

# **OBSERVACIONES SOBRE LA CIRCULACION PULMONAR COLATERAL DURANTE LA EXCLUSION TOTAL CON CIRCULACION EXTRACORPOREA Y FIBRILACION VENTRICULAR PROVOCADA**

**Por los doctores: ROSARIO A. BOSCARINO, FERNANDO MARTINEZ CORVALAN, GERONIMO M. GUASTAVINO Y RAMON A. ROJAS**

**Instituto de Investigaciones Cardiovasculares y Asistencia al Niño Cardíaco - Hospital del Niño Jesús - Tucumán.**

Cuando comenzamos las experiencias de circulación extracorpórea con el objeto de entrenar a nuestro equipo en esa rama de la cirugía cardiovascular, se inició de inmediato el estudio del drenaje de aurícula izquierda basado en su importancia, demostrada con anterioridad por uno de nosotros en diversos trabajos, en nuestro país y en el exterior. 1-2-3-4-5-6-7-8.

Al hacer las evacuaciones del contenido de la aurícula izquierda hacia el exterior, nos encontramos con un flujo que era bastante común en todas las experiencias, pero durante la fibrilación ventricular aumentaba intensamente. Así se comenzó una serie de experiencias en las que se provocaba sistemáticamente la fibrilación ventricular con el objeto de estudiar el drenaje de aurícula izquierda en esas condiciones. La presentación de estas experiencias y la información de este fenómeno es el objeto de este trabajo.

## **METODO**

Se utilizaron trece perros mestizos cuyos pesos oscilaron entre un mínimo de 12 kgs. y un máximo de 30 kgs. con un promedio de 20,8 kgs. Los perros han sido numerados en el orden de experiencias de nuestro Instituto y los números que se consignan en la Tabla son los que corresponden a este trabajo. La anestesia ha sido

realizada con Thiopental sódico en la concentración de 2,5% con el agregado de Succinilcolina con intubación traqueal y respiración asistida. La bomba oxigenadora utilizada consta de tres bombas circulares con dos rodillos y presión en medio círculo. Una de las bombas fue suspendida en su uso pues el drenaje de ambas cavas se hizo por gravedad con la manobra aspirativa descrita por uno de nosotros en el exterior<sup>9</sup>. De las dos bombas restantes, una ha sido utilizada como arterial y la otra, como parte del sistema de recuperación intracardiaca de sangre. El oxigenador utilizado es del tipo a discos corrugados y cilindro de vidrio. Para mantener la temperatura se ha usado un intercambiador de calor del tipo descrito por Brown y Harrison. En el sistema se ha incluido un filtro y trampa de aire de Gross. El catéter introducido en la aurícula izquierda a través de la orejuela izquierda ha sido un tubo de Polivinil de diámetro interior de 3 mm y de diámetro exterior de 5 mm. El catéter se prolonga luego a un tubo de diámetro interior de 6,35 mm que se prolonga hasta un reservorio venoso. El extremo de esta vía de drenaje ha sido ubicada a un desnivel, con respecto a la aurícula izquierda, de 23 cm de promedio. No obstante en los procedimientos correspondientes a los pe-

rrros 6 y 7 el desnivel ha sido solamente de 7 cm manteniéndose en los demás un desnivel entre 20 y 30 cm.

La temperatura de la sangre del oxigenador fue controlada por un termómetro y la temperatura esofágica por un termómetro a mercurio. En la sangre se ha trabajado con una temperatura promedio de 35° en la sangre del oxigenador. Las conexiones para la exclusión total con bomba oxigenadora se han hecho de la manera clásica, drenando sangre de ambas cavas y reponiéndola por una arteria femoral. El desnivel entre las venas cavas y el reservorio de recepción de la sangre venosa ha sido de 50 cm. De las cavas se ha drenado de acuerdo al método descrito por uno de nosotros<sup>10</sup> por dos vías por separado directamente hasta el reservorio receptor de sangre venosa. Las mediciones han sido realizadas con una probeta graduada directamente desde la vía de drenaje de la aurícula izquierda. Los controles del flujo del drenaje de aurícula izquierda han sido siempre hechos con el animal en exclusión total de corazón pulmón, con mantenimiento de todo el flujo que se podía obtener de las cavas y repuesto el mismo en la arteria femoral. Las presiones arteriales han sido controladas en forma directa y continua con manómetro de mercurio y han sido mantenidas entre un máximo de 110 mm de Hg y un mínimo de 65 mm de Hg con un promedio de 87 mm de Hg. Las presiones venosas medidas con manómetro de agua en forma continua y directa en la cava inferior, se han mantenido entre un máximo de 130 mm de H<sub>2</sub>O y un mínimo de 20 mm de H<sub>2</sub>O con un promedio de 77.1 mm de H<sub>2</sub>O. Con el objeto de evitar modificaciones importantes en la volemia que pudieran dar flujos inadecuados de aurícula izquierda, se han hecho controles permanentes de volumen de sangre eliminada, por pesado de gases y medición de la aspiración y se ha mantenido siempre compensada la sangre perdida por igual reposición por vía venosa. Los pulmones han sido dejados durante el procedimiento de perfusión, discretamente insuflados y se les ha hecho algunos movimientos respiratorios no completos durante cada minuto, como se ha descrito en trabajos anteriores.

Las mediciones del flujo de la aurícula izquierda han sido hechas después de haber realizado la exclusión total de corazón

pulmón y manteniendo en forma equilibrada el nivel del oxigenador y la presión arterial del receptor. Se han hecho estos controles: a) antes de producir la fibrilación ventricular; b) durante la fibrilación ventricular y c) después de desfibrilado el corazón. En algunas experiencias con fibrilación ventricular se hizo clampeo de aorta y pulmonar. En las experiencias correspondientes a los perros 15-16 y 21, en lugar de fibrilación se hizo paro cardíaco por anoxia y se abrió luego el flujo de la aorta y pulmonar: mientras se mantenía el paro se hizo la medición del drenaje de A.I. y luego se colocó nuevamente el clap en aorta y arteria pulmonar. (Tabla 1 y fig. 1).

## RESULTADOS

Antes de la fibrilación ventricular el menor flujo obtenido en el drenaje de aurícula izquierda correspondió al perro 9 cuyo peso de 12 kg fue el menor de la serie. El mayor flujo obtenido en esta etapa fue de 75 cc por minuto, y ocurrió en el perro 14, de 20 kg. El promedio de lo obtenido en esta etapa, fue de 42 cc por minuto.

Después de provocada la fibrilación ventricular, se encontró siempre un marcado aumento del drenaje de aurícula izquierda en todas las experiencias, con un promedio de 135 cc por minuto de drenaje. (Tabla 1 y Fig. 2). En los perros 12 y 14, durante la fibrilación ventricular se procedió al clampeo de la aorta ascendente y arteria pulmonar, y se encontró una marcada reducción del drenaje de aurícula izquierda de 35 cm<sup>3</sup> a 5 cm<sup>3</sup> en el perro 12 y de 100 cm<sup>3</sup> a 30 cc. en el perro 14. Después de desfibrilado el corazón el drenaje de aurícula izquierda volvió a ser muy similar al encontrado en la etapa anterior a la fibrilación.

En los perros 15, 17 y 21 se hizo el control del drenaje de aurícula izquierda antes de producir el paro cardíaco, después de producido el paro con la circulación coronaria ya abierta (aorta desclampeada) y nuevamente después de haber colocado un clamp que cierra la aorta y pulmonar. En la primera etapa el drenaje de aurícula izquierda estaba dentro de las cifras comunes de exclusión total con corazón pulmón. En la segunda, con cardioplejía pero con circulación coronaria man-

tendida, el volumen había aumentado notablemente, mientras que en la tercera, con circulación coronaria cerrada el volumen decreció marcadamente. También aquí, al volver a la exclusión total con corazón latiendo, se encontraron cifras de drenaje de aurícula izquierda similares a la etapa previa al paro.

rectamente realizada la presión de la aorta mantenida por la bomba es superior a la presión que puede realizar el ventrículo izquierdo para evacuar su contenido, podría ocurrir que en algún momento el ventrículo izquierdo tuviera suficiente volumen y distensión de sus fibras como para hacer algún latido útil. Si esto fuera

Perfusión	Fecha	Peso [kg]	Duración Perfusión [min]	Velocidad bomba [R. A.M.]	Temperatura oxigenador [°C]	Presión arterial [mm. Hg]	Presión vena cava inf [torr.]	Nivel [cm]	Diámetro cánula [mm]	Flujo auricular s/fibril. [cc.]	Fibrilación con clamps [cc por mm.]	Fibrilado s/clamps [cc por mm.]
6	25-3-61	18	38	30	36°	100	60	7	3	20		105
7	28-3-61	20	65	30 35	36	66,5	40	7	3	40		110
8	4-4-61	30	71	25	36	90	80	25	3	25		140
9	12-4-61	12	80	20	35	100	100	20	3	5		50
11	19-5-61	22	105	28	36	100	80	20	3	30		140
12	29-5-61	20	70	35	36	110	90	20	3	25	5	35
13	16-6-61		NO	SE DETERMINÓ FLUJO AURICULAR								
14	6-7-61	20	75	30	36	80	90	30	3	75	30	100
15	14-7-61	22	90	25	36	70	130	25	3	70 (Paro s/clamps)	50 (Paro s/clamps)	
16	21-7-61		NO	SE DETERMINÓ FLUJO AURICULAR								
17	28-7-61	20	60	25	36	90	20	25	3	50 (Paro s/clamps)	2 (Paro s/clamps)	
18	7-8-61		NO	SE DETERMINÓ FLUJO AURICULAR								
19	11-8-61	20	50	15	35	50	70	30	3	32	1	130
20	18-8-61		NO	SE DETERMINÓ FLUJO AURICULAR								
21	1-9-61	21	40	18	33	80	80	30	3	50 (Paro cardíaco s/clamps)	10 (Paro cardíaco s/clamps)	100 (Paro cardíaco s/clamps)
22	8-9-61	16	70	17	33	100	90	30	3	50	15	100
23	15-9-61	22	70	12	32	75	50	30	3	70	20	125
TERM. MED.		20,8	68	24,8	35	87	77	23	3	42	17	135

TABLA 1

### COMENTARIO

Llama la atención el hecho de que el drenaje de aurícula izquierda aumente cuando el corazón se fibrila. Como ya ha sido demostrado en trabajos anteriores 1 a 8 el drenaje de aurícula izquierda depende, en exclusión total de corazón pulmón y sin regurgitación aórtica, de la circulación colateral pulmonar bronquial, además del flujo coronario cuando no está clampeada la aorta. Las causas que pueden influir en que haya este marcado aumento de drenaje de la aurícula izquierda durante la fibrilación ventricular pueden ser las siguientes:

1) El ventrículo izquierdo en la fibrilación ventricular está incapacitado para evacuar ni siquiera alguna porción de su contenido. Si bien en toda perfusión co-

real significaría que aún durante la perfusión mientras el corazón late, una pequeña parte de su contenido puede ser evacuado en alguna sístole adentro de la aorta; esto por cierto sería más factible con las bombas de tipo sistólico que con

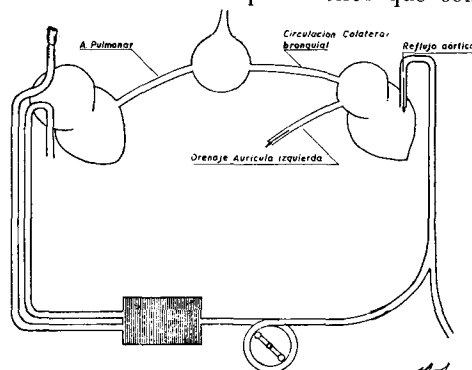


FIGURA 2

las de tipo continuo que teóricamente hacen una perfusión más homogénea.

Sin embargo, si durante la fibrilación ventricular o la cardioplejía en período en que no tiene clampeo la aorta) se clampea la aorta ascendente y la pulmonar (cortando la entrada de sangre que proveniente del seno coronario es impulsada por la bomba a través del ventrículo derecho al lecho vascular pulmonar e impidiendo al mismo tiempo cualquier regurgitación aórtica) se reduce marcadamente este aumento de drenaje de aurícula izquierda. Esto significa que no es la causa de ese aumento la falta de evacuación del ventrículo izquierdo y que sí influye una insuficiencia aórtica creada al detener el miocardio y permanecer elevada la presión aórtica por la bomba y secundariamente la circulación coronaria; ésta se hace mucho más importante durante la fibrilación ventricular mientras se mantiene la circulación extracorpórea. Esto explicaría también la dilatación que se observa en los vasos coronarios durante la fibrilación ventricular en esas condiciones.

Pero dada la brusquedad del fenómeno de aumento de drenaje de la aurícula izquierda y dilatación de las cavidades cardíacas en las tres últimas perfusiones dedicamos especial atención a investigar las causas de este aumento, comprobando mediante ventriculotomía izquierda que las valvas sigmoideas durante la fibrilación eran insuficientes, dejando pasar sangre desde la aorta al ventrículo izquierdo, comprobamos asimismo, que las válvulas aurículo-ventriculares son insuficientes dejando pasar esta sangre a las aurícula izquierda. Se hizo también ventriculotomía derecha comprobando que durante la fibrilación ventricular aumentaba la cantidad de sangre que provenía de la aurícula derecha debido a un aumento de la circulación coronaria, sangre que pasaba por las sigmoideas que se encontraban abiertas a las arterias pulmonares y lógicamente llegaban a aurícula izquierda, después de pasar el lecho pulmonar.

Durante la marcha normal del corazón disminuye la llegada de sangre al ventrículo derecho y las sigmoideas pulmonares se mantienen cerradas, mientras que las sigmoideas aórticas eran suficientes. Esto explicaría la brusca dilatación de las cavidades cardíacas durante la fibri-

lación ventricular con circulación extracorpórea si no se drena la aurícula izquierda, y la consecuente dilatación de las cavidades derechas si no se evacúa el contenido de la aurícula derecha abriendo las lazadas de las cavas.

Un fenómeno similar ocurre en cardioplejía anóxica inmediatamente después de desclampeada la aorta (o sea con posibilidad de regurgitación aórtica y circulación coronaria mantenida por la bomba). Se encuentra en estas condiciones también un aumento del drenaje de aurícula izquierda que tal vez no alcanza el flujo que se obtiene en fibrilación ventricular pues a los pocos minutos se restablecen los latidos cardíacos.

2) La ubicación de la punta del cateter dentro de la aurícula izquierda ha quedado descartada como causa de este fenómeno pues modificando su posición en distintas perfusiones no se modificaba el flujo de la aurícula izquierda.

3) Otro de los factores, que podía ser la dilatación por causa refleja de las arterias bronquiales durante la fibrilación, queda descartada por el hecho de reducirse el drenaje de aurícula izquierda después del clampeo de aorta y pulmonar. No obstante, las arterias bronquiales como se ha demostrado en experiencias anteriores, son responsables del flujo permanente que drena la aurícula con el clampeo de aorta o de arteria pulmonar y aorta simultáneamente.

Este hallazgo tiene un hecho práctico muy importante cual es el de dar el drenaje de aurícula izquierda la verdadera jerarquía que le corresponde no sólo en los casos en que se presume una circulación colateral pulmonar aumentada, si no también para protección de una fibrilación ventricular durante la perfusión. El drenaje de aurícula izquierda evita complicaciones pulmonares en estas circunstancias y en caso de no tenerlo es fundamental el cierre aórtico para evitar el gran aumento del volumen de sangre intrapulmonar, a lo que debe asociarse si se prolonga la fibrilación, el drenaje de la aurícula derecha soltando las lazadas de las cavas.

## CONCLUSIONES

1) En exclusión total de corazón pulmón manteniendo la circulación con bom-

ba oxigenadora y normotermia, el drenaje que se obtiene de la aurícula izquierda aumenta notablemente después de provocada la fibrilación ventricular.

2) El clampeo de la aorta y pulmonar con el cierre de la circulación coronaria produce una marcada disminución de ese aumento de flujo auricular.

3) La causa por la cual se produce este aumento es por el hecho de que se instala una regurgitación aórtica y secundariamente un flujo continuo en el lecho coronario en las condiciones de exclusión total y fibrilación ventricular o de exclusión total y de cardioplejía sin clampeo aórtico.

4) Lo antedicho significa que el momento de más peligro para la circulación pulmonar y sus complicaciones está cuando durante una perfusión se fibrila el corazón, o cuando se mantiene el miocardio parado sin clampeo aórtico.

5) Las arterias bronquiales no parecen ejercer en este aumento una función de importancia, pero sí en el flujo permanente que se obtiene por el drenaje de aurícula izquierda.

6) Esto aquí expuesto explica el porqué de la brusca dilatación de las cavidades izquierda en los corazones que se fibrilan durante la perfusión con bomba oxigenadora o cardioplejía sin clampeo aórtico y justifica la enorme importancia ya asentada anteriormente, del drenaje de aurícula izquierda en estas intervenciones, para la recuperación miocárdica al suspender la circulación extracorpórea y como profilaxis de complicaciones pulmonares.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Estudios sobre la rigidez pulmonar durante su exclusión y perfusión con bomba oxigenadora. — G. N. Guastavino, J. A. Wikinski, R. H. Andrés, C. A. Donadei y J. E. Quintero - Actas del Forum del Congreso Argentino de Cirugía. Octubre 1958.
2. Factores que inciden sobre el comportamiento elástico tóracopulmonar. — J. A. Wikinski, G. N. Guastavino, J. E. Quintero, R. H. Andrés, G. A. Donadei - Sociedad Argentina de Anestesiología. Noviembre 1958.
3. Modification of lung Compliance during perfusion with pump oxygenator. — G. N. Guastavino, J. A. Wikinski, C. A. Donadei, J. E. Quintero - Diseases of the Chest, 1960, 2: 170.
4. Persistencia de la circulación a través del lecho vascular pulmonar durante la exclusión total con bomba oxigenadora. — G. N. Guastavino, J. A. Wikinski, R. H. Andrés, C. D. Donadei y J. E. Quintero - XXI Congreso Internacional de Ciencias Fisiológicas, Bs. As. 9-15 agosto de 1959 - Publicado en "Semana Médica", Número Aniversario: 1960.
5. Método para medir el eflujo del lecho vascular pulmonar durante la exclusión total de corazón pulmón con circulación extracorpórea. — G. N. Guastavino, J. A. Wikinski, R. H. Andrés, J. E. Quintero, N. Piñol, S. Rivera - Publicado en Prensa Médica Argentina, 1960. Presentado en Sociedad Argentina de Cardiología y Sociedad de Cardiología de Rosario, 20-VI-1959.
6. Drenaje de la aurícula izquierda durante la cirugía cardíaca a cielo abierto con circulación extracorpórea. \* G. N. Guastavino, J. A. Wikinski, R. H. Andrés, J. E. Quintero y P. H. Blanes - Actas XXX Congreso Argentino de Cirugía. 1959, II: 502.
7. Importancia de la circulación pulmonar colateral durante la cirugía cardíaca a cielo abierto. — G. N. Guastavino, J. A. Wikinski, R. H. Andrés, J. E. Quintero y P. H. Blanes - VI Congreso Interamericano de Cardiología, Río de Janeiro, 14-20 de agosto 1960. Trabajo N° 242.
8. Estudos sobre o comportamento da pequena circulação durante o emprego do Coracao Pulmao artificial. — G. N. Guastavino, J. A. Wikinski, R. H. Andrés, J. E. Quintero - "Revista Brasileira de Anestesiologia". Año 10, N° 2-1960.
9. A simpl method for starting the siphonage of blood from venae cavae during mechanical by-pass. — G. N. Guastavino, J. A. Wikinski, R. H. Andrés, J. E. Quintero y C. A. Donadei - The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 1961. 41: 279.
10. Bomba oxigenadora con intercambiador de calor en una sola unidad. — G. N. Guastavino, J. A. Wikinski, R. H. Andrés, J. E. Quintero - "Journal Brasileiro de Medicina", 1961. IV: 1 - Actas XXXI Congreso Arg. de Cirugía. 3-7 octubre 1960.