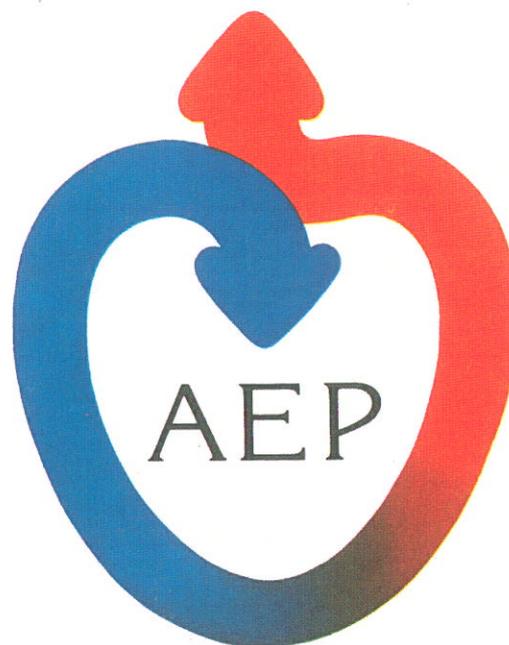


REVISTA

Mayo 1982

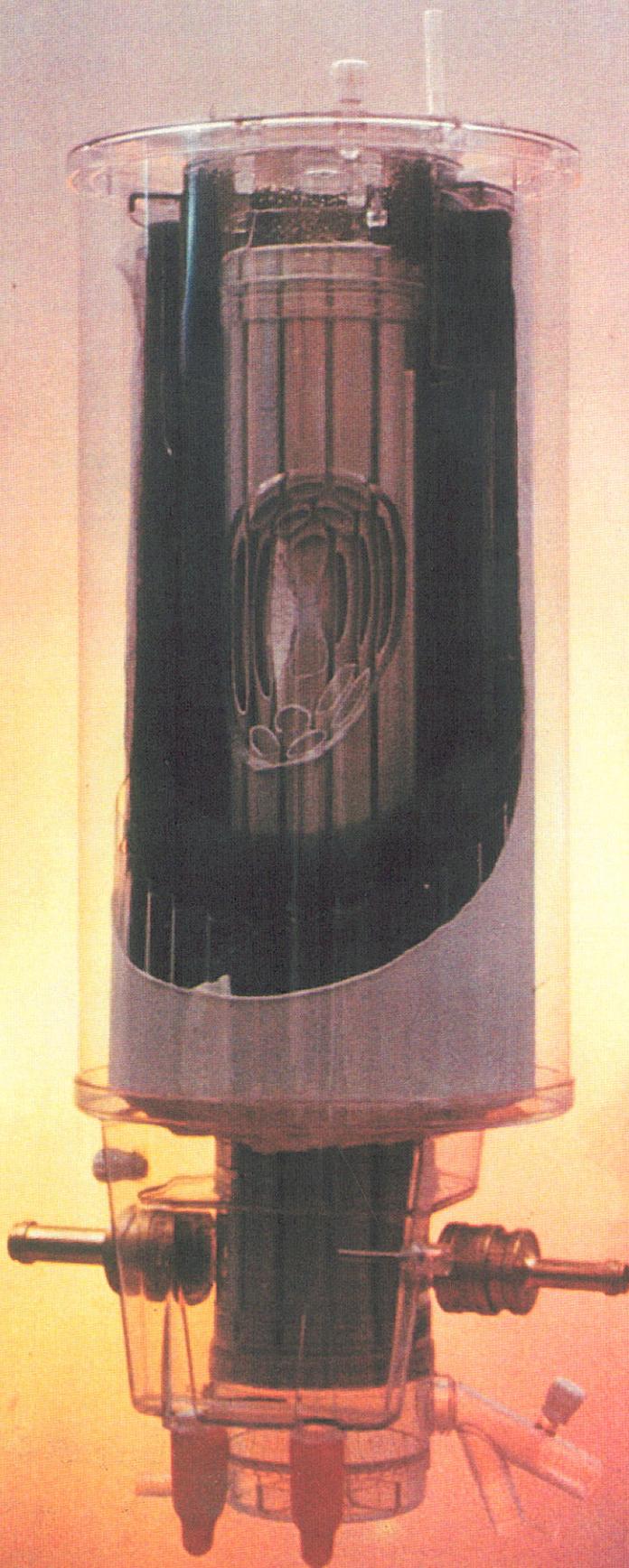
Nº 3

DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA  
DE PERFUSIONISTAS



Un nuevo amanecer en Oxigenación

H-1500



  
WILLIAM HARVEY

 **PRIM**, S.A.  
SUMINISTROS MEDICOS  
Jorge Juan, 141  
Madrid-28

**COMITE DE REDACCION :**

**Srta. M<sup>a</sup> Carme Ayats**  
Hospital Clinic i Provincial  
Barcelona

**Dr. Rafael Bosch**  
Ciudad Sanitaria Seguridad Social  
Barcelona

**Srta. Rosa Molera**  
Centre Quirurgic Sant Jordi  
Barcelona

**Srta. M<sup>a</sup> Angeles Siesto**  
Centre Quirurgic Sant Jordi  
Barcelona

**COMITE DE SELECCION**

**Dr. Rafael Bosch**  
Ciudad Sanitaria Seguridad Social  
Barcelona

**Dr. Juan Navia**  
Ciudad Sanitaria Provincial  
Madrid

**Dr. Heribert Solanes**  
Hospital Santa Creu i Sant Pau  
Barcelona

**Srta. M<sup>a</sup> del Rosario Solchaga**  
Centro Médico Marqués de Valdecillas  
Santander

**PUBLICIDAD :**

**Srta. Dolors M<sup>a</sup> Grau**  
Hospital Creu Roja  
Barcelona

**DISTRIBUCION :**

**Srta. Antonia Solé**  
Ciudad Sanitaria Seguridad Social  
Bellvitge, Barcelona

**Srta. Rosa Paloma**  
Ciudad Sanitaria  
Valle Hebrón Infantil. Barcelona

**DIRECCION :**

**Srta. Marta Sánchez**  
Hòspital Clinic i Provincial  
Barcelona

**SEDE DE LA REVISTA Y SECRETARIA NACIONAL :**

**Srta. Rosa Garín**  
Servicio de Cardiología  
Hospital Santa Creu i Sant Pau  
C/. Sant Antoni M<sup>a</sup> Claret, 167  
Tel. 347 31 33 ext.: 182  
Barcelona - 25

**SECRETARIA EXTRANJERO**

**Srta. Margarita Olivares**  
Departamento de Cirugía Cardíaca  
Ciudad Sanitaria Príncipes de España  
C/. Freixa Llarga, s/n.  
Tel. 335 70 11 ext.: 300  
Bellvitge. Barcelona

Impreso en: Quatre Tintes, S.A. Barcelona.

**SUMARIO**

- Editorial ..... 4
- Normas de publicación ..... 5
- Importancia del flujo pulsátil en circulación extracorporea:  
*Dr. M. Concha Ruiz. Ciudad Sanitaria "Reina Sofia". Córdoba* ..... 6
- Asistencia circulatoria izquierda prolongada, con la técnica de Litwak: *F. de la Fuente, C. Hormaechea, M<sup>a</sup> S. Blanco, R. Solchaga. Centro Médico Nacional "Marqués de Valdecillas". Santander* ..... 11
- Hemodiálisis simultánea a la circulación extracorpórea. Intervención de urgencia en pacientes con insuficiencia renal crítica: *J.L. Moles, J.L. Medina. Ciudad Sanitaria "Reina Sofia". Córdoba* ..... 17
- Aspectos tecnológicos de la perfusión en cirugía cardíaca: *A. Iatridis. Pacific Medical Center. San Francisco. California. EE.UU.* ..... 21
- Información ..... 29
- Notas de la Asociación ..... 30
- Lista de Asociados ..... 31
- Socios de honor ..... 32
- Lista de Hospitales ..... 32



Las cosas nunca vienen por sí solas, ni hemos de esperar que la fortuna nos depare la suerte de ponerla en nuestras manos. Cuando algo nos interesa hemos de realizar el esfuerzo necesario para conseguirlo. Nuestra tarea es árdua.

Los problemas actuales de ATS y Diplomados, la especialidad en Cardiología, la reestructuración sanitaria inacabada y su falta de planificación global, hacen que la AEP no esté ya encuadrada en el lugar que le corresponde y con la cualificación que requiere.

Otros países con más veteranía ya lo lograron hace tiempo, y con su particular idiosincrasia cada uno lo hizo a través de su camino más idóneo.

Nosotros, circunstancias y tiempo, solo tenemos hoy un camino a emprender, y el momento ya ha llegado. Descubrir el interés por una disciplina, el trabajo perseverante y el afán de superación en su realización, ha sido el método con el que los grupúsculos de vanguardia han creado los campos que después se convirtieron en Especialidad dentro de su materia. Este es el caso de muchas Escuelas Profesionales y de Especialidades médicas y paramédicas, jóvenes unas, otras con solera, que existen, viven y luchan. Y luchando y progresando han conseguido en muchos casos el reconocimiento de que su labor era de auténticos expertos en el campo que trabajan.

Basados en estas experiencias nuestro camino es honesto y claro:

1) iniciar cursos de perfeccionamiento, 2) continuar con cursos regulares de formación en técnicas de perfusión, 3) mantener reuniones de trabajo, congresos, etc., 4) Promocionar la Revista, que es nuestro medio de expresión, 5) y llegar a la creación de especialistas.

Si la planificación sanitaria no contempla hoy esta rama tendremos que demostrar (como otros lo hicieron) en un futuro muy próximo su ineludible necesidad. Que sea autónoma o dentro de ATS-Cardiología impartida en Escuela Universitaria u otra, etc., son puntos que deberán tratarse cuando las uvas maduren. Ahora, prosigamos con nuestros programas de formación con todo el rigor posible, en beneficio de nuestra profesión, de nuestra sociedad, y en consecuencia, de nuestra Medicina.

COMITE DE REDACCION



- 1.- Se publicarán trabajos relacionados con su especialidad y otros afines que se consideren de interés.
- 2.- Los trabajos serán remitidos por el autor a la Secretaría de la Revista: Hospital de la Sta. Creu i Sant Pau. c/ Sant Antoni Ma. Claret, 167 (Servicio de Cardiología) Barcelona.
- 3.- Los originales aceptados, quedan como propiedad permanente de la A.E.P. y no podrán ser reimpresos sin permiso escrito del editor.
- 4.- En los que hayan sido publicados anteriormente se especificará: fecha de publicación, nombre de la revista y se incluirá autorización editorial.
- 5.- En caso de extravío de un trabajo, la dirección de esta revista declina toda responsabilidad, por lo que se recomienda al autor guarde la copia del mismo.
- 6.- El Comité de Redacción acusará recibo de los originales recibidos, e informará acerca de su aceptación y la fecha aproximada en que podrá ser publicado según necesidades de impresión y compaginación.
- 7.- La extensión del trabajo nunca excederá 15 hojas tamaño folio (exceptuando bibliografía), mecanografiadas a doble espacio y una sola cara dejando un margen a la izquierda de 5 cm. y 1 cm. a la derecha, numeradas correlativamente y en el siguiente orden:

1º. (en un folio)

- a) Título del Trabajo
- b) Nombre y apellidos del autor o autores.
- c) Cargos que ostentan.
- d) Nombre y dirección del Centro de Trabajo.

2º. (en un folio sólo)

RESUMEN: En unas 150 palabras debe expresarse el motivo del trabajo, el método seguido, resultados y conclusiones.

### 3º. TEXTO

El texto a continuación, deberá constar de los siguientes apartados:

- 1) Introducción
- 2) Material y método
- 3) Resultados
- 4) Discusión
- 5) Conclusiones

### 4º. BIBLIOGRAFIA (redactada en folio aparte)

Numerada por orden de aparición en el texto, donde constará la enumeración de la cita.

Serán redactadas según las siguientes normas:

- Artículos: -Apellidos e inicial del autor o autores.  
-Título del trabajo  
-Abreviatura internacional de la revista  
-Vol.: páginas, año de publicación
- Libros: -Apellidos e inicial del autor o autores.  
-Título del libro  
-Editorial, páginas, ciudad y año.

Se recomienda incluir los de especial interés y las de reciente revisión, procurando no sobrepasar 25 citas.

### 5º. TABLAS, ILUSTRACIONES Y FOTOGRAFIAS:

Cada tabla, esquema o ilustración, debe ser confeccionada en folio aparte. Se recomienda tinta china en la construcción de tablas y esquemas que irán numeradas en la parte inferior según el orden de exposición en el texto y con un título informativo. Las fotografías en papel brillo tamaño 10 x 13 llevarán al dorso el nombre del autor y el número de orden. Al pie del folio irá la explicación de las abreviaturas.

En folio aparte, y con el mismo número de orden y título informativo, se mecanografiará a doble espacio la explicación de la tabla, esquema o fotografía, procurando ser breve y concreto.

- 8.- El Comité de Redacción se reserva el derecho de no aceptar trabajos que no se ajusten a las presentes instrucciones, así como, previamente a su aceptación sugerir las modificaciones que considere necesarias.

COMITE DE SELECCION Y REDACCION  
DE LA REVISTA A.E.P.

# IMPORTANCIA DEL FLUJO PULSATIL EN CIRCULACION EXTRACORPOREA\*

Dr. M. CONCHA RUIZ  
Servicio de Cirugía Cardiovascular  
C.S. "REINA SOFIA"  
Córdoba

(\*) Conferencia de la III Asamblea Nacional de A.E.P. Córdoba, Octubre 1981

## INTRODUCCION

La importancia del flujo pulsátil ha sido muy debatida a lo largo del tiempo, desde el inicio experimental de la circulación extracorpórea. No es por tanto, un concepto nuevo, pues ya PARSON Y MCMASTER en 1938 señalaron la importancia fisiológica del mismo.

A pesar del conocimiento de sus efectos favorables, su empleo convencional no ha sido aceptado totalmente en las últimas dos décadas. Ello, sin duda, ha sido en gran parte condicionado a las dificultades técnicas de obtener un adecuado flujo pulsátil.

En la actualidad, el disponer de un mejor conocimiento fisiopatológico, clínico y experimental de los efectos del flujo pulsátil, junto a la posibilidad de disponer de sistemas técnicos adecuados, ha hecho despertar un mayor interés en los últimos años.

## MECANISMOS FISIOPATOLOGICOS

Se han barajado distintas teorías sobre mecanismos fisiopatológicos que explican los efectos beneficiosos del flujo pulsátil.

### A. Efecto sobre la Microcirculación

El flujo pulsátil favorecería el flujo capilar a nivel de la microcirculación que viene regulado fundamentalmente por los esfínteres capilares, y estos, por su estructura muscular pueden ser influenciados por una serie de factores humorales y físicos. Dicho esfínter precapilar mantiene lo que

denominamos "una presión de cierre" la cual tiene que ser superada para mantener un flujo adecuado.

En situaciones de flujo no pulsátil, existiría una gran parte del lecho capilar no patente y la sangre podría derivar por shunt arteriovenosos o por los canales preferenciales sin pasar por la verdadera red capilar. Esto ha podido ser demostrado en diversos estudios experimentales, como los de TAKEDA y MATSUMOTO.

Por su efecto favorable sobre la microcirculación el flujo pulsátil tendería a un incremento en el flujo linfático e intersticial y a un mayor flujo capilar verdadero.

### B. Teoría sobre "gradiente de energía"

En 1966 SHEPPARD y cols. proponen que la producción del flujo sanguíneo no depende exclusivamente de un gradiente de presión entre un territorio y otro, sino más bien de un "gradiente de energía", derivada de la onda pulsátil.

La pulsatilidad del flujo arterial conllevaría una producción de energía a nivel celular y una mejor difusión celular.

Según esta teoría de SHEPPARD, existiría un flujo arterial medio más alto cuando se utiliza flujo pulsátil que cuando el flujo no es pulsado siendo la presión de perfusión la misma.

### C. Mecanismos neuroendocrinos.

Es bien conocido, que los receptores de presión del seno carotídeo no sólo pueden ser estimulados por niveles de esta presión, sino también por las características de pulsatilidad de la onda arterial.

TABLA I

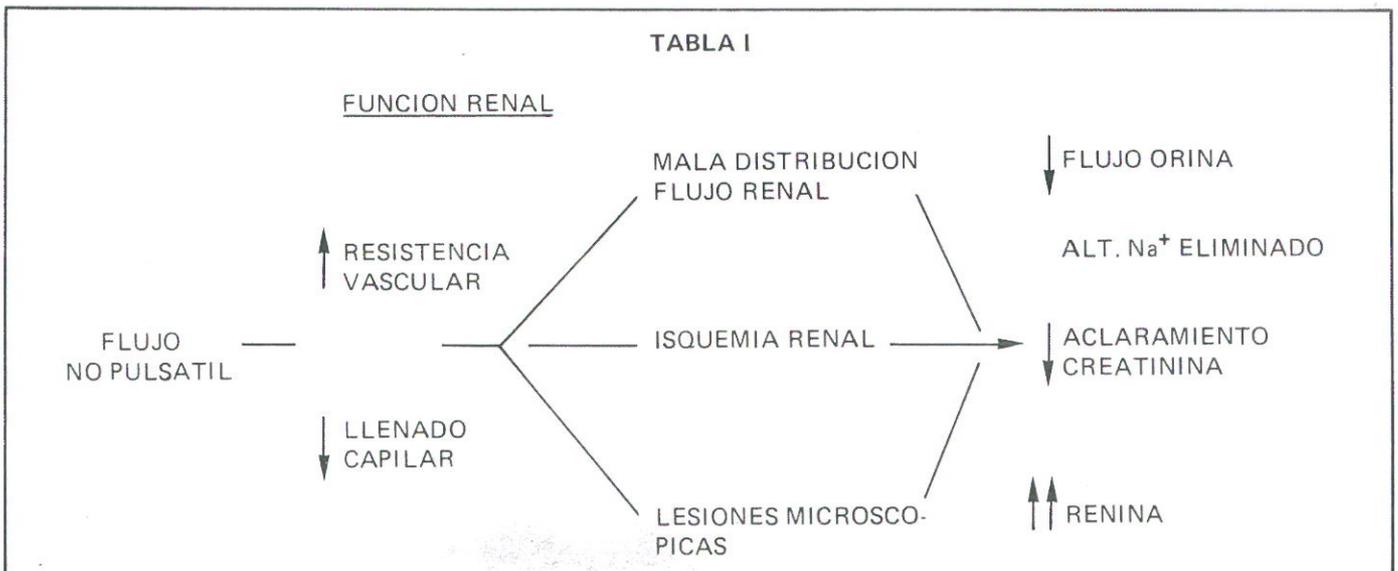
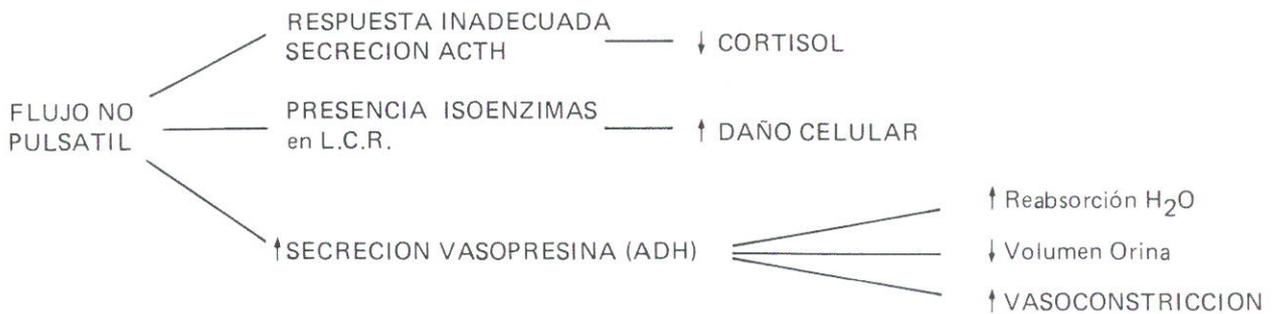


TABLA II

FUNCION CEREBRAL



El cambio de perfusión pulsátil a no pulsátil provoca un incremento marcado en la descarga de los barorreceptores carotídeos.

Esos estímulos podrían iniciar a nivel central unos reflejos neurales directos, así como favorecer la secreción de sustancias humorales vasoconstrictoras; ambos condicionarían la creación de una vasoconstricción refleja a nivel capilar.

**EFFECTOS METABOLICOS**

**A. Función Renal**

La función renal ha sido muy estudiada por los diversos autores en lo que respecta al flujo pulsátil y no pulsátil. Existen diversos estudios concluyentes en los que se demuestra que el flujo pulsátil fundamentalmente preserva y favorece el flujo renal cortical.

Sin embargo, otros autores piensan que las diferencias entre flujo pulsátil y no pulsátil sobre la función renal, se deben a otros mecanismos independientes de una redistribución del flujo renal cortical. En el flujo no pulsátil se han podido demostrar (Tabla I) una serie de eventos, más o menos frecuentes, que conducirían a un aumento en la resistencia vascular y también a una disminución del llenado capilar. Todo ello, podría conllevar a una isquemia renal con disminución del flujo de orina y del aclaramiento de creatinina y con incremento en la excreción de renina, así como, a la existencia de lesiones microscópicas tubulares.

Estas alteraciones sobre la función renal, son menos evidentes cuando se mantiene un flujo elevado y en condiciones de normotermia.

**B. Función Cerebral**

En diversos estudios se han observado cambios celulares a nivel cerebral, con el empleo de circulación no pulsada. Asimismo, se ha demostrado una respuesta pituitaria inadecuada, sobre todo a nivel del lóbulo anterior, con una disminución en la eliminación de ACTH y una reducción consiguiente en la secreción adrenal de cortisol. (Tabla II).

Recientemente, se han llevado a cabo estudios enzimáticos que demuestran la existencia de niveles muy altos de isoenzimas específicos en el líquido cefalorraquídeo cuando se realiza perfusión no pulsátil, indicando cierto grado de afectación o injuria celular cerebral.

Otro de los aspectos estudiados, sobre todo por el grupo del Hospital General de Massachusetts (Boston) ha sido la secreción de hormona antidiurética (ADH) o vasopresina,

La ADH es un octapéptido, cuya vida media es de 15' y se elimina en el lóbulo anterior de la hipófisis.

La ADH presenta unas acciones específicas, como el aumento de reabsorción de agua a nivel del túbulo distal, que condiciona una disminución en el volumen de orina. Es un potente vasoconstrictor a grandes dosis.

El incremento en la secreción de ADH es condicionado por diversos factores, entre los que destacan: la técnica anestésica (Fluothane), el hecho mismo de la C.E.C. y, muy importante, la ausencia de flujo pulsátil.

**EFFECTOS HEMODINAMICOS**

**a. Efectos hemodinámicos generales. (Tabla III)**

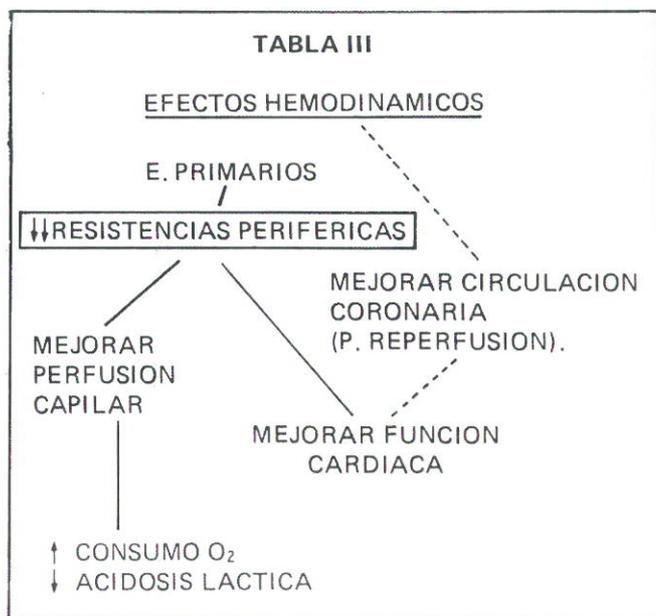
Existe un acuerdo general entre casi todos los investigadores, en que la perfusión con flujo pulsátil va asociada a una disminución importante de las resistencias periféricas, durante el periodo de perfusión. Es pues, el efecto hemodinámico más importante. Esto nos va a condicionar un incremento del flujo a nivel de la microcirculación, y por tanto, a una mejoría de la perfusión capilar. Ello supone: una disminución en la acidosis láctica y un aumento en el aporte de oxígeno a los distintos sustratos orgánicos.

En cuanto a su efecto sobre el corazón, habría que considerar como efecto primario una mejoría sobre la circulación coronaria, aunque esto es discutible pues lógicamente el mayor tiempo de flujo pulsátil se realiza con clampaje aórtico, y veremos que este aspecto merece una consideración posterior en lo que llamamos periodo de reperusión.

Por otro lado, la disminución de las resistencias periféricas tiene una notable consecuencia sobre la mejoría de la función cardiaca de una manera secundaria, todos conocemos la importancia que tienen las resistencias periféricas o postcarga en la función cardiaca, como gran determinante de la función ventricular izquierda.

El empleo de flujo pulsátil durante el by-pass cardiopulmonar, ofrece la posibilidad de prevenir o minimizar la elevación de las resistencias periféricas, durante la perfusión y en el postoperatorio.

El mecanismo etiológico por el cual la perfusión pulsátil ejercería su efecto hemodinámico, permanece todavía en controversia y en él, entrarían lo que anteriormente hemos discutido: los mecanismos reflejos barorreceptores, el aumento de catecolaminas, etc. Sin duda, uno de los sistemas más importantes es el de la renina-angiotensina, cuyo incremento durante la perfusión no pulsátil ha sido demostrado por diversos autores.

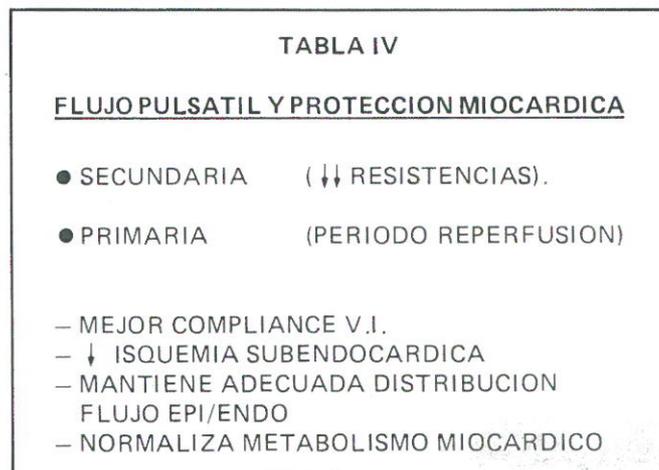


Con el empleo de sustancias específicas inhibidoras de la angiotensina-2, se ha podido demostrar una reducción importante en las resistencias periféricas en flujo no pulsátil, lo que nos vendría a sostener la teoría de que la angiotensina-2 es el factor primordial en el desarrollo del aumento de la resistencia vascular periférica, durante y después de la perfusión no pulsátil.

#### b. Papel del Flujo Pulsátil en la Protección Miocárdica

Todos conocemos que durante una intervención cardiaca, el mayor tiempo del periodo de perfusión se realiza con isquemia coronaria, lo que lógicamente no permite en esos momentos el efecto directo del flujo pulsátil sobre el corazón. De ahí, que el papel del flujo pulsátil en la protección miocárdica debemos considerarlo desde dos enfoques distintos: (Tabla IV).

1. Existiría un efecto secundario del flujo pulsátil sobre el corazón, en lo que respecta a la disminución de las resistencias periféricas después del by-pass. Ya hemos señalado anteriormente, cómo la postcarga es uno de los determinantes más importantes de la función cardiaca.
2. Por otro lado, debemos considerar el efecto primario del flujo pulsátil en la protección miocárdica, que vendría condicionado por su empleo durante el periodo de reperfusion.



Ciertamente, las medidas más importantes sobre la protección miocárdica, deben ser realizadas durante el periodo de isquemia, pero dicha protección de la función y metabolismo cardiacos, pueden ser empeoradas o mejoradas por diversas manipulaciones en el periodo de reperfusion.

Diversos factores contribuyen a favorecer ese periodo de reperfusion: composición del llenado, osmolaridad, aporte energético, minimizar el trabajo ventricular, etc. La *contrapulsación* parece uno de los métodos más lógicos para el soporte miocárdico durante dicho periodo, lo que permitiría una normalización del metabolismo cardiaco tras la isquemia por su efecto favorable sobre el flujo coronario.

Con diversas técnicas de flujo pulsátil, podemos realizar contrapulsación intraoperatoria, tras la isquemia miocárdica durante el periodo de reperfusion.

#### ASPECTOS TECNICOS

a) Aspectos Hematológicos. Como decíamos en la introducción, la falta de aceptación del flujo pulsátil como un método convencional, ha sido motivada fundamentalmente, por las dificultades técnicas en obtener un adecuado flujo pulsátil, desde un punto de vista hematológico.

Ciertamente, los primeros intentos de empleo de flujo pulsátil condicionaban un alto índice de hemólisis.

Más recientemente, se ha puesto en evidencia que la perfusión pulsada, con las distintas técnicas de que disponemos en la actualidad, no conllevan un mayor índice de hemólisis que el flujo continuo. Asimismo, tampoco se ha demostrado ningún aumento en la destrucción de plaquetas, etc.

b) Dispositivos técnicos. Como se indica en la (Tabla V) existen diversas técnicas para conseguir flujo pulsátil, algunas de ellas descritas desde hace años. Esencialmente, podemos resumirlas en dos mecanismos fundamentales:

- 1) Métodos basados en la utilización de un balón inflable interpuesto en la línea de perfusión arterial, como dispositivo adicional, o bien, con balón intraaórtico clásico de contrapulsación. (AVCO-ROCHE, DATASCOPE, etc.)
- 2) En segundo lugar, tendríamos otro conjunto de técnicas basadas en una modificación de la máquina de C.E.C., ya sea, por una modificación en la configuración de los tubos con la colocación de dispositivos adicionales, o por la posibilidad de disponer de una bomba pulsátil sincronizada (COBE-STOCKERT).

En nuestra experiencia, los sistemas de rodillo con bom-

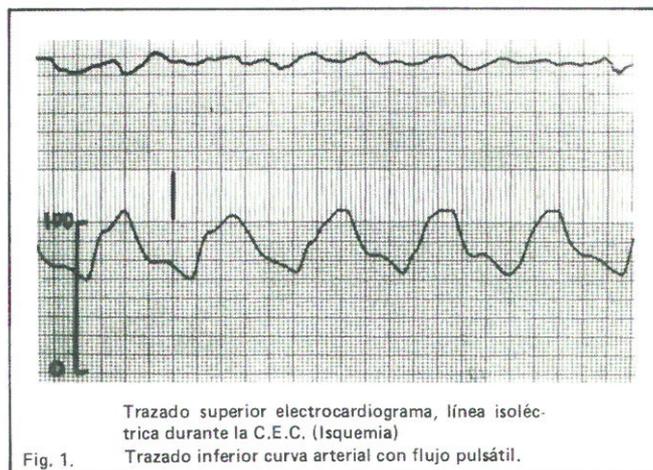


Fig. 1.

**TABLA V**

(BASADO ESTUDIOS CLINICOS). (1981)

- ↓ RESISTENCIAS PERIFERICAS
- ↓ VOLUMEN TRANSFUSION
- ↑ VOLUMEN ORINA, ↓ ADH.
- NO ↑ HEMOLISIS.
- MEJORA PROTECCION MIOCARDICA.
- POSIBILITA CONTRAPULSACION.
- ↓ MORBILIDAD Y MORTALIDAD.
- DISPONEMOS METODOS
  - SENCILLOS
  - ECONOMICOS

ba sincronizada poseen una serie de posibles ventajas, como son: la facilidad de manejo, no conllevar gasto adicional, no precisar montaje especial en circuito de perfusión, etc. Los patrones obtenidos en la morfología de la curva arterial (Fig. 1) son muy fisiológicos y al igual que en los sistemas de balón externo, siempre tenemos la posibilidad de contrapulsación intraoperatoria (Fig. 2).

Los sistemas de balón tienen como ventaja, que pueden ser utilizados en cualquier tipo de máquina de C.E.C., aunque conllevan un gasto adicional y quizás una mayor complejidad técnica por la necesidad de interposición del dispositivo en la línea arterial. Los patrones en la morfología de la curva arterial son similares a los obtenidos con las bombas sincronizadas.

**CONCLUSION**

A la luz de los conocimientos que tenemos actualmente sobre la utilización del flujo pulsátil en C.E.C., podríamos sintetizar que las ventajas más importantes derivadas de dicho empleo, basándonos en estudios clínicos actuales (Tabla VI) serían:

- 1) Disminución de las resistencias periféricas per y postoperatorias.
- 2) Aumento de la diuresis en el per y postoperatorio con una disminución importante de la hormona antidiurética.
- 3) No conlleva mayor hemólisis.
- 4) Puede mejorar la protección miocárdica directa o indirectamente, posibilitando las técnicas de contrapulsación intraoperatoria.
- 5) Parece conllevar una disminución de la morbimortalidad, condicionada por una perfusión más fisiológica y menos alteraciones metabólicas a nivel celular y de distintos órganos.
- 6) Poder utilizar, en la actualidad dispositivos técnicos de fácil manejo.

**BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA**

1. BOUCHER JK, RUDY LW and EDMUNS L. "Organ blood flow during pulsatile cardiopulmonary bypass". *J. Appl. Physiol*, 36, 86, 1974.
2. BREGMAN D, BOWMAN FO, PARODI EN et all. "An improved method of myocardial protection with pulsation during cardiopulmonary bypass". *Circulación (Sup. 11)*, 56; 157, 1977.
3. DUNN J. KIRSH MM, et all. "Hemodynamic, metabolic

**TABLA VI**

1. METODOS BASADOS EN BALON INFLABLE.  
(B.I.A.).  
(D.F.P.).

2. METODOS BASADOS MODIFICACION MAQUINA.  
– MODIFICACION TUBOS  
– DISPOSITIVOS ADICIONALES  
– BOMBA PULSATIL SINCRONIZADA.

effects of pulsatile cardiopulmonary by-pass". *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 68; 138, 1974.

4. BANDYMORE RW, MURPHY DA, KINLEY CE et all. "Does pulsatile flow influence the incidence of postoperative hypertension?". *Ann. Thorac. Surg.* 28; 261, 1979.
5. MATSUMOTO T, WOLFERTH C, and PERLMAN MH. "Effects of pulsatile and non pulsatile perfusion upon cerebral and conjunctival microcirculation in dogs". *Am. Surg.* 37; 61, 1971.
6. MEDINA JL y MOLES JL. "Nuestra técnica con flujo pulsátil". *Rev. Es. Esp. Perfusionistas.* 1; 32, 1980.
7. SHEPARD RB, SIMPSON DC and SHARP JF. "Energy equivalent pressure". *Arch. Surg.* 93, 730. 1966.
8. TAYLOR KM. "Why pulsatile flow during cardiopulmonary by-pass". In *Towards Safer Cardiac Surgery*, pp. 483, Ed. DB LONGMORE, 1980.
9. TAYLOR KM, MORTON JJ, BROWN JJ, BAIN WH and CAVES PK. "Hypertension and the renin-angiotensin system following open-heart surgery". *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 74; 840, 1977.
10. TAYLOR KM and all. "A comparative study of pulsatile and non pulsatile cardiopulmonary bypass in 325 patients". *Proc. Err. Soc. Artif. Org.* VI, 238, 1979.

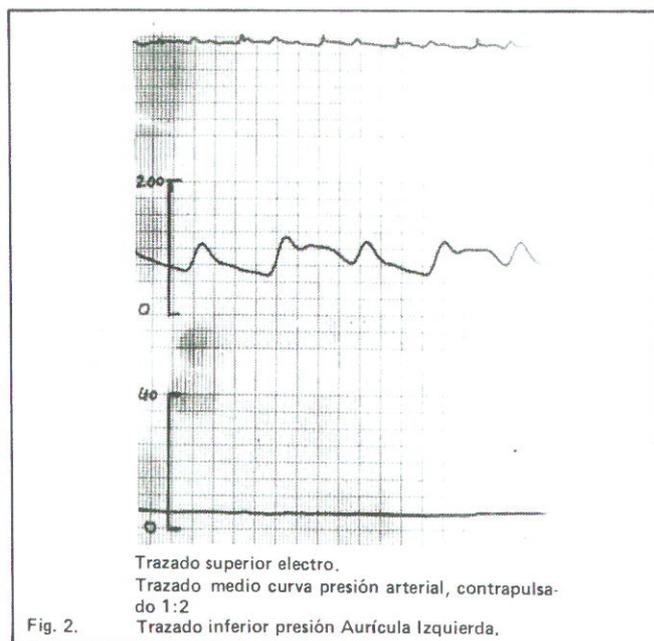


Fig. 2.

Trazado superior electro.  
Trazado medio curva presión arterial, contrapulsado 1:2  
Trazado inferior presión Aurícula Izquierda.

Distribuida por:  
**CiAMSA**  
Aparatos Médicos

c/ Llussá, 5  
BARCELONA-28  
Tels. 339 66 58

# BT795 AUTOTRANS<sup>®</sup>

AUTOTRANSFUSION  
IMPROVED  
SYSTEM



**didaco**

P.O. Box 87 - 41037 MIRANDOLA (Italy)  
Tel. 0535/20366 - Telex 213373



F. DE LA FUENTE, C. HORMAECHEA, M<sup>a</sup>. S. BLANCO, R. SOLCHAGA

Perfusionistas del Servicio de Cirugía Cardiovascular.  
Centro Médico Nacional "Marqués de Valdecilla".  
Santander.

## RESUMEN

Algunos enfermos por insuficiencia ventricular aguda no pueden salir de circulación extracorpórea (C.E.C.). Habitualmente para conseguir estabilizar la situación hemodinámica es necesario recurrir a un soporte farmacológico o a la contrapulsación. A pesar de ello, algunos pacientes siguen siendo refractarios a estos tratamientos. Por este motivo se están desarrollando métodos de asistencia circulatoria mecánica con bypass izquierdo post C.E.C.

Esta técnica consiste en la colocación de una cánula auricular izquierda y otra en aorta ascendente que son conectadas al exterior del circuito, sin reservorio, ni oxigenador y utilizando una bomba rotatoria standard. La asistencia se realiza con la esternotomía ya cerrada y por medio de obturadores permite interrumpirla o reanudarla a voluntad.

Nuestra experiencia se limita a cinco casos, con una sobrevivida. En nuestra opinión esta técnica tiene la ventaja de su simplicidad.

## INTRODUCCION

A pesar del amplio espectro y la creciente complejidad de la cirugía cardíaca, la mortalidad es actualmente baja en los pacientes con adecuada función miocárdica pre-operatoria. Sin embargo, la mortalidad hospitalaria es substancialmente mayor en aquellos cardiopatas con avanzada disfunción ventricular izquierda.

Aún cuando los métodos para valorar el estado de la contractilidad son todavía imprecisos, ante una fracción de eyección menor al 30 % o un índice cardíaco por debajo de los dos litros/m<sup>2</sup>/minuto, debemos tener presente que,

en el quirófano o en el postoperatorio inmediato, la posibilidad de un síndrome de bajo gasto es francamente elevada.

La reducción de la postcarga utilizando un balón de contrapulsación ha sido claramente demostrada permitiendo salir de bypass a muchos de estos paciente. A pesar de ello, un pequeño grupo necesitaría un soporte mecánico que permita mantener un flujo sistémico adecuado hasta la recuperación de la función miocárdica, en ocasiones deprimida por el propio acto quirúrgico.

Se han propuesto diversos métodos, aunque en la actualidad el descrito por LITWAK (1) parece reunir las condiciones más favorables para la utilización clínica.

Presentamos nuestra experiencia con este método de asistencia mecánica utilizado en cinco enfermos quirúrgicos.

## MATERIAL Y METODO

Este método consiste en la reducción de la precarga sustrayendo sangre de la aurícula izquierda y perfundiéndola en la aorta ascendente, a través de sendas cánulas interpuestas a una bomba (Fig. 1).

El método permite descargar el ventrículo izquierdo y tiene la ventaja sobre la extracorpórea convencional de no necesitar oxigenador y poder realizarse a tórax cerrado, permitir su interrupción y no necesitar la reapertura del tórax una vez finalizado.

Las cánulas diseñadas para esta técnica son de silastic, anguladas y terminan con dos anillos de Dacron para poder ser suturadas a las paredes de la aorta y de la aurícula izquierda, con la seguridad de obtener una buena hemostasia (Fig. 2). La cánula auricular izquierda es de 6.3 mm. y la aórtica de 4.8 mm. de diámetro interno. Asimismo, cada

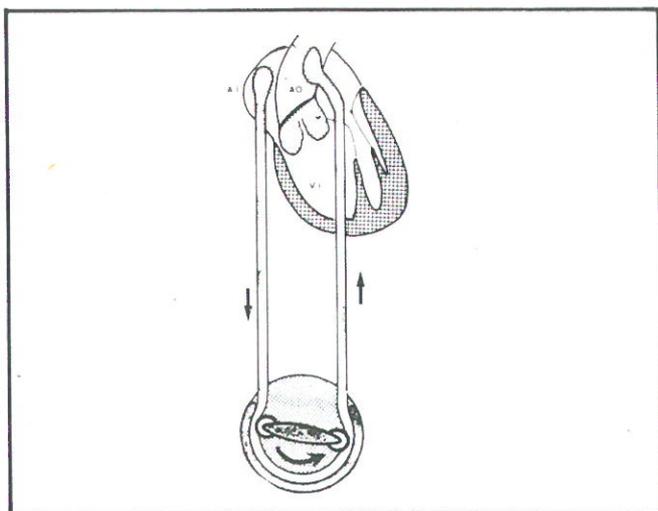


Fig. 1 — Asistencia izquierda. Método de LITWAK.

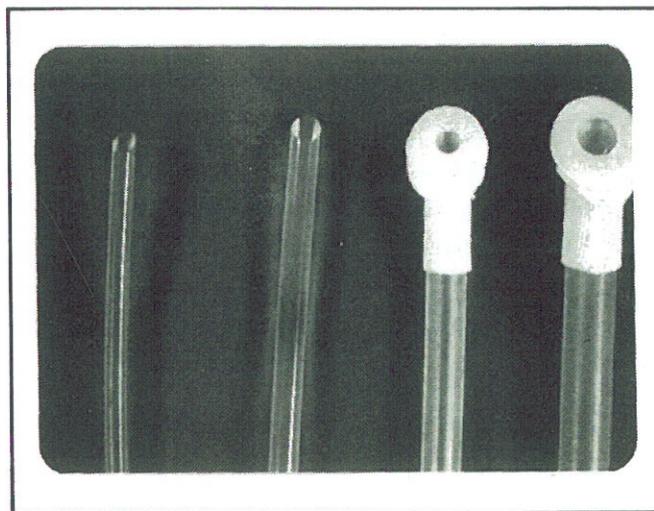


Fig. 2 — Cánulas de asistencia con sus obturadores.

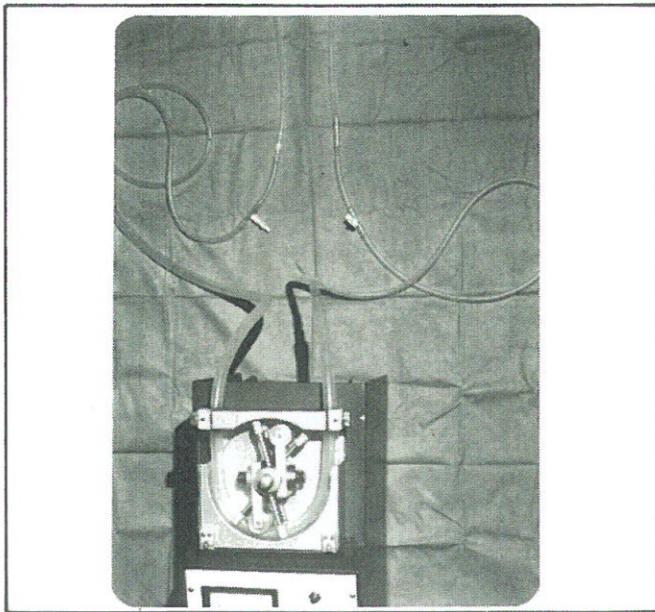


Fig. 3 — Circuito.

cánula va provista de un obturador.

El circuito, normalmente utilizado (Fig. 3), consta de dos tubos de silicona de aproximadamente un metro de longitud y 1/4" de grosor, que se conectan a la cánula auricular y aórtica respectivamente. En su extremo proximal se acoplan dos llaves para purgado del aire, éstas van a su vez a conectarse al loop que se introduce en la cabeza de la bomba, "loop de 3/8" por un metro de longitud (Fig. 4).

Una vez suturadas las cánulas de aurícula y aorta, se procede a realizar dos túneles por debajo de los rectos anteriores del abdomen por donde se pasan los extremos distales de ambas cánulas, haciéndolas asomar a la altura del cuadrante abdominal umbilical; a continuación se conecta al circuito.

Para el cebado del sistema se utiliza la sangre del propio paciente siendo importante evacuar todo el aire del circuito mediante las dos llaves antes citadas.

Al comenzar la asistencia circulatoria con el paciente en bypass cardiopulmonar total, el corazón latiendo y a una

1. Paciente en by-pass C.P. Total
2. Corazón defibrilado
3. Llenado de cavidad pericárdica
4. Control aspiración ventricular (P.A.I.: 15-20 mm Hg)
5. COMIENZA ASISTENCIA
6. Reducción aspiración V.I.
7. Salida de by-pass C.P. total
8. Neutralización parcial Heparina.

**TABLA I - OPERACION. Condiciones para el comienzo de la asistencia izquierda.**

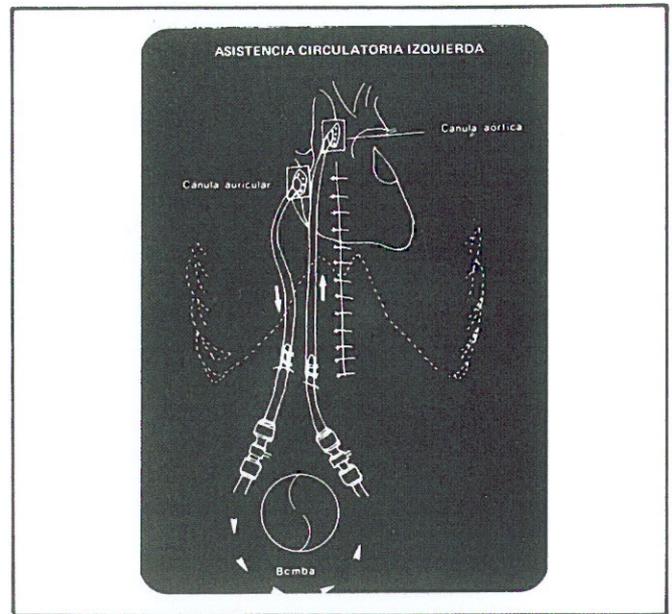


Fig. 4 — Circuito preparado para comenzar la asistencia.

temperatura de 36-37°C es preciso (Tabla I):

1.— La cavidad pericárdica debe estar llena de sangre o suero fisiológico para evitar que una excesiva aspiración por la cánula de A.I. provoque la entrada de aire en el circuito.

2.— Controlar la aspiración ventricular izquierda de tal forma que se mantenga una presión auricular izquierda entre 15 y 20 mm Hg.

3.— Comenzar la asistencia y gradualmente reducir la aspiración ventricular hasta que el flujo de la asistencia sea equiparable al flujo de aspiración antes del comienzo de la misma.

4.— Una vez detenida la aspiración, se procede a salir de bypass cardiopulmonar y se administrará solamente 1 gramo de protamina por cada kg de peso con el fin de mantener una cierta heparinización.

Es importante destacar que en ningún momento, el flujo de la asistencia circulatoria debe alcanzar cifras elevadas hasta haber retirado la aspiración ventricular izquierda.

Horariamente se repetirán controles de A.C.T. debiéndose mantener éstos entre 160 segundos y 200 segundos si el flujo es superior a 500 ml/minuto, y si es inferior a 500 ml/minuto entre 280 y 300 segundos.

Igualmente se controlarán los siguientes parámetros: E.C.G., P.A., P.A.I., P.V.C., flujo de asistencia, equilibrio ácido-base y diuresis (Fig. 5).

La decisión de retirar la asistencia circulatoria (Tabla II), se basa en una cuidadosa valoración de la función cardíaca del paciente. En general, un gasto cardíaco de 2.2 litros o más, una P.A.I. superior a 15 mm. Hg e inferior a 20 mm. Hg, buena diuresis y función cerebral correcta, son índices que permiten comenzar las maniobras de salida.

Si una progresiva reducción del flujo de asistencia va seguida de un aporte del 90 % del flujo total por el propio V.I., permite la desconexión del sistema.

Finalizada la asistencia circulatoria es preciso introducir los obturadores por la luz de las cánulas, con la precaución de no introducir aire. Dado que este peligro es mayor en la cánula auricular, para eludirlo se debe mantener al paciente

en inspiración forzada en el momento de introducir el obturador.

El objeto de obturar las cánulas, es impedir que la luz se trombose para poder conectar, si fuera preciso nuevamente el sistema.

## RESULTADOS

El primer caso, un paciente de 66 años, presentaba una insuficiencia coronaria que fue tratada quirúrgicamente con pontaje aorto-coronario de safena en la descendente anterior, y primera diagonal. El tiempo de isquemia fue de 48 minutos. Ante la imposibilidad de salir de bypass se insertó un balón de contrapulsación. A pesar de la utilización de marcapasos y vasopresores fue igualmente imposible retirar la circulación extracorpórea, por lo que se decidió utilizar el método de LITWAK. Tras 6 horas y 30 minutos el paciente falleció por fallo derecho que impedía un aporte de sangre a la aurícula izquierda, suficiente para continuar la asistencia (Tabla III).

El segundo paciente, igualmente de 66 años, con antecedentes de infarto agudo de miocardio y al que se le practicó triple pontaje, a la descendente anterior, primera diagonal y coronaria derecha. El tiempo de isquemia fue de 56 minutos. Ante la imposibilidad de implantar el balón por severa arteriosclerosis ilíaca, se decidió instaurar una asistencia circulatoria izquierda.

Pasadas 6 horas 30 minutos se desconectó la asistencia por estabilización hemodinámica.

El contrapulsador se mantuvo durante 42 horas. El paciente fue dado de alta a los 23 días de la cirugía asintomático. La revisión practicada a los tres meses revelaba una evolución satisfactoria (Tabla IV).

El tercer paciente, de 62 años de edad, afecto igualmente de una cardiopatía isquémica, fue intervenido bajo C.E.C., practicándose un injerto de safena en descendente anterior

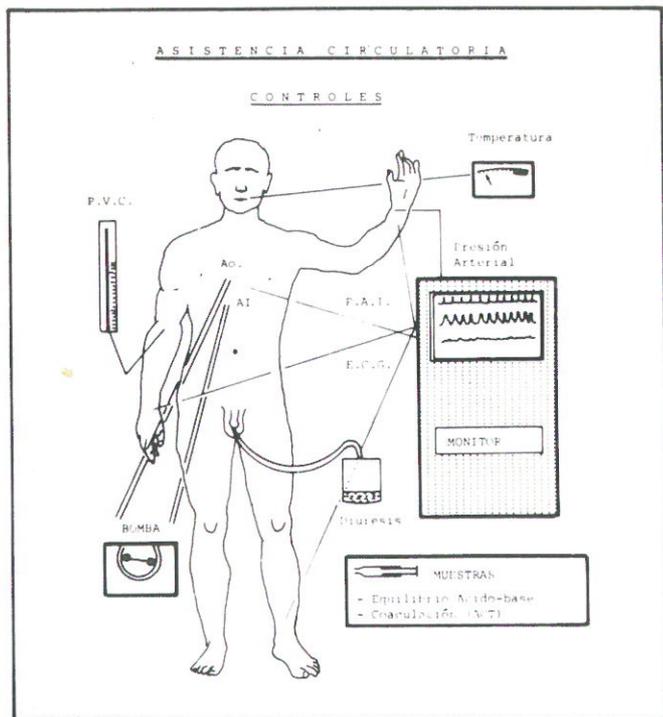


Fig. 5 - Controles de asistencia.

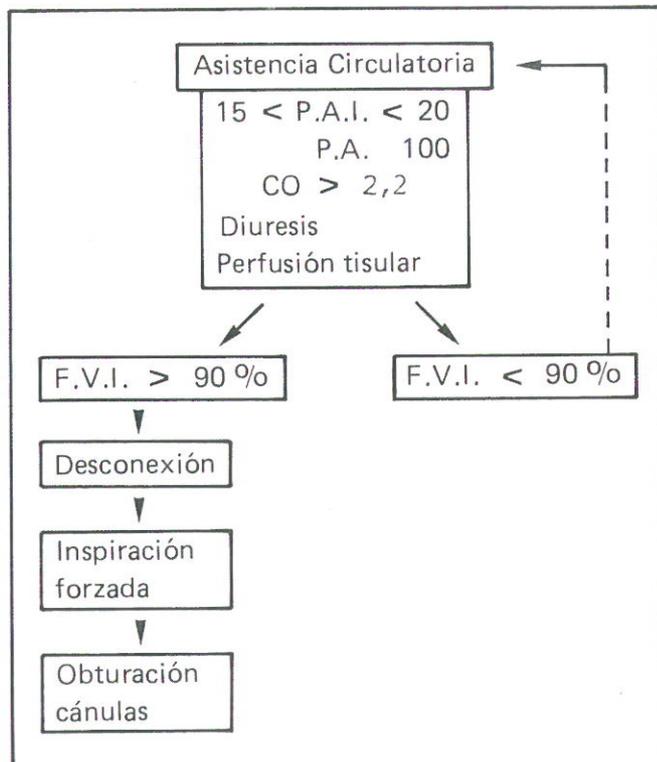


TABLA II - SALIDA. Parámetros indispensables para la desconexión de la asistencia izquierda.

EDAD - 66	SEXO - VARON
DIAGNOSTICO	INSUFICIENCIA CORONARIA
CIRUGIA	PONTAJE DA Y 1a. DIAGONAL
Tº ISQUEMIA	48 MINUTOS
Tº ASISTENCIA	6 HORAS 30 MINUTOS
EVOLUCION	MALA. FALLO DERECHO MUERTE

TABLA III - CASO I

EDAD - 66	SEXO - VARON
DIAGNOSTICO	INSUFICIENCIA CORONARIA
CIRUGIA	PONTAJE DA, 1a. DIAGONAL Y DERECHA
Tº ISQUEMIA	56 MINUTOS
Tº ASISTENCIA	6 HORAS 30 MINUT.
EVOLUCION	SASTISFACTORIA

TABLA IV - CASO II

EDAD - 62		SEXO - VARON	
DIAGNOSTICO	<i>INSUFICIENCIA CORONARIA</i>		
CIRUGIA	<i>PONTAJE DA, POSTEROLATERAL, DERECHA</i>		
Tº ISQUEMIA	<i>43 MINUTOS</i>		
Tº ASISTENCIA	<i>43 MINUTOS</i>		
EVOLUCION	<i>PARADA CARDIACA MUERTE</i>		

TABLA V - CASO III

y postero-lateral. Un tubo de Gore-tex se utilizó como pontaje aorto-coronario en la coronaria derecha. El clampaje aórtico total fue de 43 minutos. Una vez finalizado el bypass, no se consiguió salir de él y ante la imposibilidad de implantar un balón de contrapulsación, se instauró la asistencia circulatoria izquierda. A los 43 minutos de la misma, se suspendió por mantener unas presiones y función cardíaca adecuadas. A la salida de quirófano, aún cuando permanecía una cierta inestabilidad, manejaba buenas presiones. Durante el traslado a la U.V.I. hizo una parada cardíaca de la que se consiguió remontar durante 6 horas, momento en el que otra parada le hizo irrecuperable.

Al cuarto paciente se le practicó un recambio aórtico (St. Jude Medical) y un recambio mitral (Carpentier). Se utilizó un oxigenador de membrana Kolobow. El tiempo de clampaje aórtico fue de 60 minutos.

Una vez administrada la protamina, hizo una fibrilación ventricular que a pesar de las habituales medidas terapéuticas hizo necesaria la entrada de nuevo en bypass. Se colocó

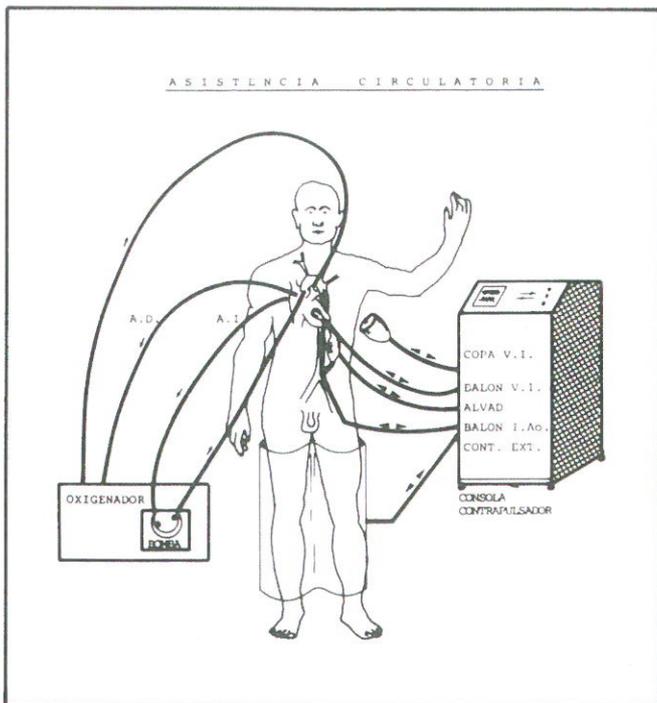


Fig. 6 - Diferentes métodos de asistencia circulatoria.

balón de contrapulsación pero al no conseguir salir de bypass se instauró como recurso desesperado una asistencia circulatoria que tras 2 horas 30 minutos, fue abandonada por su ineficacia (Tabla VI).

El quinto y último caso fue un paciente de 57 años, diagnosticado de una cardiopatía isquémica. Fue intervenido bajo C.E.C. practicándose un pontaje aorto-coronario de safena en la descendente anterior. El tiempo de isquemia fue de 18 minutos. Para salir de perfusión, fue preciso insertar un balón de contrapulsación. A pesar de la utilización de todas las medidas habituales de asistencia, fue igualmente imposible retirar la circulación extracorpórea. Se instauró una asistencia de LITWAK que tras 3 horas 45 minutos fue abandonada debido a unas presiones tanto arteriales como auriculares muy bajas, y tras una fibrilación ventricular se abandonó (Tabla VII).

## DISCUSION

En los últimos años se han descrito varios métodos de asistencia circulatoria mecánica (2). Estos diferentes métodos pueden actuar por compresión cardíaca directa, disminuyendo la precarga o la postcarga del ventrículo izquierdo (Tabla VIII) (Fig. 6).

La postcarga se reduce por contrapulsación, método suficientemente descrito en la literatura.

La reinyección de la sangre durante la diástole o el inflado del balón de contrapulsación, durante ella, aumenta la presión de perfusión coronaria y disminuye las resistencias periféricas.

Cuando se trata de enfermos a los que se les ha realizado cirugía de revascularización directa, es muy escaso el segmento aórtico libre, debido a la canulación de C.E.C. y a las anastomosis de los injertos. Estos enfermos y aquellos otros en que a pesar de todas las técnicas habituales de asistencia o ayuda (marcapasos, vasopresores, balón de contrapulsación

EDAD - 66		SEXO - HEMBRA	
DIAGNOSTICO	<i>DLAo + DLMitral</i>		
CIRUGIA	<i>RECAMBIO MITROAORTICO</i>		
Tº ISQUEMIA	<i>60 + 70 MINUTOS</i>		
Tº ASISTENCIA	<i>2 HORAS 30 MINUTOS</i>		
EVOLUCION	<i>MALA. INEFICAZ</i>		

TABLA VI - CASO IV

EDAD - 57		SEXO VARON	
DIAGNOSTICO	<i>I. CORONARIA</i>		
CIRUGIA	<i>PONTAJE A LA D.A.</i>		
Tº ISQUEMIA	<i>18 MINUTOS</i>		
Tº ASISTENCIA	<i>3 HORAS 45 MINUTOS</i>		
EVOLUCION	<i>INEFICAZ EXITUS</i>		

TABLA VII - CASO V

- a) Balón de Contrapulsación (I.A.B.P.)
- b) Asistencia Circulatoria Izquierda

- 1.— Método de DEBAKEY
- 2.— Método de BERNHARD
- 3.— Método de LITWAK

**TABLA VIII - Diferentes tipos de asistencia**

Como último recurso, en presencia simultánea de:

- 1. PAI > 25 mm. Hg.
- 2. PAo < 90 mm. Hg.
- 3. Mala Contractilidad V.I.

**TABLA X - INDICACIONES**

etc), no pueden salir de C.E.C., necesitarán un soporte mecánico que permita mantener un flujo sistémico adecuado, hasta la recuperación de la función miocárdica, contando con que ésta sea reversible.

Es entonces, cuando se puede poner en marcha la asistencia circulatoria izquierda con el método de LITWAK, con ella no sólo se disminuye la precarga, sino que disminuye el volumen de llenado y el trabajo ventricular izquierdo, es decir la postcarga (3-4), con lo que habremos obtenido una reducción del consumo de oxígeno por el miocardio.

Las ventajas teóricas de este método son:

- 1º.— Desde el punto de vista hemodinámico,
  - a) la disminución de la precarga y la postcarga.
  - b) mínima destrucción de elementos formes.
- 2º.— Desde el punto de vista técnico,
  - a) la simplicidad de manejo
  - b) no requerimiento de oxigenador ni reservorios
  - c) posibilidad de obturar las cánulas sin necesidad de practicar una nueva toracotomía (Tabla IX)

#### CONCLUSIONES

La asistencia circulatoria izquierda con el método de LITWAK, debe quedar reducida a casos muy selectivos, en los que cualquier otro tipo de asistencia tanto farmacológica como mecánica no haya sido efectiva.

En la actualidad, los resultados obtenidos con nuestra

#### A. HEMODINAMICAS

- Disminución Precarga
- Disminución Postcarga
- Mínima Hemólisis

#### B. TECNICAS

- Simplicidad
- No oxigenador ni reservorios
- Permanencia de cánulas en paciente

**TABLA IX - CONCLUSIONES. Ventajas hemodinámicas y técnicas.**

experiencia no son muy satisfactorios. Pero creemos que es una opción a tener en cuenta en aquellos casos extremos y desesperados de una avanzada disfunción miocárdica (Tabla X).

#### BIBLIOGRAFIA

1. LITWAK RS, KOFFSKY RM, LUKBAN SB, JURADO RA, ELSTER SK, LASAM F, BRANCATO RW: Implanted heart assist device after intracardiac surgery. New Engl. J. Med. 291:1341, 1974.
2. DENNIS C, HALL DP, MORENO JR, SENNING A: Left atrial cannulation without thoracotomy for total left heart bypass. Acta Chir. Scand. 123:267, 1962.
3. LITWAK RS, KOFFSKY RM, SILVAY G, LUKBAN RA, JURADO RA: Early clinical experiences with a heart assist devices. Langenbecks Arch. Klin. Chir. suppl. Chir. Forum. pag. 81, 1975.
4. LITWAK RS, KOFFSKY RM, JURADO RA, LUKBAN SB, ORTIZ AF, FISCHER AP, SHERMAN JJ, SILVAY G, LAJAM FA: Use of a left heart assist device after intracardiac surgery: technique and clinical experience. Ann. Thorac. Surg. 21:191, 1976.



# VITATRON MEDICAL BV SUCURSAL EN ESPAÑA

Don Ramón de la Cruz, 88  
Tels. 402 70 00 - 402 96 95  
Telex: 46211  
MADRID-6

Nuestra empresa trabaja directamente en el mercado español desde enero de 1977.

**Sistema completo dedicado a la estimulación cardíaca, producido por nuestra empresa en Holanda.**

## **Generadores de pulso implantables**

Estimulación unipolar, marcapasos de demanda ventriculares, marcapasos para estimulación atrial y marcapasos programables.

## **Marcapasos externos**

Estimulación temporal mediante marcapasos de parámetros variables.

## **Medidores de Umbral de estimulación**

Instrumentos diseñados para medir durante la implantación del cable el umbral de estimulación y la amplitud de la señal QRS.

## **Sistema no invasivo de análisis durante el control rutinario del paciente**

Equipo diseñado para medir y controlar todos los parámetros esenciales que intervienen en la estimulación cardíaca, de forma rápida, sencilla y fiable.

## **Cables para implantación definitiva**

Cables unipolares, endocavitarios, epicárdicos, con sutura, sin sutura y con sistemas de fijación exclusivos.

# HEMODIALISIS SIMULTANEA A LA CIRCULACION EXTRACORPOREA

Intervención de urgencia en pacientes con insuficiencia renal crítica.

JOSE LUIS MOLES MOLES  
JOSE LUIS MEDINA ALMANSA

Perfusionistas  
Servicio de Cirugía Cardiovascular  
Ciudad Sanitaria "Reina Sofía". Córdoba.

## INTRODUCCION

Los pacientes con insuficiencia renal, que precisan intervención bajo circulación extracorpórea urgente, plantean un problema debido a la alteración hemodinámica, generalmente grave, asociada a una alteración metabólica importante. Para solucionar este problema, se ha propugnado hemodiálisis precoz postoperatoria, hemodiálisis preoperatoria seguida de diálisis peritoneal postoperatoria, o bien, hemodiálisis intraoperatoria asociada al by-pass cardiopulmonar. (1)(2).

Aunque, la indicación de cada uno de los métodos está actualmente discutida en la literatura, el objeto de éste trabajo consiste, en presentar nuestra experiencia en éste tipo de pacientes, mediante un procedimiento de diálisis simultánea que posibilita atender a la doble urgencia, hemodinámica y metabólica.

Pretendemos analizar la técnica desde el punto de vista del Perfusionista, sin entrar en la polémica existente en la Literatura sobre las indicaciones. Seremos pues concisos, en los criterios clínicos, centrandolo en los aspectos técnicos.

## MATERIAL Y METODOS:

En los dos casos que presentamos, se utilizó el mismo material:

- Monitor de Hemodiálisis Travenol R.S.P.
- Coil Travenol CD 1.400 (Superficie 1,4 m<sup>2</sup>)
- Oxigenador de burbuja Cobe Optiflo II
- Depósito de Cardiotomía Harvey H-700-F
- Circuito de C.E.C. de PVC con cabezal de 12,5 mm. de diámetro (Silicona)
- Bomba de C.E.C. Cobe Stokert con módulo de flujo pulsátil

- **Descripción del circuito:** Conectamos el circuito de hemodiálisis en paralelo con el de C.E.C. Para esto utilizamos una línea de PVC de 6 mm. de diámetro, 1,5 mm. de pared y 50 cm. de largo. Un extremo, se conecta a la salida de coronarias del oxigenador, y el otro, por medio de un conector-reductor de 6 mm. a 4,5 mm., a la línea de entrada del dializador (Fig. 1). La bomba del dializador, aspira la sangre activamente desde el oxigenador al Coil, donde es dializada. Seguidamente, y a través de la línea de retorno del Dializador, la sangre es devuelta a una toma de aspiración del depósito de Cardiotomía.

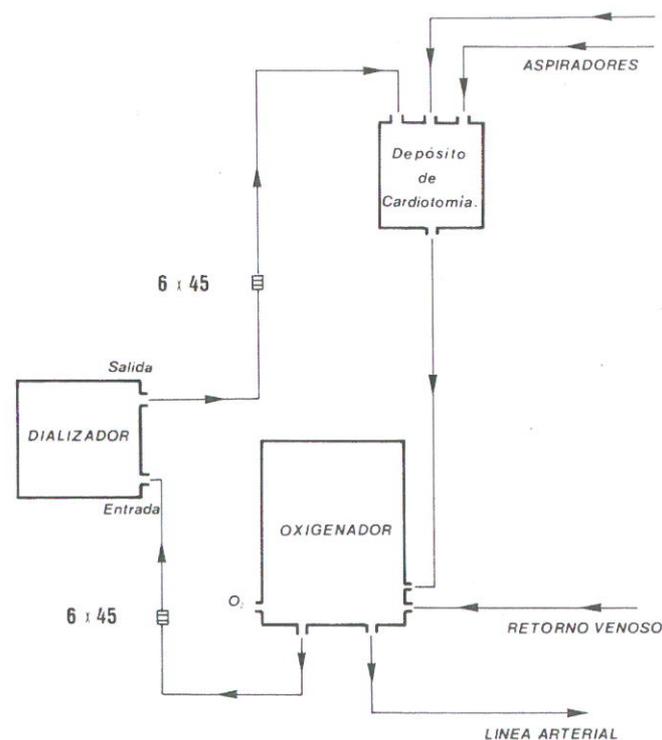
Presentamos los dos casos a los que hemos aplicado esta técnica.

**Caso nº 1:** Paciente de 36 años de edad, diagnosticado en Diciembre de 1976 de Insuficiencia Renal Crónica Terminal. En Octubre de 1977 se realiza fistula A-V y es incluido en el programa de hemodiálisis periódica. En Abril de 1981, ingresa por cuadro de endocarditis bacteriana, hemocultivos positivos a Estafilococos aureus, y signos de insuficiencia cardíaca severa, refractaria al tratamiento médico, con gran afectación del estado hemodinámico (perforación de las valvas aórticas). Asimismo, el estado metabólico del paciente, indicaba la necesidad de una diálisis urgente.

Debido a la confluencia de las dos urgencias, recambio sin demora de la válvula aórtica, y diálisis urgente, el equipo médico-quirúrgico, que atendía al paciente, indica la práctica simultánea de ambas técnicas.

En el inicio de la intervención, se procedió al montaje del circuito de C.E.C. y la conexión al circuito de hemodiálisis. Teniendo en cuenta los parámetros plasmáticos medidos, se realizó un cebado evitando Potasio, disminuyendo Sodio, y agregando Sangre para alcanzar un hematocrito del 20 % durante la C.E.C., consiguiendo una buena Osmolaridad.

FIG 1



Heparina	25 mg. (Unid. Sangre)
Sangre	500 c.c.
Glucosa 5%	1.000 c.c.
Bicarbonato	80 mEq.
Albumina 20%	250 c.c.

**FIG 2**

dad con Albúmina (Fig. 2)

El dializador fué cebado con Suero Fisiológico.

La Perfusión se realizó con flujo pulsátil de 2,4 a 2,6 L/m<sup>2</sup>/min., y a los cinco minutos se inició la hemodiálisis. El flujo mantenido por el dializador, fué de 200 c.c./min.

La protección miocárdica, se realizó con solución cardioplégica habitual, (25 mEq. de ClK/L.), no preocupandonos la administración de ésta cantidad de ClK., ya que seña eliminada por la diálisis. Finalizado el acto quirúrgico, (52 min.), continuamos en by-pass parcial hasta completar dos horas de diálisis. Durante éste último período, se incrementó la ultrafiltración, para conseguir niveles óptimos de Hematocrito, reponiéndose parte del líquido ultrafiltrado con sangre completa.

La salida de by-pass, se realizó bajo control de presión arterial, presión de aurícula derecha y de aurícula izquierda, manteniendo el enfermo buen estado hemodinámico y ritmo sinusal.

Durante toda la intervención se realizaron controles cada

30 min. de hematocrito, Ionograma, gasometría, Uremia, Creatinina plasmática y Osmolaridad, detallados en la Figura 3.

**Caso nº 2:** Paciente de 31 años de edad, diagnosticado en Enero de 1980, de Insuficiencia Aórtica ligera, que permanece asintomático hasta Diciembre de 1981, fecha en que ingresa por Endocarditis Bacteriana aguda, con anuria completa por fallo renal agudo. Los hemocultivos son positivos a Estafilococos aureus, produciendo insuficiencia aórtica severa e insuficiencia cardíaca, refractaria a tratamiento médico.

Al igual que en el caso anterior, el equipo médico-quirúrgico, indica la práctica simultánea de hemodiálisis y C.E.C. para el acto quirúrgico de recambio valvular aórtico.

En esta ocasión se realizó un cebado estándar, ya que la indicación de diálisis era por Uremia (Fig. 4). El cebado del Dializador se realizó con suero Fisiológico, añadiendo las cantidades necesarias de ClK, para mantener niveles plasmáticos óptimos.

Se usó la misma sistemática que en el primer caso, pero con un flujo de diálisis de 490 c.c./min. y ultrafiltración durante toda la hemodiálisis que duró una hora treinta minutos. Los controles realizados aparecen en la Figura 5. El estado hemodinámico del paciente, al final de la extracorpórea, se estableció tras la administración de Inotropos.

Presentó un problema hemostático por heparina circulante.

### COMENTARIOS

Bajo el punto de vista técnico, que estamos desarrollando este trabajo, pensamos que la C.E.C. simultánea a la hemodiálisis, es un procedimiento que está al alcance de cual-

**FIG 3**

	Basal	30'	60'	90'	120'
Hto. (‰)	26		30		27
Na. (mEq/l)	137	132	133	137	135
K. (mEq/l)	6,4	3,7	3,5	3,4	3,3
Urea (gr/l)	1,54	1,24	1,07	0,85	0,86
Creat. (mg‰)	13,4	7,8	7,8	7,1	6,1
Osmol. (mEq/kg. H <sub>2</sub> O)	277	266	269	277	281



Albumina 20%	100 c.c.
Heparina	15 m g.
R. Lactato	1.500 c.c.
Manitol 10%	250 c.c.
Bicarbonato	60 mEq.
CIK	25 mEq.

FIG 4

quier Centro que realice las dos técnicas por separado. Es de gran sencillez en el montaje y manejo, permitiendo hemodiálisis rápidas, por mantener flujos muy superiores a los habitualmente utilizados, dado que no influye directamente sobre la hemodinámica del paciente, que se encuentra perfectamente controlada por la C.E.C.

\* \* \*

Los beneficios de la ultrafiltración, sobre los pacientes con insuficiencia renal crónica y C.E.C., han sido descritos anteriormente por F. Intonti y colaboradores (3). Nosotros, estamos de acuerdo con ellos en que, el procedimiento posibilita un mejor control del volumen hídrico en los pacientes anúricos.

\* \* \*

Por último, que en nuestra experiencia, el tener conectado en paralelo un circuito de hemodiálisis, simultáneamente a la C.E.C., no nos ha representado ningún problema adicional al desarrollo de la perfusión, si se tiene en cuenta que el cebado deberá hacerse con 200 c.c. más de lo habitual para purgar la conexión entre ambos sistemas, y para el cálculo del Hematocrito final se deben tener en cuenta los siguientes factores:

a) Que el Nefrólogo retorne el líquido de cebado del dializador (500 c.c. de Suero Fisiológico), o por el contrario, lo deseche.

b) Por ser difícil el cálculo de las pérdidas por ultrafiltración, recomendamos la determinación del Hematocrito, antes de añadir volumen al oxigenador.

En los dos casos que exponemos fue necesario reponer con 1500 c.c. de Sangre, para conseguir un hematocrito final aceptable.

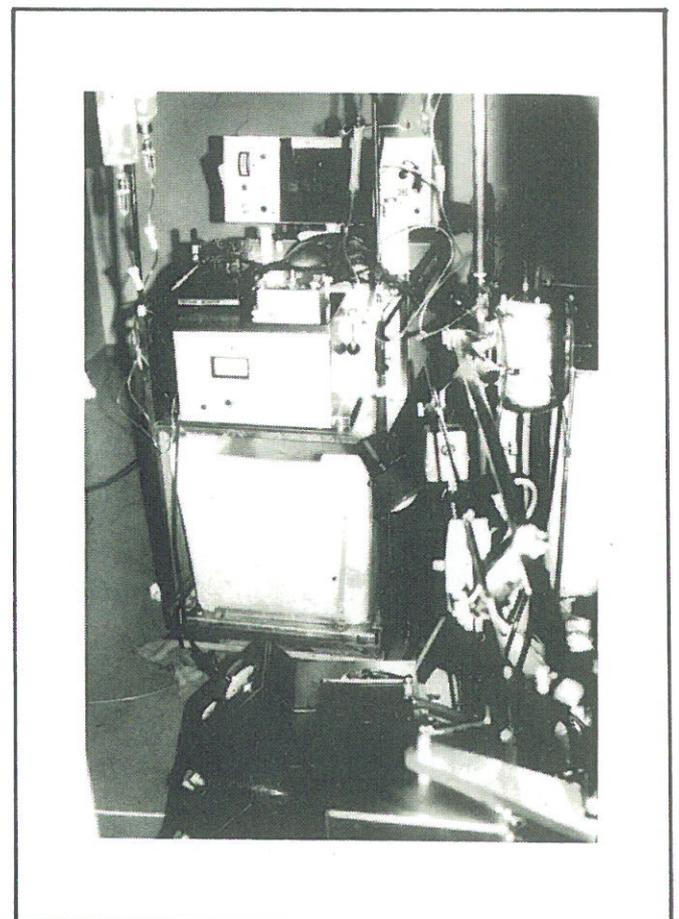
c) Cuanto más tiempo dure la hemodiálisis mayores serán las pérdidas por ultrafiltración.

\* \* \*

	Basal	60'	90'
Hto.(%)	36	21	33
Na.(mEq/l)	125	115	126
K (mEq/l)	3,3	3,1	3,4
Urea (gr/l)	2,05	1,26	1,38

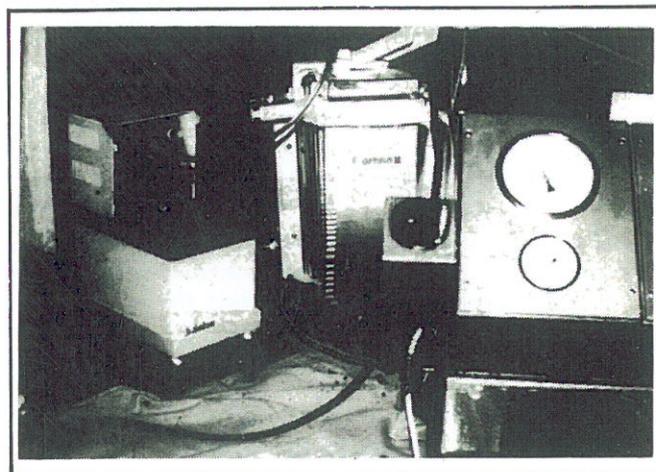
FIG 5

Agradecemos la colaboración prestada por el resto del personal del Servicio de Cirugía Cardiovasculas; así como, la del Servicio de Nefrología, para la confección de este trabajo.



## BIBLIOGRAFIA

1. LANSING, A.M. Leb, D.E. Berman, L.B. Cardiovascular surgery in end-stage renal failure. JAMA 204: 682; 1968
2. O. SOFFER Y COLABORADORES. Intraoperative hemodialysis during cardiopulmonary bypass in chronic renal failure. The journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. Vol. 77 nº 5. pág. 789-791; 1979
3. F. INTONTI, P. ALQUATI, R. CHIAVELLO and F. ALESSANDRINI. Ultrafiltration during open-heart surgery in chronic renal failure. Scand J. Thor Cardiovasc Surg. 15:217-220. 1981



\* \* \* \* \*

ANGELO IATRIDIS, C.C.P.  
Director of Perfusions  
Pacific Medical Center  
San Francisco, California, EE.UU.

### INTRODUCCION

Hace unos 25 años, cuando comencé a trabajar en el campo de la Circulación Extracorpórea, todavía era un terreno lleno de misterios; existían muchos fenómenos incomprensibles y teníamos la impresión de que sólo por arte de magia era posible que la sangre de un animal pasara a través de una bomba y retornara a su circulación sin producirle la muerte.

Howell había resuelto una cuestión primordial al introducir la heparina para inhibir la coagulación de la sangre y John Gibbon (1) había demostrado que era posible llevar a cabo la perfusión y oxigenación extracorpórea con supervivencia de los animales. Pero para la mayoría de los autores, la técnica comportaba muchos fracasos: constantes complicaciones hemorrágicas, lesiones pulmonares y muerte de los animales por reacciones tóxicas poco claras.

Ahora, 25 años después, podemos demostrar que no existían tales misterios, no era en realidad magia negra sino que se trataba de una serie de fenómenos bastante simples de entender, que con el tiempo fueron asimilados uno a otro, no sin antes haber ocasionado muchas enfermedades y muertes.

La solución a los problemas técnicos más inmediatos, que consistía en idear dispositivos para impulsar y oxigenar la sangre, no fue excesivamente difícil. Las bombas de rodillo de DeBakey resultaron ser adecuadas desde un principio, y apenas han sido superadas. Antes de la aparición de la silicona antiespumante, Gibbon solucionó el problema de como extender la sangre sobre una gran área de superficie oxigenadora sin que se formara espuma, utilizando el interior de un cilindro vertical rotatorio y posteriormente, mediante el mantenimiento del flujo continuo de una película de sangre sobre unas planchas verticales (2); Crafoord empleó cilindros rotatorios en posición horizontal (3); Dennis (4), Björk (5) y Melrose (6) y más tarde Kay y Cross (7) utilizaron discos de inmersión rotatorios.

Tras el descubrimiento de las propiedades desespumantes de los aceites de silicona, fue posible utilizar como superficie de oxigenación la que se origina al burbujear el oxígeno dentro de la sangre. Clark (8), Dewart (9) y Cooley (10) diseñaron sendos modelos de oxigenadores de burbuja, muy prácticos.

Travenol (11), Polystan (12) y Bentley's Tremptol A-100 (13), introdujeron los primeros oxigenadores de burbujas de sólo uso (desechables). En la misma época se diseñaron dispositivos en los que se oxigenaba la sangre a través de una membrana de silicona. El concepto de que la desnaturalización de las proteínas era causada por la interfase hemato-gaseosa, fue un estímulo para el desarrollo de los oxigenadores de burbujas de gran rendimiento y baja relación sangre-gas a los que se incorporó un intercambiador de temperatura. Este tipo de oxigenador permitía una mayor duración de "bypass" y producía menos traumatismo hemático que los usa-

dos con anterioridad. Variaciones sobre este diseño fueron: Harvey-1000 (14), Bos-10 (15), Optiflow (16), Shiley S-100 A (17) y otros.

Al mismo tiempo, se perfeccionaron los procedimientos de canulación y las técnicas quirúrgicas avanzaron consiguiendo mayor rapidez y eficacia.

Ya desde un principio en muchos pacientes se presentaron complicaciones que no eran habituales en cirugía torácica o a corazón cerrado, como:

1) Hemorragia postoperatoria asociada a la pérdida de plaquetas y a veces a estados de desfibrinación.

2) Acidosis metabólica, Shock postoperatorio y anuria; síndrome de "bajo gasto".

3) Insuficiencia cardíaca postoperatoria; fallo ventricular izquierdo con o sin arritmias graves.

4) Complicaciones neurológicas o psiquiátricas difusas, en particular: Psicosis postoperatoria, alucinaciones, estados agudos de ansiedad y agitación y "psicosis del 5º día".

Existían otras complicaciones, pero las reseñadas eran y todavía son las más importantes, diferenciando la cirugía a corazón abierto de las intervenciones a corazón cerrado.

Poco a poco, durante los 15 años de evolución, hemos ido comprendiendo la mayoría de las causas de estos problemas:

La hemorragia puede ser producida por una excesiva turbulencia durante la manipulación de la sangre y también por los agentes pirógenos tóxicos que entrarán en contacto con ésta, al desprenderse de las superficies internas de los circuitos de perfusión si no están químicamente limpios; en otras ocasiones, es debida a un exceso o defecto en las dosis de heparina o protamina.

La acidosis metabólica y el síndrome de "bajo gasto" sobrevienen, frecuentemente, cuando el flujo sanguíneo ha sido inadecuado durante la perfusión. A veces, como ocurre en muchos casos de insuficiencia ventricular izquierda, se deben a la lesión ventricular producida por la distensión excesiva del miocardio de un corazón en fibrilación y no convenientemente drenado.

La incidencia de arritmias postoperatorias graves se redujo, sensiblemente, cuando se prestó la debida atención a la limitación del tiempo de isquemia y a la perfusión coronaria, así como al equilibrio electrolítico.

El síndrome de "pulmón de bomba" (pulmón postperfusión), la temida atelectasia hemorrágica que era tan corriente, empezaría a desaparecer a medida que la limpieza de las máquinas de C.E.C. se hacía más correctamente y con la utilización de dispositivos y piezas desechables (18). En otras ocasiones, este síndrome puede ser debido a la hipertensión capilar pulmonar producida por el drenaje inadecuado del ventrículo izquierdo durante el bypass.

Las grandes complicaciones neurológicas, como la hemiplejía que ocupa el primer lugar en frecuencia, han sido por

lo general atribuidas al aire introducido en la aorta en el momento del desclampaje e impulsado por las contracciones ventriculares. Otra causa importante es la embolia por trombos procedentes de las paredes de la aurícula izquierda o de la aorta.

Las complicaciones neurológicas difusas, cuya manifestación más patente es el síndrome llamado "psicosis postoperatoria", se produce por la embolización de partículas de agregados celulares originadas durante la perfusión y éstas pueden evitarse mediante el uso de filtros (19), (20).

En los siguientes apartados de esta exposición, voy a resumir algunos de los elementos importantes en la tecnología de la circulación extracorpórea y daré algunos detalles sobre las causas de las complicaciones referidas anteriormente y a su prevención.

## MANIPULACION DE LA SANGRE

Debido a la fragilidad de la sangre, el perfusionista debería considerarla más que como un líquido, como un gel que ha de ser desespumado lenta y delicadamente. La evidencia de su fragilidad es la aparición de hemólisis si no se pone cuidado en su manipulación. Asimismo, casi con seguridad, la turbulencia excesiva afecta a otros elementos aparte de los hematíes, posiblemente incluso a las proteínas séricas de mayor tamaño. Se ocasionan lesiones a los componentes de la sangre: si se bombea ésta a presiones elevadas a través de orificios pequeños produciendo demasiada turbulencia y si la presión del circuito es muy alta o bien se presenta una caída repentina de la misma.

Por otra parte, también es traumatizante la aspiración excesiva de la sangre del campo operatorio. El grado de lesión se cuantifica como hemólisis y se producen cambios en el sistema de coagulación, en forma de hipercoagulabilidad transitoria seguida de desfibrinación. Obviamente, resulta perjudicial la desecación de la sangre, que puede ocurrir en los oxigenadores de capa fina, a menos que el oxígeno sea humidificado suficientemente con meticulosidad.

En la perfusión extracorpórea todavía existe una fuente más importante de toxicidad, se trata de las sustancias pirógenas. Basta recordar las dificultades acaecidas en las transfusiones simples de sangres, que durante muchos años, fueron el tormento de los cirujanos hasta que se pudo disponer de equipos desechables para transfusión. Aún cuando los tubos y frascos se limpiaran con la mayor escrupulosidad, la reutilización de los equipos de extracción o transfusión de sangre acarrió a los pacientes reacciones febriles y tóxicas muy graves. Así pues, no es de extrañar que se observen reacciones tóxicas post-C.E.C. si las superficies de contacto con la sangre no están químicamente limpias, ya que una bomba-oxigenador tiene un área mucho mayor que la de un equipo de transfusión. A mi entender, el rápido éxito que tuvieron los oxigenadores de burbuja fue debido, en gran parte, al hecho de que la mayoría estaban confeccionados con tubos nuevos de plástico, que se desechaban tras un sólo uso, mientras que los de rejilla o los de disco estaban formados por piezas que se reutilizaban varias veces. En aquellas instituciones en que la limpieza de dichos oxigenadores era meticulosa y completa, no había problema, sin embargo, no siempre los técnicos valoraban debidamente la importancia de la misma y la utilización de la máquina se asociaba con frecuencia a reacciones postoperatorias graves.

Durante muchos años, la "atelectasia hemorrágica post-perfusión" o "pulmón de bomba", fue una complicación co-

rriente de la circulación extracorpórea y en muchos centros se eliminó a partir del momento en que se prestó la debida atención a la limpieza de la máquina. Durante la etapa inicial de nuestra institución, la fiebre elevada y el "pulmón de bomba", eran frecuentes en el postoperatorio, hasta que iniciamos la limpieza química exhaustiva en los discos (21). Consistía en aplicarles una solución alcohólica de hidróxido potásico caliente, lavarlos con agua, y seguidamente con ácido nítrico comercial concentrado, volverlos a lavar y por último dar una cobertura de silicona. Cuando este procedimiento se llevó a la práctica sistemáticamente, desaparecieron de inmediato y casi por completo los cuadros febriles en el postoperatorio y la incidencia de complicaciones pulmonares descendió de manera notable.

Todas las piezas que entran en contacto con la sangre deberían ser desechables y utilizadas sólo una vez. Cuando esto no sea posible, como ocurre con los oxigenadores de disco, las superficies se deben limpiar frotándolas intensamente, o mejor, tratarlas con un ácido o base fuerte para eliminar todos los restos protéicos. Un método burdo, pero útil, para comprobar si la limpieza es correcta, consiste en dejar la máquina montada durante toda la noche y a la mañana siguiente inspeccionar si existe el más mínimo olor a materia "orgánica".

Descartada esta causa, el motivo principal de lesión hemática es debido al sistema de aspiración del circuito en cualquier operación a corazón abierto, la sangre extravasada se introduce de nuevo en el circuito de extracorpórea mediante succión. Es siempre mejor recircular sólo la procedente del mismo corazón o como máximo del saco pericárdico, pero a veces, es necesario aspirar y reciclar también la sangre que se encuentra en los espacios pleurales. La que no está en las cavidades cardíacas habrá sufrido alteraciones, pues puede que contenga sustancias y fragmentos tisulares o que se haya desecado ligeramente y en consecuencia hemolizado.

Es de particular importancia que el calibre de entrada de las cánulas de aspiración sea relativamente amplio, pues casi todo el traumatismo irrogado a la sangre aspirada ocurre en el momento de la succión a través de la boca de éstas. El traumatismo se acentúa si se origina excesivo vacío o si la sangre tiene que pasar por pequeñas grietas u orificios. Una regla práctica a tener en cuenta, es que cuando la cánula del aspirador haga ruido, la sangre aspirada estará sufriendo traumatismo, pero si ésta se filtra adecuadamente, se conseguirá una buena protección (de esto hablaremos más adelante).

## DESNATURALIZACION DE SUPERFICIE

La tensión superficial que se origina en la interfase líquido-gas, cuando se pone en contacto una solución de proteínas con  $O_2$ , altera la estructura molecular de las proteínas presentes en dicha interfase (desnaturalización).

Después de una circulación extracorpórea, se han demostrado cambios en las proteínas de la sangre a las que se han atribuido reacciones tóxicas.

Hace muchos años se llegó, de un modo empírico, a la conclusión de que los oxigenadores de membrana, en los que no existe interfase hematogaseosa, eran menos tóxicos que los demás oxigenadores (Clowes (22), Peirce (23), Bramson (24) y otros consiguieron construir oxigenadores de membrana). Como que la desnaturalización de superficie no ocurre a nivel de la interfase que existe entre el líquido y

una superficie a la que moja, se pensó que los sistemas de membrana conllevan a menor grado de desnaturalización protéica.

El reciente desarrollo de filtros eficientes para sangre total y flujo elevado, ha puesto en duda esta explicación, así pues, un oxigenador de burbuja o tipo-laminar con un filtro apropiado, parece ser casi tan atóxico como un sistema de membrana. Esto se debe probablemente a que los segundos están contruídos de forma que la sangre circula por capas extraordinariamente finas que actúan a manera de filtro.

Los esfuerzos de la investigación van orientados a desarrollar nuevos diseños de oxigenadores de membrana más sencillos, eficaces y prácticos en su utilización, tales como, la "fibra hueca" y las membranas líquidas (carbonos fluorados), que probablemente serán los oxigenadores del mañana.

## AGREGADOS Y EMBOLISMO

Cuando se redujo de forma notable la incidencia del "pulmón post-perfusión", mediante la eliminación de sustancias pirógenas, la perfusión extracorpórea en Cirugía Cardíaca llegó a ser relativamente segura y de uso rutinario, aunque todavía quedaban por eliminar algunas complicaciones tan comunes que se consideraban como parte de la operación; éstas incluían la psicosis postoperatoria temporal y la oliguria o anuria ocasional.

La psicosis postoperatoria era especialmente frecuente y molesta, algunos centros registraron incidencias en este síndrome del orden del 30 % (25). Normalmente los síntomas se presentaban un día o dos después de la intervención y su duración podía ser de unos pocos días o de varias semanas; es un transtorno, sin signos focales evidentes, en que el paciente se muestra perturbado, ansioso, inquieto o parcialmente desorientado; frecuentemente sufre alucinaciones, si bien, puede reconocerlas como tales; su escritura tiende a ser irregular y tiene temblores en las manos; duerme mal y con muchas pesadillas. Se atribuyeron diversos orígenes a este síndrome: desde las interpretaciones freudianas relacionadas con la "penetración en el corazón", hasta la privación del sueño.

Cuando la hemodilución se convirtió en práctica habitual, en algunos centros que permitían cifras muy bajas de hematocrito (alrededor del 20 %) observaron un descenso ostensible en la incidencia de psicosis y anuria postoperatoria.

Una respuesta más completa se derivó del trabajo de Swank (26), confirmado por Ashmore (27) y más tarde por Patterson (28) y el grupo de San Francisco (29). Swank había comprobado (durante la perfusión de animales para experimentación neurológica) que la sangre continuamente filtrada de una especie animal podía ser empleada para la circulación extracorpórea en otras especies. Mediante la técnica de filtración a presión (30), pudo demostrar que los elementos nocivos eran agregados celulares y microémbolos, principalmente de material plaquetario y leucocitario, que podían ser eliminados por medio de un filtro de lana, de fibra de vidrio o de dacron, con un diseño apropiado. En una serie de refinados experimentos, demostró que se forman microémbolos similares durante la perfusión de seres humanos, como resultado en parte de la mezcla de sangre de diferentes donantes, y también por el traumatismo hemático que se produce por la succión de la sangre de las cavidades cardíacas abiertas o del saco pericárdico. Este autor fabricó un filtro experimental de lana de dacron lavada que probó

ser eficaz para eliminar los microémbolos. Al principio, se utilizaba únicamente en la línea del reservorio venoso, para filtrar la sangre muy traumatizada que escapa del corazón durante la cardiomotía, observándose ya una importante mejoría en el estado mental de los pacientes postoperados. Cuando se colocaron filtros semejantes en la línea de perfusión arterial, de modo que toda la sangre fuera filtrada, la psicosis postoperatoria desapareció casi por completo como entidad clínica reconocible (28).

Patterson y Twitchell utilizando un filtro de filamento entretrejido con un tamaño efectivo de los poros ligeramente mayor, observaron una mejoría similar en el estado del paciente postoperado. Personalmente, considero que el desarrollo de estos filtros constituye el avance más importante que ha experimentado la técnica de la perfusión extracorpórea en muchos años.

Parece ahora probable, que gran parte de la protección proporcionada por la hemodilución extrema se debía a que se redujo la agregación celular conseguida al diluir las proteínas séricas, de modo que la hemodilución al igual que el filtrado reduce la incidencia de accidentes embólicos producidos por agregados celulares; sin embargo, los filtros tienen sus propios peligros y los principales son:

- 1) Obstrucción del filtro.
- 2) Microembolia aérea

La resistencia al flujo a través de los filtros puede aumentar repentina y peligrosamente, ya que tienen un área de superficie, más bien extensa, a la que puede adherirse plaquetas, mallas de fibrina, agregados celulares y material diverso no identificable. Esto no será tan importante si el filtro se encuentra en la línea de reservorio, siempre que existe algún sistema sencillo y eficaz de sortearlo si se llega a obstruir; pero si está situado en la línea arterial principal que va al paciente, es esencial no permitir que se eleve en exceso la presión en la porción próxima al filtro, que será monitorizada constantemente y el gradiente a través de éste no debe ser nunca superior a 250 mm. Hg.

El aumento de presión en la línea es más probable que se produzca al principio de la perfusión, o si el paciente presenta una hipotensión brusca. Por tanto, debe estar previsto el poder efectuar con facilidad y rapidez un bypass o derivación del filtro o cambiarlo por otro que haya sido purgado adecuadamente de aire y esté en condiciones para su uso.

Durante la precirculación de la bomba, ambos filtros, el que se encuentra en el drenaje venoso y el de la línea arterial, se utilizan para filtrar el cebado de la máquina. Cuando se termina de recircular, se equilibran los gases sanguíneos y se ajusta la temperatura del líquido de perfusión.

El segundo peligro está relacionado con las microembolias aéreas; los filtros de lana de dacron son inicialmente muy hidrófobos y es difícil arrastrar todo el aire hasta que no están completamente cebados con sangre. Antes de utilizarlos en la perfusión, es imprescindible eliminar todo este aire para evitar que pequeñas burbujas se queden atrapadas en el filtro seco y penetren en la circulación del paciente; estas burbujas de aire (con N<sub>2</sub>) son mucho más peligrosas que los émbolos de oxígeno. Durante unos minutos conviene hacer fluir a través del mismo, anhídrido carbónico a un flujo de medio litro por minuto y después desplazar el CO<sub>2</sub> que quede en el filtro con una solución que contenga sangre. El llenado del filtro con la solución de cebado debe hacerse muy lentamente, evitando agitar el fluido para que no se formen burbujas. Antes de la utilización del filtro con el

paciente, se hará recircular la solución de cebado a gran flujo durante cinco o diez minutos. Durante este período de circulación previa es aconsejable purgarlo continuamente desde la parte superior y aumentar y reducir bruscamente unas cuantas veces la presión en la porción eferente del filtro, para hacer salir los últimos restos de aire.

No deberá utilizarse filtro en la línea arterial si no está suficientemente comprendida la importancia de esta maniobra de lavado y en caso de obstrucción del mismo, se tenga previsto un bypass de fácil manejo.

Aunque todavía no existe una total evidencia, estoy convencido de que la importancia de eliminar los agregados celulares y los detritus de fibrina mediante la filtración, va más allá de la prevención de complicaciones cerebrales.

En mi experiencia, en el paciente que durante la perfusión es evidente una hemólisis excesiva, casi siempre presentará anuria después de la intervención; pero si empleamos un microfiltro en la línea arterial, parece ser que no sobreviene la anuria postoperatoria, aunque se produzca una hemólisis exagerada. Lo que ocurre es que la orina presenta un tinte rosado o rojo durante varias horas para después recobrar su tonalidad normal sin manifestarse evidencia alguna de lesión renal. Esto hace pensar que en parte la afectación renal que tradicionalmente atribuíamos a la liberación de hemoglobina en el suero por los hematies, en realidad sea ocasionada por microembolismos de agregados celulares o detritus del mismo fenómeno que causó la hemólisis y que se evita mediante la filtración.

Puede presentarse otro tipo de microembolismo menos frecuente que es el producido por microburbujas originadas en el oxigenador y tanto los de burbuja como los de tipo laminar pueden dar lugar a la formación de éstas. En los primeros puede ocurrir si el mecanismo desespumante es inadecuado. La gran aportación del oxigenador de DeWall (9) consistía en establecer una forma de flujo a contracorriente en la hélice de descarga, de manera que la sangre de menor densidad, con burbujas, tendiera a subir y la sangre más pesada, libre de émbolos, tuviera tendencia a desplazarse hacia abajo al tubo de salida. La larga hélice con su amplia sección mantiene el flujo lineal bastante lento y hace que sea muy corta la distancia vertical que tiene que ser recorrida hacia arriba por las burbujas para escapar de la circulación inferior. En los oxigenadores de tipo laminar, si los bordes de los discos rotatorios no se pulen hasta quedar lisos, y si se rayan o presentan nichos e irregularidades, atraparán microburbujas durante su rotación; cuando no exista un sistema que elimine dichas burbujas, éstas serán propulsadas directamente a la circulación del paciente.

En cualquier tipo de oxigenador, y especialmente en los de membrana, se pueden formar burbujas de oxígeno si la tensión de éste se eleva por encima de los 400 mm. Hg. La sangre supersaturada dará lugar a la aparición de dichas microburbujas si se produce el más mínimo cambio de temperatura. Nosotros procuramos evitar que la saturación de oxígeno origine tensiones superiores de 200 ó 300 mm. Hg.

He descrito las microburbujas formadas en el oxigenador, que son, por supuesto, de oxígeno puro y mucho menos tóxicas que las de nitrógeno. Hemos estudiado las supuestas burbujas de oxígeno y comprobado, sin embargo, que son en realidad burbujas encapsuladas en un manto constituido por agregados de proteínas, plaquetas y leucocitos, de forma que a efectos prácticos se comportan como émbolos sólidos y no gaseosos. Con los oxigenadores de burbuja más

modernos como los BOS-10, S-100 A, H-100 y otros, el tamaño y la cantidad de estos microémbolos son menores que con los diseñados con anterioridad.

En el sistema de aspiración de cardiomotía, que succiona aire mezclado con sangre, se forma microburbujas que contienen nitrógeno. Dichas burbujas son extremadamente tóxicas y hablaremos de ellas en el siguiente apartado.

#### **PROBLEMAS A NIVEL DEL CORAZON:**

**(Aspiración de campo, perfusión coronaria, drenaje y purgado, embolias gaseosas).**

A nivel del corazón existen cuatro problemas importantes en relación con la circulación extracorpórea aplicada a la Cirugía Cardíaca.

— En primer lugar, siempre que se realice una cardiomotía, la sangre intracavitaria se extraerá del campo operatorio mediante succión, pasando por un sistema de aspiración y posteriormente devuelta al circuito. Esto se consigue en la práctica empleando bombas de aspiración independientes, que envían la mezcla de sangre y aire aspirados a un sencillo sistema de desespumado y estabilización (o asentamiento), desde el cual la sangre pasará de nuevo al paciente.

De este proceso se derivan varios peligros.

El primero se refiere a que esta mezcla contiene burbujas de nitrógeno, pues con la sangre también se aspira aire y éstas son mucho más peligrosas que las de oxígeno. Es importante que esta sangre de retorno sea bien desespumada y se le permita estabilizarse antes de devolverla al circuito.

En segundo lugar, la sangre sufre un traumatismo con la aspiración porque muchas veces ha pasado del corazón al saco pericárdico o a la cavidad torácica, donde se incorporan partículas tisulares, pelusa y gran cantidad de material extraño; o ha estado en contacto con tejido desecado; o tiene un contenido mucho mayor de detritus celulares y se hemoliza mucho más que la sangre del resto del organismo. Se ha calculado que el 80-90 % de las lesiones que sufre al pasar por la máquina de C.E.C. provienen de esa sangre que se ha extravasado del corazón y es aspirada y recirculada. Lo dicho implica, de un lado, que ésta debería succionarse con la mayor delicadeza (recordemos que si el aspirador de campo opera a una presión elevada de vacío, y por tanto, produciendo un ruido sibilante ocasionará excesivo traumatismo) a través de una cánula de diámetro tan amplio como sea posible en la práctica, por otra parte sería conveniente evitar que se colapse la boca de la misma al quedar ocluída parcialmente por estructuras tisulares y, por último, toda la sangre de retorno debería filtrarse adecuadamente mediante un grueso filtro de lana de dacron o cualquier otro, con un tamaño que no excediera a 40 micras de porosidad (preferiblemente menor). A mi entender, esta simple medida tiene más repercusión que ninguna otra, en el bienestar de los pacientes sometidos a cirugía valvular.

Conviene reseñar que la mayoría de los centros han observado que los enfermos, en los que se ha realizado pontajes aortocoronarios, sin abrir el corazón, tiene un postoperatorio mejor que los intervenidos de disfunciones valvulares. Estoy convencido de que la diferencia de este grupo de enfermos se debe en gran parte a que en los primeros es mínima la cantidad de sangre recuperada por la aspiración.

— El segundo grupo de complicaciones relacionadas por el corazón tienen que ver con la circulación del mismo. Durante las intervenciones a corazón abierto, normalmente se tiene que clampar la aorta a nivel de la raíz, de forma que

las arterias coronarias quedan sin perfundir. La solución obvia a este inconveniente, consiste en limitar al mínimo el tiempo de isquemia para evitar una lesión miocárdica irreparable, o en perfundir las coronarias independientemente, y en todo caso enfriar todo el miocardio para permitir que el tiempo de clampaje pueda ser el adecuado. No creo que de estos tres métodos exista uno que sea el mejor, sólo deseo hacer hincapié en que, sea cual sea el sistema que se elija, se lleve a la práctica con sensatez. Algunos cirujanos trabajan muy deprisa, y basan toda su técnica en la rapidez, para ellos es preferible no manipular las arterias coronarias, dejar que el corazón quede anóxico y acabar el acto operatorio enseguida. Pero esta pauta no es válida para otros cirujanos, ya que un miocardio que resiste perfectamente 45 minutos de isquemia, sufrirá un gran deterioro si dicha interrupción circulatoria se alarga a 75 minutos o más. En estas circunstancias se deberían canular y perfundir las coronarias, práctica que requiere suma precaución, pues es esencial evitar que penetren burbujas de aire en el momento de introducir por primera vez los catéteres y también es importante que el flujo sea el adecuado.

— La tercera complicación de importancia a nivel del corazón está relacionada con el drenaje de las cavidades izquierdas. Se trata, en realidad, de una cuestión de índole quirúrgico y no de un problema propio de la técnica de perfusión, pero tiene tanta trascendencia que merece ser mencionado. Es fácil, y puede ser fatal, que las condiciones de perfusión que en un momento dado se establezcan resulten una sobrecarga de volumen para el ventrículo izquierdo, el cual puede distenderse y quedar severamente lesionado. También puede ocurrir que el excesivo llenado procedente de las venas pulmonares, al no poder ser manejado por el corazón izquierdo, produzca un aumento retrógrado de la presión venosa pulmonar. Esta situación puede sobrevenir si existe regurgitación aórtica y el corazón fibrila al mismo tiempo, o si la aorta se clampa mientras el ventrículo derecho está todavía latiendo y recibiendo retorno venoso, produciendo, por consiguiente, lesión pulmonar.

— La última complicación a que voy a referirme también compete al cirujano y es mucho más frecuente de lo que en general se reconoce. Se trata de la embolia gaseosa producida por eyección de aire como consecuencia de la cardiotomía. Cuando se presenta el cirujano a menudo cree que el aire es introducido desde la máquina de C.E.C. La verdad es que, en la mayor parte de los casos procede del corazón que ha sido abierto y es suficiente un latido del ventrículo izquierdo para enviar una burbuja, más bien de gran tamaño, a la carótida o al tronco braquiocefálico y ascender de tal manera, que la mayoría de las veces se aloja en las porciones encefálicas más altas.

El signo cardínal consiste en la afectación neurológica unilateral. Las hemiplejias que existen post-cirugía a corazón abierto se producen después de intervenciones valvulares y muy raramente después de un "bypass" de las coronarias, a corazón cerrado, cuando en ambas se utiliza la C.E.C.

Por otro lado, el embolismo aéreo que resulta de la inyección de aire desde el circuito de perfusión extracorpórea, generalmente se caracteriza por ser ocasionado por microburbujas y son demasiado pequeñas para llegar a zonas altas del cerebro, por tanto provocarán una lesión cerebral difusa.

La solución para drenar el aire de las cavidades izquierdas y evitar la complicación antes descrita es más fácil de

apuntar que de poner en práctica, consiste en intentar, mientras el corazón esté latiendo, no desclampar nunca la aorta sin antes haber drenado meticulosamente todo el aire que pueda haber en el ventrículo y aurícula izquierdos, procurando siempre efectuar los desclampajes muy lentamente para que así las burbujas, si las hubiere, puedan ser aspiradas a través de la aguja colocada en la raíz aórtica.

## FLUJO, PRESION Y EQUILIBRIO ELECTROLITICO

La perfusión extracorpórea de sangre oxigenada por medio de la máquina corazón-pulmón no es más que un método artificial de mantener el aporte circulatorio necesario, en sustitución de la función cardiopulmonar del paciente. Si los requerimientos de gasto cardíaco, de un paciente dado, son unos 4 litros por minuto, ése es lógicamente el débito circulatorio que precisará para mantenerse en condiciones óptimas, mientras se lleve a cabo el bypass, aunque por supuesto podrá tolerar temporalmente un flujo menor. Cualquier individuo puede sobrevivir un corto período de tiempo en situación de shock, pero debe evitarse en lo posible que el volumen circulatorio sea insuficiente y procurar mantener una presión sistémica superior a 75 mm. Hg.

No es de gran utilidad el cálculo del flujo requerido de acuerdo con la altura, el peso y la superficie corporal, u otros parámetros, pues existe una enorme variación en las necesidades reales de flujo circulatorio de un enfermo a otro, aunque ambos sean del mismo tamaño. Si uno presenta estenosis mitral y el otro insuficiencia aórtica, probablemente requerirán flujos sanguíneos totales muy diferentes, el primero se mantendrá bien con dos litros por minuto, mientras que el aórtico lo más probable es que necesite cinco.

El equilibrio electrolítico durante la circulación extracorpórea no es complicado, pero conviene comentarlo brevemente. En estos pacientes, pueden presentarse complicaciones por hipocontractibilidad miocárdica o arritmias, cuando se utilizan grandes cantidades de sangre citratada sin añadir Cl.Ca. a razón de 0,25 ó 0,50 gr. por unidad. El citrato retarda el metabolismo del calcio factor importante en estos paciente que ya presentan un enlentecimiento metabólico por la hipotermia y el bajo nivel de perfusión. También es frecuente la hipocalemia y quizás este descenso en el nivel de potasio, comúnmente inexplicado se asocia a la hipotermia moderada.

## HIPOTERMIA

Con o sin circulación extracorpórea la hipotermia, es un tema tan amplio que me limitaré a comentarlo muy brevemente.

La hipotermia profunda con paro circulatorio total puede carecer de riesgo si se toman ciertas precauciones. En primer lugar debe enfriarse al paciente en su totalidad antes de intervenir la circulación; es decir, el tiempo de enfriamiento debe ser el adecuado. En segundo lugar, conviene que la duración del paro circulatorio sea ponderada, probablemente no más de media hora a 18° C, ni más de una hora a 14° C.

Los niños, al igual que los animales jóvenes, soportan la hipotermia profunda mejor que los adultos.

Durante el recalentamiento después de haber realizado una hipotermia profunda, la pCO<sub>2</sub> se elevará rápidamente, por lo que se prestará suma atención a la correcta capacidad

de difusión del oxigenador. En la mayoría de los adultos, cuando la temperatura desciende por debajo de 29°C el miocardio fibrila y debe ser drenado convenientemente el corazón izquierdo para evitar su distensión y sufrimiento.

### ASISTENCIA CIRCULATORIA PROLONGADA EN EL TRATAMIENTO DE LA INSUFICIENCIA CARDIACA O PULMONAR

Si la circulación extracorpórea no fuera tan traumatizante, sería razonable emplear de forma rutinaria una bomba oxigenadora para proporcionar asistencia circulatoria, reemplazando durante muchos días, tal vez semanas, el corazón o los pulmones severamente dañados, hasta producirse la mejoría necesaria. No está todavía claro, si las máquinas utilizadas actualmente están lo suficientemente perfeccionadas para esta función. Los oxigenadores de membrana se han usado para efectuar perfusiones parciales en pacientes, por periodos de más de una semana, obteniendo supervivencia a largo plazo (25), pero todavía quedan muchos problemas difíciles de resolver, tanto de tipo técnico, como en la elección del paciente.

Las dificultades técnicas en una perfusión extracorpórea prolongada tienen que ver fundamentalmente con la alteración hemática. Es difícil mantener vivo a un animal totalmente heparinizado durante varios días, aún cuando su sangre no sea bombeada por una máquina, de modo que parte de las lesiones resultantes parecen estar en relación con la heparinización prolongada. Hill (32) ha propuesto una dosis inicial de heparina de 100 U.I. por kilo y hora, para mantener un tiempo de coagulación de Lee-White entre 25 y 40 minutos.

En general, no ha tenido éxito, la asistencia circulatoria prolongada que se ha realizado en casos de fallo miocárdico por isquemia coronaria (shock cardiogénico). Estos pacientes podrían mejorar espectacularmente mediante un bypass parcial de ayuda durante varios días, pero el miocardio no parece recobrar la energía necesaria en estos pocos días; por tanto, en nuestra experiencia no se han conseguido supervivencias a largo plazo. Los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, generalmente de origen traumático, han respondido mejor. Los pulmones gravemente dañados, en circunstancias favorables, pueden recuperar su función adecuada en el espacio de tiempo de una semana a diez días, durante el cual, se puede mantener la asistencia circulatoria.

La difícil selección de los pacientes es también un problema importante.

Sin embargo, nuevos conceptos en el campo de la asistencia circulatoria, se están haciendo cada vez más populares. Actualmente se realizan los últimos toques en el diseño de instrumentos de asistencia parcial tales como los dispositivos de asistencia ventricular izquierda que disminuyen el trabajo desarrollado por el ventrículo izquierdo al bombear la sangre hacia la aorta. Al descargar al ventrículo de todo ese esfuerzo mediante el dispositivo de asistencia circulatoria, se le permite al miocardio recuperar la capacidad funcional adecuada en el transcurso de varios días. Además, en este campo se están desarrollando otros diseños más complejos, como es el de asistencia cardíaca total, un mecanismo que aporta ayuda circulatoria a los dos ventrículos al mismo tiempo.

Los esfuerzos realizados por los investigadores y respaldados por fondos del gobierno y/o contratos industriales, son en gran medida responsables del rápido y necesario pro-

greso conseguido en la técnica de la circulación extracorpórea y también de haber logrado que las perfusiones clínicas sean incomparablemente más eficaces y seguras.

El perfusionista pionero, cirujano o científico, por regla general, fue también un inventor, promotor y artífice que encontró necesario trabajar en contacto con otras muchas especialidades, coordinando de esta forma el desarrollo y la aplicación de esta nueva ciencia. Estos cirujanos se convirtieron en fisiólogos y aprendieron pidiendo opinión y asesoramiento técnico a los ingenieros, electrónicos e industriales, con objeto de afrontar las necesidades y solucionar los problemas de esta técnica, que ha sido en este siglo la aportación más dinámica a la cirugía.

Algunos de los factores que motivaron la transición del perfusionista pionero al comprobador de niveles en que se había convertido a la mitad de los años 60, fueron: la estabilización de la ciencia de la perfusión y el aburrimiento experimentado debido a que los cirujanos emprendieron técnicas más complicadas que comportaban una prolongación del tiempo operatorio y en consecuencia, de bypass.

Los científicos pioneros no tenían ni el tiempo, ni la inclinación, ni el bagaje de conocimientos estructurados sobre la C.E.C., para instruir a sus sucesores y se resistían a delegar la responsabilidad de su ciencia recién desarrollada. Prefirieron que sus sucesores fueran individuos con poca o ninguna preparación científica y únicamente con un entrenamiento práctico con el que poder vigilar el nivel de sangre en los oxigenadores y alertar al supervisor cuando las lecturas fueran anormales.

Al principio de los setenta, con el aumento en el número de operaciones a corazón abierto, se produjo una necesidad masiva de perfusionistas, que debido a la falta de una canteira de personas con una formación adecuada, los puestos disponibles se cubrieron forzosamente con candidatos no cualificados. Se emplearon perfusionistas inexpertos en un ambiente en que se habían desarrollado modernas técnicas quirúrgicas y de perfusión ocasionando nuevos problemas y la necesidad de formar perfusionistas conocedores del tema y perfectamente entrenados.

Para mejorar la calidad del perfusionista moderno y reconocerle como un profesional, se realizaron programas universitarios que constan de dos a cuatro años de estudios.

Los ejercicios y exámenes de certificación son impartidos ahora por sociedades profesionales como AMSECT.

Esta se obtiene superado un examen de farmacología, fisiología, anatomía y técnicas de perfusión. El candidato debe poseer dos años de experiencia y haber realizado 100 perfusiones clínicas. A partir del año 1980 la certificación debe ser extendida, tras cuatro años de estudio, por una escuela de perfusionistas reconocida. Luego, cada tres años se requiere también la recertificación de cada miembro, con el objeto de mantener el status o categoría profesional y se obtiene mediante la acumulación de 150 puntos obtenidos de la asistencia a reuniones de la sociedad de perfusionistas, tanto nacionales (20 puntos) como regionales (10 puntos), por material de lectura relacionado con el campo de la perfusión (5 puntos) y por la participación en proyectos de investigación o trabajos presentados (15 puntos).

Las agrupaciones locales y nacionales de la sociedad convocan programas científicos y reuniones, con el propósito de facilitar la obtención de los puntos que se necesitan para la recertificación. Otro tipo de seminarios para postgraduados son los programas organizados por los hospitales, la in-



dustria y las instituciones académicas. La enseñanza generalmente no es gratuita, excepto en el caso de los seminarios organizados por las casas comerciales. También estos pueden estar reconocidos por AMSECT y se pueden obtener puntos participando en ellos. Tales organizaciones para perfusionistas, no sólo forman y proporcionan técnicos en circulación extracorpórea, sino que también promueven la organización estructural en el ámbito de la profesión. Esto ha dado como resultado una escala de retribuciones equilibradas a nivel nacional, la tipificación y especificación del trabajo a realizar y un avance en general de la profesión, lo cual ha comportado una mejor relación entre el perfusionista, el cirujano y el fabricante.

\* \* \*

Comentemos ahora las obligaciones y el tipo de trabajo del perfusionista actual.

Un perfusionista cardiovascular es una persona especializada, cualificada por medio de una formación académica y un entrenamiento clínico, que maneja el equipo de perfusión en cualquier situación médica en que sea necesario asistir o suplantar la función cardio-respiratoria de un paciente.

Es función del perfusionista asesorar al médico en la selección de utillaje necesario y las técnicas a emplear durante la circulación extracorpórea.

Es el encargado de dirigir y asegurar el manejo sin riesgos de la función cardio-respiratoria, mediante la monitorización de los parámetros fisiológicos, necesarios durante el bypass. El perfusionista puede encargarse de la administración, según prescripción, de sangre y derivados, agentes anestésicos, u otros fármacos, a través del circuito de extracorpórea. Se ocupa también de la inducción de la hipotermia y de otros cometidos.

Asimismo, puede ser función de los perfusionistas, a nivel administrativo, las gestiones de compra de suministros y equipos, así como el ostentar un puesto de responsabilidad en la dirección departamental y del personal.

La automatización introducida en las técnicas de la circulación extracorpórea ha conferido mayor garantía y rapidez a las perfusiones, haciendo el procedimiento más rutinario. El perfusionista tiene que estar alerta para no seguir los pasos de su predecesor, el pinero de la perfusión y sucumbir a una rutina que conduciría inexorablemente al tedio. Para evitar que esto ocurra tiene que procurar dedicarse a distintos aspectos relacionados con el tema, que mantendrán vivo su interés. En otras palabras, mirar el campo de la circulación extracorpórea desde las perspectivas de la física, la mecánica, la electrónica y la clínica. No debe considerar la técnica de la perfusión como un mero trabajo, sino como una profesión y una ciencia.

Las exigencias de tiempo, dedicación y disponibilidad a que el perfusionista está sometido son grandes. Las funciones y responsabilidades son también numerosas. Como miembro del equipo quirúrgico cardíaco, soporta grandes presiones y responsabilidad, comparte las censuras y críticas cuando se produce una catástrofe ocasionada por cualquier miembro del equipo; pero muy rara vez, comparte los éxitos y los triunfos, pues para esto siempre está el Jefe.

Tal desencanto puede conducir, muy a menudo, al perfusionista a un desinterés por su cometido habitual y otros aspectos relacionados con la profesión pueden resultarle más interesantes y atractivos. Esto es lo que comúnmente se denomina "Quemarse", lo que vemos con frecuencia en las profesiones de enfermería, paramédicas, ayudantes de médi-

co, perfusionistas, y en un reducido número de médicos. Los que disfrutan de unas compensaciones de tipo físico, intelectual o monetario, están exentos de este problema.

Por gratificación física y emocional me refiero a encontrarse en un ambiente que proporciona: relativamente pocas presiones, reconocimiento y aceptación como miembro del equipo.

Esto me recuerda una anécdota que me ocurrió durante mi carrera como perfusionista: Tuvo lugar en uno de esos casos típicos que se prolongaron durante toda la noche hasta altas horas de la madrugada; durante este tiempo salimos de bypass en repetidas ocasiones y el Jefe me pidió que explicara a la familia del paciente que la situación era muy comprometida pero que estábamos intentándolo todo y que debíamos tener esperanzas, etc.... Recuerdo lo cansado que estaba después de trabajar durante todo el día y la noche en el quirófano y la impresión que debía causarle a los familiares que estaban igualmente agotados de esperar todas esas horas de agonía. Durante mi conversación con ellos, en la cual hubieron preguntas y respuestas, yo les dije en varias ocasiones quién era, pero ellos me seguían tratando de doctor.. Dios, etc... tuve que hacer varios viajes del quirófano a la sala de espera y cada vez me sentía más y más importante a pesar de mi cansancio. Al principio me llamaron "doctor", luego "profesor" y finalmente "sabio". Después de semejante adulación no me importaba ya el cobrar o no por mi trabajo. Pensaba en como había de sentirse el Jefe a diario paseándose por el hospital con una aureola sobre su cabeza.

Los aspectos intelectuales que evitan el "quemarse" incluyen los logros con que el perfusionista contribuye a salvar la vida humana y la satisfacción de saber que sus esfuerzos y actuaciones van dirigidos a mejorar la salud de otra persona.

La compensación monetaria, es obvia, para evitar el astío.

El perfusionista que experimenta esta frustración, o llega a desinteresarse peligrosamente por su trabajo o encuentra otros campos de interés, algunos relacionados con la misma actividad y otros no, una vía puede ser administración departamental y otra es la industria. Los perfusionistas pueden llegar a ser vendedores, asesores técnicos, o representantes de productos relacionados con su experiencia.

El reciente incremento en el número de instituciones dedicadas a la formación de perfusionistas, ocasiona una gran demanda de instructores y los ex-perfusionistas son candidatos perfectos para ocupar estos puestos. Además es fácil imaginar como se puede acoplar una computadora a la bomba cardiopulmonar, contribuyendo, de este modo, a la limitación de la labor del perfusor, el cual si no encuentra nuevos objetivos y funciones a desempeñar le empujará a buscar otras actividades.

## CONCLUSIONES

Mi pretensión en este trabajo ha sido resumir los aspectos y cuestiones más importantes que yo he aprendido a lo largo de casi 20 años de perfusión en pacientes sometidos a intervenciones a corazón abierto. Es interesante mirar hacia atrás y contemplar lo fáciles que eran las respuestas a los misterios de los primeros tiempos, lo que hace pensar que éramos lentos en darnos cuenta de lo evidente.

El flujo circulatorio debe aportar el suficiente volumen

para mantener una presión arterial dentro de los límites razonables. La sangre se debe conservar libre de impurezas y eliminar las materias extrañas, tóxicas, agregados celulares y émbolos gaseosos. El intercambio gaseoso ha de ser adecuado.

En definitiva, un estudiante de biología de enseñanza media nos podría haber dado respuesta a las dudas que teníamos hace 20 años. Pero ha sido largo y peligroso el camino que hemos recorrido para aprender cada una de estas lecciones y darles una base científica.

## BIBLIOGRAFIA

1. Gibbon, J.H., Jr.; Artificial Maintenance of Circulation During Experimental Occlusion of Pulmonary Artery. *Arch Surg.* 34:1105 1937.
2. Gibbon, J.H., Jr.; Extracorporeal Maintenance of Cardiopulmonary Function. *Harvey Lect.* 53: 186, 1959.
3. Crafoord, C., Norberg, B. and A. Senning; Clinical Studies in Extracorporeal Circulation with a Heart Lung Machine. *Acta Chir Scand* 112:220, 1957.
4. Dennis, C., and K.E. Karlson: The Multiple Screen Disc Oxygenator, p. 69-80 In: *Extracorporeal Circulation*. J. G. Allen (editor), Springfield, Ill: Thomas, 1958.
5. Bjork, V.O.; An Artificial Heart or Cardiopulmonary Machine. Performance in animals. *Lancet* 1:491, 1948,
6. Melrose, D.G.; A Heart Lung Machine for use in Man. *J. Physiol. (London)*. 127:51, 1955.
7. Kay, E.B. and F.S. Cross; Direct Vision Repair of Intracardiac Defects Utilizing a Rotating Disc Reservoir Oxygenator. *Surg. Gynec Obstet* 104; 701, 1957.
8. Clark, L.C., Gollen, F. and V.B. Gupta; The Oxygenation of Blood by Gas Dispersion. *Science* 111:85, 1950.
9. DeWall, R.A. and C.W. Lillehei; Design and Clinical Application of the Helix Reservoir Pump-Oxygenator System for Extracorporeal Circulation. *Post Grad Med* 23:561, 1958.
10. Cooley, D.A., Latson, J.R. and Pierce, J.R.; Bubble Diffusion Oxygenator for Cardiopulmonary Bypass. *J. Thor Surg* 35:131, 1958.
11. Galletti, P.M. and G.A. Brecher: *Heart Lung Bypass*. Grune and Stratton, Inc., New York, p. 125, 1962.
12. Rygg, I.H. and E. Kyusgaard; A disposable Polyethylene Oxygenator applied. Applied in a heart Lung Machine. *Acta Chir. Scand.* 112-433, 1957.
13. DeWall, R.A., Najafi, H., Roden, T.: A Heart Shell Temperature Controlling Disposable Blood Oxygenator. *JAMA* 197(13):1065, 1966.
14. Page, P.A. and J.A. Haller: Clinical Evaluation of the New Harvey H-200 Disposable Blood Oxygenator. *J. Thorac. Surg* 67:213, 1974
15. Keon, W.J., Bedard, P., Brais, M., et al: Clinical Observation of Twelve Patients using a New Concept in Bubble Oxygenator: BOS-10. *J. Amer Soc Ext Corp Technol.* 6:83, 1978.
16. Williams, D.R., Manley, N.J., Prophet, A.: Pre-clinical Evaluation of a New Bubble Oxygenator: Cobe Optiflo II. *AmSECT* 6:91, 1978.
17. Bjork, V.O., Bergedall, L., Wussaw, C.: Gas Flow in Relation to Blood Flow in Oxygenators. *Scand J. Thorac Cardiovasc Surg* 2:81, 1977.
18. Osborn, J.J., Popper, R.W., Kerth, W.G., and F. Gerbode; Respiratory Insufficiency Following Open Heart Surgery. *Ann Surg* 156:638, 1958.
19. Ashmore, P., Szitek, V. and P. Ambrose; (1967) Presented to Am Acad Pediatric, Washington, D.C.
20. Osborn, J.J., Swank, R.L., Hill, J.D., Aguilar, M.J. and F. Gerbode; Clinical Use of a Dacron Wool Filter During Perfusion for Open Heart Surgery. *J. Thos Cardiovasc Surg* 60:575, 1970.
21. Bramson, M.L., Osborn, J.J. and F. Gerbode; A Rotating Disc Blood Oxigenator and Integral Heat Exchanger of Improved Inherent Efficiency *J Thor Surg* 39:427, 1960.
22. Clowes, G.H.A., Jr.; Further Development of a Blood Oxygenator Dependent upon the Diffusion of Gases Through Plastic Membranes. *Trans Amer Soc Art Int Organs* 3:52, 1957.
23. Peirce, E.C.II: A Modification of the Clowes Membrane Lung. *J. Thor Cardiovasc Surg* 39:438, 1960.
24. Bramson, M.L., Osborn, J.J., Main, F. and F. Gerbode; A New Disposable Membrane Oxygenator with Integral Heat Exchange. *J. Thor Cardiovasc Surg* 50:391, 1965.
25. Hazan, S.J.; Psychiatric Complications Following Cardiac Surgery. Part I A Review Article, p. 307; Part II. A working Hypothesis - the Chemical Approach. p. 320, *J. Thor Cardiovasc Surg* 51:1966.
26. Swank, R.L., Isselhard, W.H., Hissen, W. and Merguet, J.; Alteration of Blood During Acute Hypotension: Effect of Continuous Glass Wool Filtration *Circ. Res.* 14: 97, 1964.
27. Allardyce, D.B., Hoshida, S.H., Ashmore, P.G.; The Importance of Microembolism in the Pathogenesis of Organ Dysfunction Caused by Prolonged use of the Pump Oxygenator. *J. Thor Cardiovasc Surg* 52:706, 1966.
28. Patterson, R.H., Twichell, J.B.; Disposable Filter for Microemboli *JAMA* 25:76, 1971.
29. Hill, J.D., Osborn, J.J., Swank, R.L., Aguilar, J.J. de Lanerolle, P. and F. Gerbode; Experience using a New Dacron Wool Filter During Extracorporeal Circulation. *Arch Surg* 101:649, Dec 1970.
30. Swank, R.L.; Platelet Aggregation: Its Role and Cause in Surgical Shock. *Journal of Trauma* 8:873, 1968.
31. Egeblad, K., Osborn, J.J., Burns, W., Hill, J.D., and F. Gerbode; Blood filtration During Cardiopulmonary Bypass. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 63:384, 1972.
32. Hill, J.D., O'Brien, T.G., Murray, J.J., Dontigny, L., Bramson, M.L. Osborn, J.J. and F. Gerbode; Prolonged Extracorporeal Oxygenation for Acute Post-traumatic Respiratory Failure (shock lung syndrom). *New Eng J. Med* 286:629, 1972.

\* \* \*



## II CONGRESO NACIONAL DE LA ASOCIACION ESPAÑOLA DE PERFUSIONISTAS

28/29 Mayo 1982. Hotel Castillo Santa Clara. Torremolinos.

La Asociación Española de Perfusionistas (A.E.P.) celebrará su II Congreso Nacional los días 28 y 29 de Mayo. Tema: INFECCIONES C.E.C.

### Programa

Día 28 a las 9 horas: Inauguración,  
de 10 a 14 h.: Comunicaciones y temas libres  
de 17 a 17,45 h.: Tema.—Infecciones  
a las 18 h.: Mesa Redonda.

Día 29, a las 9 h. Asamblea General Ordinaria de la Asociación.

### Organización

SITECC - SIASA  
C/. Manuel del Palacio, s/n.  
Edif. Costabella, Apto. 3.  
Tels.: 29 29 20 y 29 41 43  
MALAGA

\* \* \*

## I CURSO TEORICO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS EN C.E.C.

Febrero-Mayo 1982. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.

Este I Curso tiene una dedicación de dos horas semanales y va dirigido a la formación continuada de los perfusionistas.

### Organización

Rosa Garín y Ana Segovia.  
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau  
Barcelona  
Asesor del Curso: H. Solanes

\* \* \*

En los sucesivos números aparecerá una lista con una selección de trabajos relacionados con nuestra profesión, publicados en otras revistas.

## REUNION ANUAL DE LA SCANSECT (Scandinavian Society for Extracorporeal Technology)

Del 11 al 13 de Noviembre, 1982 (Hotel Admiral, Copenhagen).

### Tema

Comunicaciones libres.

Para más información dirigirse a:

Annette Löwenmark,  
Dept. of Cardio-thoracic Surgery R,  
Rigshospitalet  
Blegdamsvej 9,  
2100 Copenhagen Ø  
DENMARK

\* \* \*

## VII JOURNEES D'ETUDE C.E.C.E.C.

11/12 Juin, 1982. Hotel P.L.M. Saint Jacques. Paris.

Cercle d'Etude de la Circulation Extra-corporelle (C.E.C.E.C.) dedica el 11 y 12 de junio de 1982 a unas jornadas de estudio en el Hotel P.L.M. de Paris sobre el tema "Vigilancia de la C.E.C."

### Programa:

Comunicaciones y mesas redondas sobre:

- . Consumo de O<sub>2</sub>
- . Hemólisis
- . Volumen de Cebado.
- . Anestesia
- . Bacteriología
- . Bioquímica
- . Electrofisiología
- . Hematología/Hemostasia
- . Hemodinámica
- . Hipotermia
- . Material y métodos
- . Automatización Micro-informática.

### Organización:

C.E.C.E.C. Siège Social: 15 avenue de la Porta de Choisy 75634 PARIS CEDEX 13. Tel. 584 11 62

\* \* \*

## XI CURSO INTERNACIONAL DE TRABAJO Y PERFECCIONAMIENTO de la Asociación Alemana de Perfusionistas.

en Frankfurt del 21 al 22 de Mayo de 1982.

# NOTAS DE LA ASOCIACION

En Córdoba con fecha once de Octubre de mil novecientos ochenta y uno se celebra la III Asamblea Nacional Ordinaria de la Asociación Española de Perfusionistas y Técnicas de Circulación artificial.

Se presenta el orden del día que había elaborado con anterioridad la Junta Directiva.

- 1) Lectura y aprobación del Acta anterior, quedando aceptada.
- 2) Marcha de la Asociación:
  - Contactos con el Consejo Superior: Información.
  - El Secretario expone que no se trabaja de continuo, por ello la Junta ha pensado que como estímulo se podría sortear en el próximo Congreso de Málaga, un viaje para dos personas cada dos años. Ha este sorteo podrían optar aquellos socios que presenten trabajos en el Congreso de Málaga o bien en la Revista que saldrá en esa fecha.
  - Con el mismo fin se comenta que hay en proyecto crear una beca.
  - Contactos con el Consejo Europeo. Información.
  - El Secretario comunica la dimisión de Ana Marrugat por motivos de trabajo, pasando a ocupar su puesto Marta Sanchez.
- 3) Situación económica.
- 4) Congreso de Málaga. Información.
- 5) Revista.
- 6) Nuevos socios.
  - Bajas voluntarias:
    - Aurelio Navarro
    - M<sup>a</sup> Luisa Fernández Erades.
  - Altas:
    - Ana Segovia Ansensio.
    - Ester Colillas Hernández
    - Purificación Martínez Gomez
    - Neus Oller Grau.
    - Fernando O'Valle Rebass.
    - Juan At<sup>o</sup> Zuazo Meabe.
    - Jesus Pelaez Martinez.
    - Adolfo Herrera Lopez.
    - José Luis Canora Sanchez.
    - Fernando Jaime Barone.
    - Juan Manuel Otero Sampedro.
    - Pilar Pacetti de Castro.
    - Maria Paz Gonzalez Cuadrado.
    - Neus Junquera Torrent.
    - Catalina Bravo Bravo.

7) Ruegos y preguntas.

Rogamos la colaboración de todos los perfusionistas en la aportación de trabajos e información para publicar en esta Revista.

\* \* \*

Hemos recibido una invitación del Mr. James P. Dearing, President, and Scutter Newton, President-Elect of the American Society of Extra-corporeal Technology (AMSECT), para la 20<sup>th</sup>. International Conference de la AMSECT a celebrar en Florida los días 25-28 de Abril de 1982. Han asistido al mismo miembros de la Asociación Española de Perfusionistas, cuyas impresiones, comentaremos en el próximo número de la Revista.

\* \* \* \* \*



# MIEMBROS DE LA ASOCIACION

ALAMBIAGA SOROLLA, V.	C. S. La Fe	Valencia
ALIAÑO MARTINEZ, J.M.	R. Ntra. Sra. del Pino	Las Palmas de G. C.
ALONSO RODRIGUEZ, A.	C. E. Ramón y Cajal	Madrid
ARRIAZA MONTEJO, S.	C. S. Provincial	Madrid
AYATS VALLVERDU, M.C.	H. Clinic i Provincial	Barcelona
BERRAONDO, E.	C. Universitaria	Pamplona
BLANCO IGLESIAS, R.	H. G. de Galicia	Santiago de Compostela
BLANCO GIMENEZ, M.S.	C. M. Marqués de Valdecillas	Santander
BONMATI BERENGUER, M.G.	H. C. Universitario	Valladolid
BOSCH SURIA, R.	C. S. Fco. Franco	Barcelona
BRAVO BRAVO, C.	F. Jiménez Díaz	Madrid
CANTO PASTOR, S.	Clínica Concepción	Madrid
CIRCUNCISION CATALA, V.	C. H. del Estado	Madrid
COLLANTES MARTIN, C.	H. C. de Asturias	Oviedo
CUBERO NIETO, T.	H. C. Universitario	Valladolid
FERRERO ALDAZ, M.J.	C. E. Ramón y Cajal	Madrid
FUENTES TOBES de la F.	R. S. E. Sotomayor	Bilbao
GARCIA PADRINO, M.S.	F. Jiménez Díaz	Madrid
GARIN SOLE, M.R.	H. de la Santa Creu i Sant Pau	Barcelona
GIL ORTIZ, B.	C. M. Marqués de Valdecillas	Santander
GOMEZ GOMEZ, J.	C. Puerta de Hierro	Madrid
GOMEZ-PAVON ARROYO, J.	G. H. del Estado	Madrid
GONZALEZ CUADRADO, M.P.	CS E. Sotomayor	Cruces(Vizcaya)
GRAU MAÑACH, D.	H. Creu Roja	Barcelona
HORMAECHEA CAZON, C.	C. M. Marqués de Valdecillas	Santander
IGLESIAS CARREÑO, C.L.	H. G. de Galicia	Santiago de Compostela
IGUACEL ALCAINE, M.J.	H. C. Universitario	Zaragoza
IZAGUIRRE, M.T.	C. Puerta de Hierro	Madrid
JUNQUERA TORRENT, N.	H. del Mar	Barcelona
LARRAYOZ ELCANO, S.	C. Universitaria	Pamplona
LOPEZ SANCHEZ, S.	C. S. Virgen del Rocío	Sevilla
LORES, M.E.	F. Jiménez Díaz	Madrid
LLORENS BAÑON, G.	C. S. La Fe	Valencia
MAINER LASHERAS, J.L.	C. S. Provincial	Madrid
MARGARITO RANGEL, M.	H. M. Gómez Ulla	Madrid
MARTINEZ APARICIO, F.	C. S. La Fe	Valencia
MARTINEZ CATALAN, M.L.	H. M. Gómez Ulla	Madrid
MAS LEMONIZ, M.S.	H. C. de Basurto	Bilbao
MEDINA ALMANSA, J.L.	C. S. Reina Sofía	Córdoba
MENA GARCIA, F.	C. S. La Fe	Valencia
MEZQUITA ARGUELLO, F.	C. S. La Paz	Madrid
MOLERA FRANSCAS, M.F.	C. Q. Sant Jordi	Barcelona
MOLES MOLES, J.L.	C. S. Reina Sofía	Córdoba
MURCIA GOMILLA, M.	C. S. Fco. Franco	Barcelona
NAVIAS ROQUE, J.	C. S. Provincial	Madrid
OLIVARES CONEJERO, M.	C. S. Principes de España	Barcelona
ONTALVILLA GARCIA, B.	C. S. La Paz	Madrid
OZCOS PRIM, A.	C. Puerta de Hierro	Madrid
PACETTI de CASTRO, P.	C. S. Carlos Haya	Málaga
PAEZ HERRERA, H.	H. Universitario	Sevilla
PALOMA SAPERA, R.	C. S. Fco. Franco	Barcelona
PEREZ CARAZO, J.A.	R. S. Enrique Sotomayor	Bilbao
QUINTAN LLADO, J.	R. S. Juan Canalejas	La Coruña
REBOLLO APARICIO, A.	C. Puerta de Hierro	Madrid
RONSAÑO BALAGUER, J.M.	CS J. A. Primo de Rivera	Zaragoza
ROYO BALBONTIN, C.	C. S. C. Haya	Málaga
RUIZ LLAMERA, E.	C. M. Marqués de Valdecillas	Santander
RUIZ VELA, C.	H. C. Universitario	Zaragoza
SAAVEDRA PEREIRA, S.	H. G. de Galicia	Santiago de Compostela
SANCHEZ CILLERO, M.	H. Clinic i Provincial	Barcelona
SEGOVIA ASENCIO, A.	H. de la Sta. Creu i Sant Pau	Barcelona
SEGURA ESCOBAR, F.J.	C. S. La Paz	Madrid
SEVILLANO EXTREMERA, M.E.	H. G. de Galicia	Santiago de Compostela
SIERRA MARTINEZ, M.A.	C. S. Provincial	Madrid
SIESTO ROLDAN, M.A.	C. Q. Sant Jordi	Barcelona
SOLA PEREZ, A.	F. Jiménez Díaz	Madrid
SOLANES VILALTA, H.	H. de la Sta Creu i Sant Pau	Barcelona
SOLCHAGA ZARATIEGUI, M.R.	C. M. Marqués de Valdecillas	Santander
SOLE MARGALEJO, A.	S. C. Principes de España	Barcelona
TOCÓN PASTOR, G.	C. S. Virgen del Rocío	Sevilla
TORRES LOPEZ, J.A.	H. Universitario	Sevilla
VALLEJO LOPEZ, A.	C. S. La Paz	Madrid
VELAZ LOPEZ, C.	C. E. Ramón y Cajal	Madrid

Nota: Cualquier error en nombre o dirección rogamos nos lo comuniquéis a efectos de evitar fallos en la correspondencia.



# SOCIOS DE HONOR

# LISTA DE HOSPITALES

Dr. J. AGOSTI SANCHEZ C.S. "Enrique Sotomayor"	Bilbao	CENTRO ESPECIALIDADES QUIRURGICAS "RAMON Y CAJAL" Ctra. de Colmenar, s/n MADRID-34	Tel. 729 00 00
Dr. F. ALONSO-LEJ DE LAS CASAS C.S. "J. A. Primo de Rivera"	Zaragoza	CENTRO MEDICO "MARQUES DE VALDECILLAS" Avda. Marqués de Valdecillas, s/n SANTANDER	Tel. 23 14 00
Dr. F. ALVAREZ DIAZ C.S. "La Paz"	Madrid	CENTRO QUIRURGICO "SANT JORDI" Via Augusta, núm. 269 BARCELONA-17	Tel. 203 58 00
Dr. F. ALVAREZ DE LINERA "H.G. de Asturias"	Oviedo	CLINICA UNIVERSITARIA DE NAVARRA c/ Barañain, s/n PAMPLONA	Tel. 25 54 00
Dr. R. ARCAS MECA "C. Universitaria"	Pamplona	CIUDAD SANITARIA "CARLOS HAYA" Avda. Carlos Haya, s/n MALAGA	Tel. 39 04 00
Dr. ARIS FERNANDEZ "H. de la S. Creu i S. Pau"	Barcelona	CIUDAD SANITARIA "ENRIQUE SOTOMAYOR" Cruces - Baracaldo BILBAO	Tel. 438 34 00
Dr. J. BRITO PEREZ "C.E. Ramón y Cajal"	Madrid	CIUDAD SANITARIA "FRANCISCO FRANCO" Paseo Valle Hebrón, s/n BARCELONA-35	Tel. 22954 00
Dr. J. Ma. CAFFARENA RAGGIO C.S. "La Fe"	Valencia	CIUDAD SANITARIA "JOSE ANTONIO" c/ Isabel la Católica, núm. 1 ZARAGOZA	Tel. 35 57 00
Dr. J. Ma. CARAPLS RIERA "H. de la S. Creu i S. Pau"	Barcelona	CIUDAD SANITARIA "LA FE" Avda. Alférez Provisional, núm. 21 VALENCIA-9	Tel. 340 60 11
Dr. L. CASTELLON GASCON C.S. "Virgen del Rocio"	Sevilla	CIUDAD SANITARIA "LA PAZ" Paseo de la Castellana MADRID	Tel. 724 26 00
Dr. M. CASTRO LLORENS "H. de la Creu Roja"	Barcelona	CIUDAD SANITARIA "PRINCIPES DE ESPAÑA" c/ Freixa Llarga s/n -Bellvitge-Hopitalet de Ll. BARCELONA	Tel. 335 70 11
Dr. M. CONCHA RUIZ C.S. "Reina Sofía"	Córdoba	CIUDAD SANITARIA PROVINCIAL c/ Dr. Esquerdo, núm. 46 MADRID-30	Tel. 273 72 00
Dr. D. FIGUERA AYMERICH "C. Puerta de Hierro"	Madrid	CIUDAD SANITARIA "PUERTA DE HIERRO" c/ San Martín de Porres, núm. 4 MADRID-35	Tel. 216 22 40
Dr. J. B. GARCIA BENGOCHEA "H. G. de Galicia"	Santiago de Compostela	CIUDAD SANITARIA "REINA SOFIA" Menéndez Pidal, núm. 1 CORDOBA	Tel. 29 80 33
Dr. C. M. GOMEZ-DURAN LAFLEUR C.M. "Marqués Valdecillas"	Santander	CIUDAD SANITARIA "VIRGEN DEL ROCIO" c/ Manuel Siglot, s/n SEVILLA	Tel. 71 00 00
Dr. N. GONZALEZ DE VEGA C.S. "Carlos Haya"	Málaga	FUNDACION "JIMENEZ DIAZ" c/ Reyes Católicos, núm. 2 MADRID-3	Tel. 244 16 00
Dr. J. GUTIERREZ DIEZ H.M. "Gómez Hulla"	Madrid	GRAN HOSPITAL DEL ESTADO c/ Diego de León, 62 MADRID-6	Tel. 402 80 00
Dr. C. INFANTES ALCON "H.C. Universitario"	Sevilla	HOSPITAL CIVIL DE BASURTO Avda. de Montevideo, s/n BILBAO-13	Tel. 441 80 00
Dr. R. LOZANO MANTECON "H.C. Universitario"	Zaragoza	HOSPITAL CLINIC I PROVINCIAL c/ Casanova, núm. 143 BARCELONA-36	Tel. 253 80 00
Dr. C. MARTINEZ BORDIU C.E. "Ramón y Cajal"	Madrid	HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO DE SEVILLA c/ Dr. Frediañi, s/n SEVILLA	Tel. 37 84 00
Dr. P. J. MIRALLES DAMIENS Hospital Ntra. Sra. del Mar	Barcelona	HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO DE ZARAGOZA Avda. Gómez Laguna, s/n ZARAGOZA	Tel. 35 64 00
Dr. J. MULET MELIA Hospital Clínic i Provincial	Barcelona	HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO DE VALLADOLID Avda. Ramón y Cajal, s/n VALLADOLID	Tel. 25 40 00
Dr. M. MURTRA FERRE C.Q. Sant Jordi	Barcelona	HOSPITAL DE LA CREU ROJA c/ 2 de Maig, núm. 301 BARCELONA-25	Tel. 235 93 00
Dr. E. OLAYA MERCADE C.S. "Virgen del Pino"	Las Palmas de Gran C.	HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU Avda. Sant Antoni Ma. Claret, núm. 167 BARCELONA-25	Tel. 348 11 44
Dr. J. PARAVISINI PARRA C.S. "Francisco Franco"	Barcelona	HOSPITAL GENERAL DE ASTURIAS c/ Julián Clavería, s/n OVIEDO	Tel. 23 00 00
Dr. M. PUIG MASANA C.S. Príncipes de España	Barcelona	HOSPITAL GENERAL DE GALICIA SANTIAGO DE COMPOSTELA	Tel. 59 52 00
Dr. G. RABAGO PARDO Fco. Jiménez Díaz	Madrid	HOSPITAL MILITAR "GOMEZ HULLA" Carretera del Ejército, s/n MADRID-25	Tel. 462 40 00
Dr. R. RIVERA LOPEZ C.S. Provincial	Madrid	RESIDENCIA SANITARIA "JUAN CANALEJAS" c/ Pasaje, 57 -Las Lubias- LA CORUÑA	Tel. 23 14 48
Dr. E. TOVAR MARTIN R.S. Juan Canalejas	La Coruña	RESIDENCIA SANITARIA "VIRGEN DEL PINO" c/ Angel Guimerá, núm. 91 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	Tel. 23 11 99
Dr. M. URQUIA BRAÑA H.P. de Navarra	Pamplona	HOSPITAL NTRA. SRA. DEL MAR Passeig Maritim, s/n. BARCELONA - 3	Tel. 309 22 12



BENTLEY-SORIN BIOMEDICA ESPAÑOLA, S.A.

# Módulo para Normo-Hipotermia Palex

## Precisión y seguridad



PALEX, con su probada experiencia en circulación extracorpórea y fiel a su espíritu de aportar continuas soluciones a la medicina, ha desarrollado el módulo para Normo-Hipotermia que reúne todos los avances tecnológicos actuales.

Esta unidad está concebida para asegurar la máxima precisión y seguridad en el quirófano y sus características permiten al equipo médico trabajar en condiciones óptimas de rendimiento y fiabilidad.

### Principales características:

- Exactitud de 0,1° C.
- Escala de control de 0° a 42° C.
- Sonda de platino Pt. 100.
- Total ausencia de interferencias eléctricas.
- Interruptor diferencial y un magneto térmico que evita la desconexión general del quirófano en caso de avería o fuga.
- Sistema automático de alarma para temperaturas superiores a 42° C.
- Presión en el intercambiador de calor del oxigenador de 0 mm Hg gracias a un sistema de doble bomba centrifuga.

Un conjunto de características técnicas y de manejo que, en resumen, le garantizan una seguridad total.

Solicitenos información.



División Cirugía

**Productos Palex SA**

Juan Sebastián Bach, 12  
Teléfono: (93) 201 00 00\*  
Barcelona-21