencia con la imagen visual de la descompresión de la bolsa de goma.

El rango de sensibilidad empleado para los registros determinó la inscripción de un trazado electrocardiográfico superpuesto a la línea de base, lo cual constituyó un valioso índice acerca de la continuidad eléctrica del sistema, como asimismo del diagnóstico de la cámara del estudio.

En los casos presentados obtuvimos curvas sucesivamente en "CP"; AP; VD; AD; y CS, en forma simultánea con arteria subclavia.

En el curso de todos los cateterismos fue efectuado registro de curvas de presión y estudio oximétrico.

RESULTADOS

Como primer paso llevamos el catéter explorador hasta arteria pulmonar efectuando una primera serie de curvas. Su negatividad a esta altura permitió la exclusión de la existencia de cortocircuito de izquierda a derecha a cualquier nivel. En cambio la positividad exigió la obtención de sucesivas series de curvas en las distintas cámaras derechas hasta lograr el diagnóstico de nivel de cortocircuito. Con este criterio el estudio de estos 21 pacientes permitió determinar la inexistencia de cortocircuito en 7 casos, y lograr el diagnóstico de C.I.A. en 9; C.I.V. en 4 y ductus en 1.

En cada curva se estudió el tiempo de aparición en arteria y en cavidades derechas con respecto al momento de inhalación, y además la diferencia entre ambos tiempos.

Por otra parte se puso especial interés en la morfología de las curvas obtenidas en pacientes con y sin cortocircuito.

En los casos sin cortocircuito, las características habituales fueron, como es lógico, aparición precoz en arteria subclavia con un momento de aparición en cavidades derechas más tardío debido a la recirculación, con tiempos variables en función de vo-

lumen minuto. Dichas curvas de recirculación presentaron un lento incremento de la concentración de hidrógeno, como se ve en la figura N° 1.

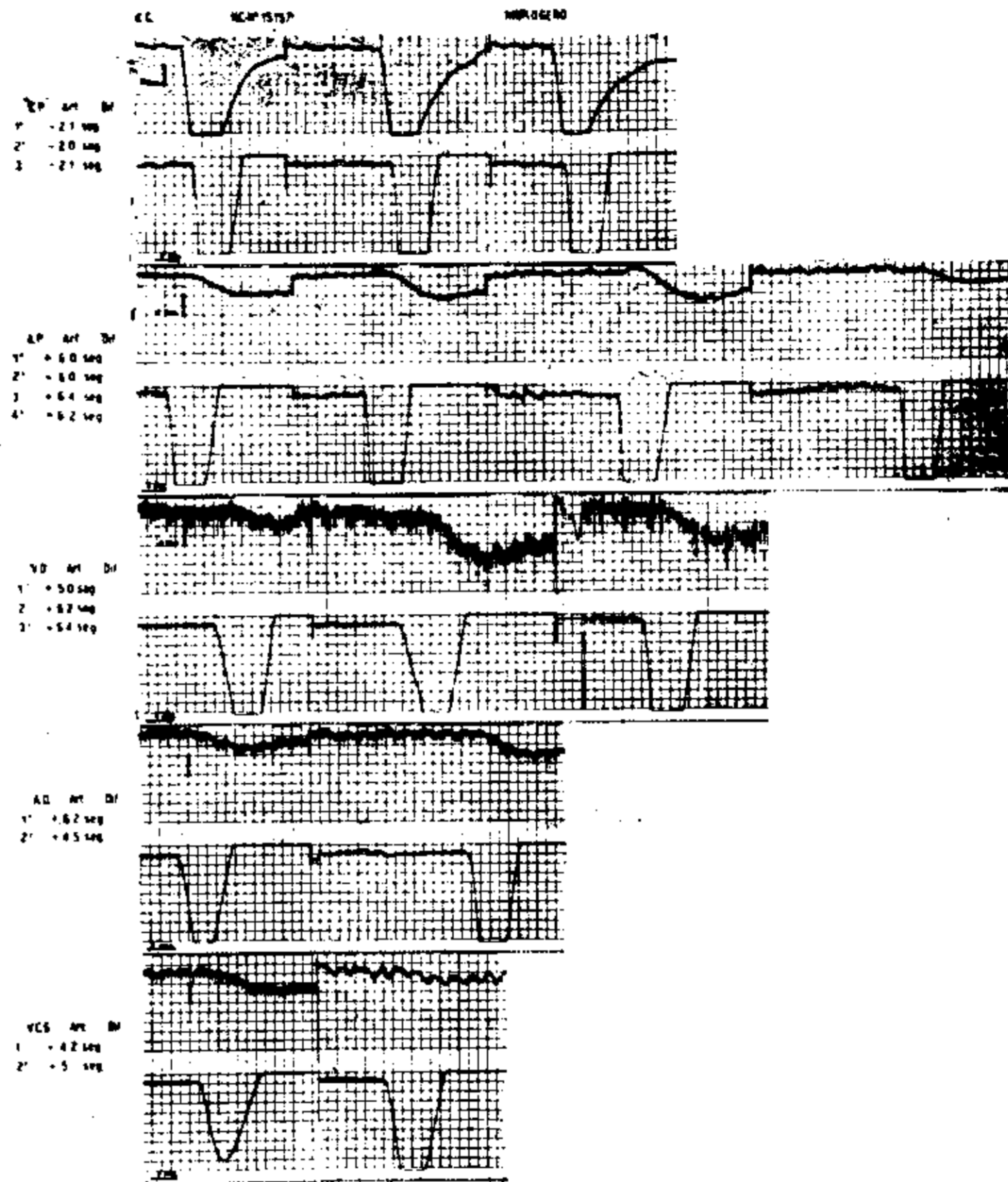


FIG. 1

En cambio, en los casos de cortocircuito los resultados fueron diferentes: en arteria subclavia, tanto el tipo de aparición como la morfología permanecieron invariables, mientras que en las cavidades derechas correspondientes al cortocircuito se inscribió una curva precoz de-

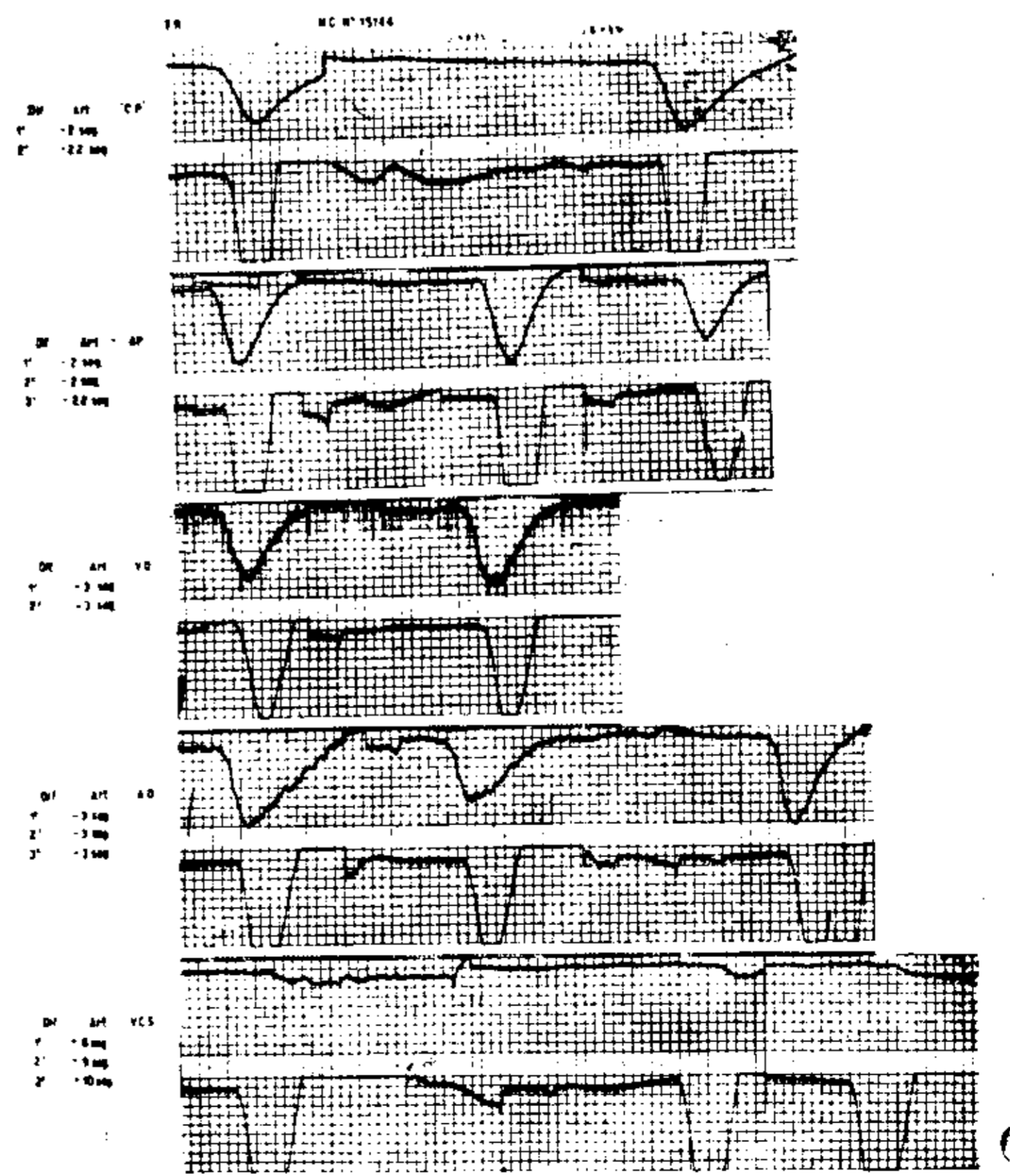


FIG. 2

terminada por la contaminación de sangre con hidrógeno del flujo parásito, con una morfología que podríamos llamar "arterializada", es decir, con rápido incremento hasta sus máximas concentraciones.

La figura N° 2 muestra un caso con C.I.A. y la N° 3 una serie de

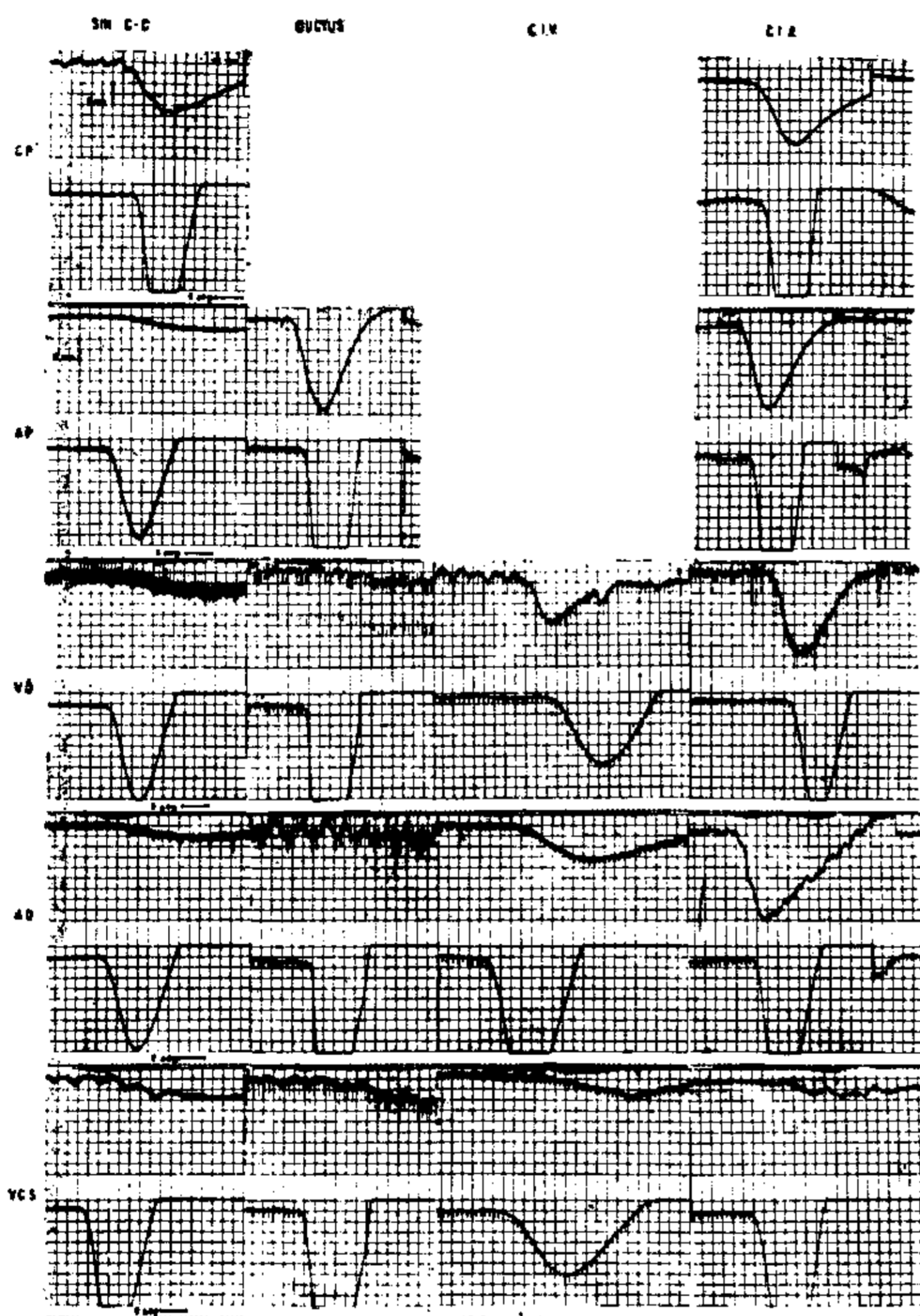


FIG. 3

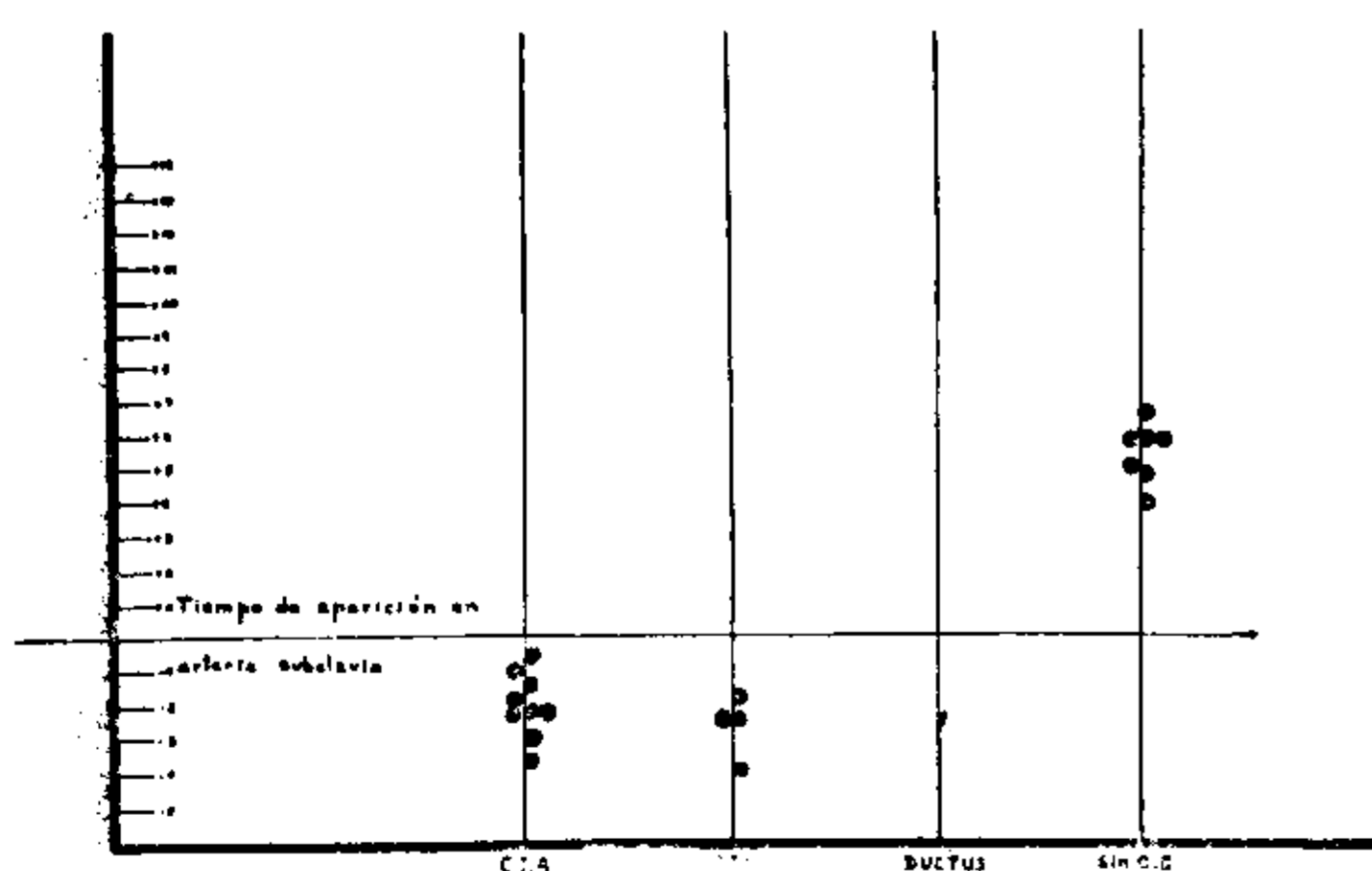


FIG. 4

curvas obtenidas sucesivamente en casos sin cortocircuito, de persistencia de ductus, con C.I.V. y C.I.A. donde se evidenciaron tales características.

La figura N° 4 evidencia en forma gráfica la relación de los tiempos de aparición en arteria pulmonar con respecto a los de arteria sub-

clavia, en los diferentes grupos de pacientes.

DISCUSION

Como resultado del estudio clínico del método surgen algunas interesantes evidencias.

- 1) Su sencillez, que permite su incorporación al cateterismo clásico de rutina con sólo la utilización de un catéter especial y gas hidrógeno.
- 2) Su alta sensibilidad, a tal punto que Bargerón sostiene que es posible detectar cortocircuitos del orden de los 25 cm³/min. Pero en general se acepta que es capaz de hacerlo con los de menos del 10 % del volumen minuto pulmonar. En nuestra experiencia en dos casos resultó más sensible que la oximetría y en ninguno menos.
- 3) Su inocuidad, que permite repetir las curvas tantas veces como se desee, con intervalos poco mayores que un minuto. En tal sentido, en uno de los pacientes hemos registrado 55 curvas sucesivas.
- 4) Su repetibilidad, ofreciendo siempre sus resultados los mismos caracteres cualitativos.
- 5) La ventaja de poseer durante todo el cateterismo registro de electrocardiograma intracavitario, lo cual permite disminuir la exposición a radioscopia y la fácil detección de arritmias.
- 6) Lo innecesario de la extracción de muestras de sangre para la detección de gas indicador, lo cual puede ser de gran importancia en pacientes de corta edad.
- 7) Lo accesible del material necesario y el ínfimo costo por determinación.

Como limitaciones del método mencionaremos:

- 1) El hecho de que sólo permite diagnósticos cualitativos, si bien se están allanando dificult-

tades para el logro del registro cuantitativo del hidrógeno detectado.

- 2) La necesidad de extremar precauciones en el manejo del gas pues una concentración de sólo 5 % en el aire tiene alto poder explosivo. En este sentido es indispensable evitar la producción de chispas y realizar una adecuada ventilación del ambiente.
- 3) Por otra parte debe efectuarse una buena conexión a tierra de los diferentes aparatos para disminuir el riesgo de arritmias peligrosas¹⁷.

Los diferentes autores utilizan diversos métodos para el análisis de las curvas.

La mayoría de ellos mide el tiempo de aparición en segundos a partir del momento de inhalación, a lo cual hallamos la limitación de estar condicionado a la sincronización del operador. Otros prefieren medir el tiempo de aparición con el número de ciclos cardíacos, tratando de vincularlo al volumen minuto, mereciendo de todas maneras la misma objeción anterior¹⁸. La detección arterial simultánea obvia lógicamente este inconveniente, agregando exactitud al método. Quizá pueda sostenerse que este sistema presenta la dificultad de necesitar un cateterismo arterial retrógado, pero en el momento actual nos hallamos probando una aguja de Cournand platinada en el extremo de su mandril, lo cual simplificaría la técnica a la realización de una punción arterial.

Haremos referencia al otro elemento que consideramos de importancia, es decir, la morfología de las curvas, que en los casos de cortocircuito se comportan en forma similar a las registradas en arteria.

Este mismo método en otra de sus fases, puede ser utilizado para la detección de cortocircuitos de derecha a izquierda y regurgitaciones valvulares, mediante la inyección de suero salino saturado en atmósfera de hi-

drógeno; tema éste de un próximo trabajo.

Por último, 5 de nuestros pacientes: 3 C.I.A., una C.I.V. y uno no portador de cortocircuito con estenosis mitral, fueron comprobados quirúrgicamente.

BIBLIOGRAFIA

1. Clark, R. C., Jr., Mishray, G. A.: An electro chemical method to measure hydrogen gas in biological tissues. XX International Physiological Congress, Brussels, Abstr., 1956, 650, 177.
2. Mishray, G. A., Clark L. C., Jr.: Use of the platinum black cathode for local blood flow measurements in vivo. XX International Physiological Congress, Brussels, Abstr, 1956, 650.
3. Clark, L. C., Jr., Bargerón, L. M., Jr.: Left to Right Shunt Detection by an Intravascular Electrode with Hydrogen as an Indicator. *Science*, 130: 709; 1959.
4. Clark, L. C., Jr., Bargerón, L. M.: The detection and Direct recording of left to right shunts with the hydrogen electrode catheter. *Surgery* 46: 797; 1959.
5. Clark, L. C., Jr.: Intravascular polarographic and potentiometric electrode for the study of circulation. *Tr. Soc. Art. Int. Org.* 6: 348; 1960.
6. Clark, L. C., Jr., Bargerón, L. M., Jr., Lyons, Ch., Bradley, M., McArthur, K. T.: Detection of right to left shunts with an arterial potentiometric electrode. *Circulation*, 22: 949; 1960.
7. Bargerón, L. M., Jr., Clark, L. C., Jr., McArthur, K. T.: The detection of intracardiac shunts in infants by the use of intravascular potentiometric electrodes. *A.M.A. J. Dis. Child.*, 100: 502; 1960.
8. Frommer, P. L., Pfaff, W. W., Braunwald, E., Morrow, A. G.: Application of an intravascular electrode for the recording of indicator dilution curves. *Circulation*, 22: 752; 1960.
9. Hyman, A. L., Hyman, E. S., Quiroz, A. C., Gantt, J.: Comparison of the platinum rhodium hydrogen electrode, dye dilution and oxygen methods in detecting shunts. *Surgical Forum*, 11: 150; 1960.
10. Hyman, E. S.: Linear system for quantitating hydrogen at a platinum electrode. *Circulation Res.*, 9: 1093; 1961.
11. Hyman, E. S., Hyman, A. L., Quiroz, A. C., Gantt, J.: Hydrogen platinum electrode system in detection of intravascular shunts. *Am. Heart. J.* 61: 53; 1961.
12. Jameson, A. G., Grayzel, J.: Hydrogen indicator method for detecting intra-

- vascular shunts. Clin. Res. 9: 140; 1961.
13. Levy, L., Fowler, R., Dirckley, D., Albert, H., Martínez, J. L.: Multiple hydrogen electrode catheter for determination of cardiac shunts. New England J. Med., 264: 1356; 1967.
 14. Martínez López, J. I., Hollis, W. J., Kiekley, D. E., Levy, L.: Use of the triple platinum hydrogen electrode for detection of left to right shunts. Am. J. Cardiol. 10: 70; 1962.
 15. Vogel, J. H. K., Grover, R. F., Blount, S. G.: Detection of the small intracardiac shunt with the hydrogen electrode. A highly sensitive and simple technique. Am. Heart J., 64: 13; 1962.
 16. Bargerón, L. M., Clark, L. C., Lyon, C.: Métodos modernos para el diagnóstico de cardiopatías congénitas. Clin. Med. de N. America. Nov. 1962, pág. 1570.
 17. Weinberg, D. I., Artley, J. L., Whalen, R. E., McIntosh, H. D.: Electric shock hazards in cardiac catheterization. Circulation Research, 11: 1004; 1962.
 18. Hirose, T., Schaffer, A. I., Stopak, J., Casale, J., Gasteazoro, G., Bailey, C. P.: False positive tests with hydrogen platinum electrode technic for left to right shunts with the electrode in pulmonary artery wedge. Circulation, 26: 731; 1962.
 19. Hugenholtz, P. G., Schwark, T., Monroe, G., Gamble, W. J., Hauck A., Nadas, A. S.: The clinical usefulness of hydrogen gas as an indicator of left to right shunts. Circulation, 28: 542; 1963.
 20. Skelton, R., Corday, E.: Detection of valvular insufficiency by a platinum electrode technic. Am. J. Cardiol. 11: 373; 1963.
 21. Schuster, S. R., Kierman, E., Rosen-cranz, J., Bozer, A.: A new technique for the creation of an atrial septal defect with clinical application, J. Thoracic Surg., 46: 510; 1963.
 22. Souza, J. E., Fernandes, Fontes, V., Moreira, C., De Magalhaes, H. M., Campos, Filho, C.M.: O uso do hidrogenio como indicador para estudo de pequenos shunts esquerda direita. Arq. Brasil. de Cardiologia, 17: 15; 1964.
 23. Lyons, C., Clark, L. C., Jr., Bargerón, L. M., Jr., Edwards, W. S., McArthur, K.: Indwelling platinum electrodes for studying intracardiac hemodynamics following open heart surgery. In preparation.
 24. Pisani, N., Bertolasi, C., Justich, P., Zuffardi, E., Rosenberg, M.: Valoración experimental de un método para el diagnóstico de cortocircuitos de izquierda a derecha mediante la detección de hidrógeno. Comunicación a la Sociedad Argentina de Cardiología. Mayo 1964.
 25. Justich, P., Bertolasi, C., Pisani, N., Batlle, F., Dussaut, A.: Curvas por inhalación de hidrógeno. Su utilidad clínica en el diagnóstico de cortocircuitos de izquierda a derecha. Comunicación a la Sociedad Argentina de Cardiología. Mayo, 1964.