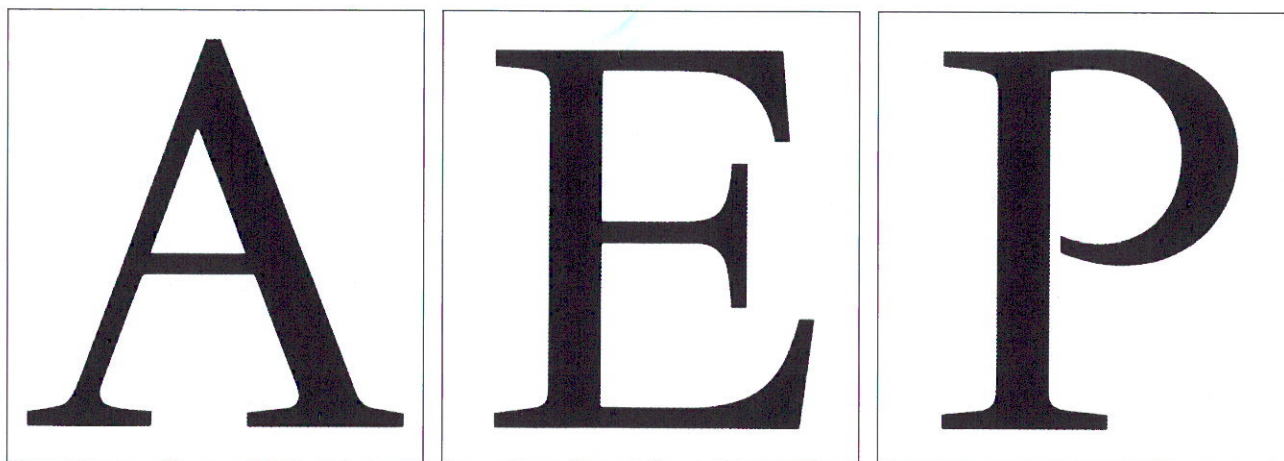

46

Primer Semestre 2009



Revista Española de Perfusión



HEMOCHRON®

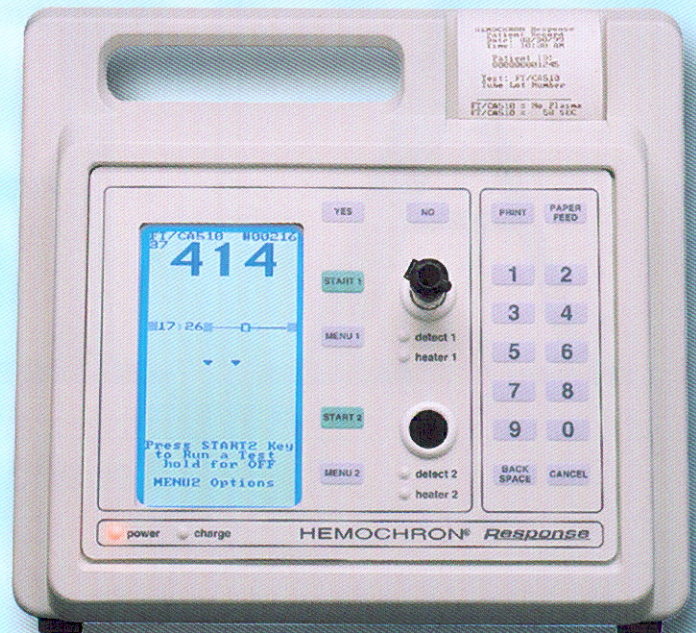
Whole Blood Microcoagulation Systems

Líder mundial en sistemas de control de la hemostasia

RESPONSE

Sistema convencional de tubos para la monitorización de la heparina en quirófanos de CC que puede procesar dos pruebas al mismo tiempo.

1. Permite realizar la prueba de ACT con tubos de caolín y de celite.
2. Software opcional Rx/Dx que, junto con los tubos especiales Rx/Dx, calcula dosis personalizadas de heparina y protamina.
3. Impresora incorporada.



SIGNATURE

Sistema de microcoagulación que utiliza la tecnología de cubetas para determinar varios parámetros de coagulación con una sola gota de sangre.

1. ACT (ref. cubetas JACT+, ACT-LR)
Permite realizar la prueba de ACT igual que el sistema de tubos, con menor cantidad de muestra y mejor precisión.
2. APTT (ref. cubetas J103)
Determinación del tiempo de cefalina.
3. PT (ref. cubetas J201)
Determinación del tiempo de protrombina en sangre total venosa o muestra capilar.
Resultados en segundos plasmáticos e INR.
4. Posibilidad de utilizar muestra de sangre citratada para PT y APTT.
(ref. cubetas J201-C, J103-C)



En ambos sistemas:

- * Los equipos identifican automáticamente la prueba a realizar.
- * Posibilidad de conexión informática.



BIOMED, S.A.

P T M C/ Einstein, 3 28760 Madrid Tel. 91 803 28 02 Fax 91 803 66 68 comercial@biomed.es www.biomed.es

SUMARIO

DIRECTORA

Marisol García Asenjo
Presidenta de la A.E.P.
Hospital de Basurto • Bilbao

DIRECCIÓN TÉCNICA

M. Àngels Siesto
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau • Barcelona

JEFE DE REDACCIÓN

Domènec Santiago
Hospital Germans Trias i Pujol (Can Ruti)
Badalona (Barcelona)

COMITÉ DE REDACCIÓN

Elisenda Bruguera
Esther Colillas
Margarita Olivares
Francis Iglesias
Hospital Universitari de Bellvitge • Barcelona

Rosa Molera
Ana Segovia
M. Àngels Siesto
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau • Barcelona

Domènec Santiago
Hospital Germans Trias i Pujol (Can Ruti)
Badalona (Barcelona)

Carne Ayats
Marta González
Maite Mata
Xavier Román
Hospital Clínic i Provincial • Barcelona

Rosa Aguilar
Hospital Sant Joan de Deu • Barcelona

Montserrat Planas
Centre Quirúrgic Sant Jordi • Barcelona

SEDE Y SECRETARÍA DE LA REVISTA

Dirección:
M. Àngels Siesto
Secretaría de Cirugía Cardíaca (Perfusión)
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
Sant Antoni M. Claret, 167 • 08025 Barcelona
Tel. 93 291 93 30

PUBLICIDAD

Elisenda Bruguera
Departamento de Cirugía Cardíaca
Hospital Universitari de Bellvitge
Feixa Llarga, s/n. Bellvitge (Barcelona)
Tel. 93 260 76 08

VOCALES DE ZONA

Norte Juana Cautado Bernardo
Hospital General de Asturias • Oviedo
Levante Mario García Nicolas
Clínica Recoletas • Albacete
Centro M. Jesús Vázquez Rodríguez
Hospital Clínico San Carlos • Madrid
Catalunya Francis Iglesias Gordillo
Hosp. Univ. de Bellvitge • Barcelona
Sur Rafael Cid Vivar
Hospital Carlos Haya • Málaga

Editada por la Asociación Española de Perfusionistas
N.º 46 - Primer Semestre de 2009
Conexión a Internet: www.aep.es

1 Sumario

3 Editorial

5 Originales

Asistencia circulatoria mecánica (2ª parte)

Asistencia circulatoria con bomba centrífuga. Experiencia

Paula Barreda Vega, Juana Cautado Bernardo, Margarita Olivares Conejero

11 Dispositivos actuales, ABIOMED. Experiencia

Margarita Olivares Conejero, Paula Barreda Vega, Juana Cautado Bernardo

20 Bomba axial de larga duración: Incor

F. Iglesias, E. Bruguera, E. Colillas, M. Olivares, M.J. Bautista, Dr. C. Fontanillas, Dr. A. Miralles, Dr. D. Ortiz, Dr. E. Castells

25 Memoria Histórica

Brukhonenko y los principios de la circulación extracorpórea. Testimonio fílmico, 1940

Jorge Zavala López

40 Notas

42 Agenda

44 Suscripción

46 Normas

Reservados todos los derechos.
Prohibida la reproducción total o parcial,
gráfica o escrita, por cualquier medio,
sin la autorización escrita del Editor.

Depósito legal: B.25.383-90
ISSN 0211-2167

el ideal sistémico

La evolución del CPB,
mejorando la flexibilidad
clínica y la biocompatibilidad
sin sacrificar la seguridad
del paciente.

CE 0123
ADULT INTEGRATED MINI BY PASS SYSTEM
SYNERGY



SYNERGY

Sistema Integrado
para Mini CPB
y como soporte para
la cirugía cardíaca

 **SORIN GROUP**
AT THE HEART OF MEDICAL TECHNOLOGY

EDITORIAL

Desde estas páginas queremos agradecer el trabajo y el esfuerzo realizado por gran parte de los socios para poder sacar adelante el Modelo de Seguridad del Paciente en Perfusión que próximamente veremos publicado en esta revista y que se presentará para su validación e implementación en nuestra próxima Asamblea general de socios. Este modelo también servirá de guión para poder diseñar el registro de la declaración voluntaria de eventos adversos a través de nuestra página web, recientemente renovada.

Estas y otras muchas acciones son las que vienen a demostrar que nuestro colectivo sigue dando pasos importantes en el desarrollo de nuestra profesión y nuestra formación, como se demuestra también con el importante número de perfusionistas que han superado la recertificación del Board Europeo.

Así mismo debemos felicitarnos por el inicio de nuestro I Máster en Perfusión y Oxigenación Extracorpórea, estamos seguros que será un punto de inflexión en nuestra formación que hará que tanto la investigación como el desarrollo de nuestra especialidad se vean fortalecidas.

La Ley de Ordenación de las Profesiones Sanitarias introduce un nuevo concepto de "desarrollo profesional", mientras que la Ley 16/2003 de 28 de mayo, de Cohesión y Calidad del Sistema Sanitario, establece la recertificación adecuada y permanente de los distintos profesionales de la sanidad y todo ello implica un desarrollo activo de formación continuada de la máxima calidad y acreditación.

La aparición de los Reales Decretos 55/2005 y 56/2005, de 21 de enero, por los que se regulan los estudios universitarios oficiales de Grado y Postgrado, nos afectan de manera muy relevante como al conjunto de las diversas disciplinas académicas y

sanitarias tanto por su incorporación al Espacio Europeo de Educación Superior surgido de la Declaración de Bolonia, como de las normas de funcionamiento de la Sanidad en España.

Todas ellas van dirigidas a la exigencia de la regulación y la formación adecuada de los profesionales sanitarios.

Pero para que el cambio sea completo y eficaz, la orientación de la formación deberá tener continuidad en la realidad asistencial, y además la sociedad tiene que conocer cual es la aportación de los perfusionistas al sistema sanitario, para poder demandar una asistencia de calidad y seguridad.

Finalmente quiero recalcar que somos nosotros, los perfusionistas, los que debemos defender y prestigiar nuestra especialidad, a través de un desempeño eficiente, basado en el conocimiento y las habilidades en la realización de nuestras funciones, investigando, estableciendo nuestro propio cuerpo doctrinal, etc.

Esta Asociación siempre ha procurado contribuir a la realización de todos estos fines, esta Revista también es el medio, nuestros autores tienen el conocimiento y sin ellos no tendríamos Revista, por lo que os exhortamos a seguir investigando y publicando en estas páginas, hacerla cada día más fuerte y convertirla en referente imprescindible, con ella también nos damos a conocer a otros profesionales con los que convivimos o a otros estamentos que pretenden analizar nuestra actividad sin saber mucho de nosotros.

Recordar que todos somos parte de esta Asociación y de esta publicación y nuestra contribución hará de ella una edición de excelencia y una Asociación eficaz.

Marisol García Asenjo
Presidenta de la AEP



Pioneros en Productos para CEC



QUADROX i ADULT



QUADROX PLS

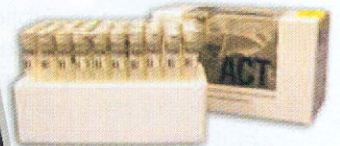


PLEGIOX

CARDIOPULMONAR
WWW.MAQUET.COM



ACT



CATS^{plus}



CATS PLUS

ORIGINALES

Asistencia circulatoria mecánica (2ª parte)

Asistencia circulatoria, tipos y situación actual

Juana Cautado Bernardo

Perfusionista. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo

(1ª parte publicada en el nº 44. Primer semestre 2008)

Asistencia circulatoria, con bomba centrífuga. Experiencia

Paula Barreda Vega

Perfusionista. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Cantabria

Dispositivos actuales. ABIOMED. Experiencia

Margarita Olivares Conejero

Perfusionista. Hospital Universitario de Bellvitge. Barcelona

Asistencia circulatoria con bomba centrífuga. Experiencia

Paula Barreda Vega⁽¹⁾, Juana Cautado Bernardo⁽²⁾, Margarita Olivares Conejero⁽³⁾

⁽¹⁾Perfusionista. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander.

⁽²⁾Perfusionista. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo.

⁽³⁾Perfusionista. Hospital Universitario de Bellvitge. Barcelona.

Resumen

El objetivo de este trabajo es una revisión de nuestra experiencia en la utilización de la bomba centrífuga Bio-médicus en asistencias ventriculares mecánicas en shock cardiogénico post cardiectomía o como puente al trasplante.

Desde el año 1991 hasta noviembre del año 2007 se han intervenido 7977 pacientes con circulación extracorpórea, de los cuales 34 (0,4%) precisaron asistencia ventricular mecánica con bomba centrífuga Bio-médicus: En 8 pacientes se instauró asistencia ventricular izquierda (23,5%), a 4 pacientes asistencia ventricular derecha (11,7%) y en 22 pacientes asistencia biventricular (64,7%).

La edad media de estos pacientes era de 55 años, 28 pacientes eran varones y 6 mujeres.

De las 34 asistencias implantadas 17 fueron post-cardiectomía, 2 pacientes llegaron a la asistencia previa Ecmo instaurada en la UCI, 13 pacientes por fallo primario del injerto, 1 en espera de trasplante cardiaco y por ultimo 1 por rotura de aorta del donante.

De las 8 asistencias izq. implantadas sobrevivieron 6 pacientes. 4 pacientes durante mas de un año, 2 pacientes fueron exitus hospitalario. No sobrevivió ningún paciente con asistencia derecha y sobrevivieron 7 pacientes con asistencia biventricular.

Summary

The aim of this work is a revision of our experience in the use of the centrifugal pump Biomedicus in the mechanical ventricular assistances in cardiogenic shock, post-cardiotomy or as a bridge to the transplantation.

From 1991 to November, 2007, 7977 patients with extracorporeal circulation have been operated and 34 (0'4%) needed mechanical ventricular support with the centrifugal pump Biomedicus; in 8 patients (23'5%) it was established ventricular support, 4 patients (11'7%) needed right ventricular support and 22 patients (64'7%) needed biventricular assistance.

The average age of these patients was 55, 28 patients were male and 6 female.

Of the 34 implanted assistances, 17 were post-cardiotomy, 2 patients reached the previous assistance ECMO established in the ICV, 13 patients due to primary graft failure, 1 awaiting cardiac transplantation and finally, 1 by breakage of the donor's aorta.

Of the 8 implanted left side assistances, 6 patients survived (4 for more than a year and 2 were hospital exitus). 7 patients with biventricular support survived while no patient with right side support did.

Introducción

La disfunción ventricular post operatoria ha sido durante mucho tiempo una complicación grave de la cirugía cardíaca⁽¹⁾ a pesar de los avances en la preservación miocárdica y en las técnicas quirúrgicas⁽²⁾ hay un número de pacientes que no pueden ser destetados del by-pass cardiopulmonar⁽³⁾.

Cuando todas las opciones terapéuticas han sido ineficaces, el trasplante cardíaco puede ser la única alternativa⁽⁴⁾. Hasta la llegada de un donante es preciso mantener la estabilidad hemodinámica con algún dispositivo mecánico⁽⁵⁾.

Las bombas centrífugas son fáciles de manejar y de bajo coste si las comparamos con otros dispositivos⁽⁶⁾, y son capaces de sustituir la función cardíaca a corto plazo.

La Bio-bomba, comenzó por los años 70 una intensa investigación en un programa de desarrollo de un corazón artificial, era el modelo 600 y en el año 1985 aparecieron en el mercado los modelos BP80 y PB50.

El objetivo de este trabajo es describir nuestra experiencia con el uso de la bomba centrífuga Bio-médicus como asistencia ventricular mecánica como puente al trasplante cardíaco.

Material y métodos

En nuestro Hospital utilizamos la bomba centrífuga Bio-médicus en todos los procedimientos que precisen circulación extracorpórea (CEC), desde el año 1991. (Fig. 1).

Las bombas se clasifican en: bombas de desplazamiento positivo y bombas centrífugas. (Fig. 2).

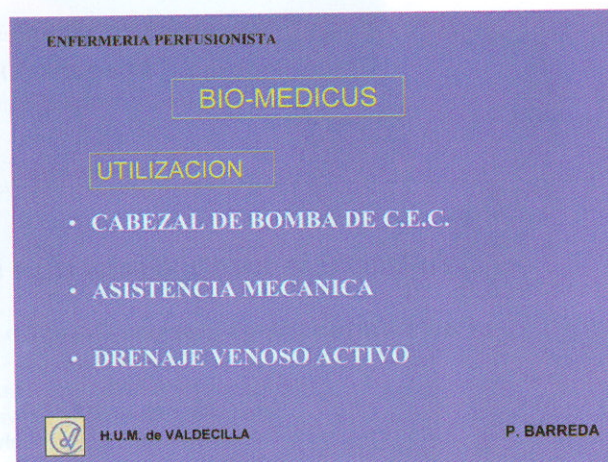


Fig. 1.

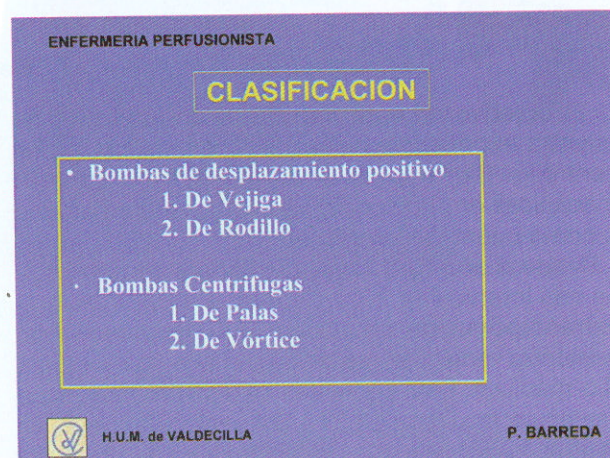


Fig. 2.

La bomba centrífuga Bio-médicus es una bomba de vórtice, no oclusiva, que ofrece un bombeo sanguíneo centrífugo conocido como principio del vortex forzado. Un vórtice se forma cuando se imprime un movimiento circular a un fluido.

Si imprimimos revoluciones en una columna llena de fluido, impartimos energía rotatoria al fluido, originándose otra forma de energía, el movimiento. Esta energía provoca que el fluido suba por las paredes de la columna formando un vórtice. (Fig. 3).

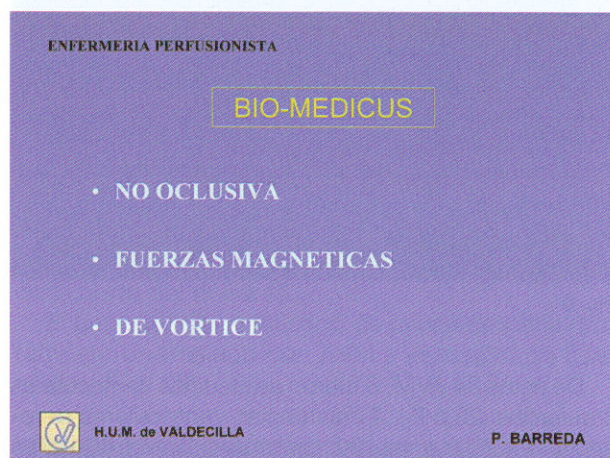


Fig. 3.

Consta de tres conos que están contruidos sobre un imán, este es la base de los conos y coincide con el imán de la bio-consola. La consola rota su imán y este hace rotar el imán de los conos.

La superficie rotatoria lisa de estos conos proporciona un arrastre que provoca que el fluido en contacto con ellos se ponga en movimiento rotatorio. (Fig. 4).

La progresión del fluido dentro de los conos se realiza mediante fuerzas magnéticas y no por arrastre como en el caso de las bombas de rodillo.

El fluido de la sangre es suave e ininterrumpido que ayuda a reducir el nivel de hemólisis y la formación de trombos. (Fig. 5).

Cebat el circuito es muy sencillo, se hace por gravedad y al recircular se pone la salida del cono hacia arriba y el aire se desplaza con facilidad.

Habitualmente el cebado se realiza con sangre del propio paciente o bien solución cristaloides.

Debido a las distintas presiones en las cavidades, cuando la asistencia es derecha el cono debe estar por debajo del corazón y lo más conveniente es

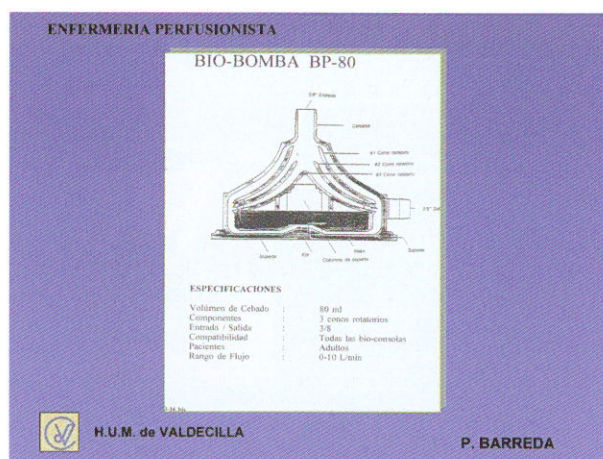


Fig. 4.

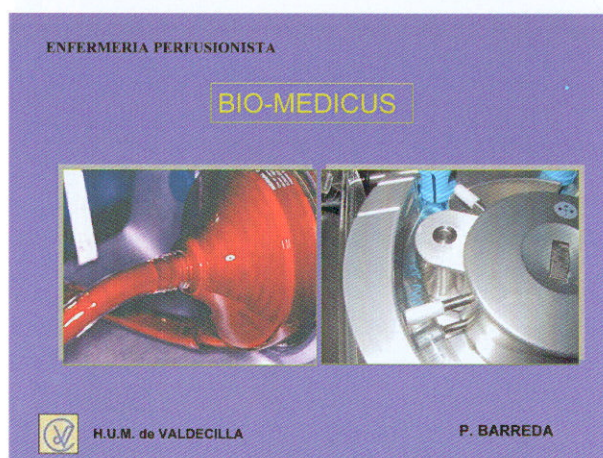


Fig. 5.

colocar un clamp en la línea de salida e ir abriendo poco a poco hasta completar el purgado. Para eliminar las micro burbujas, golpear suavemente el cono. Cuando la asistencia es izq. no es necesaria esta maniobra.

El circuito lleva un recubrimiento de heparina (Carmeda). (Fig. 6).


La calibración es muy sencilla, se pone el número del flumiter en el panel (mod. 540) (ajustar ganancia). Observar la dirección de la flecha en el medidor de flujo. Hacer el cero una vez este cebado el circuito y ajustar alarmas. (Fig. 7).

Utilizamos la bomba centrífuga Bio-médicus en todas las AVM desde el año 1991 hasta noviembre de 2007, como tratamiento en el shock cardiogénico post cardiectomía. (Fig. 8).

ENFERMERIA PERFUSIONISTA

CEBADO

- POR GRAVEDAD
- CRITALOIDE
- AUTOLOGO



H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 6.

ENFERMERIA PERFUSIONISTA

CALIBRACION

- AJUSTAR GANANCIA
- MEDIDOR FLUJO
- CERO

MODELO 540



H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 7.

ENFERMERIA PERFUSIONISTA

ASISTENCIAS




H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 8.

Han sido intervenidos 7977 pacientes con by-pass cardio pulmonar, 34 pacientes (0,4%) necesitaron asistencia ventricular mecánica (AVM) con bomba centrífuga Bio-médicus. (Fig. 9).

ENFERMERIA PERFUSIONISTA

ASISTENCIAS

AÑO	CEC	ASISTENCIAS
1991-2007	7977	34

H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 9.

De estas 34 AVM, 8 fueron asistencias ventriculares izquierdas (23,5%); 4 asistencias ventriculares derechas (11,7%) y las 22 restantes biventriculares (64,7%). (Fig. 10).

La edad media de estos pacientes es de 55 años con un rango entre 24 y 72 años, 28 pacientes eran hombres y 6 mujeres. (Fig. 11).

De las 34 asistencias implantadas 17 fueron post cardiectomía, 2 pacientes diagnosticados de infarto agudo de miocardio llegaron a la AVM previa

ENFERMERIA PERFUSIONISTA

ASISTENCIAS

ASIST. IZQ.	8
ASIST. DCH.	4
ASIST. BI-VENT	22

H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 10.

ENFERMERIA PERFUSIONISTA

ASISTENCIAS

EDAD MEDIA	55,45	(24-72)
HOMBRES	28	
MUJERES	6	

H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 11.

ECMO instaurada en la UCI, 13 pacientes necesitaron AVM por disfunción del injerto y 1 paciente por rotura de la aorta del donante.

El paciente diagnosticado de miocardiopatía dilatada era un traslado con AVM a la espera de trasplante. (Fig. 12).

ENFERMERIA PERFUSIONISTA

ETIOLOGÍA

POST-CARDIOTOMIA	17
INFARTO DE MIOCARDIO	2
DISE. PRIMARIA DEL INJERTO	13
MIOCARDIOPATIA DILATADA	1
OTROS	1

H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 12.

Resultados

El tiempo medio de los 8 pacientes con asistencia izquierda fue de 24,5 horas con un rango de 0,17 a 72 horas.

Los 4 pacientes que necesitaron una asistencia derecha, tuvieron una media de 48 horas con un rango de 5 a 120 horas. Los 22 pacientes que precisaron de asistencia biventricular tuvieron una

media de 45 horas y el rango fue de 0,20 a 276 horas. (Fig. 13).

ENFERMERIA PERFUSIONISTA

RESULTADOS

ASISTENCIAS	TIEMPO	
IZQUIERDA	8	24,5 (0,17- 72)
DERECHA	4	48 (5 - 120)
BIVENTRI.	22	45 (0,20-276)

H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 13.

De las 8 asistencias izquierdas implantadas sobrevivieron 6 pacientes; 4 pacientes más de un año, 2 pacientes fallecieron durante su estancia hospitalaria, por encefalopatía anóxica y fallo multiorgánico.

No sobrevivió ningún paciente con asistencia derecha.

De los 22 pacientes que estuvieron en asistencia biventricular sobrevivieron 7 pacientes, 3 pacientes más de un año y 4 pacientes murieron en hospitalización por sepsis, neumonía por legionella, sepsis por cándidas, hemorragia y fallo multiorgánico. (Fig. 14).

ENFERMERIA PERFUSIONISTA

RESULTADOS

	Supervivencia	>1 año	Muerte-Intrahosp.
A. IZQ.	6 pacientes (8)	4	2
A. BI-VEN	7 pacientes (22)	3	4

H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 14.

La mayor tasa de complicaciones fue debido, en 12 pacientes al sangrado por alteraciones de la coagulación, 7 pacientes por fallo multiorgánico, 4 pacientes por encefalopatía anóxica, 3 pacientes por sepsis, 1 paciente por rotura de aurícula izquierda y 1 paciente por rotura de aorta del donante. Todos los pacientes fueron politransfundidos. (Fig. 15).

ENFERMERIA PERFUSIONISTA		
COMPLICACIONES		
HEMORRAGIAS	12	(4 en Q)
FALLO MULTIORGANICO	7	
ENCEFALOPATIA ANOXICA	4	
SEPSIS	3	
ROTURA AURICULA IZQ.	1	
ROTURA AORTA DONANTE	1	

H.U.M. de VALDECILLA P. BARREDA

Fig. 15.

Conclusiones

Los dispositivos de AVM han demostrado ser eficaces y capaces de reemplazar la función cardiaca, cuando todas las opciones terapéuticas han sido

ineficaces. La bomba Bio-médicus ha demostrado ser un dispositivo eficaz para la sustitución ventricular a corto plazo. Es de fácil instauración y manejo, no precisa de heparinización total.

A pesar de haber otros dispositivos más actuales y con mejores resultados en el mercado sigue siendo una opción a utilizar cuando no se dispone de otros medios.

Y no es necesario hacer grandes inversiones teniendo en cuenta su utilización en la actividad diaria.

Bibliografía

1. Goldberg RJ, Gore JM, PERT JS, Osganian V, De Grot J, Bader J, et al. Cardiogenic shock after acute myocardial infarction. Incidence and mortality from a community-wide perspective, 1975 to 1988. N Engl J Med. 1991; 325: 1117-22.
2. Walter E. Pae, Jr., MD Cynthia A. Miller. Ventricular assist devices for postcardiomy cardiogenic shock. J Thorac Cardiovasc surg.
3. J.J. Curtis, J.T. Walls, R. Schmaltz, T.L. Demmy, C. McKenney. Centrifugal mechanical cardiac assist. Cor Europaeum (1977) 6: 185-189.
4. Guillermo Reyes, Juan Fernández-Yañez, Hugo Rodríguez-Abella, Jesús Palomo. Asistencia ventricular mecánica como puente al trasplante. Revista Española de Cardiología (2007) 60: 72-75.
5. Oz MC, Rose EA, Levin HR. Selection criteria for placement of left ventricular assist devices. Am Heart J. 1995; 129: 173-7.
6. Pae WE Jr, Miller CA, Mathews Y (1992) Ventricular assist devices for postcardiotomy cardiogenic shock. J Thorac Cardiovasc Surg 104: 541-553.

Dispositivos actuales, ABIOMED. Experiencia

Margarita Olivares Conejero⁽¹⁾, Paula Barreda Vega⁽²⁾, Juana Cautado Bernardo⁽³⁾

⁽¹⁾Perfusionista. Hospital Universitario de Bellvitge. Barcelona.

⁽²⁾Perfusionista. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Santander.

⁽³⁾Perfusionista. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo.

Resumen

El objetivo de este trabajo es una breve descripción del sistema ABIOMED y una revisión de nuestra experiencia en la utilización del mismo sistema.

El BVS5000 es un dispositivo mecánico de soporte ventricular, diseñado inicialmente para la recuperación cardíaca en los fallos postcardiotomía, siendo su utilización posterior en el shock cardiogénico como puente al trasplante. Es un sistema de asistencia ventricular pulsátil y asincrónico. Funciona independiente de cualquier actividad eléctrica del corazón sin existir ninguna conexión eléctrica entre el sistema y el paciente, siendo capaz de proporcionar soporte

circulatorio mecánico en caso de disfunción ventricular izquierda, derecha, o biventricular.

En el Hospital de Bellvitge con el sistema Abiomed, se han implantado 42 asistencias, 41 con la bomba BVS5000 y 1 con el ventrículo AB5000, desde noviembre de 1992 hasta finales del 2007.

De los 42 pacientes a los que se instauró el sistema Abiomed, 36 eran hombres y 6 mujeres, con edades comprendidas entre 15 y 77 años, a 24 pacientes se implantó AVM izquierda, en 2 pacientes la AVM fue derecha y en los 16 pacientes restantes la AVM fue biventricular.

Summary

The objective of this work is a brief description of ABIOMED SYSTEM and a revision of our experience in its use.

The BVS5000 is a mechanical device of ventricular support, initially designed for the cardiac recovery in those cases of post-cardiotomy failures, being their later use in the cardiogenic shock as a bridge to the transplantation. It is a system of pulsation and asynchronous ventricular support. It works independently of any electrical heart activity without an electrical connection between the system and the patient, being

able to provide mechanical circulatory support in case of ventricular left, right or biventricular disfunction.

In Bellvitge hospital, 42 assistances (41 with pump BVS5000 and 1 with ventricle AB5000) were implanted with the Abiomed system, from November, 1992 to the end of 2007; of the 42 patients with the Abiomed system established, 36 were men and 6 women, with ages between 15 and 77; 24 patients were implanted AVM left side, in 2 patients the AVM was right sided, and in the remaining 16 the AVM was biventricular.

Introducción y desarrollo del sistema:

Consola AB5000

Bomba BVS5000

Ventrículo AB5000

Cánulas

El sistema de asistencia ventricular mecánica ABIOMED, es un dispositivo automático de soporte

biventricular, diseñado para proporcionar un soporte parcial o total a corto plazo, en ambos ventrículos izquierdo, derecho o biventricular. (Fig. 1).

El sistema AB5000 utiliza una consola controlada por un microprocesador que suministra fuerza neumática a una bomba de sangre, desechable. Los ritmos de latido y los intervalos sistólico/diastólico se determinan automáticamente gracias a un sensor



Fig. 1.

que detecta el flujo en el mecanismo de conducción de la consola.

El sistema AB5000 está constituido por la consola que puede ser utilizada para accionar tanto las bombas de sangre BVS5000 como los ventrículos AB5000 y las cánulas de implantación. (Fig. 2-3).

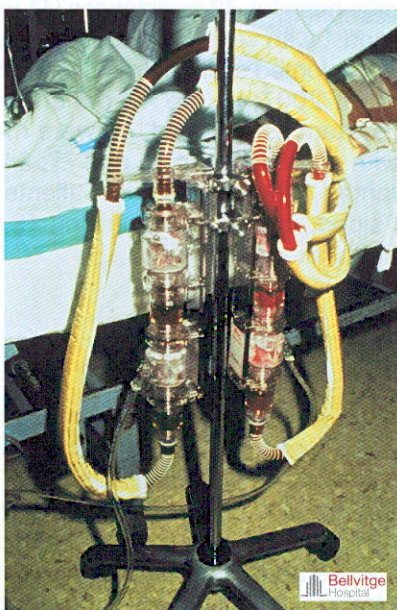


Fig. 2.



Fig. 3.

Es un dispositivo asincrónico que funciona independientemente de cualquier actividad eléctrica del corazón. La única conexión entre la bomba de sangre o ventrículo y la consola AB5000 es la línea de impulsión neumática que consta de un tubo (PVC) de 1/4 de pulgada. (Fig. 4).

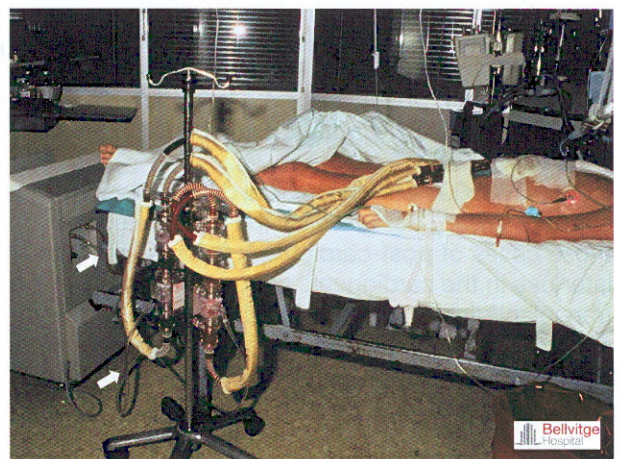


Fig. 4.

Descripción de la bomba BVS5000

La bomba de sangre se compone de una carcasa exterior de policarbonato y su diseño interior consta de dos cámaras (vejigas) de poliuretano ultrapur. La cámara auricular situada en la parte superior, permite el flujo continuo de la sangre procedente de la aurícula derecha o izquierda, pasa a la cámara ventricular situada en la parte inferior a través de

una válvula de tres hojas de un material llamado angioflex y sale de esta cámara ventricular a través de otra válvula también de tres hojas de angioflex hacia la arteria pulmonar o aorta según sea la asistencia derecha o izquierda. (Fig. 5).

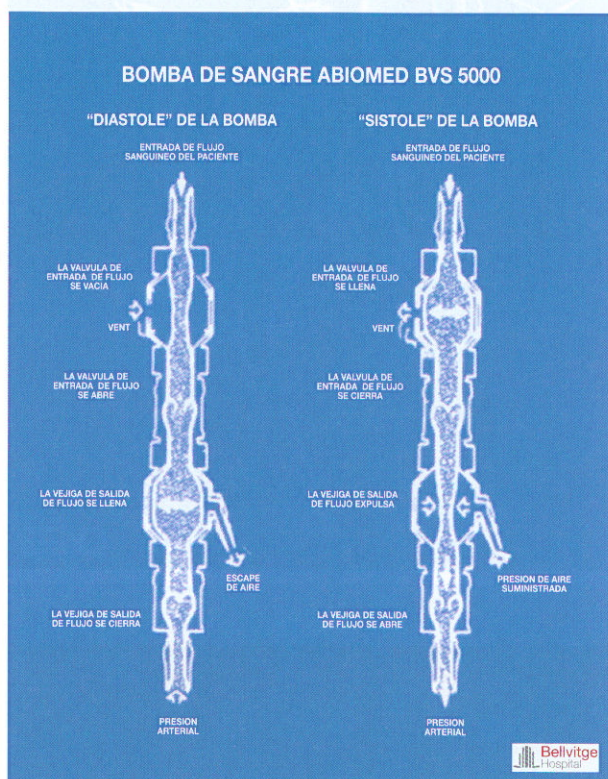


Fig. 5.

Descripción del ventrículo AB5000

Es un dispositivo de cámara única y accionamiento neumático que apoya o sustituye a un ventrículo, si el flujo de sangre que entra de la aurícula izquierda es reconducido a la aorta torácica la asistencia es izquierda. Si el flujo de sangre que entra de la aurícula derecha es reconducido a la arteria pulmonar la asistencia es derecha. La membrana de la cámara es de angioflex y las válvulas son trivalvas. La localización de la asistencia es paracorpórea. La conexión del ventrículo AB5000 al paciente se realiza por canulación transtorácica. (Fig. 6).

Con la bomba o ventrículo se suministran dos cánulas, una para la conexión auricular izquierda o derecha y otra para la conexión arterial aórtica o pulmonar. Ambas cánulas auricular y arterial se

suministran con bandas de sujeción, un estilete de tunelización para introducir la cánula a través de la piel y un fijador de la cánula para el conector de la misma. (Fig. 7).



Fig. 6.

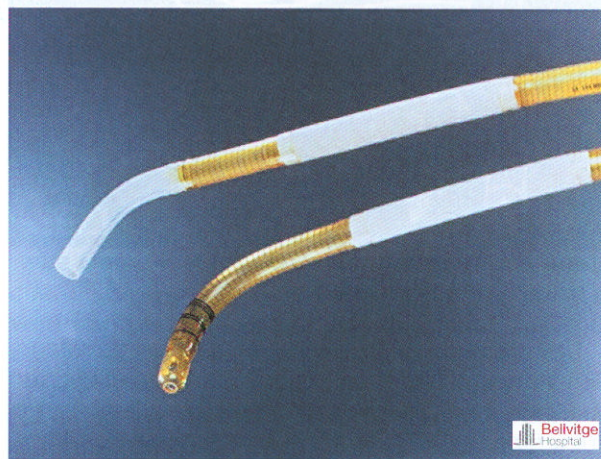


Fig. 7.

La cánula arterial está fabricada con un revestimiento de malla de injerto Hemashield fijado en un extremo. Este injerto permite la anastomosis término-lateral de la cánula a la arteria pulmonar o a la aorta. El revestimiento de elastómero sobre el injerto elimina la necesidad de precoagular.

La cánula auricular es curva y tiene en su extremo proximal unas marcas de profundidad de 1-3 cm., se coloca directamente en la aurícula izquierda y /o derecha y se asegura con suturas dobles en bolsas de tabaco.

Para poder cerrar el tórax las cánulas se externalizan subcostalmente. En su nivel medio justo en contacto con la piel están recubiertas de dacron con la finalidad de evitar el sangrado y la infección. (Fig. 8-9-10).

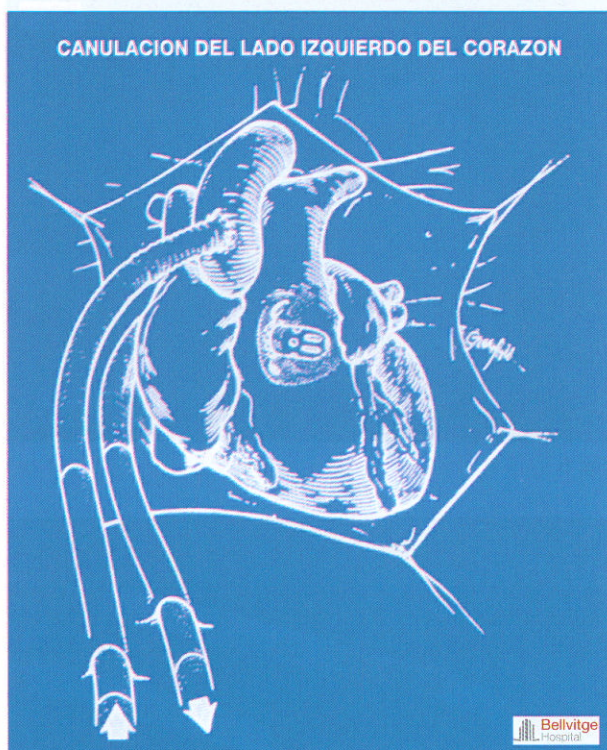


Fig. 8.

La canulación siempre se realiza en el quirófano. Simultáneamente el perfusionista realiza el cebado de la bomba de sangre antes de entregarla al campo quirúrgico.

El material necesario para el cebado del sistema en nuestro hospital es el siguiente:

- Un reservorio de cardiotoromía.

- Dos tubos de 3/8 de PVC.

- Cuatro clamps de tubo.

- Solución salina.

- Bomba BVS5000 o Ventrículo AB5000. (Fig. 11).

La finalidad de utilizar un reservorio de cardiotoromía en el cebado de estos sistemas es crear un circuito abierto con el objetivo de poder eliminar con la mayor seguridad y comodidad todo el aire del sistema. (Fig. 12).

Cuando ya tenemos el reservorio con la solución salina y colocada la bomba invertida desclampamos

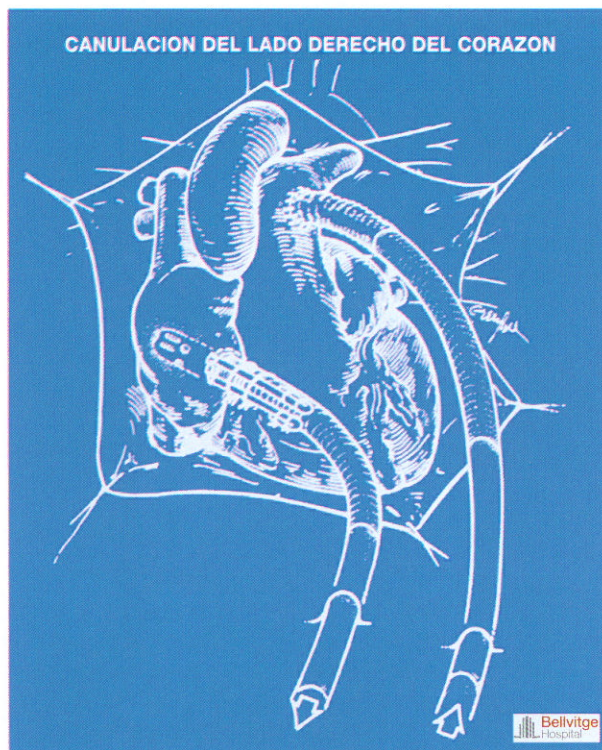


Fig. 9.

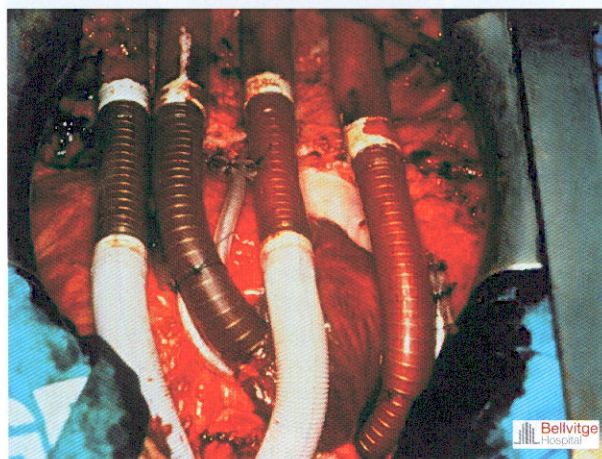


Fig. 10.

la salida del reservorio lentamente controlando el llenado por gravedad y desplazando el aire de la bomba hasta eliminar todas las burbujas del circuito volviendo a colocar la bomba en su posición correcta y con la bomba manual de la consola recirculamos hasta eliminar las microburbujas res-

tantes, finalizado el cebado ya podemos excluir el reservorio, dejando el sistema listo para conectar al paciente.

El flujo a través de la bomba de sangre está diseñado para imitar el mecanismo fisiológico de la función cardíaca.

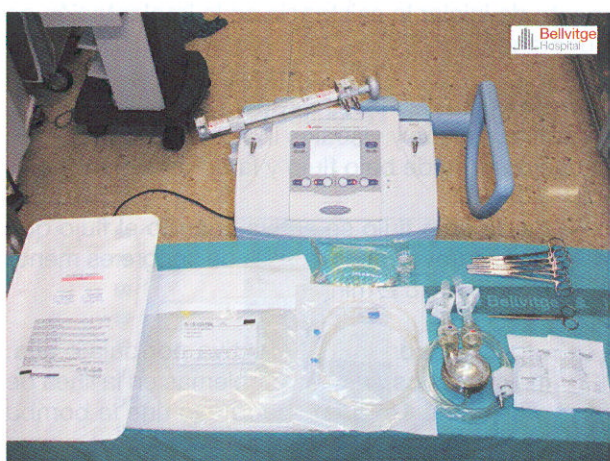


Fig. 11.

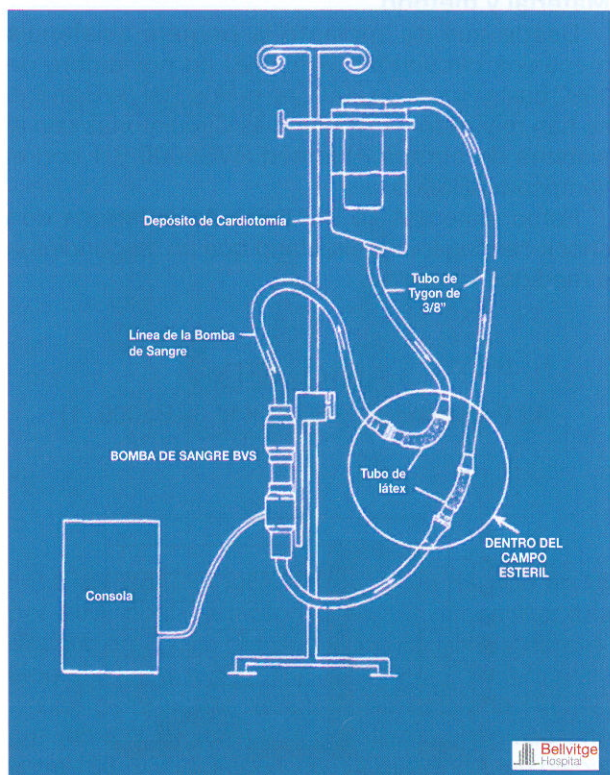


Fig. 12.

La diástole de la bomba de sangre sigue la siguiente trayectoria:

- La sangre se drena con una presión negativa de 35 mmHg, desde la aurícula del paciente a la cámara auricular de la bomba de sangre.
- Cuando la cámara auricular de la bomba de sangre está llena y la presión en el interior de la cámara auricular supera la presión en el interior de la cámara ventricular, la válvula de entrada de flujo se abrirá, permitiendo que la sangre fluya a la cámara ventricular de la bomba de sangre.

Mientras se llena la cámara ventricular, la sangre de la aurícula del paciente continúa llenando la cámara auricular de la bomba de sangre.

La diástole de la bomba de sangre finaliza tan pronto la cámara ventricular está completamente llena de sangre.

En la sístole de la bomba de sangre el sistema mantiene la eyección de un volumen máximo por pulsación de 95 cc. Mientras se llena de sangre la cámara ventricular, el aire que rodea la vejiga es desplazado y suministrado a través de la línea de impulsión de la consola AB5000.

Cuando finaliza el retorno de aire a la consola, finaliza la diástole y se inicia la sístole.

La Consola AB5000 detecta automáticamente cuando se le conecta la **bomba BVS5000** o bien el **ventrículo AB5000** actuando con distintos parámetros de funcionamiento.

Parámetros importantes a tener en cuenta durante el funcionamiento de la Consola AB5000:

Presiones de funcionamiento de la bomba BVS5000

- Lado izquierdo: 320 mmHg.
- Lado derecho: 300 mmHg.

Vacíos máximos en la cámara o vejiga durante el funcionamiento:

- Lado izquierdo: -35 mmHg.
- Lado derecho: -35 mmHg.

Presiones de funcionamiento del ventrículo AB5000

- Lado izquierdo: 420 mmHg.
- Lado derecho: 300 mmHg.

Vacíos máximos en la cámara o vejiga durante el funcionamiento.

Lado izquierdo: -100 mmHg.
Lado derecho: - 100 mmHg

En cuanto a la batería debemos tener en cuenta:

La duración de la batería en funcionamiento es de 1 hora .
El tiempo de carga completa es de 16 horas.

El sistema responde automáticamente a los cambios hemodinámicos del paciente:

En la diástole se ajusta sobre la base de los cambios en la precarga, del modo siguiente:

- a. La hipovolemia causa un aumento en la duración de la diástole (la frecuencia de pulsación de la consola se reduce).
- b. La hipervolemia causa una reducción en la duración de la diástole (la frecuencia de pulsaciones de la consola aumenta).

En la sístole se ajusta para mantener el volumen por pulsación y compensar los cambios en la postcarga, del modo siguiente:

- a. Un aumento en la postcarga (vasoconstricción o hipertensión), causa un aumento en la duración de la sístole (la frecuencia de pulsaciones de la consola se reduce).
- b. Una reducción en la postcarga (vasodilatación o hipotensión), causa una disminución en la duración de sístole (la frecuencia de pulsaciones de la consola aumenta).

La consola dispone de unos sistemas de seguridad y de unas alarmas:

Alimentación automática de batería:

Esta se activa automáticamente cuando se interrumpe la fuente de alimentación, tiene una duración de una hora en plena carga. La batería se carga automáticamente mientras la consola está enchufada.

Sistema de refuerzo de emergencia:

Este sistema bombea con una frecuencia fija 35 pxm con intervalos sistólico y diastólico idénticos,

si se da el caso se avisa de inmediato al servicio técnico y se busca una consola de repuesto.

Bomba manual:

Se utiliza en caso de un fallo total del sistema y acciona las dos bombas de sangre simultáneamente. También se utiliza esta bomba de mano en el momento de iniciar la asistencia en la implantación en quirófano.

Alarmas:

Son acústicas y visuales indicando dos tipos de situaciones, la de bajo flujo y la de presión.

- La de bajo flujo se activa cuando el flujo que pasa a través de la bomba de sangre es menor o igual a 1.8 L/min.
- La de presión tanto se activa por baja o alta, indicándonos que hay problemas en la línea de presión de 1/4 de pulgada que une la bomba de sangre con la consola.

Material y método

Desde que se implantó la primera asistencia mecánica circulatoria BVS5000 en noviembre de 1992 hasta finales de 2007, en el Hospital de Bellvitge se han realizado 41 Asistencias Circulatorias con el sistema de bomba Abiomed BVS5000 y 1 con el ventrículo AB5000.

Estos sistemas se utilizaron en enfermos con shock cardiogénico refractario que no respondieron a medidas invasivas.

ABIOMED
42 Pacientes (BVS5000 41 - AB5000 1)

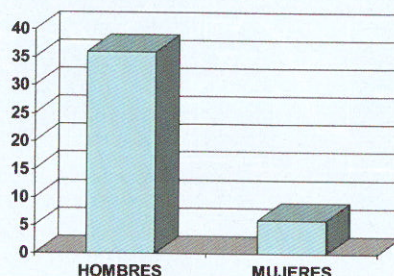


Fig. 13.

De los 42 pacientes, 36 eran hombres y 6 mujeres, (Fig. 13), con edades comprendidas en 15 y 77 años con una media de edad de 48,1. (Fig. 14).

La superficie corporal media es de 1.81 m² con un rango de 1,42 a 2,4 m² y con pesos comprendidos entre 46 a 108 kgs. y la talla entre 153 a 192 cms. (Fig. 15).

ABIOMED
42 Pacientes (BVS5000 41 - AB5000 1)

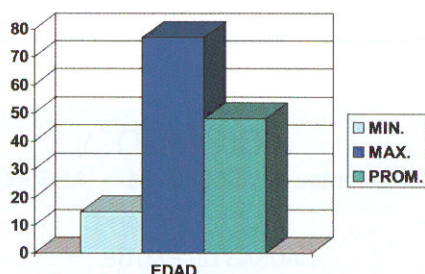


Fig. 14.

ABIOMED
42 Pacientes (BVS5000 41 - AB5000 1)

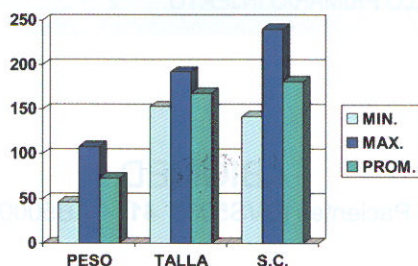


Fig. 15.

La causa de shock cardiogénico ha sido en 15 por IAM, post-cardiotomía en 14, miocardiopatía dilatada en 7, fallo primario del injerto en 5 y miocardiopatía vírica 1. (Fig. 16).

Los tiempos de coagulación activada (T.C.A.) previos a la implantación del sistema han oscilado entre 138" y 514 segundos. La diferencia tan dispar es debido a la condición inicial de estar o no bajo

ABIOMED
42 Pacientes (BVS5000 41 - AB5000 1)

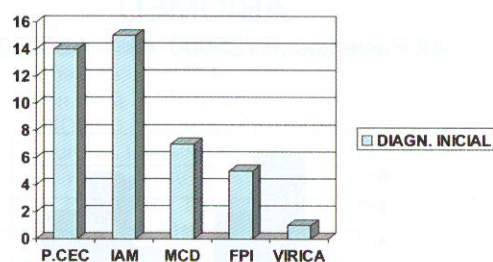


Fig. 16.

Circulación Extracorpórea en el momento que se decide la implantación de la Asistencia Ventricular. Para la implantación en todas ellas, ha sido necesaria la heparinización total. Durante la duración de la Asistencia Ventricular los T.C.A. se han mantenido en un rango entre 148" y 203".

De las 42 Asistencias implantadas, 24 fueron Asistencias Izquierdas, 2 Derechas y 16 Biventriculares. (Fig. 17).

ABIOMED
42 Pacientes (BVS5000 41 - AB5000 1)

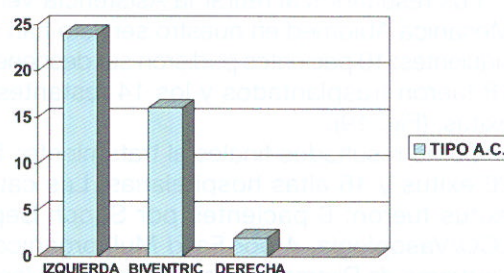


Fig. 17.

El gasto medio que proporcionó la asistencia izquierda fue de 4,54 +/- 0,68 L/min. con un rango 2,10 - 6,50 (24 LVAD + 16 BVAD) y la asistencia derecha 4,67 +/- 0,50 L/min. con un rango de 3,50-5,80 (2 RVAD + 16 BVAD). (Fig. 18).

El tiempo medio de duración del sistema BVS 5000 fue de 4,78 +/- 4,45 días con un máximo de

27 días y un mínimo de 16 horas 33'. En cuanto al sistema AB5000 la duración fue de 23 horas 20'.

ABIOMED
42 Pacientes (BVS5000 41 - AB5000 1)

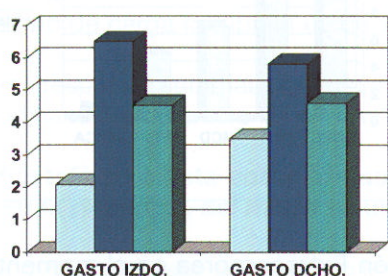


Fig. 18.

A pesar de ser un sistema que permite el cierre total del esternón y la externalización de las cánulas, la sepsis sigue siendo una de las principales complicaciones.

La embolia es otra de las complicaciones que con este sistema se debe tener en cuenta. Cuando se manipulan las cánulas en una reintervención por sangrado, esta debe ser exhaustiva para impedir que entre aire en el sistema y como prevención se debe llenar el pericardio con suero salino para evitar la entrada de aire al sistema.

Los resultados al retirar la Asistencia Ventricular Mecánica Abiomed en nuestro servicio han sido los siguientes: 10 pacientes pudieron ser desconectados, 18 fueron trasplantados y los 14 restantes fueron exitus. (Fig. 19).

Como resultados finales al tratamiento: Tuvimos 26 exitus y 16 altas hospitalarias. Las causas de exitus fueron: 6 pacientes por Shoch Séptico, 6 LCO/Vasoplegia, 4 por Fallo Multiorgánico, 3 por Síndrome de Distress Respiratorio, 1 por Hemorragia y 2 pacientes por Fallo Primario Injerto. (Fig. 20).

Conclusiones

El sistema Abiomed, BVS5000 y AB5000, una vez implantado, el funcionamiento y control es fácil y simple.

El resultado obtenido al retirar la Asistencia a sido de un 50% (pacientes que han recuperado la función ventricular y pacientes trasplantados) y de 38% pacientes con alta hospitalaria. (Fig. 21).

ABIOMED
42 Pacientes (BVS5000 41 - AB5000 1)

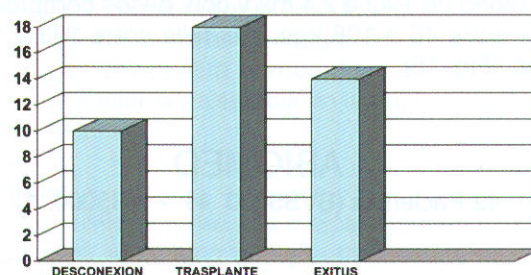


Fig. 19.

ABIOMED
42 Pacientes (BVS5000 41 - AB5000 1)

CAUSAS DE EXITUS

• SHOCK SEPTICO	6
• LCO/VASOPLEGIA	6
• MOF	4
• STROKE	4
• RDS	3
• HEMORRAGIA	1
• FALLO PRIMARIO INJERTO	2



Fig. 20.

ABIOMED
42 Pacientes (BVS5000 41 - AB5000 1)

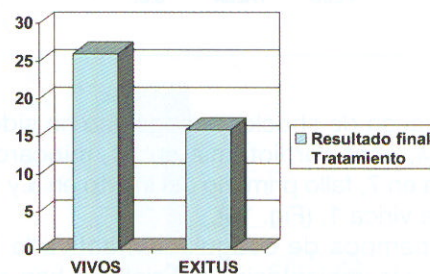


Fig. 21.

Bibliografía

1. Kaan GL, Noyez L, Vicent JG, Van der Wal H, Skotnicki SH, Lacquet LK. Management of Postcardiotomy Cardiogenic Shock with a New Pulsatile Ventricular Assist Device: Initial results, Trans Am Soc Artif Intern Organs 1991; 37: 559-563.
2. Guyton, Robert, et al. "Postcardiotomy Shock, Clinical Evaluation of the BVS 5000 Biventricular Support System". Annals Thoracic Surgery, 56, 1993, pp 346-356.
3. Champsaur G, Ninet J, Vigneron M, Cochet Ph, Neidecker J, Boissonnat P. Use of the Abiomed BVS 5000 as a Bridge to cardiac transplantation. J thorac Cardiovasc Surg 1990; 100: 122-128.
4. G. Kimble Jett. Left Ventricular Assist Devices: A bridge to the future. BUMC Proceedings 1991; 4(2): 27-36.
5. Shook, Bruce. "The Abiomed BVS 5000 Biventricular Support System". Cardiac Surgery, col. 7, no. 2, 1993, pp 309-316.
6. Moroney, Debra, A., et al. "Understanding Ventricular Assist Devices: A Self Study Guide". The Journal of Cardiovascular Nursing, 1994, 8(2), pp. 1-15.
7. Jett GK. ABIOMED BVS 5000: experience and potential advantages. Ann Thorac Surg. (1996; 61: 301-4 (Medline).
8. E. Bruguera, E. Colillas, F. Iglesias, M. Olivares (perfusionistas) Dr. A. Miralles, Dra. M.C. Octavio de Toledo, Dr. E. Castells. Presentación de la asistencia mecánica circulatoria con el sistema ABIOMED BVS 5000. Resultados de los 29 casos de nuestro servicio. Hospital Universitario de Bellvitge. Revista Española de Perfusión (AEP) nº 32 2001, 21-29
9. Samuels LE, Holmes EC, Thomas MP, Entwistle JC 3 rd, Morris RJ, Narula J, et al. Management of acute cardiac failure with mechanical assist: experience with the Abiomed 5000. Ann Thorac Surg. 2001; 71: S67-72-



Bomba axial de larga duración: Incor

F. Iglesias*, E. Bruguera*, E. Colillas*, M. Olivares*, M.J. Bautista*, Dr. C. Fontanillas**, Dr. A. Miralles**, Dr. D. Ortiz**, Dr. E. Castells**

*Perfusionistas, **Servicio Cirugía Cardíaca.
Hospital Universitario de Bellvitge. Barcelona.

Resumen

Exposición del caso de una paciente de 43 años diagnosticada de carcinoma ductal infiltrante bilateral de mama. Se le practicó mastectomía bilateral y se le administraron sesiones de quimioterapia. Transcurridos dos años, la paciente presentó una miocardiopatía de origen tóxico con severa disfunción

ventricular izquierda. El trasplante está contraindicado ante estos antecedentes y se decide la implantación de la bomba axial INCOR de larga duración con circulación extracorpórea.

Tras cuatro meses la paciente recupera su función ventricular y se decide la retirada del sistema.

Summary

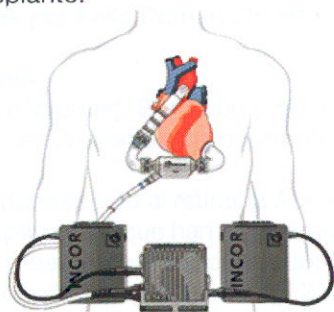
Presentation of a 43 years old patient diagnosed with bilateral infiltrating ductal carcinoma of breast. Bilateral mastectomy was performed and chemotherapy sessions were administrated. After two years, the patient had a cardiomyopathy of toxic origin with severe left ventricular dysfunction. Transplantation

is contraindicated with this background and determines the implementation of the INCOR axial long pump with bypass.

After four months the patient recovered ventricular function and determines the withdrawal of the system.

Introducción

Actualmente los sistemas de asistencia mecánica circulatoria (AMC), son una de las posibles opciones en pacientes con insuficiencia cardíaca izquierda terminal no controlable con otro tipo de estrategia. Pueden implantarse temporalmente como puente al trasplante o para la recuperación del corazón; también pueden implantarse de forma definitiva o permanente en casos de contraindicación clara al trasplante.



INCOR es un sistema de asistencia ventricular izquierda indicado en aquellos casos de insuficiencia cardíaca izquierda terminal, en estadio III o IV de la NYHA, para la que se prevé una necesidad de asistencia mecánica de media a larga duración.

En nuestro hospital se presentó el caso de una enferma de 43 años afectada de insuficiencia cardíaca progresiva, sin posibilidad de alta hospitalaria. Hacia dos años había presentado un carcinoma ductal infiltrante de mama, y se le había realizado una mastectomía bilateral y administrado tratamiento quimioterápico. Como consecuencia de la cardiotoxicidad del tratamiento desarrolló una insuficiencia cardíaca terminal, totalmente dependiente de inotropos endovenosos, con una fracción de eyección (FE) del 23%.

Debido a estos antecedentes, el trasplante cardíaco estaba contraindicado por no considerarse libre de enfermedad neoplásica hasta después de

cinco años, por lo que era necesario implantar un sistema de asistencia ventricular izquierda a medio-largo plazo para su recuperación. INCOR fue la decisión tomada y en junio de 2007 se implantó en el Hospital Universitario de Bellvitge una bomba axial de flujo continuo INCOR de BERLIN HEART.

Descripción del sistema

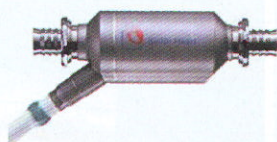
El sistema está formado por:

1. Cánulas, de entrada y salida y el codo de salida.



Todas las cánulas son de silicona, parcialmente reforzadas con una red de plástico y cubiertas de terciopelo de poliéster apto para la sutura. El codo de salida conecta la bomba con la cánula de salida. Su interior está recubierto de Carmeda® BioActive Surface.

2. Bomba axial.



De funcionamiento eléctrico. Consta de un rodetes con carga magnética que gira a un número constante de revoluciones. La bomba crea en el paciente un flujo medio constante cuya pulsatilidad depende de la actividad residual del corazón.

El material es el titanio, con un recubrimiento con Carmeda® BioActive Surface en las superficies que entran en contacto con la sangre.

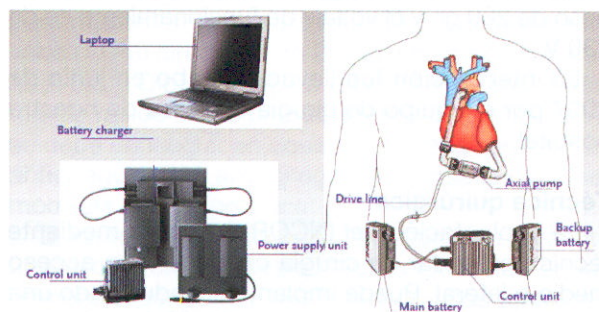
3. Cable de bomba.

Es un cable percutáneo que está inseparablemente unido a la bomba y la conecta con la unidad de control con una toma de corriente de seguridad. Está totalmente revestido de silicona y la zona de tunelización lleva un revestimiento de terciopelo de poliéster adherente.



4. Elementos externos.

Unidad de control: controla la bomba, el acoplamiento magnético y el suministro eléctrico.



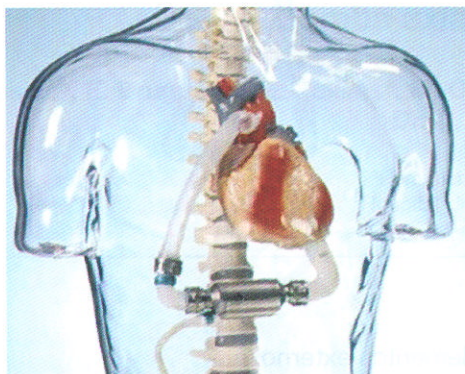
Batería principal y de reserva: administra el suministro eléctrico al sistema. Tienen un peso de 720 gr. El tiempo de funcionamiento de la batería es de unas 3,5 horas y el de carga de unas 2 horas. Siempre hay una batería principal y una de repuesto conectadas a la bomba.

Ordenador portátil: inicia el funcionamiento de la bomba. Configura los parámetros (modo de operación, velocidad, alarmas de límite de flujo, alarmas de diferencia de presión mínima). Almacena los datos. Muestra mensajes y alarmas.

Estación de carga: recarga las baterías.

Dispositivo de red: proporciona el suministro eléctrico al sistema. El acumulador de baterías debe estar conectado. Recarga las baterías con capacidad inferior al 85%.

Las medidas del sistema, incluyendo el codo de la cánula de entrada, la bomba y el codo de la cánula de salida, son de 142 mm. El diámetro de la bomba



es de 30 mm y la longitud de 114 mm. Tiene un peso de 200 gr. y el voltaje de funcionamiento es de 230 V.

La intervención fue llevada a cabo en junio de 2007 por el equipo de cirugía cardíaca de nuestro hospital.

Técnica quirúrgica

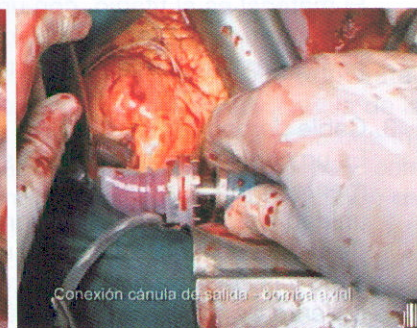
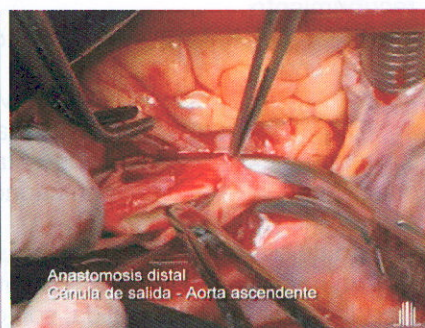
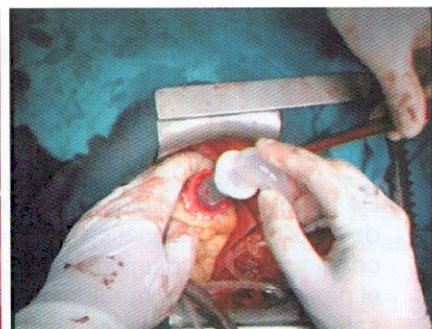
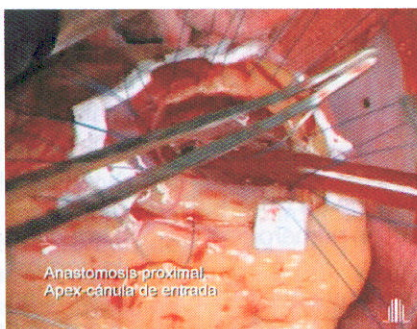
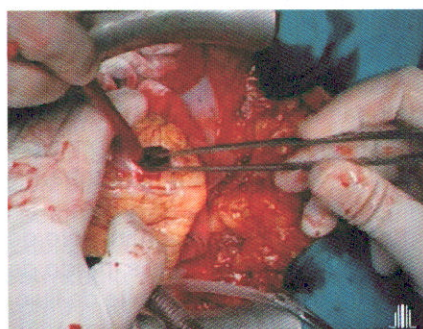
La implantación del INCOR se realiza mediante técnica estándar de cirugía cardíaca, con acceso medio o lateral. Puede implantarse induciendo una fibrilación ventricular, en paro cardioplégico o incluso

con el corazón latiendo. La posición final de los componentes del sistema debe ser estable, ordenada y distendida.

La cánula de entrada se introduce en el ápex del ventrículo izquierdo y se conecta con la bomba. Primero se conecta a la bomba el codo de salida y después la cánula de salida. La cánula de salida se anastomosa con la aorta ascendente (acceso medio) o la aorta descendente (acceso lateral). El codo de salida puede suprimirse en caso necesario. El cable percutáneo de la bomba une la bomba con la unidad de control. La batería principal y la de reserva suministran energía eléctrica al sistema y deben estar permanentemente conectadas a la unidad de control. La unidad de control, la batería principal y la batería de reserva deberán colocarse en su bolsa. El dispositivo de red también puede conectarse a la unidad de control (funcionamiento con conexión a la red eléctrica). Las baterías vacías se cargan en la estación de carga. Desde el ordenador portátil se puede iniciar, controlar y configurar la bomba.

Implante del sistema

Se realiza mediante esternotomía media con Circulación Extracorpórea (CEC) habitual con canulación de aorta y aurícula derecha. Se induce fibrila-





ción ventricular para evitar la entrada de aire y se procede a realizar el acceso en el ápex del ventrículo izquierdo, donde irá insertada la cánula de entrada. Alrededor de la ventriculotomía se colocan unos puntos de soporte con teflon donde irá el anillo para introducir la cánula de entrada a la bomba.

Seguidamente se monta el resto de componentes: la bomba con el cable percutáneo y el codo. Ahora se conecta la bomba a la cánula de entrada y se desfibrila el corazón. Para instaurar la cánula de salida en la aorta ascendente se realiza mediante clampaje parcial de la aorta ascendente. Se coloca la cánula, se purga y se conecta a la bomba axial a través de un conector.

Una vez colocada se procede a la tunelización del cable de la bomba a nivel subcutáneo por el abdomen y se conecta a la unidad de control que está fuera del campo quirúrgico. Se pone en marcha el dispositivo con un bombeo entre 4-5 litros/minuto.

Una vez en marcha y con un correcto funcionamiento se procede a la desconexión de la CEC de forma gradual.

Sus reducidas dimensiones permiten la colocación del dispositivo en el interior de la cavidad torácica del paciente. Se conecta mediante un cable a la unidad externa de control informático y soporte energético, a través de unas baterías que se alimentan con corriente eléctrica estándar.

Durante toda la intervención la ayuda de la ecocardiografía transesofágica (ECOTE) es fundamental para la correcta canulación e inserción del dispositivo; así como verificar el correcto funcionamiento previo a la desconexión de CEC.

Los pacientes con INCOR deben recibir un tratamiento anticoagulante y antiagregante. En este caso, tras la desconexión de CEC se protaminizó según protocolo, y el tratamiento anticoagulante y antiagregante se inició a las 6 h después de la inter-

vención, en la unidad de cuidados intensivos (UCI).

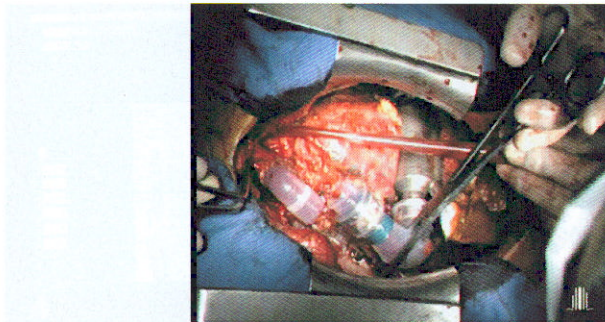
La anticoagulación se realizó con heparina sódica para mantener un tiempo total de protombina activada (TTPa) alrededor de 2; y la antiagregación con Aspirina y Dipiridamol. La dificultad de este tratamiento reside en las primeras horas tras el implante; se debe conseguir un equilibrio entre la cantidad de anticoagulante y antiagregante necesarios y la hemorragia que se produce.

Durante su estancia en UCI, la paciente presentó una evolución aceptable, siendo extubada en las primeras doce horas, manteniendo unas tensiones medias correctas y un buen funcionamiento de la asistencia ventricular, con un índice medio de 4,7 l/min a 7000 revoluciones. En todo momento mantuvo una función renal normal y una progresiva mejoría respiratoria.

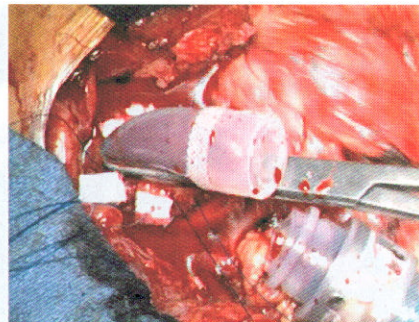
La paciente fue portadora de la bomba durante 4 meses, con una correcta adaptación al esfuerzo, en los que se observó la recuperación completa de la función sistólica del ventrículo izquierdo. La FE pasó del 23% a un 55% por lo que se consideró apta para la desconexión.

Explante

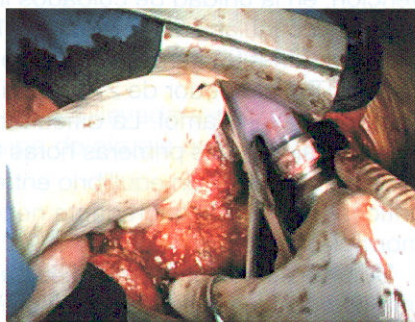
Se practica la intervención sin CEC y bajo heparinización completa. Se realiza una esternotomía media y se expone la bomba. Se siguen los conductos hasta su implantación en aorta y en ápex del ventrículo izquierdo, liberando sus adherencias. Se claman las cánulas y se corta el cable de la bomba tras detener el aparato. Primero se clampa la cánula de salida que es la colocada en la aorta ascendente y se retira realizando una sutura en el anillo. Después se clampa a nivel ventricular la cánula de entrada que se corta muy cerca de su base, el anillo no se extrae y se introduce un oclisor interno de silicona que se refuerza con una sutura.



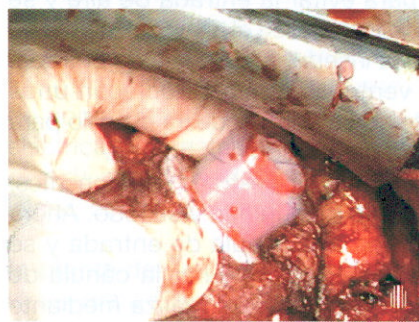
Clampaje del codo y cánula de salida.



Extracción de la cánula y refuerzo de la pared de la aorta.



Clampaje y corte de la cánula de entrada.



Introducción del ocluidor de silicona en el anillo ventricular y refuerzo con sutura.

Se procede al cierre de la esternotomía de forma habitual previa protaminización según protocolo.

Su estancia en UCI fue de 48 h con buena evolución pudiendo ser extubada precozmente.

La paciente fue dada de alta por su buen estado clínico evidenciado por las múltiples ecografías que

objetivaban una recuperación completa de la función ventricular izquierda y derecha, con FE de alrededor del 65% y cavidades de dimensiones normales. El curso postoperatorio fue correcto y fue dada de alta. La paciente en la actualidad realiza una vida normal.



MEMORIA HISTÓRICA

Brukhonenko y los principios de la circulación extracorpórea. Testimonio fílmico, 1940

Jorge Zavala López
(Perfusionista)

Hospital de Pediatría, Centro Médico Nacional "Siglo XXI", IMSS. México.

El documento audiovisual al que hace referencia este artículo se puede encontrar en Internet
<http://www.archive.org/details/Experime1940>

Resumen

La historia del desarrollo de la cirugía cardíaca y de la circulación extracorpórea (CEC), está llena de nombres de investigadores cuyas aportaciones ayudaron a establecer las bases de lo que es hoy la perfusión. Hace 55 años que se utilizó por primera vez la CEC para la corrección de una patología cardíaca en un ser humano y cuando se escribe acerca de su historia la aparición de los trabajos de Lillehei, DeWall y Gibbon es repetitiva. Sin embargo, la contribución de muchos otros va perdiéndose con el tiempo y, pese a lo enorme de sus aportaciones, difícilmente figuran en la literatura científica mundial.

Uno de estos autores es el soviético Serguei S. Brukhonenko y sus trabajos (1927-1928) acerca de la viabilidad de órganos aislados perfundidos artificialmente y la perfusión de organismos completos por medio de dispositivos mecánicos externos (CEC). Acompañando al presente texto se rescata el material audiovisual Experimentos en la reanimación de

organismos muertos (Experiments in the revival of organisms) filmado en 1940, que muestra cuatro experimentos de Brukhonenko los cuales fundamentan la perfusión de órganos aislados y la perfusión de organismos.

Pese a que sus investigaciones contribuyeron de manera fundamental para el establecimiento de algunos de los principios básicos de lo que hoy constituye la CEC, el legado de Brukhonenko ha permanecido ignorado en el mundo occidental por décadas. El presente escrito y el documento fílmico que lo acompaña pretenden dar una nueva visión sobre la vida y obra de este pionero de la perfusión y con ello revalorar su contribución a la circulación extracorpórea y a la cirugía cardiovascular de nuestros días.

Palabras clave: Cardiopulmonary bypass, heart-lung machine, perfusion.

Summary

The history of the development of cardiac surgery and extracorporeal circulation (ECC) is plenty of names of researchers whose work helped to establish the fundamentals of perfusion. 55 years ago ECC was used for the first time for the surgical treatment of an congenital intracardiac defect in a human being and when the history of ECC is counted the names of Lillehei, DeWall and Gibbon appear again and again. However, nevertheless their huge contribution within the field, many names of researchers and their

contribution have been lost for modern literature.

One of these authors is the Soviet Serguei Brukhonenko and his work (1927-28) about viability of perfused isolated organs and whole organisms' perfusion by means of artificial external mechanical devices (ECC). The present text is accompanied with an almost unknown audiovisual document of the early days of EC. Experiments in the revival of organisms is dated in 1940 and shows four Brukhonenko's experiments that were the basement of isolated

organ perfusion and whole organisms' perfusion.

Although their investigations in the field has contributed to the establishment of some of the basic principles of ECC his work has remain largely ignored in the western world. Both, the text and the audiovisual document pretend to give a new point of view about life and research work of Brukhonenko as a

perfusion pioneer and, at the same time, regain knowledge about his contribution to the extracorporeal circulation and cardiovascular surgery development.

Keywords: Cardiopulmonary bypass, heart-lung machine perfusion.

Introducción

Los perfusionistas, cirujanos y anestesiólogos involucrados en la cirugía cardíaca actual estamos tan acostumbrados a valernos de los modernos equipos de circulación extracorpórea (CEC) que difícilmente nos detenemos a reflexionar acerca de su origen y del trabajo incansable de muchos investigadores cuyo nombre y aportaciones al campo de la cirugía cardíaca se ha ido diluyendo hasta perderse con el paso de los años.

El presente artículo trata acerca de los principios de la CEC en dos sentidos: el primero se refiere a los inicios de la asistencia circulatoria por medio de dispositivos mecánicos y el segundo trata acerca del establecimiento de algunos de los fundamentos de lo que hoy constituye la CEC.

Es lugar común que, después de 55 años de la primera cirugía a corazón abierto, dar por sentado que la CEC es una rama de la medicina que ha alcanzado su madurez en cuanto a equipos, procedimientos y, de manera menos clara, el perfil del perfusionista.

Sin embargo, *aquellos que trabajan hoy día con los circuitos de circulación extracorpórea y oxigenadores relativamente compactos, eficientes y fáciles de manejar, con dificultad pueden apreciar su humilde origen*⁽¹⁾.

Cuando se revisa en la literatura la historia de la CEC es repetitiva la aparición de algunos investigadores como John Gibbon y su máquina corazón-pulmón, Walton Lillehei y la cirugía cardíaca usando la circulación cruzada, Richard DeWall y el crecimiento explosivo de la cirugía cardíaca gracias al perfeccionamiento de los oxigenadores de burbujas, etc.

De estos y otros autores se han escrito, merecidamente, infinidad de artículos en donde se reseñan sus logros y lo importante de su contribución para el desarrollo de la cirugía cardíaca y de la perfusión⁽²⁻⁹⁾:

Sin embargo, el trabajo pionero de otros investigadores permanece prácticamente desconocido o con el tiempo se ha perdido en el cúmulo de conocimientos que hoy poseemos acerca de los métodos y técnicas relacionadas con la cirugía a corazón abierto y el soporte circulatorio extracorpóreo. Tal es el caso del investigador soviético Serguei Brukhonenko quien realizó extensos trabajos (1927-1929) acerca de la preservación de tejidos, órganos aislados, y perfusión sistémica por medio de dispositivos mecánicos extracorpóreos⁽¹⁰⁾.

Brukhonenko

En la revisión realizada para el presente escrito es notable la falta de datos personales de la vida de este pionero de la CEC.



Fig. 1. Serguei S. Brukhonenko (1890 - 1960).

Además, con excepción del artículo de Konstantinov y cols., el resto de los artículos consultados no profundizan en los fundamentos teóricos ni metodológicos de sus experimentos y los resultados obtenidos se enuncian en unas cuantas líneas.

Serguei Sergeevich Brukhonenko (Fig. 1) nació en el mes de abril de 1890 en Kozlov, Rusia. Durante su niñez demostró gran ingenio y creatividad, pianista consumado, se matriculó en Moscú para estudiar medicina graduándose en 1914. Poco después fue asignado al ejército como médico y durante la Primera Guerra Mundial presencié innumerables casos de choque por trauma y heridas en pulmones, corazón y grandes vasos. Fue entonces que se le ocurrió la idea de la CEC temporal que podría mantener la vida de los heridos mientras se llevaba a cabo la reparación quirúrgica. A partir de 1917 realiza diversos trabajos académicos y en 1923 inicia actividades que le conducirán a enfrentar el reto de la CEC: utiliza las propiedades anticoagulantes de la suramina, un medicamento utilizado para el tratamiento de la malaria, para realizar transfusiones sanguíneas en humanos⁽¹⁰⁾. Probert y Melrose⁽¹¹⁾ afirman que durante las transfusiones Brukhonenko usó una bomba de rodillos anticipándose a John Gibbon cuando este usó una similar diseñada por DeBakey.

En 1926 Brukhonenko y Tchechulin diseñan y construyen un dispositivo para la *circulación artificial con sangre de animales homeotermos*, el aparato en cuestión fue nombrado *autojector*. La máquina estaba constituida por dos bombas de diafragma operadas mecánicamente (Fig. 2), un sistema de válvulas permitían el llenado de los "ventrículos" de la bomba y el avance anterógrado de la sangre. Una de las bombas conducía la sangre desde el sistema venoso del perro de experimentación hacia la preparación de pulmones aislados de un perro donador, que hacían la función de oxigenador, mientras que la otra bomba regresaba la sangre desde los pulmones hacia el sistema circulatorio del animal perfundido experimentalmente^(10,13). (Fig. 3). La suramina fue utilizada para anticoagular la sangre que llenaba el circuito extracorpóreo.

En 1926 Brukhonenko aisló el corazón de la circulación sistémica y el animal de experimentación sobrevivió 2 horas mantenido exclusivamente por la perfusión sistémica con el *autojector*. Hasta donde se sabe este fue el primer experimento de este tipo a nivel mundial^(10,14,17), pese a ello su trabajo permaneció ignorado por décadas en el mundo occidental.

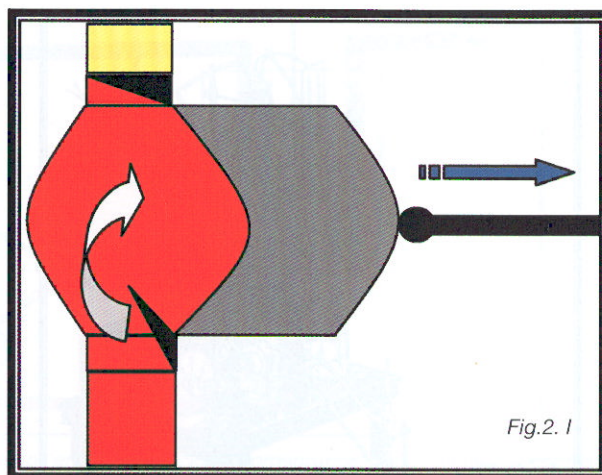


Fig.2. I

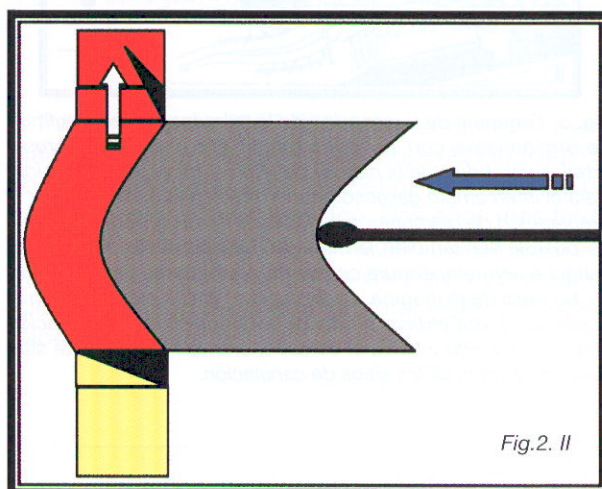


Fig.2. II

Fig. 2. Esquema que ilustra la "diástole" y "sístole" de la bomba de diafragma de Brukhonenko.

I. En esta fase el pistón retrae el diafragma y permite la formación de una cámara o "ventrículo", el cierre de la válvula de salida, la apertura de la válvula de entrada y el llenado del ventrículo artificial.

II. En la fase de "sístole" el pistón empuja el diafragma e incrementa la presión intracavitaria lo que permite la apertura de la válvula de salida, el cierre de la válvula de entrada y el vaciamiento del ventrículo artificial.

Claves: A. Pistón, B. Diafragma, C. Cámara o "ventrículo" artificial, D. Válvula de salida, E. Válvula de entrada.

Al concluir 8 de estos experimentos Brukhonenko escribió: *al realizar estos experimentos queremos clarificar en principio la posibilidad de realizar una cirugía sobre el corazón parado temporalmente y concluye que en principio la circulación artificial podría ser aplicable en ciertos casos en humanos y*

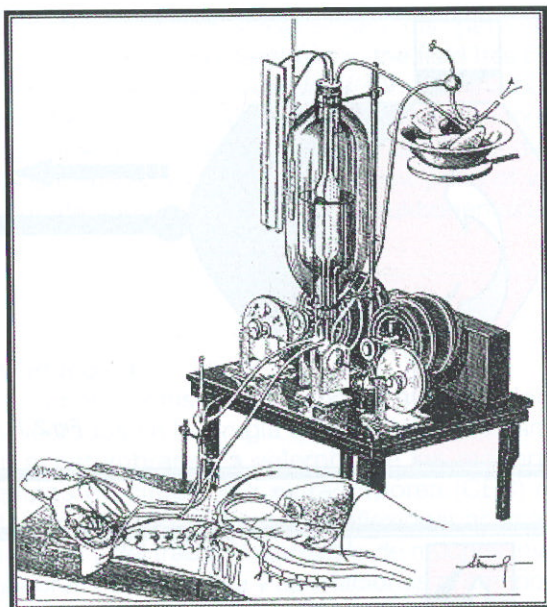


Fig. 3. Esquema de la conexión de la máquina corazón-pulmón de Brukhonenko con los vasos sanguíneos (venas yugulares y arterias carótidas) de la cabeza del animal de experimentación. Para el intercambio gaseoso puede verse en la parte superior la preparación de pulmones aislados a partir de un perro donador. Es posible ver también la columna que permitía mantener la sangre a una temperatura constante, los motores para accionar las bombas de diafragma. La flecha y las líneas punteadas en el cuello del animal indican el sitio de interrupción de la circulación sanguínea desde y hacia el corazón, cranealmente a este sitio pueden observarse los sitios de canulación.

quizá realizar ciertas operaciones sobre el corazón parado. ¿No podría este método (de circulación artificial), debidamente perfeccionado, ser útil en la medicina clínica; particularmente en aquellos casos donde fuese esencial reemplazar, aunque de manera temporal, el trabajo del corazón humano desfalleciente?^(1,10,12,16)

En los años siguientes Brukhonenko realizó una serie de experimentos con órganos aislados y perfusión total.

En 1928 durante el III Congreso de Fisiólogos de la URSS hizo una demostración de algunos de sus experimentos a los asistentes. En los años siguientes sus trabajos fueron dados a conocer a la comunidad científica internacional a través de publicaciones como *La Presse Medicale* y *Journal de Physiologie et de Pathologie Generale*; el profesor inglés Haldane, quien describe y narra los experimentos que aparecen en la película *Experimentos en la reanimación de*

organismos motivo del presente escrito, fue uno de los testigos presenciales de los logros del investigador soviético^(10,12).

Uno de los experimentos que más controversia causó, y continúa haciéndolo, es el de la cabeza de un perro, separada quirúrgicamente del resto del cuerpo, perfundida con el *autojector* o máquina corazón-pulmón (Fig. 4 y 5). Cuando le aplican estímulos gustativos, auditivos, luminosos y táctiles a la cabeza del perro de experimentación, sorprendentemente, responde a cada uno de ellos; El resultado del experimento implica que la perfusión artificial es adecuada y suficiente para cubrir las demandas metabólicas de los tejidos que constituyen este segmento del cuerpo manteniéndolos "vivos" por horas^(1,18). Al respecto Brukhonenko escribió: *El trabajo exitoso con órganos aislados está estrechamente relacionado con el diseño de dispositivos que sirvan para mantener la circulación sanguínea en el órgano a preservar.*

Ese mismo año Serguei Brukhonenko obtuvo la patente para su Dispositivo para la Circulación Artificial en la Unión Soviética y algunos años más tarde en Alemania e Inglaterra (1929) y en Francia (1930).

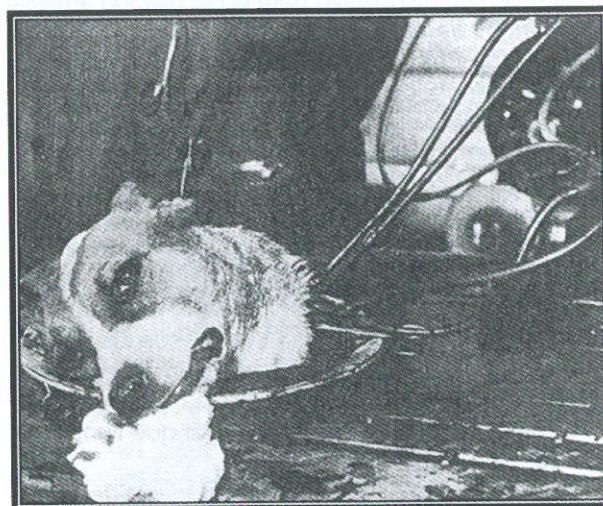


Fig. 4. Cabeza aislada de un perro durante un experimento de perfusión de Brukhonenko y Tchechuline. El intercambio gaseoso depende de la preparación de pulmones aislados a partir de un perro donador. Un par de bombas de diafragma bombean sangre desde y hacia la cabeza del perro de experimentación a través de las venas yugulares y las arterias carótidas respectivamente. Las cabezas de perro perfundidas de este modo permanecen funcionales durante algunas horas.

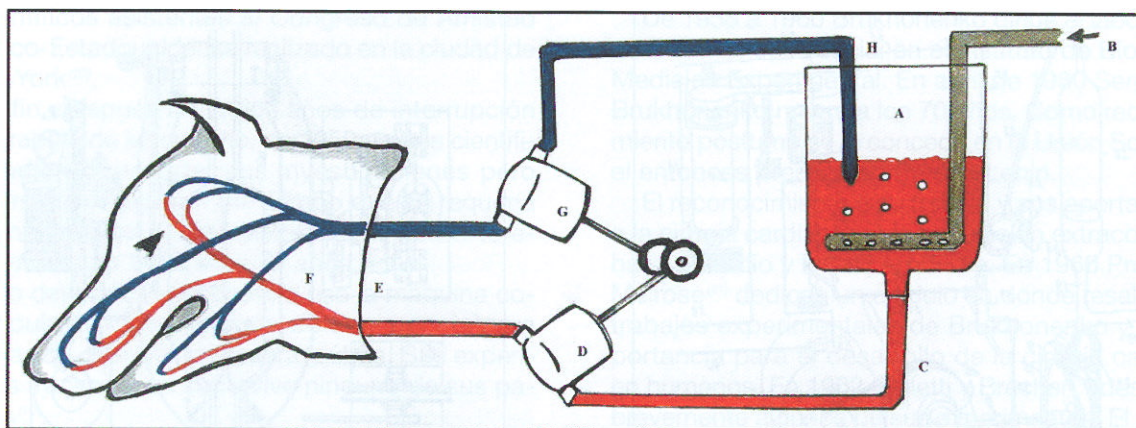


Fig. 5. Esquema del autor basado en el experimento 3 del video Experimentos en la reanimación de organismos: perfusión de un segmento del cuerpo. Se ilustra la cabeza de un perro (E) separada quirúrgicamente del resto del cuerpo, conectada y perfundida artificialmente con la máquina corazón-pulmón de Brukhonenko. A. Oxigenador de burbujas, C. Sangre arterializada en la línea arterial, D y G. Bomba arterial y venosa respectivamente, E. Conexión de la máquina corazón-pulmón con el sistema vascular (F) de la cabeza aislada, H. Llegada de la sangre venosa al oxigenador.

Para 1931 Brukhonenko y su grupo se anticipan a los trabajos de Bigelow cuando realizan experimentos con hipotermia ultraprofunda (3°C) usando el *autojector* para enfriar y calentar a los perros de experimentación. Durante el periodo hipotérmico se produce paro cardiaco el cual revierte cuando se alcanza la normotermia^(10,12).

De 1929 a 1937, el *autojector* se usó exitosamente como medio de soporte extracorpóreo cuando el cirujano Nikolai Terebinski (1880-1959) realizó una serie de cirugías a corazón abierto en perros de experimentación. Tres años más tarde el mismo Terebinski publicó un monográfico donde reporta excelentes resultados en más de 260 operaciones sobre las válvulas cardiacas bajo visión directa de las cavidades cardiacas^(12,18).

Con todo y que la máquina corazón-pulmón alcanzó buenos resultados durante su fase experimental en perros este método no era aceptable para ser aplicado clínicamente en humanos^(1,10) pues para la oxigenación se requería sacrificar al animal donador para la preparación de pulmones aislados como oxigenador. Para resolver este problema Brukhonenko se dio a la tarea de diseñar y construir un oxigenador de burbujas (Fig. 5 a-d). Estos trabajos le valieron la patente por los *pulmones artificiales* en la Unión Soviética en 1937, de este modo su máquina corazón-pulmón quedó completa y lista para su uso clínico en humanos. Konstantinov y cols. describen con mayor detalle la conformación y funcionamiento de esta versión del *autojector*.

Para el año de 1937 Brukhonenko logra con su máquina corazón-pulmón la recuperación total de un perro después de ser sometido a 7 minutos de paro circulatorio normotérmico. Dos años más tarde 12 de 13 perros de experimentación fueron reanimados después de 10 minutos de paro circulatorio. Todos ellos con recuperación total y sin daño neurológico residual⁽¹⁰⁾.

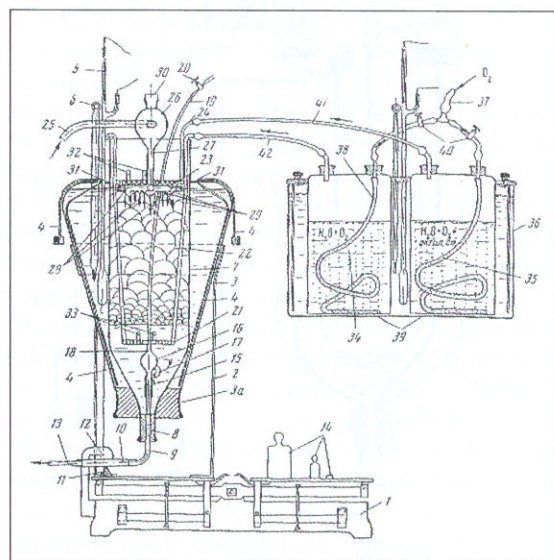


Fig. 5a. Oxigenador de Burbujas de Brukhonenko patentado en 1937.

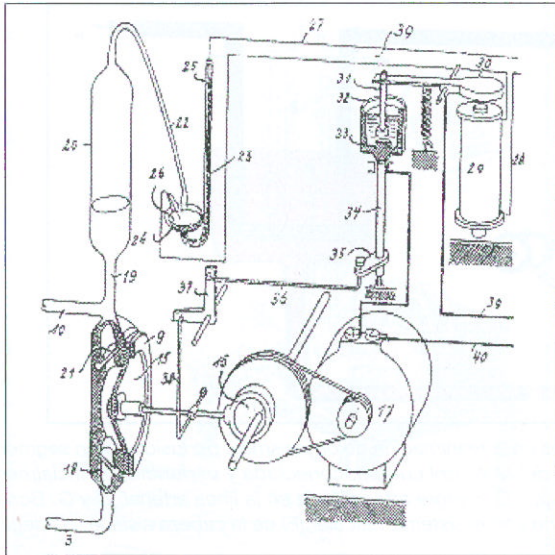


Fig. 5b. Esquema del dispositivo de Brukhonenko patentado en 1928 en Inglaterra. Puede observarse una bomba de diafragma, el motor eléctrico...

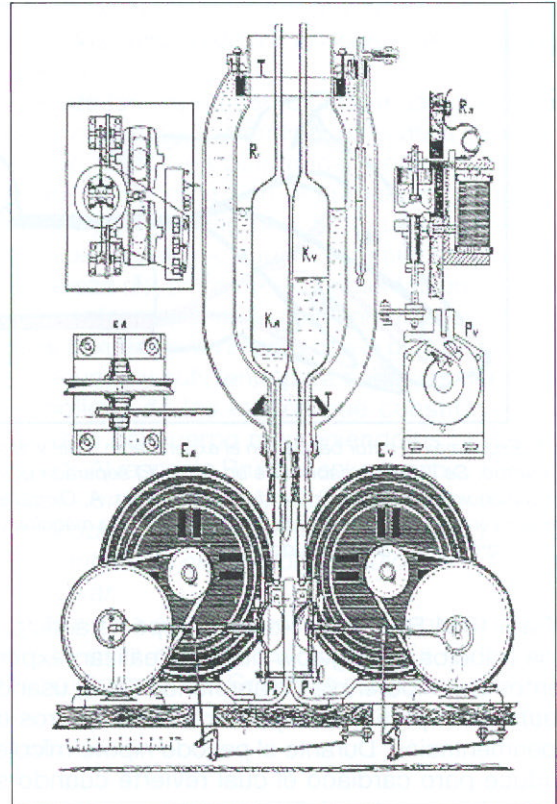


Fig. 5d. Ilustración que muestra el reservorio y su conexión al sistema de bombeo.

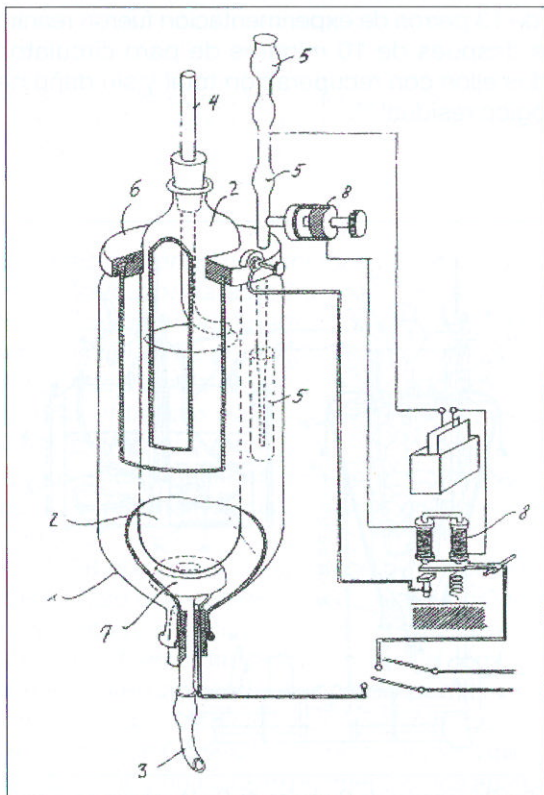


Fig. 5c. Reservorio para termorregulación patentado en 1928.

En 1941 la máquina era lo suficientemente segura y confiable como para ser usada en humanos pero desafortunadamente para este momento se había iniciado una conflagración bélica que no terminaría sino hasta 1945. La Segunda Guerra Mundial significó incalculables pérdidas materiales y humanas a la Unión Soviética obligando a ese país a destinar prioritariamente sus inversiones para atender proyectos enfocados a subsanar las enormes pérdidas sufridas. Esto obligó a Brukhonenko y Terebinski a suspender sus trabajos con la máquina corazón-pulmón.

En noviembre de 1943 en la sección de ciencia de la revista *Time* aparece un artículo denominado *investigación roja* dedicada a reseñar los adelantos logrados por los científicos soviéticos. Este artículo incluye, entre otros logros, la máquina corazón-pulmón de Brukhonenko y se dan detalles de la exhibición del video *Experimentos en la reanimación de organismos* a una audiencia de aproximadamente

mil científicos asistentes al Congreso de Amistad Soviético-Estadounidense realizado en la ciudad de Nueva York⁽²⁰⁾.

Por fin, después de varios años de interrupción en su trabajo de laboratorio, en 1950 ambos científicos pudieron reanudar sus investigaciones pero nuevamente carecieron del tiempo que se requería para implementar clínicamente el *autojector*. Terebinski muere en 1959 a los 79 años.

Poco después Brukhonenko usa la máquina corazón-pulmón como método de emergencia para resucitación después de muerte súbita. Sus experimentos fracasan: no sobrevive ninguno de sus pacientes⁽¹⁰⁾.

De 1951 a 1958 encabeza el Laboratorio de Fisiología del Instituto Experimental de Instrumentos y Dispositivos Quirúrgicos en Moscú.



Fig. 6. Serguei S. Brukhonenko y el autojector a mediados de los 50s.

Es durante su estancia en este instituto que en 1953, después de dos décadas de trabajo, John H. Gibbon en los Estados Unidos lleva a cabo en humanos por primera vez una cirugía a corazón abierto usando una máquina corazón-pulmón. Este logro opacó todo el trabajo de Brukhonenko y el *autojector* como máquina corazón-pulmón pronto cayó en el olvido^(10,18).

De 1958 a 1960 Brukhonenko dirige el laboratorio de Circulación Artificial en el Instituto de Biología y Medicina Experimental. En abril de 1960 Serguei S. Brukhonenko muere a los 70 años. Como reconocimiento póstumo se le concede en la Unión Soviética el entonces prestigioso Premio Lenin.

El reconocimiento a su trabajo y sus aportaciones a la cirugía cardíaca y a la circulación extracorpórea ha sido tardío y lento pero firme. En 1960 Probert y Melrose⁽¹¹⁾ dedican un artículo en donde resaltan los trabajos experimentales de Brukhonenko y su importancia para el desarrollo de la cirugía cardíaca en humanos. En 1962 Galletti y Brecher⁽¹⁸⁾ describen brevemente algunos de sus experimentos. El mismo Galletti y Mora en 1995⁽¹⁶⁾ afirman que Brukhonenko estableció la posibilidad de la perfusión sistémica pese a que su trabajo era desconocido para la mayoría de los científicos occidentales. Ese mismo año Pantalos y cols.⁽¹⁷⁾ escriben que el investigador soviético fue el primero en demostrar que la perfusión sistémica por medios artificiales era posible.

Por su parte, Shumacker reconoce que los trabajos experimentales del investigador soviético significaron un paso enorme para solucionar el problema de la circulación artificial de organismos completos y afirma que gracias a estos se abrió la posibilidad de la cirugía cardíaca. Como parte del libro *Principios y Práctica de la Derivación Cardiopulmonar* editado en el 2008, en el capítulo 2 *La concepción de una idea y el desarrollo de la derivación cardiopulmonar* escrito por Harry B. Shumacker aparece una dramática fotografía donde se observa la cabeza de un perro separada quirúrgicamente del resto del cuerpo. Una serie de tubos conecta la cabeza con una máquina (el *autojector*) que, de acuerdo al pie de foto, *bombea sangre a través de las carótidas manteniéndola funcional por horas*⁽¹⁾.

Shumacker y Probert y Melrose resaltan la visión clara de Brukhonenko al reconocer, de manera profética, el valor de la circulación extracorpórea y su potencial uso en humanos.

Por su parte Lim en 2006, de manera por demás resumida, describe los experimentos de perfusión extracorpórea sistémica y de la cabeza aislada en perros experimentales lograda por Brukhonenko⁽¹⁴⁾.

Es pertinente mencionar que cuando Galletti (1960), Lin (2006) y Lillehei (2008) describen la máquina corazón-pulmón de Brukhonenko mencionan reiteradamente la preparación de pulmones aislados provenientes de un perro donador como oxigenador en el circuito extracorpóreo. Ninguna de las fuentes

consultadas, salvo Konstantinov, describe el oxigenador de burbujas diseñado, construido y patentado por Brukhonenko como parte del *autojector*.

Doblemente notable es que, con excepción de Bötcher y cols.⁽¹²⁾ ningún otro autor menciona la existencia del video *Experimentos en la reanimación de organismos*, pese a que el mismo fue descrito en 1943 en la revista *Time* 20, probablemente debido al desconocimiento en el mundo occidental acerca de su trabajo o quizá debido a que la figura de Gibbon continúa opacando la contribución de este pionero de la perfusión y de la cirugía cardíaca.

Por fortuna la cinematografía de la época ha permitido que el trabajo experimental de este notable investigador no haya quedado solo en descripciones en sus artículos científicos sino que ha llegado hasta nuestros días como constancia audiovisual única en su tipo: *Experimentos en la reanimación de organismos*, documento fílmico que ha permanecido por varias décadas casi desconocido, se constituye como un material fundamental para conocer los principios (inicios y fundamentos) de la CEC. Las imágenes y la narración de la película nos convierten en testigos presenciales de los inicios de la asistencia circulatoria por medio de dispositivos artificiales externos y no dejan lugar a dudas de la importancia del trabajo científico de Brukhonenko.

Objetivos

Revalorar la obra científica del investigador soviético Serguei Brukhonenko y su contribución al desarrollo de la circulación extracorpórea (CEC) y a la cirugía cardíaca.

Rescatar para la ciencia actual el documento audiovisual *Experimentos en la reanimación de organismos* realizado en 1940 por la Agencia Cinematográfica Soviética.

Material y métodos

Se realizó una búsqueda exhaustiva en la literatura del material audiovisual e impreso acerca de los trabajos de perfusión de órganos aislados y perfusión sistémica realizado por el soviético Serguei Brukhonenko. El resultado de la búsqueda es motivo de esta presentación.

El documento audiovisual *Experimentos en la reanimación de organismos* es de dominio público y puede encontrarse en varios sitios en la Internet (<http://www.archive.org/details/Experime1940>), en él se muestran y describen cuatro experimentos desarrollados por Serguei Brukhonenko y su grupo.

La película ha sido editada (subtitulada) por el autor del presente artículo; los subtítulos corresponden a la narración original, en inglés, realizada por el británico Profesor J. P. S. Haldane quien fue testigo presencial de los mismos^(11,12).

El video *Experimentos en la reanimación de organismos*

Podría escribirse mucho acerca del audiovisual pero las imágenes hablan por sí solas y no dejan lugar a dudas de la importancia del trabajo científico de Brukhonenko. *Experimentos en la reanimación de organismos* fue filmado en blanco y negro en 1940, la película documenta la investigación soviética sobre la reanimación de perros clínicamente muertos y la perfusión sistémica y de órganos aislados. Corresponde al británico profesor J.P.S. Haldane introducir y narrar la misma.

Aunque en el video original no existe propiamente una separación entre el inicio y término de cada experimento para su mejor comprensión la presento como si esta estuviera dividida en cuatro partes, cada una de ellas muestra un experimento acerca del uso de dispositivos mecánicos externos (CEC) para la perfusión de órganos aislados y de organismos completos.

He aquí los créditos seguida de la traducción de la narración del profesor Haldane:

Esta película se exhibe por cortesía del Consejo de Amistad Estadounidense-Soviética y se distribuye a través de la Sociedad Médica Estadounidense-Soviética en Nueva York.

La Agencia Cinematográfica Soviética

Presenta:

Experimentos en la reanimación de organismos

Investigación en la reanimación de organismos por medio de sistemas de circulación artificial de la sangre llevada a cabo en el Instituto de Fisiología y Terapia Experimental, URSS.

Escenario y supervisión científica: Doctor en Ciencias Médicas S.S. Brukhonenko.

Dirección: D. I. Yashin

Fotografía: E. V. Kashina

Animación: T. D. Tikhomirova

Producción: Techfilm Studio, Moscú. 1940.

Introducción: Profesor J. P. S. Haldane, F. R. S.

Al iniciar la película aparece en primer plano el rostro del Profesor Haldane quien introduce el documental audiovisual con las siguientes palabras:

Experimentos en la reanimación de organismos muertos

Me gustaría decir que he visto algunos de los experimentos mostrados en esta película llevados a cabo en un antiguo congreso ruso de fisiología. Como podrán imaginarse, la técnica lo es todo. Junto con el trabajo que están a punto de ver, Brukhonenko comparte el crédito por los métodos de transfusión de sangre humana que fueron desarrollados primeramente en la Unión Soviética y que se practican hoy día en este país. Este método ha salvado muchas vidas durante la guerra.

¿Qué es lo que permite a los científicos soviéticos resolver este problema? Hace mucho tiempo los científicos establecieron el hecho de que órganos y tejidos animales aislados del organismo completo pueden ser mantenidos en estado "vivo", pero para conseguir esto deben crearse condiciones artificiales específicas. Los órganos aislados pueden ser mantenidos con vida aún cuando hayan sido removidos del cadáver del animal tiempo después de su muerte.

Experimento 1: El principio de la perfusión

Las primeras imágenes muestran una panorámica del laboratorio de Brukhonenko. Enseguida se ve la preparación de un corazón canino latiendo fuera del cuerpo y conectado a algunos tubos que, aparentemente, conducen sangre. El automatismo cardiaco es responsable de la actividad cardiaca y por lo que se ve la sangre circulando artificialmente es suficiente para "proveer" al tejido cardiaco, a través de las arterias coronarias, con los nutrientes necesarios para mantener funcionando el corazón (no se menciona por cuanto tiempo permanece con actividad). El Profesor Haldane lo narra así:

Aquí tenemos un corazón de perro. Este puede funcionar en condiciones artificiales al igual que en un organismo vivo y para este propósito se introduce sangre en los vasos cardíacos. El corazón aislado late tal y como lo hacía en las horas previas en el perro vivo.

Experimento 2: La oxigenación artificial

Se observa la preparación de ambos pulmones de un perro donador contenidos dentro de un recipiente; la tráquea aparece conectada a un ventilador rudimentario que forzará el inflado y desinflado de ambos pulmones y con ello el intercambio gaseoso en el tejido pulmonar. En las imágenes es posible ver parte de la máquina corazón-pulmón, el reservorio sanguíneo y la tubería que conduce la sangre desde y hacia los pulmones aislados. Pese a que las imágenes son en blanco y negro, la diferencia en la "coloración" de la sangre venosa y la arterializada después de circular por los pulmones es notable. La narración del Profesor Haldane lo describe del siguiente modo:

El siguiente experimento es realizado sobre pulmones extraídos de un animal.

Debajo se encuentran los pulmones y (inaudible) los llena con aire.

La sangre venosa es forzada hacia la vasculatura pulmonar por la acción de una bomba, esta sangre venosa pasa a través de este tubo; en los pulmones capta oxígeno y se convierte en sangre arterializada.

Los pulmones aislados "respiran" produciendo los mismos cambios químicos que en un animal vivo.

Experimento 3: La perfusión de un segmento del cuerpo

La película muestra una animación para explicar en forma esquemática la perfusión artificial de la cabeza de un perro que ha sido separada quirúrgicamente del resto del cuerpo. La animación presenta en acción las dos bombas de diafragma de que consta la máquina corazón-pulmón o *autojector*, un oxigenador de burbujas y la tubería que conduce la sangre desde y hacia la cabeza.

Luego de la explicación le sigue la imagen real de la máquina corazón-pulmón perfundiendo una cabeza de perro separada quirúrgicamente del resto del cuerpo; lamentablemente las imágenes no muestran en detalle la conexión entre la máquina y la cabeza.

Para corroborar que la perfusión y la oxigenación artificial son adecuadas para satisfacer los requerimientos metabólicos de los tejidos se estimulan los

sentidos del tacto, gusto, olfato, vista y oído. Increíblemente para cada uno de ellos existe una respuesta.

Desafortunadamente la narración no menciona el periodo de tiempo en que la cabeza perfundida permanece reactiva.

Esta es la descripción que hace el Profesor Haldane:

La cabeza de un animal también puede “vivir” en condiciones de aislamiento (respecto al resto del cuerpo). Este es el plan para el experimento:

La bomba arterial toma sangre arterial del reservorio y la lleva hacia la cabeza, por su parte la bomba venosa drena la sangre venosa. La sangre es arteria- lizada en el reservorio donde existe un flujo constante de oxígeno (reservorio-oxigenador de burbujas).

La circulación sanguínea artificial asegura el me- tabolismo necesario para la “vida” de la cabeza.

La cabeza aislada “vive” por horas y reacciona a estímulos externos.

La cabeza aislada reacciona inclusive a la luz... y al sonido.

Experimento 4: La perfusión sistémica

Por último, de nueva cuenta se muestra una animación que explica la circulación sanguínea normal, enseguida la acción pasa al experimento de circulación sistémica artificial con el *autojector*. Además, se nos muestra una panorámica general de la máquina y la preparación del animal experi- mental previo a la realización del experimento.

Brukhonenko y colaboradores producen la muerte clínica de un perro, previamente anestesiado, al drenar la totalidad de la sangre por medio de un catéter colocado en una de las arterias carótidas. La muerte clínica se determina por medio de una máquina que registra en forma gráfica la actividad cardíaca y respiratoria. La condición de muerte clínica dura 10 minutos y una vez transcurrido este periodo el sistema circulatorio del perro se conecta al *auto- jector* por medio de dos catéteres, uno en la vena yugular y el otro en la arteria carótida, para ser perfundido artificialmente en forma sistémica. Nue- vamente, la narración del Profesor Haldane no men- ciona la duración del soporte circulatorio.

Luego de un periodo indeterminado de perfusión sistémica es posible ver que gradualmente el corazón

empieza a tener actividad contráctil hasta que final- mente restablece su ritmo normal. La respiración también se normaliza y el animal se desconecta de la máquina. Este dramático experimento es narrado del siguiente modo por el Profesor Haldane:

De la reanimación de órganos aislados a la reani- mación de organismos completos

La reanimación de órganos aislados permitió a los científicos experimentar en la reanimación de organismos completos.

*La reanimación de un organismo completo puede conseguirse con la ayuda de un aparato llamado **Autojector**. El autojector realiza las funciones del corazón y los pulmones.*

Como sabemos el corazón, por medio de su contracción rítmica, aporta al cuerpo con sangre arterial rica en oxígeno.

Después de ceder el oxígeno la sangre regresa al corazón a través de las venas. Desde aquí la sangre fluye hacia los pulmones... con aporte de oxígeno fresco y regresa al corazón desde donde fluye a las arterias de (todo) el organismo.

El autojector trabaja bajo el mismo principio, el aparato incluye un sistema de bombas para aportar sangre (arterial) y para extraerla (venosa).

La sangre arterial aporta al organismo con sangre arterial y una vez que esta ha perdido su oxígeno, la bomba venosa la extrae y la lleva de regreso hacia el reservorio. Aquí, al igual que ocurre en los pulmo- nes, es enriquecida con oxígeno y regresada al organismo. La sangre pasa hacia las arterias del cuerpo asegurando el metabolismo necesario.

De este modo, el autojector puede realizar el trabajo del corazón y los pulmones.

Iniciamos el experimento de reanimación.

El experimento es llevado a cabo en un perro.

Se introduce en la sangre del animal una sustancia que evita la coagulación.

El perro está bajo efecto anestésico, no siente dolor; ninguna interrupción de las funciones normales del animal ha ocurrido.

El perro reacciona al tacto, sus pupilas son nor- males.

Un aparato especial, el cardiógrafo, registra la respiración y la función cardíaca del perro.

El pulso y la respiración son normales.

Inicia el experimento, toda la sangre es drenada a través de la arteria carótida.

El corazón se ha detenido.

Esta es una de las últimas bocanadas del animal.

Esta es la aspiración final.

El perro está muerto.

Sin la interferencia del personal la muerte sería irreversible y la desintegración de las células del cuerpo se produciría gradualmente.

El autojector es conectado antes de iniciar la reanimación. La bomba arterial es conectada con la arteria (carótida).

La bomba venosa es conectada con la vena (yugular).

10 minutos han transcurrido desde la muerte clínica del animal.

La sangre del animal (previamente) removida es bombeada de regreso hacia sus vasos sanguíneos por el autojector.

El autojector asegura una circulación sanguínea normal en (todo) el organismo reemplazando la acción de los pulmones y el corazón "muertos".

La circulación artificial de la sangre gradualmente induce que el corazón empiece a latir nuevamente.

La acción del corazón se aproxima a lo normal.

La primera respiración.

La respiración se restaura poco a poco.

El perro respira con mayor normalidad y regularidad.

La condición del animal se aproxima a lo normal.

Podemos ahora desconectar el autojector y dejar que el organismo del perro mantenga la vida por medio de sus propios recursos.

Finalmente cuando el experimento concluye se muestra al canino postrado y con escaso movimiento debido al trauma producido durante el experimento. Sin embargo, a los pocos días el perro se ha recuperado y se ve de aspecto totalmente normal. Pueden verse junto al perro usado para este experimento algunos otros animales que previamente habían sido sometidos a las mismas condiciones experimentales, es decir muerte clínica de duración variable y reanimados por medio de CEC con el autojector. Hasta donde puede apreciarse en la película, luego de recuperarse, todos ellos presentan un aspecto y comportamiento normal. Esto es lo que dice el Profesor Haldane al respecto:

Sin el efecto del anestésico el perro muy pronto empieza a temblar.

El perro aún está débil y no es capaz de moverse.

Unos días después

Después de 10 a 12 días el perro regresa a su estado normal.

Después de los experimentos los perros pueden vivir por años, crecen, ganan peso y tienen familia.

Hasta el día de hoy, tres perros han estado bajo observación en el Instituto Médico Voronezh luego de haber sido reanimados por medio de circulación sanguínea artificial.

Este perro, Vanni, fue reanimado en 1939 después de haber estado con muerte (clínica) por 8 minutos.

Orejas Negras es la cría de padres que fueron reanimados; ella misma fue reanimada en 1939 luego de once minutos y medio de muerte (clínica).

Naida fue reanimada en 1938 después de 15 minutos de muerte (clínica).

Estos experimentos en la reanimación de perros han mostrado que el procedimiento no tiene efectos deletéreos sobre el organismo animal. Hoy en día la cuestión de la reanimación de animales es uno de los problemas más interesante de la fisiología. Los experimentos de reanimación han contribuido al cúmulo de información valiosa dentro de la medicina experimental.

Resultados

El material consultado acerca de los trabajos experimentales de Brukhonenko es escaso y la mayor parte consta solo de algunas líneas que describen muy brevemente sus aportes científicos.

Por otra parte del material filmico presentado en el presente artículo podría escribirse mucho pero las imágenes hablan por si solas y no dejan lugar a dudas de la importancia del trabajo científico de Brukhonenko.

De todo este material es posible extraer algunas de sus aportaciones de mayor relevancia:

Desarrollo de una bomba para circulación extracorpórea: La máquina corazón-pulmón o *autojector* desarrollada por Brukhonenko y Tchechulin, de la cual obtuvieron la patente en 1928, fue una de las primeras bombas de circulación extracorpórea con resultados satisfactorios en su fase experimental lo que hizo abrigar esperanzas para un futuro uso clínico en humanos. Los trabajos de perfusión sistémica con el *autojector*, hasta donde se sabe, fueron los primeros experimentos de su tipo a nivel mundial.

Desarrollo de un oxigenador de burbujas: El método inicial usado por Brukhonenko para la oxigenación de la sangre no era aplicable a pacientes humanos pues requería la preparación de pulmones aislados obtenidos de un organismo donador. La necesidad

de un dispositivo artificial lo empujó a diseñar y construir un dispositivo artificial para el intercambio de gases sanguíneos lo que le valió una patente en 1936.

Uso de la suramina como agente anticoagulante:

A él se le atribuye el desarrollo de un método de transfusión sanguínea en humanos que tuvo gran repercusión durante épocas de conflicto bélico y que posteriormente le permitió purgar con sangre su máquina de CEC reduciendo la posibilidad de coagulación. Para los ojos inquisidores de Brukhonenko no pasó desapercibido el efecto anticoagulante y el posible uso clínico de la suramina; es pertinente mencionar que la heparina había sido descubierta en 1916 por McLean y que su uso clínico hubo de esperar algunos años.

Fue el primero en sugerir que la CEC tenía un potencial uso en humanos:

El investigador soviético se adelantó a su época al sugerir que la circulación sanguínea por medios artificiales era posible y que estos dispositivos podían ser fundamentales para abordar la corrección de defectos intracardiacos.

Brukhonenko aborda el problema de manera directa: *¿No podría este método (de circulación artificial), debidamente perfeccionado, ser útil en la medicina clínica; particularmente en aquellos casos donde fuese esencial reemplazar, aunque de manera temporal, el trabajo del corazón humano desfalleciente?*

Demostó la factibilidad del soporte extracorpóreo sistémico:

Con sus trabajos pioneros en circulación artificial sistémica con sobrevivencia de los animales de experimentos demostró que en principio esta era posible, pese a ello, mantuvo su visión crítica al afirmar que el dispositivo extracorpóreo requería perfeccionarse antes de pensar en aplicarlo en seres humanos.

Posibilidad de preservar tejidos y órganos:

Con sus trabajos de perfusión de segmentos de un organismo abrió la posibilidad de preservar temporalmente, e hipotéticamente de manera indefinida, órganos y tejidos siempre y cuando estos fuesen mantenidos en condiciones especiales creadas ex profeso. Aquí nuevamente la máquina corazón-pulmón adquiere un papel fundamental para crear el medio artificial requerido para mantener viables los tejidos. En la actualidad el fundamento para

perfundir órganos aislados también ha sido retomado para dar tratamiento quimioterapéutico e hipertermia regional en extremidades afectadas por cáncer.

Pionero en la aplicación experimental del paro circulatorio:

Durante sus trabajos de perfusión artificial Brukhonenko extrae la totalidad de sangre circulante hasta producir muerte clínica en algunos animales experimentales; una vez excluido el corazón como bomba sanguínea, reinicia la circulación por medios artificiales hasta lograr la recuperación de la función cardíaca y pulmonar sin que se produzcan, en apariencia, secuelas neurológicas. Esta última aseveración puede resultar discutible considerando el tiempo sin circulación sanguínea y que los experimentos fueron hechos en normotermia.

Isquemia-reperfusión:

La muerte clínica sin circulación sanguínea implica un estado isquémico el cual desaparece cuando se reinicia la circulación (reperfusión). Cuando el Profesor Haldane afirma que *los experimentos en la reanimación de perros han mostrado que el procedimiento no tiene efectos deletéreos sobre el organismo animal* implica un juicio acerca del efecto clínico que pudieran tener la isquemia y la reperfusión sobre el animal experimental. Quizá la rigurosidad de la evaluación clínica de estos animales no fue lo acuciosa que debería como para emitir un juicio de esa magnitud pero, dados los recursos disponibles en esa época, el comportamiento y el estado físico de estos animales aparentemente estuvo dentro de la normalidad.

Aplicó la máquina corazón-pulmón para la reanimación en animales clínicamente muertos:

El *autojector* fue usado como método para la resucitación de animales con muerte clínica, el mismo método fue aplicado más tarde en la clínica con resultados desalentadores pues ninguno de sus pacientes sobrevive lo que produce su abandono como alternativa clínica. **Hoy en día la CEC es una alternativa para mantener la vida en pacientes con muerte súbita.**

Realizó estudios con hipotermia profunda y posterior reanimación de animales de experimentación:

Sus trabajos experimentales en 1931 sobre CEC con hipotermia profunda y paro circulatorio se anticipan por casi dos décadas a los legendarios estudios realizados por Bigelow.

Discusión

Los datos surgidos de la revisión nos permiten conocer escasamente acerca de la vida personal y de la personalidad e ingenio del soviético Brukhonenko por lo que continúa prácticamente desconocida. Sin embargo, estos datos escasos implican muchos años dedicados a la búsqueda de respuestas.

Los escritos producto de su trabajo fueron claros y precisos cuando insistía, proféticamente, que este trabajo pionero era aplicable a las necesidades clínicas de los humanos.

Han transcurrido algunas décadas desde la muerte de Serguei Brukhonenko y su trabajo acerca de la perfusión de órganos aislados y la perfusión y reanimación de organismos completos, pese a que fueron publicados en revistas científicas, continúan casi ignorados en el mundo occidental. Hoy en día los fundamentos de sus experimentos y las implicaciones de los resultados son poco conocidos aunque estos constituyen parte esencial de lo que hoy día constituye la CEC.

Afortunadamente, las menciones recientes a sus trabajos son cada vez más frecuentes y extensas lo que permite suponer que ha llegado, por fin, el reconocimiento a su enorme contribución a la perfusión y a la cirugía cardíaca y que más pronto que tarde ocupará el lugar que merece este investigador adelantado a su época.

Es probable que las aportaciones de Brukhonenko hayan permanecido en el olvido por años debido a que la figura de Gibbon, agigantada con el transcurso de los años, continúa opacando los trabajos del investigador soviético. Otra posible explicación es que las diferencias ideológicas constituyeron una barrera infranqueable para el grueso de los investigadores occidentales. En la época de Brukhonenko la Unión Soviética se encontraba aislada del resto del mundo lo que evitó que sus logros y los de otros científicos soviéticos no fueran publicados en revistas consideradas de alto impacto por lo que fueron poco conocidos por la comunidad científica internacional. La barrera del idioma podría haber influido también para la marginación de sus aportes.

No es exagerado afirmar que su visión fue notable pues tuvo la agudeza de ver en forma clara el valor último de la DCP y su potencial uso en humanos: *...nuestras conclusiones, debe entenderse, son de naturaleza preliminar. Antes de concluir, permítanme mencionar, además, una idea acerca de los métodos de la circulación artificial de la sangre. ¿Si el método fuera perfeccionado no podría ser útil en el campo*

de la medicina y especialmente en el caso donde resulta esencial reemplazar, aunque sea temporalmente, el trabajo insuficiente del corazón humano? Sin profundizar más en la cuestión, me gustaría expresar la suposición basada en la experiencia del presente trabajo que en principio el método de la circulación artificial podría ser aplicable en los humanos (en ciertos casos y quizá, aún realizar ciertas operaciones sobre el corazón parado temporalmente. Pero solo una técnica adecuada podría dar resultados... podemos intuir al leer estas palabras que su obra quedó inconclusa al momento de su muerte pues aunque Brukhonenko fue el primero en sugerir que la circulación extracorpórea podría tener un lugar en la cirugía cardíaca y fue el primero en aplicar la máquina corazón-pulmón para la resucitación clínica de pacientes, el autojector nunca fue usado clínicamente en una cirugía a corazón abierto en humanos.

Por otra parte, el audiovisual *Experimentos en la reanimación de organismos* ha quedado como evidencia, única en su tipo, de algunos de sus primeros experimentos acerca de la circulación extracorpórea, resalta su ingenio para resolver los problemas mecánicos y fisiológicos en su camino por demostrar que la perfusión sistémica, y de órganos y tejidos aislados por medio de dispositivos mecánicos externos era posible.

El audiovisual *Experimentos en la reanimación de organismos* puede encontrarse en la Internet. Basta con escribir Brukhonenko en el buscador de Google® para encontrar algunos sitios que hacen alusión al investigador soviético. Sin embargo, en la mayoría de los sitios en que aparece el audiovisual carecen de la rigurosidad científica que el material merece. Por lo general el documento es presentado con una curiosidad morbosa y los científicos aparecen como seres deshumanizados. El marco teórico, el fundamento fisiológico y los objetivos que perseguían los investigadores están totalmente ausentes en estos sitios.

El video puede ser discutible y causar polémica, como la que causó en el momento de su aparición, pero difícilmente se puede cuestionar su valor histórico, científico y médico. Sin embargo, no todas las opiniones coinciden y algunos escépticos aseguran que las imágenes mostradas en el documento fílmico fueron editadas con fines propagandísticos por el régimen soviético, también que los resultados mostrados fueron exagerados pues fisiológicamente no son posibles. Por el contrario, otros estudiosos



Fig. 7. Los trabajos de Brukhonenko acerca de la perfusión de segmentos corporales han alimentado la imaginación de intelectuales y creadores de diversas épocas.

aseguran que los experimentos mostrados en el filme son reales y auténticos y dan testimonio del ingenio y tesón de Brukhonenko y su grupo.

Auténticos o no, estos experimentos han estimulado la imaginación de intelectuales y creadores de diversas épocas. Algunos autores se han aventurado a especular con la posibilidad de preservar segmentos corporales y organismos completos.

Cuando el poeta y dramaturgo inglés Bernard Shaw conoció acerca de los experimentos de Brukhonenko envió una carta al Berliner en marzo de 1929. En ella expresa su interés por los trabajos del investigador soviético y especula que en caso de intentar la preservación de la porción cefálica de algún sujeto humano este debería realizarse en algún hombre de ciencia que padeciera alguna enfermedad incurable, como el cáncer, lo cual privaría a la humanidad de un cerebro prodigioso. *Estoy incluso tentado de dejar cortar mi propia cabeza para que yo pueda seguir dictando las obras de teatro y libros sin ser molestado por la enfermedad, sin tener que vestirse ni desvestirse, sin tener que comer, sin tener nada más que hacer que no sea producir obras maestras de arte dramático y literatura. Su imaginación no para allí: Una universidad cuyos lugares fuesen ocupados exclusivamente por los cerebros más brillantes de la tierra sin otra cosa que una bomba conectada a ella, en donde el proceso global de*

enseñanza sería un acto puramente cerebral, representaría un progreso enorme comparado con el estado actual⁽¹²⁾.

Por su parte, en la novela de ficción del autor A. Belyayev "La Cabeza del Profesor Douyel" Serguei Brukhonenko es el prototipo del Profesor Douyel.

También en uno de los capítulos de la serie de dibujos animados Futurama (Fig. 7) creada por Matt Groening aparecen contenidas en recipientes de cristal las cabezas parlantes del exvicepresidente de los Estados Unidos Al Gore y la del mismo Groening.

Más recientemente, los trabajos de Brukhonenko han sido abordados por la cinematografía de ficción (*X Files*, *I want to believe*) donde se especula la posibilidad de preservación y posterior trasplante de una cabeza humana.

Conclusiones

La información encontrada en la literatura nos permite afirmar que Brukhonenko fue un investigador fuera de serie, adelantado a su época. El planteamiento y solución a problemas fisiológicos y mecánicos, el fundamento de sus experimentos, lo ingenioso de sus soluciones, las implicaciones que tuvieron sus estudios para las ciencias médico-biológicas, entre ellas la cirugía cardíaca y de trasplantes, la fisiología circulatoria, isquemia-reperusión,

hipotermia, paro circulatorio, entre muchas otras, lo convierten en un pilar de la circulación extracorpórea y la cirugía cardiaca.

Asimismo, el documento audiovisual *Experimentos en la reanimación de organismos* que, además de su enorme valor histórico, muestra de forma clara algunos de los experimentos de Brukhonenko acerca de la perfusión de órganos aislados y de la reanimación de organismos completos por medio de la circulación extracorpórea permite revalorar su trabajo para el desarrollo de la CEC y la cirugía cardiovascular. Del mismo modo, rescata y mantiene viva su memoria pues gran parte de su trabajo permanece vigente hasta el día de hoy.

A pesar de que Brukhonenko no pudo ver implementada clínicamente su máquina corazón-pulmón, su trabajo asegura a su nombre un lugar de privilegio entre los pioneros de la perfusión y la cirugía cardiaca.

Colaboradores

Para la realización del presente artículo el autor agradece a las siguientes personas:

María Rosa Zavala López

por la revisión metodológica del texto

Victor Ruz Rodríguez

por la edición (subtitulaje) del audiovisual *Experiments on the revival of organisms*

Marie Verónica Vratny Zuleta

por la transcripción del audiovisual

Bibliografía

1. Shumacker, HB The birth of an idea and the development of cardiopulmonary bypass In: Gravlee GP, Davis, RP, Stammers A, Ungerleider RM. Cardiopulmonary Bypass: Principles and Practice. 3rd ed. Lippincot, Williams & Wilkins, 2008 p 21-32
2. Shumacker, HB Reminiscences of John H Gibbon, Jr, MD Ann Thorac Surg. 2003; 76(6); S2195-6.
3. Edmunds LH. Advances in the heart-lung machine after John and Mary Gibbon Ann Thorac Surg 2003; 76(6); S2220-3.
4. DeBakey ME John Gibbon and the heart-lung machine: A personal encounter and his importance for cardiovascular surgery Ann Thorac Surg 2003; 76(6); S2188-94.
5. Miller BJ Laboratory work preceding the first clinical application of cardiopulmonary bypass Ann Thorac Surg 2003; 76(6); S2203-9.
6. Camishion RC. Remembering John H Gibbon, Jr, MD Ann Thorac Surg 2003; 76(6); S2199-200.
7. Guthrey J. Retrospective on Dr Gibbon and his heart-lung machine Ann Thorac Surg 2003; 76(6); S2197-8.
8. Dobell ARC. Recollections on Dr John H. Gibbon, Jr Ann Thorac Surg 2003; 76(6); S2201.
9. DeWall RA The evolution of helical reservoir pump-oxygenator system at the University of Minnesota Ann Thorac Surg 2003; 76(6); S2210-5.
10. Konstantinov IE, Alexei-Meskishvili VV. Sergei S. Brukhonenko: The development of the first heart-lung machine for total body perfusion Ann Thorac Surg. 2000; 69(3); 962-66.
11. Probert W, Melrose D. An early russian heart-lung machine. Br Med J. 1960, 5178: Apr 2; 1047-8.
12. Böttcher W, Alexi-Meskishvili VV. Sergej Sergejewitsch Brychonenko (1890-1960): Pionier des kardiopulmonalen Bypasses in der Sowjetunion. Kardiotechnik 2003; 2: Available from: <http://www.dgft.de/artikel/203/Pionier.htm>.
13. Lillehei W. Historical development of cardiopulmonary bypass in Minnesota. In: Gravlee G, Davis R, Stammers A, Ungerleider R. Cardiopulmonary bypass: Principles and practice. 3rd. ed. Philadelphia: Lippincot, Williams & Wilkins, 2008. p 3-20.
14. Lim MW. The history of extracorporeal oxygenators Anaesthesia. 2006;61; 984-95.
15. Haworth WS. The development of the modern oxygenator Ann Thorac Surg 2003; 76(6); S2216-9.
16. Galletti P, Mora C. Cardiopulmonary bypass: The historical foundation, the future promise In: Mora C, Guyton R, Finlayson D, Rigatti R. Cardiopulmonary Bypass. New York ; Springer-Verlag, 1995. p 3-18.
17. Pantalos G. A selective history of mechanical circulatory support. In: Lewis T, Graham TR, Editors. Mechanical circulatory support. London: Edward Arnold, 1995. p 3-12.
18. Galletti P, Brecher G. Heart-lung bypass. New York: Grune & Stratton, 1962.
19. Alexi-Meskishvili VV, Potapov E, Beber E, Hetzer R. Nikolai Terebinski: Pioneer of the open valve operation. Ann Thorac Surg 1998; 66():1440-3.
20. Red Research. Time Magazine, Science Section. 1943 November 22. Vol XLII, No. 21.



Parte de este trabajo fue presentado durante el
1er. Congreso de la Asociación Mexicana de Especialistas en Cardiopatías Congénitas (AMECC).
México, D. F. Agosto del 2008.

NOTAS

XXXI Asamblea Nacional de la Asociación Española de Perfusionistas 29 y 30 de mayo de 2009. Madrid



PROGRAMA

Viernes, 29 de mayo

- 20:30 Copa de bienvenida. Patio central
- 21:30 Cena de gala. Salón Medici

Sábado, 30 de mayo

Asamblea General Ordinaria de la AEP

- 09:00 Entrega de documentación
- 09:30 1ª Convocatoria
- 10:00 2ª Convocatoria
- 11:30 Pausa. Café
- 12:00 Continuación de la Asamblea de la AEP
- 14:00 Despedida y vino español

SEDE:

Hotel Occidental Miguel Ángel
C/ Miguel Ángel nº 31
28010 Madrid
Tel. 91 442 00 22

ORGANIZACIÓN:

Asociación Española de Perfusionistas
Vocalía Centro

CONTACTO:

M. Jesús Vázquez Rodríguez
Vocal Centro
Tel. 608 82 48 93
chusivaro@hotmail.com

Mercedes Cerro García

Secretaria General
Tel. 619 80 12 33
neocerro@hotmail.com

Reserva de habitaciones

Viajes El Corte Ingles, Ana Alonso o Belén Mora
Tel. 91 204 26 00
Fax 91 524 85 00
dccimad2@viajeseci.es



**UNA GRAN IDEA
NO SE MIDE
POR
SU TAMAÑO**

cirugiacardiaca.spain@medtronic.com

PERFORMER™ CPB

Sistema Avanzado de Circulación Extracorpórea



Medtronic

Aliviar el dolor · Devolver la salud · Alargar la vida

AGENDA

En esta sección intentamos dar la máxima información sobre congresos, jornadas y conferencias que creemos pueden ser de nuestro interés.

Eventos Nacionales 2009

29-30 mayo XXXI Asamblea Nacional de la Asociación Española de Perfusionistas (A.E.P.)
Hotel Occidental Miguel Ángel
Madrid

Grand Hyatt Hotel Melbourne
<http://www.ecmo.com.au>

17 octubre 9th European Conference on Perfusion Education and Training
Viena. Austria
<http://www.ebc.org>

Eventos Internacionales 2009

17-20 junio XIII European Congress on Extracorporeal Circulation Technology
Aarhus, Dinamarca
<http://www.fecect.org/>

24-27 junio Perfusion Safety & Best Practices in Perfusion 2009
Royal Sonesta Hotel
New Orleans, LA
<http://www.bestpracticeperfusion.org>

24-25 julio 2nd International Symposium on Extracorporeal Support in Critical Care

Eventos Nacionales 2010

17-18-19 junio XVI Congreso Nacional de la Asociación Española de Perfusionistas (A.E.P.)
Palacio de Congresos Kursaal
Donosti- San Sebastián

Eventos Internacionales 2010

mayo VII Congreso Latinoamericano de Tecnología Extracorpórea
Lima, Perú
www.apeper.com





FECECT

Foundation European Congress on
Extra-Corporeal Circulation Technology



*13th EUROPEAN
CONGRESS*

*on
Extra-Corporeal Circulation Technology*

June 17 Th - June 20 Th, 2009

AARHUS, DENMARK

For actual information, please
browse on the internet to:

Home pages FECECT

<http://www.fecect.org>

SUSCRIPCION

Remitir a
A.E.P Revista de la Asociación Española de Perfusionistas
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
Secretaría de Cirugía Cardíaca
Sant Antoni Maria Claret, 167
08025 Barcelona (España)

----- ✂ -----
Ruego gestionen mi suscripción a la Revista de la A.E.P.

Nombre: _____
Dirección: _____ D.P. _____
Población: _____ Ciudad: _____
País: _____
Teléfono: _____
Firma: _____

Fecha: ____ de ____ de ____

Centro de trabajo: _____
Dirección: _____
Categoría profesional: _____

Forma de pago:

Transferencia bancaria a la Revista de la Asociación Española de Perfusionistas.
C/C núm. 2100 · 0885 · 65 · 0200172588 de la Caixa d'Estalvis i Pensions de Barcelona
Agencia Travessera de Gràcia, 372-376 - Oficina 0885 - 08025 Barcelona.

Cargo en mi tarjeta de crédito:

VISA Euro Card Master Card

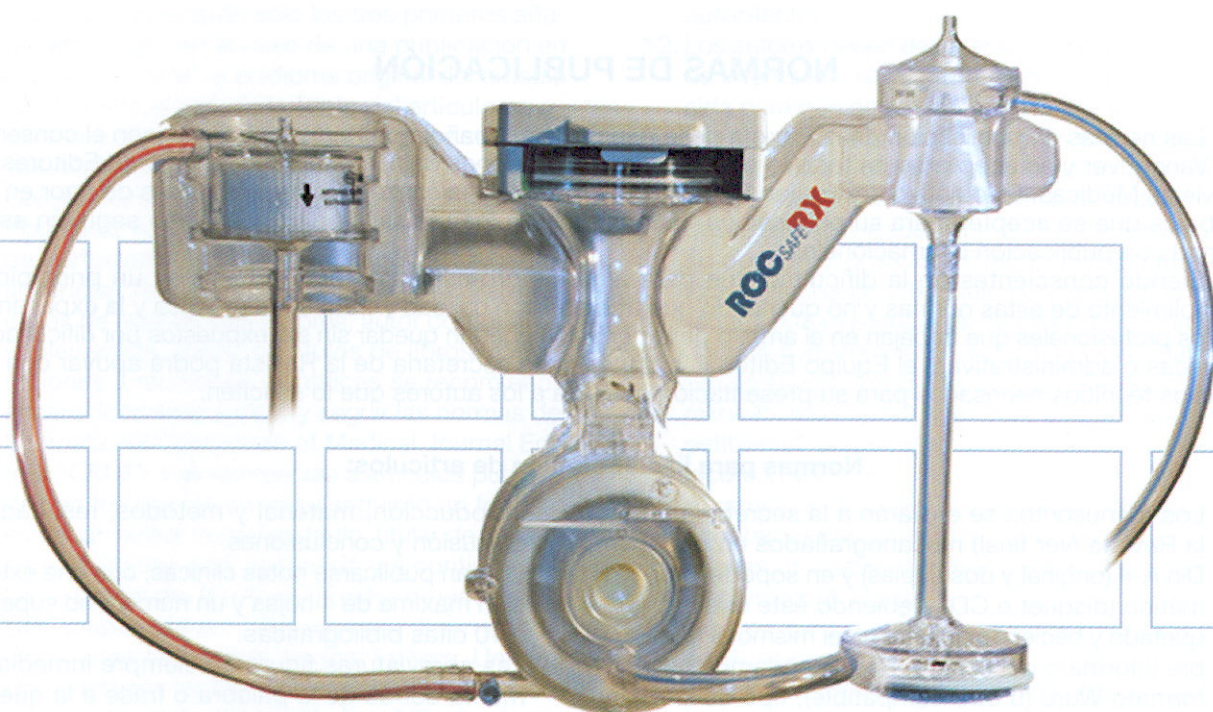
N.º Tarjeta de crédito: _____ Fecha de caducidad: _____

Suscripción anual España: 10 €
Suscripción resto del mundo: 20 \$ USA

X Por favor, abstenerse de enviar cheque bancario.

ROC SAFE RX™

MINI CIRCUITO TERUMO



- ▶ *Elimina micro y macro burbujas*
- ▶ *Alto rendimiento*
- ▶ *Excelente biocompatibilidad*
- ▶ *Adecuado para cirugía coronaria y cirugía valvular*

El mini circuito para máxima seguridad

TERUMO EUROPE ESPAÑA, S.A.
Edificio Torre La Garena
Avda. Juan Carlos I, 13 Planta 7ª
28806 Alcalá de Henares (Madrid)

www.terumo-europe.com

TERUMO[®]
We keep life flowing

NORMAS

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Las normas de publicación de la Revista de la Asociación Española de Perfusionistas siguen el consenso de Vancouver y se adaptarán en todo lo posible a las resoluciones del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas. Es objetivo del Equipo Editorial de la Revista el alcanzar las mayores cotas de rigor en los trabajos que se acepten para su publicación. Es por ello que los requisitos de publicación seguirán estas normas de publicación internacionales.

Siendo conscientes de la dificultad que para algunos profesionales puede tener en un principio el cumplimiento de estas normas y no queriendo que trabajos con calidad y fruto de la práctica y la experiencia de los profesionales que trabajan en el ámbito de la perfusión puedan quedar sin ser expuestos por dificultades técnicas o administrativas, el Equipo Editorial, a través de la secretaria de la Revista podrá apoyar con los medios técnicos necesarios para su presentación correcta a los autores que lo soliciten.

Normas para la elaboración de artículos:

1. Los manuscritos se enviarán a la secretaria de la Revista (ver final) mecanografiados en papel Din A-4 (original y dos copias) y en soporte informático (disquet o CD), debiendo éste estar etiquetado y haciendo constar en el mismo el nombre y formato del fichero. Recomendamos usar formato Word (u otro compatible), tipo de letra Arial, Times New Roman o similar, tamaño 10 a 12 e interlineado 1,5 a 2. Es recomendable evitar el uso indiscriminado del formato negrita y cursiva. La extensión máxima del trabajo no será, en general, mayor de 20 hojas. También se admite el envío de manuscritos en soporte electrónico seguro exclusivo, como correo electrónico o CD por vía postal. En cualquier caso deberá acompañarse una carta en la que los autores mencionen de forma expresa su aceptación de las normas y requisitos contenidos en este documento.
2. Las páginas estarán numeradas consecutivamente. Cada sección o apartado se iniciará en hoja aparte. En la primera de ellas, figurará el título del trabajo, nombre y dos apellidos de cada uno de los autores con el rango académico más elevado y su Centro de Trabajo, así como las señas de contacto.
3. En una segunda página se presentará un resumen que no excederá de 250 palabras, junto con tres a seis palabras claves (recogidas en el Index Medicus). Ambos apartados irán traducidos al inglés.
4. Los trabajos referidos a investigaciones originales se ordenarán según los apartados habituales: introducción, material y métodos, resultados, discusión y conclusiones.
5. Podrán publicarse notas clínicas, con una extensión máxima de 4 hojas y un número no superior a 10 citas bibliográficas.
6. Las abreviaturas figurarán siempre inmediatamente detrás de la palabra o frase a la que se refieran por primera vez. Se evitará su uso en el título del manuscrito.
7. Tablas y Figuras. Cualquier tipo de gráficos, dibujos y fotografías serán denominadas Figuras. Tanto éstas como las Tablas, estarán impresas cada una en una hoja independiente. Deberán estar numeradas correlativamente según el orden de aparición en el texto, con números romanos las tablas, y números arábigos las figuras. En cada uno constará un título conciso. Si este no fuera suficientemente aclaratorio, se adjuntará una nota cuya lectura haga que la Figura o Tabla sea entendible por sí misma, sin necesidad de leer el texto del artículo. Se retocarán las fotografías para que no puedan ser identificados los pacientes. En caso de no poder evitar la identificación deberá obtenerse (y en este caso acompañarse una copia) autorización escrita del paciente o su representante legal.
8. Bibliografía. Recomendamos reseñar únicamente las citas bibliográficas necesarias y relevantes. Éstas se identificarán en el texto, tablas y figuras mediante números arábigos, en formato superíndice, sin paréntesis y numeradas por orden co-

rrrelativo según su aparición en el texto. El modelo general será: Apellidos e iniciales del nombre de todos los autores, sin puntuación y separados por una coma entre sí (si los autores son siete o más, se relacionarán solo los tres primeros añadiendo “y col” en el caso de una publicación en español, y “et al” si el idioma original del artículo es diferente al español). Título del artículo en su idioma original. Abreviatura de la revista, año; volumen, páginas (primera-última). Por ejemplo: García García M, López López M y Rodríguez Rodríguez A: Revista de la Asociación Española de Perfusionistas; una apuesta por la calidad asistencial. Rev AEP 2003; 5: 133-144. Para los casos de más de seis autores, autor corporativo, suplementos, libros, capítulos de libros y aportaciones a reuniones científicas se recomienda encarecidamente revisar y seguir las normas del International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Las referencias a artículos publicados en formato electrónico seguirán un formato estándar similar (autor/es, título, titular de la página web donde está contenido y a continuación las expresiones [En línea] [Fecha de acceso...]. URL disponible en... Por ejemplo: International Committee of Medical Journal Editors. Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. ICMJE [En línea] [Fecha de acceso 05 junio 2003]. URL disponible en <http://www.icmje.org/index.html>

9. El formato para la denominación de agentes microbianos seguirá necesariamente estos criterios: el agente podrá ser denominado según criterios taxonómicos (por ejemplo, *Streptococcus pneumoniae* ó bien *S. pneumoniae*) o con su denominación ordinaria (siguiendo el mismo ejemplo, neumococo) cuando sea comúnmente aceptada en la práctica.
10. Aceptación y publicación de los trabajos: De los trabajos recibidos se contestará con acuse de recibo. Una vez leído por el Equipo Editorial se enviará para su evaluación ciega a dos expertos del Comité Científico de la Revista. Si fuera necesario, se establecerá contacto con los autores para sugerencias, correcciones o apoyo de secretaría. El Equipo Editorial podrá encargar artículos y trabajos de los temas que considere de interés para el desarrollo de la Perfusión.

11. Los artículos deberán ir acompañados de una dirección de contacto (postal o preferentemente electrónica), que aparecerá publicada al principio del artículo original, para facilitar la interacción autor-lector.
12. Los autores deben declarar los posibles conflictos de intereses y esta información ha de ser conocida para que otros puedan juzgar por sí mismos sus efectos. Se produce un conflicto de intereses en un artículo determinado cuando alguno de los que participan en el proceso de publicación desarrolla actividades que pudieran condicionar su opinión y posicionamiento. Habitualmente, los conflictos de intereses más frecuentes consisten en la existencia de relaciones económicas directas o indirectas con industrias farmacéuticas. Sin embargo, también pueden deberse a otras razones, tales como relaciones personales, competitividad académica o posicionamiento ideológico e intelectual.
13. Al remitir un trabajo a esta Revista, los autores aceptan expresamente lo siguiente:
 - Que es un trabajo original y que no ha sido previamente publicado.
 - Que no sido remitido simultáneamente a otra publicación.
 - Que todos los autores han contribuido intelectualmente en su elaboración.
 - Que todos ellos han leído y aprobado la versión del manuscrito finalmente remitida.
 - Que, en caso de ser publicado, transfieren todos los derechos de autor al editor, sin cuyo permiso expreso no podrá reproducirse ninguno de los materiales publicados en la misma.
 - Que convienen que la editorial y el Equipo Editorial no comparten necesariamente las afirmaciones que en el artículo manifiestan los autores.
14. Puede obtenerse información adicional relativa a la elaboración de manuscritos y formato de las referencias bibliográficas, en: International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. Octubre 2001 <http://www.icmje.org/index.html>
Normas de Vancouver. Traducción al castellano. Requisitos uniformes de los manuscritos enviados a Revistas Biomédicas etc. (<http://www.fisterra.com>)



SORIN GROUP

AT THE HEART OF MEDICAL TECHNOLOGY

www.sorin.com

Integración, la gran diferencia

El primer oxigenador con
filtro arterial integrado y
reservorio de cardiostoma
con geometría secuencial.
Synthesis inicia una
nueva era en la
Circulación
Extracorporea: La era de
la integración.



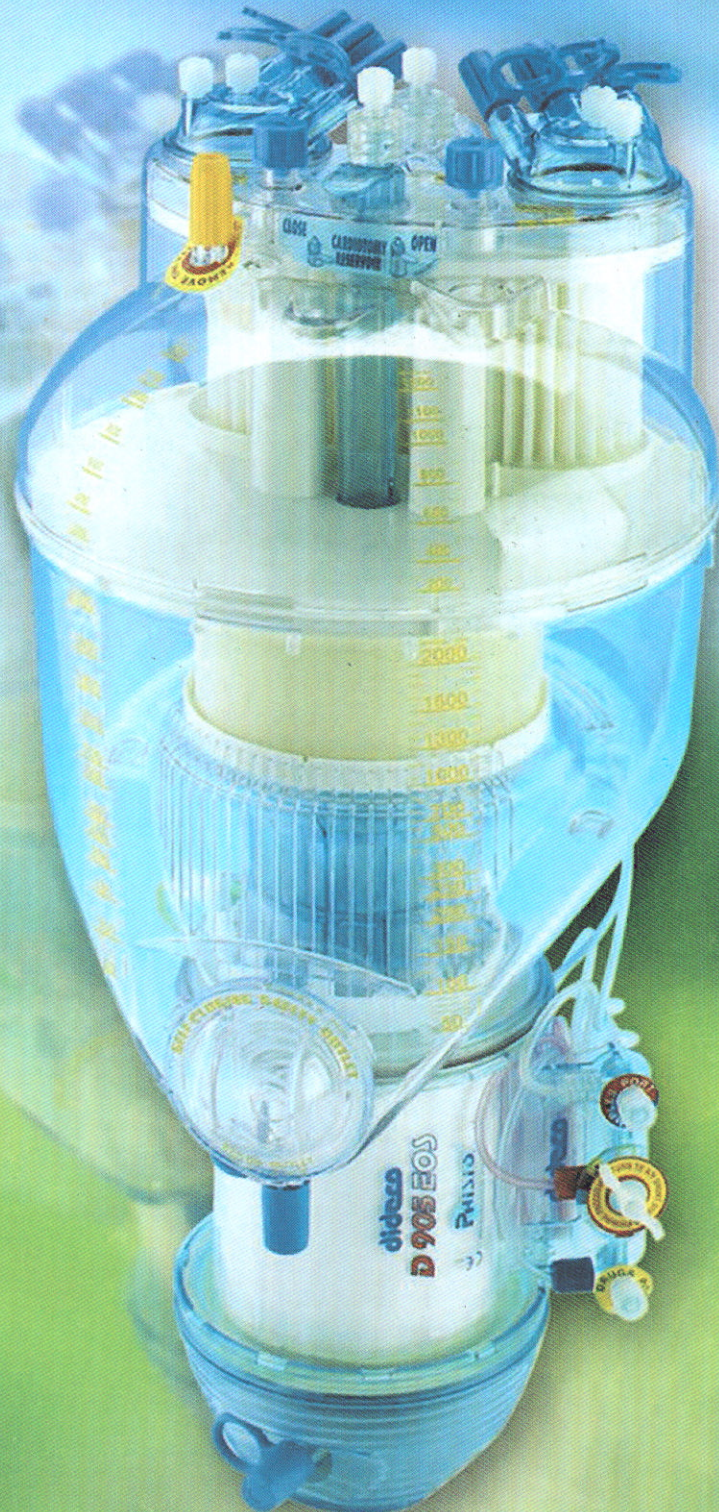
SYNTHESIS

Oxigenador de Membrana para Adultos

con Filtro Arterial Incorporado

D 905 EOS

La solución
en perfusión
pediátrica
y de adultos
pequeños



dideco
A SORIN GROUP COMPANY

www.dideco.com

Palex Medical SA

División Cirugía

Johann Sebastian Bach, 12 - 08021 Barcelona
Teléfono + 34 - 93 400 65 00 - Telefax + 34 - 93 400 65 01
E-mail: palexmedical@palex.es

www.palexmedical.com