

# Informe preliminar sobre dos pacientes tratados con circulación asistida

Dres. C. DICOVSKY, J. POSTIGO, M. APTECAR, N. SCIARROTTA,  
O. ROCA, J. BOYER y E. FERNANDEZ

## RESUMEN

*Distintas formas de circulación asistida han sido sugeridas como tratamiento para numerosas condiciones incluyendo el shock séptico, el paro cardíaco, la insuficiencia pulmonar, la insuficiencia cardíaca congestiva, el shock cardiogénico, etc.*

*En el presente relato, describimos dos pacientes de edad avanzada con infarto de miocardio reciente y cuadro de colapso periférico acompañado de gran deterioro de las funciones vitales, tratados por un método de circulación asistida. Uno de los pacientes se lo mantuvo en fibrilación ventricular por espacio de 30 minutos sin observar incremento en el deterioro de las funciones vitales.*

*En nuestros casos se realizó el método del bypass venoarterial con oxigenación, recogiendo la sangre venosa por gravedad a través de una cánula que por vena femoral se avanzó hasta vena cava inferior. La sangre se oxigenó con un oxigenador a bolsa. La sangre oxigenada se envió a la aorta por la arteria femoral, con la ayuda de una bomba a rodillo de tipo DeBakey. El sistema se purgó con solución de Ringer Lactado. El régimen de perfusión osciló entre 700 y 1.900 ml/min. Se analiza la simpleza del método y su inocuidad así como sus posibles indicaciones.*

Distintos métodos de circulación asistida han sido sugeridos como tratamiento de grandes emergencias cardiocirculatorias, sean éstas el shock séptico, el infarto de miocardio con insuficiencia cardíaca refractaria al tratamiento, el shock cardiogénico, etc. (1, 2, 3, 4, 5, 6). De la larga lista de métodos, dos han sido los que han tenido mayor predicamento, estos son: El método de la contrapulsación y el del bypass veno-arterial parcial con oxigenación. Nosotros optamos por este último, por ser el que más se adecúa a las posibilidades reales de nuestro medio.

## MATERIAL Y METODOS

Se trataron dos pacientes de edad avanzada con infarto de miocardio en es-

tadio agudo y grave colapso cardiocirculatorio, quienes pese al tratamiento intensivo ofrecido en la unidad coronaria, presentaban severo deterioro de las funciones vitales. Ambos pacientes estaban en anuria por más de 24 horas.

El sistema funcionó drenando la sangre venosa por gravedad a través de una cánula que, introducida por vena femoral, se avanzó hasta la vena cava inferior. La sangre oxigenada con un oxigenador a burbuja de tipo Travenol, fue enviada a la aorta a través de la arteria femoral, con la ayuda de una bomba a rodillo de tipo de Bakey. El sistema fue purgado con Ringer lactado. El flujo de perfusión se mantuvo entre 700 y 1.900 ml/min. Los pacientes fueron heparinizados en la forma habitual para operaciones a corazón abierto. Como anestésico local para la canulación se usó lidocaina al 2%. Los pacientes se ventilaron con aire ambiente usando una máscara de Campbell.

El primer caso lo constituyó una paciente de sexo femenino de 64 años de edad, que presentaba un infarto de cara anterior en período agudo, acompañado de taquicardia supraventricular de frecuencia superior a 120 por minuto. Presión arterial de 60 mm Hg, anuria de más de 24 horas de evolución, obnubilada, sin pulso y con sudoración fría. Se le practicó circulación asistida por espacio de 8 horas. La paciente elevó la presión arterial a 100 mm Hg y comenzó a producir orina; presentado un estado mental más agil y cese de la vasoconstricción periférica. Suspendida la circulación asistida la paciente mantuvo los controles vitales. Tres horas después de discontinuado el procedimiento la paciente tuvo un paro cardíaco y falleció. No se pudo conseguir permiso para la autopsia.

El caso siguiente fue una paciente de sexo femenino de 75 años de edad, inter-

## DATOS DE LABORATORIO (Muestras)

## Paciente 1

Urea	102	135	150	149
Hb Plasm.	19	35	49	98
Potasio	3,9	4,1	4,2	4,1
pH	7,30	7,41	7,42 *	

## Paciente 2

Urea	282	286	282	262
Hb. Plasm	10	51	93	140
Potasio	4	4,1	5,4	4,6
pH	7,40	7,41	7,46	7,48 **

La 1ra. columna son valores a las 2 horas; a las 4 horas; a las 6 horas y a las 8 horas.

\* Demás datos de laboratorio: PCO<sub>2</sub>: 33,5 mm. Hg.; PO<sub>2</sub>: 110 mm Hg; CO<sub>2</sub>: 21 mEq./L; Saturación: 95 %; Hematocrito: 48 %; Ex. base: -3 mEq/L.

\*\* PCO<sub>2</sub>: 31 mm Hg; CO<sub>2</sub>: 23,5 mEq/L; Saturación: 99,5 %; Sodio: 135 mEq/L; Cloro: 80 mEq/L; Hematocrito: 37 % Reserva alcalina: 23,5 mEq/L.

nada con cuadro de infarto agudo de miocardio de cara anterior de tres días de evolución, gran deterioro de las funciones vitales, presión arterial 70 mm Hg, pulso filiforme, colapso venoso, obnubilación mental, sudoración fría y anuria de 36 horas de evolución. La paciente es puesta en circulación asistida, luego de 4 horas de auxilio circulatorio, hace un episodio de fibrilación ventricular. Considerando que la paciente se encontraba con grave deterioro de las funciones vitales y prácticamente moribunda, se decidió no defibrilarla de inmediato esperando 30 minutos para ello, controlando mientras tanto la presión arterial, signos neurológicos de daño cerebral y signos de congestión pulmonar. Esta decisión se tomó a los efectos de corroborar los hallazgos de Evans y col. (8) en el sentido que durante el bypass venoarterial parcial, si ocurre un episodio de fibrilación ventricular, el flujo sanguíneo invierte su recorrido, gracias a la ayuda de las válvulas cardíacas que, a excepción de la aórtica, se hacen insuficientes.

Durante el período de fibrilación ventricular se controló la ventilación pulmonar y finalmente se la defibriló con un choque eléctrico de 250 joules. Durante el período de fibrilación ventricular la paciente mantuvo una relativa lucidez mental y contestaba a las preguntas que se le formulaban. El flujo extracorpóreo (F.E.C.) durante el período de fibrilación fue mantenido en 1.900 ml/min. Luego de 8 horas de asistencia circulatoria y debido a que continuaba en anuria con niveles altos de urea y de hemoglobina plasmática, el procedimiento fue discontinuado y la paciente falleció 90 minutos después (ver tabla de laboratorio). La autopsia practicada en esta última paciente reveló infarto reciente anteroseptal, hipertrofia de ventrículo izquierdo, ateromatosis grado 3 de coronaria descendente y grado 2 de circunfleja y coronaria derecha. Necrosis tubular aguda renal bilateral, infarto hemorrágico de pulmón. Hipertensión pulmonar pasiva crónica y aguda.

## DISCUSION

Baird (7) ha sugerido que el bypass parcial en el tratamiento del infarto de miocardio podría ser perjudicial por aumentar la presión y distensión del ven-

trículo izquierdo. Sin embargo trabajos posteriores demostraron el error de este concepto (Evans (8), Galleti (9), Stuckey (10)). Estudios hemodinámicos recientes han permitido establecer que: siendo el volumen sanguíneo constante, la disminución del flujo pulmonar es proporcional al aumento del flujo extracorpóreo, por lo que se produce una situación en que la cantidad de sangre expelida por el corazón (ventrículo izquierdo) varía inversamente a la cantidad suministrada por la bomba de infusión arterial (F.E.C.) Se produce una reducción de la presión sistólica ventricular derecha proporcional a la disminución del flujo pulmonar. Igualmente se produce una reducción del volumen diastólico final ventricular derecho, llegando la cavidad ventricular derecha a encogerse en un 35 % (11). Por lo tanto el volumen sistólico final es menor y es menor la fracción de expulsión del ventrículo derecho. También se observa una disminución de la frecuencia cardíaca (F.C.) proporcional a la cantidad de sangre que llega al corazón (12).

Siendo el índice de tensión-tiempo básicamente una función de la presión por la frecuencia (13), si mantenemos la pre-

sión constante y disminuimos la frecuencia, el I.T.T. disminuirá, lo que nos habla de una disminución del consumo de O<sub>2</sub> por el miocardio.

La curva de presión aórtica muestra una disminución de los valores diferenciales. El ápice de la presión sistólica baja por disminución del volumen sistólico ventricular izquierdo y la presión aórtica diastólica sube en forma proporcional al F.E.C. (9).

El volumen y la presión diastólica final ventricular izquierdo (pre carga) disminuyen con la caída del volumen minuto ventricular izquierdo. La retracción ventricular izquierda no es tan pronunciada como en el lado derecho (9). La fracción de eyección ventricular izquierda está reducida como en el lado derecho.

En igual forma en que disminuye la pre-carga, se acorta la longitud de la fibra diastólica final y se observa la disminución de la presión auricular izquierda (9).

La tensión de la fibra miocárdica, y con ello el consumo de O<sub>2</sub> disminuye en forma proporcional a la disminución del radio de la cavidad ventricular izquierda (ley de Laplace).

Otro aspecto señalado por Galletti (9), es el de que el bypass parcial al aumentar la presión diastólica en raíz de aorta, incrementaría el flujo coronario y con ello el mejor rendimiento del miocardio.

Salisbury (14) observa una notoria reducción del consumo de O<sub>2</sub> del corazón cuando el F.E.C. acarrea más del 50 % del flujo sistémico.

El bypass parcial reduce significativamente los parámetros de velocidad de las contracciones. El grado de desarrollo de la presión ventricular izquierda durante la fase isovolumétrica es más lento. El tiempo desde el comienzo de la sístole mecánica, hasta el ápice de presión ventricular, está prolongado y la relación entre grado máximo de aumento de la presión ventricular, y la presión ventricular instantánea en dicho punto está disminuida (15).

Como los requerimientos de O<sub>2</sub> del miocardio están estrechamente relacionados con el grado de desarrollo de la tensión y la tensión total desarrollada, los

procedimientos que disminuyen los parámetros de velocidad de la contracción isovolumétrica, disminuirán el gasto de O<sub>2</sub> por el corazón y reducirán así, la tensión sobre el miocardio.

Otro aspecto mal conocido durante largo tiempo fue el de la dinámica circulatoria cuando sobreviene fibrilación ventricular en el curso de un bypass parcial. Se pensaba que en esta ocasión el ventrículo izquierdo se distendía y la presión intraventricular aumentaba. Evans y col. (8) demostraron mediante registros de presiones simultáneas en las cuatro cavidades cardíacas y los grandes vasos, y mediante inyección de sustancia de contraste en forma secuencial, con filmación a través de un intensificador de imágenes, que la circulación se invierte, haciéndose todas las válvulas, a excepción de la aórtica, incompetentes.

De esta manera, la sangre que llega a aurícula izquierda y ventrículo izquierdo, por las venas pulmonares y las venas de Thebesio respectivamente, inician un flujo retrógrado de ventrículo izquierdo-aurícula izquierda - venas pulmonares - arteria pulmonar - ventrículo derecho - aurícula derecha - vena cava inferior - F.E.C.

Creemos que un aspecto olvidado en los tratamientos de circulación asistida, es el de la anuria que acompaña a los pacientes que habitualmente son candidatos para este procedimiento, y que en su gran mayoría presentan un compromiso importante de la función renal. Trabajos recientes de Malach (16) señalan la importancia de la diálisis peritoneal en la insuficiencia cardíaca post-infarto, refractaria al tratamiento. Este autor trató cuatro pacientes con éxito reduciendo los niveles elevados de urea plasmática, corrigiendo el medio interno, eliminando los catabolitos de desecho y logrando una diuresis efectiva luego del fracaso de altas dosis de furasemida administrada por vía endovenosa.

Nuestra primera paciente tuvo una evolución favorable durante la circulación asistida, ya que desde un comienzo elevó la presión media sistémica y no hizo ningún tipo de arritmia. Igualmente desaparecieron los signos de vasoconstricción periférica. La frecuencia cardíaca decreció, el pH y el potasio plasmático se

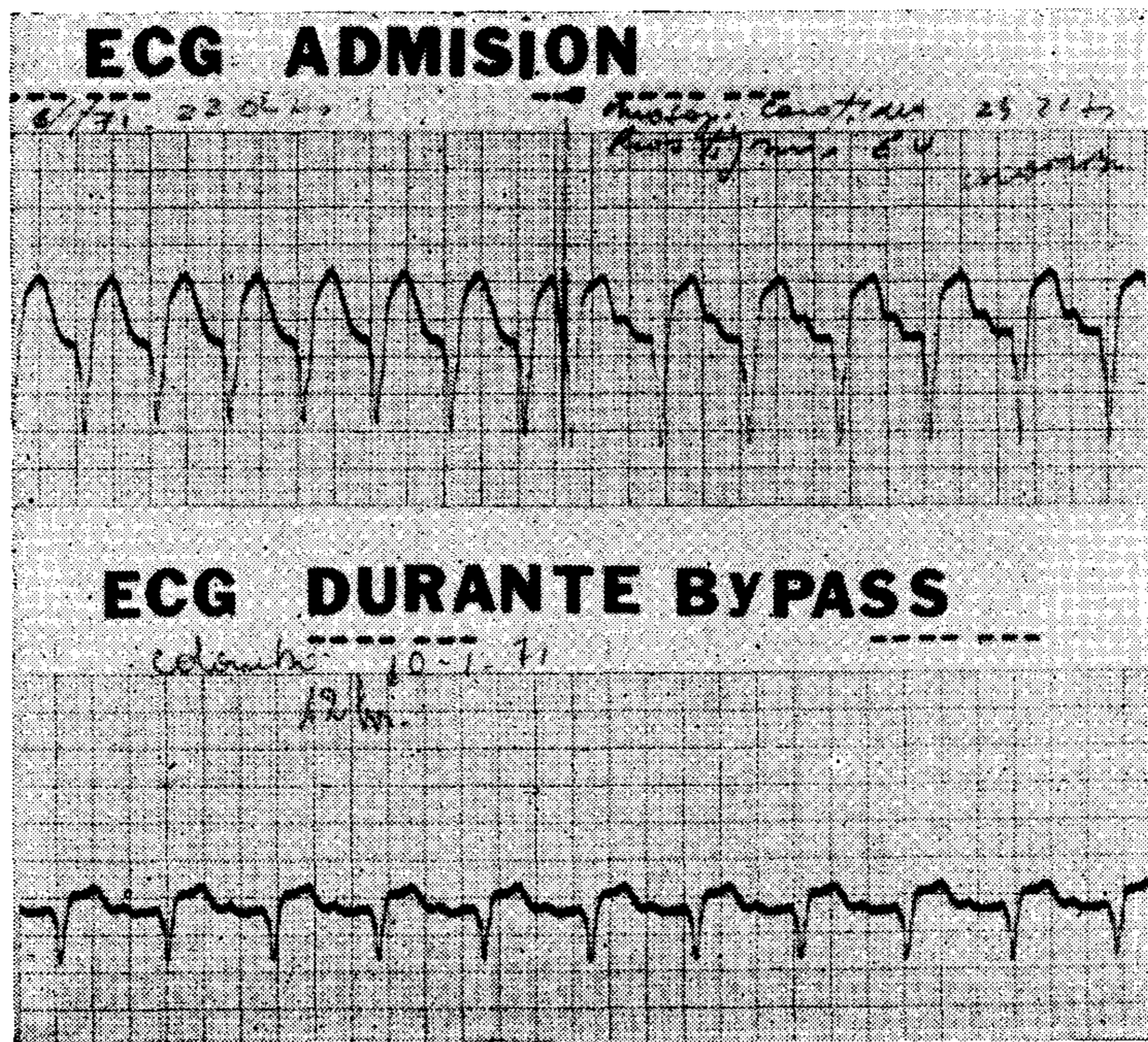


Fig. 1. — Trazados electrocardiográficos antes y después de comenzada la circulación asistida. Obsérvese la disminución de la frecuencia cardíaca observada desde el comienzo de la circulación asistida.

mantuvieron dentro de límites adecuados. La hemoglobina plasmática osciló entre 19 y 98 mg/% luego de 8 horas de circulación asistida ininterrumpida. Los valores de úrea plasmática no decrecieron, ya que esta paciente llevaba más de 24 horas de anuria y presentaba indiscutiblemente una necrosis tubular aguda renal. Luego de discontinuado el procedimiento, la paciente se mantuvo con presión arterial adecuada y signos de mejoría clínica. Tres horas después de discontinuado el procedimiento la paciente falleció en forma brusca.

La segunda paciente fue un caso más desesperado y con mínimas esperanzas de recuperación. Como se mencionara anteriormente, esta paciente hizo un episodio de fibrilación ventricular en el curso de la asistencia circulatoria y como para ese entonces las posibilidades de recuperación eran nulas, decidimos observar si las afirmaciones de Evans y col. eran correctas. Para nuestra sorpresa durante los 30 minutos en que estuvo en fibrilación ventricular (ver figura) la paciente se encontraba orientada en cuanto a tiempo y espacio, respondía a simples preguntas

y movía levemente ambos brazos. La auscultación pulmonar prolija no nos indicó ningún signo de encharcamiento pulmonar motivado por un éstasis a nivel pulmonar. Estos hallazgos confirmaron las descripciones de flujo sanguíneo inverso que mencionaba el trabajo de Evans. Igualmente pareciera que el F.E.C. de 1.900 ml/min, sería suficiente para mantener una perfusión cerebral adecuada, ya que en ningún momento observamos deterioro o signo de lesión cerebral. Esta paciente, al igual que la anterior, disminuyó la frecuencia cardíaca alta en que se hallaba, desaparecieron los signos de vasoconstricción periférica y las funciones mentales se agilizaron una vez comenzada la circulación asistida.

En los dos casos el bypass parcial venoarterial disminuyó la frecuencia cardíaca, elevó la presión arterial media, agilizó las funciones mentales e hizo desaparecer los signos de vasoconstricción periférica. En el primer caso restableció la producción de orina y en el segundo mantuvo a la paciente en condiciones aparentemente basales durante los 30 minutos de fibrilación ventricular. El méto-

# EVOLUCION ELECTROCARDIOGRAFICA

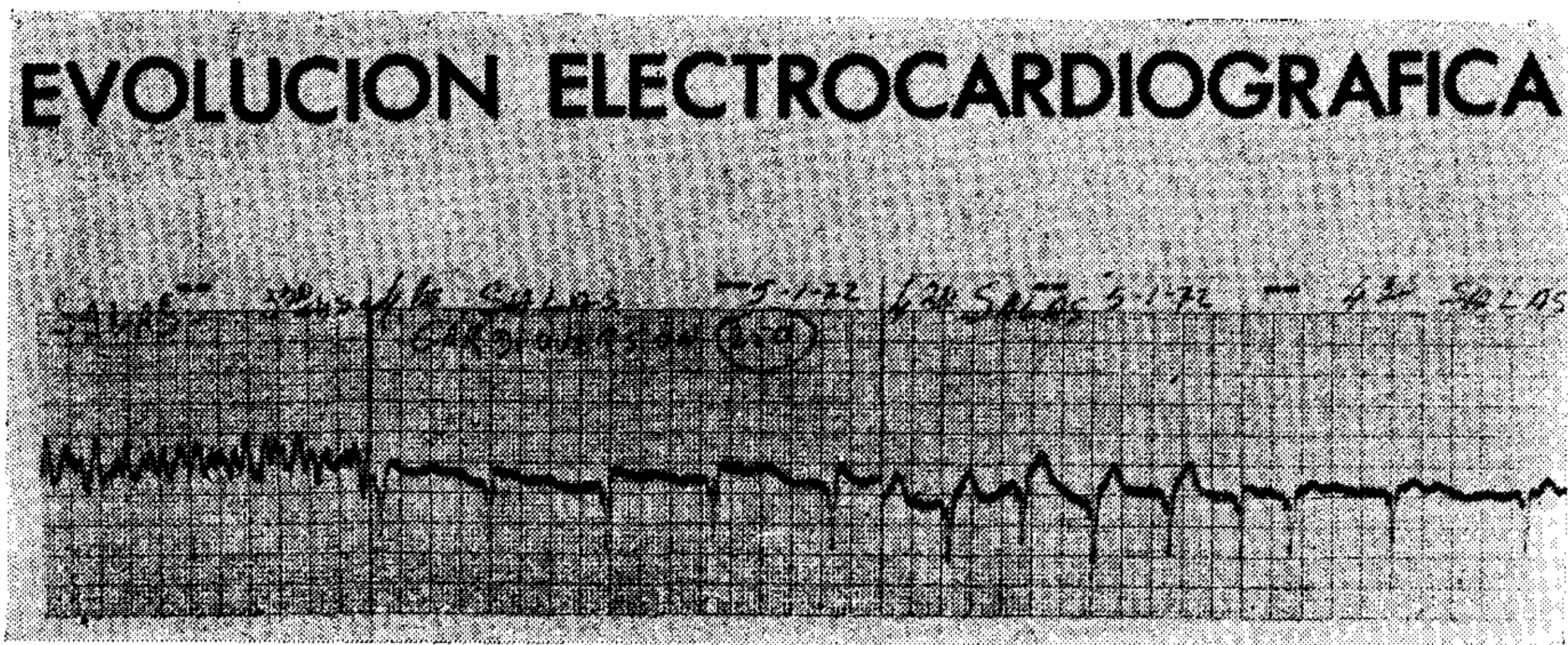


Fig. 2.—Trazado electrocardiográfico de la segunda paciente. El episodio de fibrilación ventricular es tratado luego de 30 minutos con un choque de 250 joules, que convierte a un ritmo supraventricular.

do no mostró incrementar importante-mente la hemoglobina plasmática ni producir desequilibrios importantes del medio interno a pesar de que ambas pacientes estaban en cuadro de anuria por más de 24 horas.

Nosotros pensamos que en los casos en que ha fracasado la terapia convencional y con las reservas que este procedimiento merece, las indicaciones serían: auxiliar de la circulación mientras se hacen estudios hemodinámicos y angiográficos con vistas a diagnosticar y posibilitar el ulterior tratamiento quirúrgico; soporte circulatorio hasta que se practique la intervención quirúrgica (reemplazo valvular, infartectomía, bypass aorto-coronario, cierre de CIV adquirida, etc.); conservación de la circulación de un presunto donador, con vistas al transplante de órganos; caso de fibrilación ventricular recurrente; colapso severo por shock séptico; embolia pulmonar y tratamiento del shock cardiogénico, cuando se piense que hay suficiente miocardio viable y recuperable.

## SUMMARY

*Different methods of assisted circulation have been proposed as the correct treatment of many cardiovascular emergencies such as: septic shock, cardiac arrest, pulmonary insufficiency, intractable congestive heart failure, cardiogenic shock, etc.*

*In this paper we described two old patients with acute myocardial infarction, advanced peripheral collapse and severe detriment of their vital functions who were treated by a method of assisted circulation. One of the*

*patients was in ventricular fibrillation for 30 minutes while her circulation was kept with mechanical assistance. During that period of time the patient did not increase the detriment in her vital functions, the patient maintained a short conversation and did not have signs of increased pulmonary congestion.*

*In our cases we utilized the venous-arterial partial bypass with oxygenation. The venous blood was drained by gravity into the oxygenator and then pumped into the femoral artery with the help of a Debaquey type of roller pump. The system was primed with Ringer's Lactate. The perfusion flow ranged between 700 and 1.900 ml/min. The patients breathed ambient air through a Campbell's mask.*

*The simplicity and innocuity of the method, as well as its indications are discussed.*

## BIBLIOGRAFIA

1. Worthington Schenk; Anders Delin; Frank Camp; Khlar E. Donald; Lawrence Pullock; Gage Andrew and Chardack William. "Assisted circulation". Arch. Surg. 88: 327, 1964.
2. Ruiz, U.; Soroff, H. S.; Birtche-I, W. C.; Many, M.; Giron, F. and Deterling, R. A.: "Assisted circulation by synchronous pulsation of extramural pressure". J. Thor & Card. Surg. 56: 832, 1968.
3. Wyant, J.; Turmbull, A.; Maclean, L. D. and Dobell, A. R.: "The effect of post-systolic myocardial perfusion following acute coronary occlusion". Surgery, 62: 499, 1967.
4. Golfarb, D.; Conti, C.; Brown, B. and Gott, V.: "Treatment of severe cardiogenic shock by diastolic augmentation after ligation and division of left circumflex coronary artery in dogs". J. Thor. & Card. Surg. 51: 783, 1966.
5. Sugg, W.; Webb Watts, R. and Cook, W.: "Assisted circulation" (collective review). Ann. Thor. Surgery. 3: 247, 1967.

6. de Baakey, M. and Kennedy, J.: "Symposium on advances in assisted circulation. Mechanical circulatory support" (Current Status. Amer. J. Card. 27: 1, 1971.
7. Baird, R.; Lacrosse, C. and Lajos, T.: "Survey of mechanical assistance of the circulation and the present status of left heart bypass". Canad. Med. Ass. J. 95: 646, 1966.
8. Evans, D.; Miyagishima, R.; Tutassaura, H.; Ameli, M. and Ronald, B.: "The effects of closed chest venoarterial bypass with oxygenation cardiopulmonary hemodynamics". J. Thor. & Card. Surg. 62: 76, 1971.
9. Galletti, P.: "Bypass cardiopulmonar experimental y circulación auxiliada". Prog. en Enfermedades Cardiovasculares. XXI: 345, 1969.
10. Stuckey, J. and Dennis, C.: "Venarterial pumping with oxygenation to support the failing heart". In conference on mechanical devices to assist the failing heart. Washington, D. C. National Research Council. 1966.
11. Galletti, P.: "Partial extracorporeal circulation for mechanical assistance to the failing heart". Amer. J. Cardiol. 7: 227, 1961.
12. Galletti, P. and Salisbury, P. F.: "Partial extracorporeal circulation in closed chest dogs". J. Appl. Physiol. 14: 684, 1959.
13. Sarnoff, S.; Braunwald, E.; Welch, G. E.; Case, R.X and Curz, R.: "Hemodynamic determinants of oxygen consumption of the heart with special reference to the time/tension index". Amer. J. Physiol. 192: 138, 1958.
14. Salisbury, P.; Bor, N.; Levin, R.; and Rieben, P. A.: "Effect of partial and total heart lung bypass on the heart". J. Appl. Physiol. 14: 458, 1959.
15. Snider, M. and Galletti, P.: "Left ventricular adaptation to partial heart lung bypass and arteriovenous pumping". Trans. Amer. Soc. Artif. Organs. 14: 311, 1968.
16. Malach, M.: "Peritoneal dialysis for intractable heart failure in acute myocardial infarction". Amer. J. Cardiol. 29: 61, 1972.