



Revista Argentina de CIRUGÍA CARDIOVASCULAR

Órgano de Difusión del Colegio Argentino de Cirujanos Cardiovasculares

► OBRA DE TAPA Dr. Néstor Mario Penedo



“Pensamiento” *

Óleo con pincel y espátula - 2008

1,30m. x 0,97cm.

Néstor Mario Penedo nació en Lanús el 15 de abril de 1955, durante su escuela primaria y secundaria cursó estudios de dibujo y pintura y taller de cerámica; mientras transitaba sus estudios universitarios de medicina abandonó la pintura graduándose de médico en el año 1978. Luego, realizó la especialización en Tocoginecología y trabajó durante 21 años en el Servicio de Obstetricia y Ginecología del Hospital Piñero. En el año 1997 obtuvo un Magister en Administración de Servicios de Salud. Desde el año 1998 hasta el año 2005, coordinó la Red Nacional de Rehabilitación desarrollando políticas públicas en Discapacidad en el Servicio Nacional de Rehabilitación del Ministerio de Salud de la Nación. Durante el año 2005 finalizó sus estudios de Economía de la Salud y desde el año 2000 hasta el año 2007 ejerció la Dirección Médica del Hospital San Juan de Dios de Ramos Mejía con singular dedicación.

Actualmente ejerce la Jefatura del Departamento Materno Infante Juvenil del Hospital San Juan de Dios.

Con respeto a la pintura, en el año 1998 retomó como autodidacta su vocación estética, realizando dos muestras en cafés literarios. En el año 2001 comenzó a tomar clases con un maestro impresionista, las cuáles continúan hasta la actualidad.

Durante esta década expuso en distintas galerías de arte en los barrios de Belgrano, Palermo y San Telmo, participando en una *Gallery Night* en el año 2008. En el 2009, participó en la Sociedad Rural de Las Heras con pintura impresionista campestre.

Hemos seleccionado de este talentoso artista una de sus pinturas de tipo impresionista de su última etapa muy reciente y fecunda.

Posee la ductilidad de expresarse en dos vertientes pictóricas, ésta que hoy difundimos a nuestros lectores y la otra de carácter expresionista que testimonia paisajes impactantes a su sensibilidad.

Deseamos como Comité Editor de la revista exponer a la brevedad en nuestra página web en la sección de arte médico, parte de sus obras ya recibidas para gozar de la paz y colorido sutil que surjen al contemplarlas.

Comité Editorial

*Este título se debe a que esta obra representa un cúmulo neuronal cerebral con dendritas y axones

Revista Argentina de Cirugía Cardiovascular - ISSN 1667-5738

Volumen VIII - Número 1 - Enero - Febrero - Marzo - Abril 2010

Propiedad Intelectual en trámite. Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial, sin la autorización previa y por escrito del editor.

El contenido de los artículos es responsabilidad directa de sus autores y no necesariamente refleja la opinión del Consejo Editorial. En la elección del material publicado se provee información correcta y actualizada, pero la continua evolución de la Medicina hace que el médico en última instancia sea quien evalúe si ella es válida y adecuada para un paciente. Tampoco se asume ningún tipo de responsabilidad científica o jurídica de los productos o servicios publicitados, como tampoco se responderá a quejas realizadas por los responsables de los mismos.

Versión online e información complementaria: www.raccv.caccv.org/ / E-mail: prensaydifusion@caccv.org

Colegio Argentino de Cirujanos Cardiovasculares. Catamarca 536, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
Tel. (0054 11) 4931-5066 - Tel./Fax: (0054 11) 4931-2560

EDITORIAL

► NO TEMAN AL CAMBIO

AUTOR:
DR. VINCENZO CIANCI*

Correspondencia: prensadifusion@caccv.org

Existe una notable disminución en la cantidad de pacientes que se someten a procedimientos de revascularización arterial coronario. Se trata de un cambio definitivo como lo han informado muchos centros de todas partes del mundo. Esta tendencia preocupa bastante a los cirujanos cardiovasculares debido al impacto que éste tiene en la práctica; el efecto adverso que produce en el entrenamiento como así también la incertidumbre que provoca en el futuro de la especialidad(1). Probablemente, los cirujanos deberían reconsiderar su rol y quizás, necesitarían encontrarse involucrados con mucha más anterioridad de lo que lo están haciendo ahora de manera que puedan tener, se puede decir, un mejor manejo de los pacientes. Uno de los problemas principales de los cirujanos cardiovasculares es que conforman la lista de referencia final de especialistas.

Muchos médicos de diferentes especialidades revisan al paciente hasta que, finalmente, lo examina el cardiovascular. Es claro que los cirujanos deberían involucrarse en un estadio más temprano de la enfermedad para que de esta forma, el paciente se encuentre mejor informado y pueda tomar una elección inteligente. La cirugía cardíaca se encuentra enfrentando un desafío importante, peor, debido a los rápidos avances que producen un gran potencial para la innovación.

Es imposible pensar que en el futuro, un cirujano cardíaco no podría pasar a través del catéter de laboratorio. Aunque no se prevee que los cardiólogos abandonen este campo es necesario que se lo considere.

Por todo lo mencionado anteriormente, en

la Universidad de Pavia en Italia en 1999, nosotros, los cirujanos, comenzamos nuestro entrenamiento en catéter de laboratorio(2) y rápidamente adquirimos una gran experiencia en la utilización del acceso radial o femoral.

Nos pusimos muy ansiosos al tomar conciencia del corto tiempo con el que contaba el cirujano cardíaco para familiarizarse con procedimientos basados en catéter. Además, sin que se advirtiera, la posibilidad enorme de un quirófano híbrido donde el cirujano pudiera enfrentarse a toda operación compleja combinando tanto las herramientas del laboratorio de cateterización como las del quirófano, aumentando, de esta forma, las opciones del tratamientos disponibles para aquel paciente que sufre de una enfermedad cardíaca severa(3).

Desde 1999 al 2009 realizamos 4900 coronografías y creamos, en nuestro departamento, un quirófano híbrido donde había un cirujano de corazón que podía operar con catéteres angiográficos junto con nosotros. Fue natural comenzar con el programa de la válvula aórtica transcáteter y ahora podemos considerar posible todo procedimiento híbrido sin que éste dependa de los cardiólogos.

Pienso que el cirujano de corazón debería adquirir nuevas habilidades y que el catéter de laboratorio podría jugar un rol muy importante en todo lo que respecta al proceso de la formación del futuro cirujano cardíaco.

Creo que un cirujano cardíaco posee tanto el conocimiento como habilidades para realizar angiografías y, a su vez, puede enfrentar cualquier tipo de complicación, siendo para él muy familiar el acceso vascular.

El advenimiento de los procedimientos en-

* Policlínico San Matteo. Universidad de Pavia (Italia).



Dr. Vincenzo Cianci disertando en el XVIII Congreso Argentino de Cirugía Cardiovascular y Endovascular, Bariloche 2009.

dovasculares para el tratamiento de la aorta, la válvula aórtica percutánea y la revascularización híbrida constituyen una importante oportunidad para cambiar nuestro programa de entrenamiento quirúrgico standard.

Toda la comunidad quirúrgica debería apoyar este cambio educacional con la expectativa de obtener un nuevo entrenamiento para el médico cardiovascular, más completo y preparado para enfrentar el gran cambio de la especialidad.

Los cirujanos deberían cambiar su rol, en vez de encontrarse en la lista final de especialistas, deberían estar como participantes activos en la toma de decisiones pre-quirúrgicas ya que el campo se encuentra preparado para un renacimiento e indudablemente este podría ser un tiempo excitante para la cirugía cardíaca. Tal vez, para algunos, esto puede ser irrelevante; pero creo que para nuestra especialidad constituye la última oportunidad de poder obtener un rol primordial en el tratamiento de la enfermedad cardíaca.

REFERENCIAS

1. Turina M. 50 años de la cirugía cardiotorácica a través del espejo y lo que el futuro mantiene. J. Torca Cardiovasc. Surg. 2008; Nov, 136(5) 1117-22
2. Hani Shennib. Nuevas técnicas y tecnología innovativa un elemento integrado de nuestra especialidad torácica y cardiovascular. Herat Surg. Forum 2004(5) E 523-4
3. Murphy GL, Bryan AJ, Angelini GD. Revascularización coronaria híbrida en la era de los stents eludiendo drogas. Ann, torca. Surg. 2004, 78:1861-7

ARTÍCULO ORIGINAL

► ESTUDIO COMPARATIVO CON EL USO DE MATRIZ BIOLÓGICA EN PACIENTES CON INFARTO DE MIOCARDIO TRATADOS CON CÉLULAS MADRE*

H.I.G.A. PRESIDENTE PERÓN. SARANDÍ. AVELLANEDA.

AUTOR:

DR. EDUARDO LUIS CARDINALI, N. LAGO, J. BORDONE, O. MASOLI, J. HERREROS, J. C. CHACHQUES, J. MOURAS, R. GIORDANO, S. CHADA, J. DE PAZ, J. L. BARISANI, A. CHRISTEN, B. ELENCAWJG, N. LÓPEZ CABANILLAS, V. J. PARDO, J. L. PAREDES, A. TRAININI, J. CONTRERAS, F. R. JAIMES, J. C. TRAININI.

Recibido: Octubre 2009

Aceptado: Noviembre 2009

Correspondencia: cardinalieluis@gmail.com

RESUMEN

Objetivos: Estudiar los cambios producidos por el cardioimplante de células mononucleares de la médula ósea con y sin la asociación de una matriz de colágeno en pacientes con cardiopatía isquémica.

Material y Métodos: 22 pacientes consecutivos intervenidos de cirugía de revascularización coronaria se distribuyeron en dos grupos. Grupo I: 12 pacientes (53.75 ± 10.76 años) con implante transepicárdico de células mononucleares de médula ósea (34 ± 8.6 inyecciones, 5.1 ± 1.7 ml, $202 \pm 11 \times 10^6$ células CD 34+: 0.7 %). Grupo II: 10 pacientes (56.1 ± 7.63 años) que recibieron 15.7 ± 4.5 ml con $716 \pm 324 \times 10^6$ células CD 34+: 1.2%. En el Grupo II, el 40% del volumen se inyectó por vía transepicárdica (21.5 ± 7.5 inyecciones) y con el 60% restante se impregnó una matriz de colágeno. Se ha realizado un seguimiento de 357 ± 162 días con el Grupo I, y 297 ± 128 días con el Grupo II.

Resultados: No hubo complicaciones. En el Grupo I, la clase NYHA pasó de 2.4 ± 0.5 a 1.1 ± 0.3 ($p < 0.0001$), la fracción de eyección del ventrículo izquierdo aumentó de 24.8 ± 6.0 % a 36.3 ± 13.4 % ($p = 0.003$) y el diámetro diastólico disminuyó de 63.5 ± 9.2 mm a 60.5 ± 9.1 mm ($p = ns$). En el Grupo II, la clase NYHA pasó de 2.5 ± 0.7 a 1.2 ± 0.4 ($p < 0.0001$), la fracción de eyección del ventrículo izquierdo aumentó de 31.6 ± 14.9 % a 39.3 ± 18.4 % ($p = 0.01$) y el diámetro diastólico disminuyó de 63.2 ± 8.7 mm a 60.2 ± 9.7 mm ($p = 0.02$).

Conclusiones: No existen diferencias significativas entre los grupos en la clase funcional y fracción de eyección, observándose una tendencia a la reducción del diámetro diastólico ventricular en los pacientes del Grupo II. La asociación de la matriz de colágeno parece reforzar la escara fibrótica limitando el remodelado ventricular.

Palabras Clave: células mononucleares de médula ósea, células madre, cardiopatía isquémica, matriz de colágeno.

*1er. PREMIO XVIII CONGRESO ARGENTINO DE CIRUGÍA CARDIOVASCULAR Y ENDOVASCULAR, BARILOCHE 2009.

RESUMO

ESTUDO COMPARATIVO COM O USO DE MATRIZ BIOLÓGICA EM PACIENTES COM INFARTO DE MIOCÁRDIO TRATADOS COM CÉLULAS TRONCO. H.I.G.A. PRESIDENTE PERÓN. SARANDÍ. AVELLANEDA.

Objetivos: Estudar as mudanças produzidas pelo implante das células mononucleares da médula óssea, com e sem a associação de uma matriz de colágeno em pacientes com cardiopatia isquêmica.

Material e Métodos: Vinte e dois pacientes consecutivos que sofreram uma intervenção cirúrgica de revascularização coronária, foram distribuídos em dois grupos. Grupo I: 12 pacientes (53.75 ± 10.76 anos) com implante transepicárdico de células mononucleares da médula óssea (34 ± 8.6 injeções, 5.±1 ± 1.7ml, 202 ± 11 x 10⁶ células CD 34+: 0.7%). Grupo II: 10 pacientes (56.1 ± 7.63 anos) que receberam 15.7 ± 4.5ml com 716 ± 324 x 10⁶ células CD 34+: 1.2%. No Grupo II, 40% do volume foi injetado por via transepicárdica (21.5 ± 7.5 injeções), e com o 60% restante impregnou-se uma matriz de colágeno. O seguimento foi de 357 ± 162 dias no Grupo I, e de 297 ± 128 dias no Grupo II.

Resultados: Não houve complicações. No Grupo I, a classe NYHA passou de 2.4 ± 0.5 para 1.1 ± 0.3 ($p < 0.0001$), a fração de ejeção do ventrículo esquerdo aumentou de 24.8 ± 6.0% para 36.3 ± 13.4% ($p = 0.003$), e o diâmetro diastólico diminuiu de 63.5 ± 9.2mm para 60.5 ± 9.1mm ($p = ns$). No Grupo II, a classe NYHA passou de 2.5 ± 0.7 para 1.2 ± 0.4 ($p < 0.0001$), a fração de ejeção do ventrículo esquerdo aumentou de 31.6 ± 14.9% para 39.3 ± 18.4% ($p = 0.01$), e o diâmetro diastólico diminuiu de 63.2 ± 8.7mm para 60.2 ± 9.7mm ($p = 0.02$).

Conclusões: Não há diferenças significativas entre os grupos na classe funcional e fração de ejeção, observando-se uma tendência à redução do diâmetro diastólico ventricular nos pacientes do Grupo II. A associação da matriz de colágeno parece reforçar a escara fibrótica, limitando o remodelado ventricular.

Palabras Clave: células mononucleares de médula óssea, células madre, cardiopatía isquémica, matriz de colágeno.

ABSTRACT

COMPARATIVE STUDY WITH THE USE OF BIOLOGICAL MATRICE IN PATIENTS WITH MIOCARDIC INFART TREATED WITH MOTHER CELLS. H.I.G.A. PRESIDENTE PERÓN. SARANDÍ. AVELLANEDA.

Background: We evaluated the feasibility and safety of cell therapy associated with a cell-seeded collagen scaffold grafted onto ventricles.

Method: In 22 consecutive patients presenting with myocardial scars and indication for coronary bypass surgery, bone marrow cells were implanted associated to revascularization surgery with left mammary artery. The patients were distributed in two groups. Group I: 12 patients (53.75 ± 10.76 years). At the end for surgery the implantation of the bone marrow cell was performed (34 ± 8.6 injections, 5.±1 ± 1.7ml, 202 ± 11 x 10⁶ células CD 34+: 0.7%). Group II: 10 patients (56.1 ± 7.63 years), 15.7 ± 4.5ml of bone marrow cells (716 ± 324 x 10⁶ cells CD 34+: 1.2%) was implanted. The 40% of volume was injected into the scar (21.5 ± 7.5 injections) and the 60% was utilized for seeded the collagen matrix in Group II.

Results: There was any related adverse events (follow-up 357 ± 162 and 297 ± 128 days respectively). In Group I, the NYHA functional class improved from 2.4 ± 0.5 to 1.1 ± 0.3 ($p < 0.0001$), the left ventricle ejection fraction improved from 24.8 ± 6.0% to 36.3 ± 13.4% ($p = 0.003$), and the left

ventricular diastolic diameter progressed from $63.5 \pm 9.2\text{mm}$ to $60.5 \pm 9.1\text{mm}$ ($p=\text{ns}$). In Group II, the functional class improve from 2.5 ± 0.7 to 1.2 ± 0.4 ($p<0.0001$), the ejection fraction from $31.6 \pm 14.9\%$ to $39.3 \pm 18.4\%$ ($p=0.01$), and the diastolic diameter progressed from $63.2 \pm 8.7\text{mm}$ to $60.2 \pm 9.7\text{mm}$ ($p=0.02$).

Conclusions: Autologous intramyocardial injection of mononuclear bone marrow cells and fixation of a cell seeded matrix onto the epicardium is a feasible and safe procedure. The cell-seeded collagen matrix increase the functional capacity, limiting ventricular remodeling and improving diastolic function.

Key Words: bone marrow, stem cell, collagen scaffold, ischemic cardiopathy.

INTRODUCCIÓN

Los estudios clínicos con células madre sin selección de poblaciones son un procedimiento sencillo, no necesitan una capacidad proliferativa *in vitro* y evitan descartar células útiles(1-2). Se han desarrollado ensayos, tanto en infartos agudos como crónicos, por vía epicárdica, intracoronaria o endoventricular percutánea. Estos estudios clínicos demostraron una eficacia sobre la función cardíaca, pero lo más importante ha sido documentar una mejor viabilidad tisular en el seguimiento(3-6). Se piensa que las células mononucleares de la médula ósea (CMNMO) generan angiogénesis, al contrario de los mioblastos que tienen una acción de miocardiogénesis(7-12). Si nos remitimos a la biología cardíaca vemos que ésta se halla compuesta por cardiomiocitos y matriz extracelular. Los cardiomiocitos adultos son células altamente diferenciadas que no pueden sintetizar ADN rápidamente, y que presentan una síntesis proteica pausada. Ellos constituyen el 30% de la masa muscular cardíaca. El 70% restante es patrimonio de la matriz extracelular, es decir no miocitos, conformada por fibroblastos y células endocárdicas, epicárdicas y endoteliales. Los cardiomiocitos presentan una vida de cinco años, mientras que los no miocitos alcanzan a existir entre 80 y 120 días, siendo posible la aceleración de esta condición en circunstancias patológicas como sobrecarga o estrés. Este intersticio se halla en un estado de continuo recambio, indicando una inestabilidad creadora. Por otra parte un 25% de los cardiomiocitos son binucleados; son tetraploides la mitad de ellos y un cuarto diploides(13-14). Estas cifras aumentan en la hipertrofia y con la edad, indicando un esfuerzo indudable ha-

cia la división celular(15). Se plantea en este momento del conocimiento de estos datos ¿cómo un órgano tan activo desde el punto de vista funcional pueda sostenerse a lo largo de los años sin ningún indicio de capacidad reproductiva?(16-18).

El colágeno es el componente principal de la matriz extracelular. Las funciones de una malla de este material son el aporte y la alineación de las células implantadas, proporcionando una base para mejorar la elasticidad diastólica. Una matriz extracelular sería beneficiosa para favorecer al crecimiento de las células injertadas dentro de una geometría tridimensional. La utilización de matrices fue propuesta en la década de 1990 por Vacanti y Langer(19). Este método presenta la ventaja de poder constituir tejidos de distintas formas y dimensiones, posicionando las células en una matriz soluble compuesta por fibras de colágeno.

El objetivo de este estudio clínico es evaluar y comparar los cambios anatomofuncionales

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN ESTE ARTÍCULO

AK: Segmentos ventriculares aquinéticos
CMNMO: Células mononucleares de la médula ósea
CRM: Cirugía de revascularización miocárdica
DDVI: Diámetro diastólico de ventrículo izquierdo
DK: Segmentos ventriculares disquinéticos
FEVI: Fracción de eyección de ventrículo izquierdo
NYHA: New York Heart Association

que se producen por el cardioimplante de CMNMO autólogas con y sin la aposición sobre la superficie de la escara fibrótica, de una matriz de colágeno biodegradable, embebida con una suspensión concentrada de CMNMO en pacientes con cardiopatía isquémica y disfunción sistólica ventricular izquierda.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los pacientes de este estudio clínico presentaban una miocardiopatía isquémica necrótica con indicación de revascularización por presentar isquemia residual. Los criterios de inclusión y exclusión son:

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

1. Disfunción sistólica del ventrículo izquierdo con una fracción de eyección de ventrículo izquierdo (FEVI) $\leq 40\%$, analizada por ecocardiografía.
2. Clase funcional II-III. (NYHA)
3. Antecedente de infarto de miocardio con segmentos ventriculares aquinéticos (AK) o disquinéticos (DK), no viables, demostrados por dos métodos de estudio diferentes.
4. Grosor de la pared ventricular ≥ 5 mms. en la escara fibrótica.
5. Indicación de cirugía de revascularización miocárdica (CRM) por evidencia de isquemia residual.
6. Paciente no candidato a angioplastia coronaria percutánea y excluido de trasplante cardíaco.
7. Edad ≥ 21 años.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

1. Infarto de miocardio con un tiempo de evolución menor de 6 meses.
2. Serología positiva para virus de la inmunodeficiencia humana, hepatitis B o C.
3. Enfermedad infecciosa activa.
4. Enfermedad neoplásica en los 5 años previos o sin alta oncológica.
5. Enfermedad psiquiátrica comprobada o deficiencia cognitiva.
6. Patología de la médula ósea.
7. Embarazo o lactancia.

PACIENTES:

Nuestra experiencia ha incluido 22 pacientes consecutivos tratados con CMNMO entre abril del 2003 y julio del 2006, que se distribuyeron en dos grupos de estudio de acuerdo con la asociación o no de una matriz biodegradable de colágeno (Tabla 1).

- **Grupo I (sin matriz):** constituido por los 12 primeros pacientes del estudio (53.75 ± 10.76 años), a los cuales se les realizó CRM a la arteria descendente anterior, asociada con implante intramiocárdico de CMNMO, mediante la aplicación de 34 ± 8.6 inyecciones transepicárdicas. El volumen inyectado fue 5.1 ± 1.7 ml conteniendo $202 \pm 11 \times 10^6$ de CMNMO. El 0.7% implicaba células CD 34+. (Tabla 2A)
- **Grupo II (con matriz):** constituido por los 10 pacientes restantes (56.1 ± 7.63 años), a los cuales después de la CRM

	Grupo I	Grupo II
Edad (años)	53.75±10.76	56.1±7.63
Sexo femenino	0	1
Sexo masculino	12	9
Hipertensión Arterial	10 (83%)	9 (90%)
Diabetes Tipo II	4 (33%)	3 (30%)
Dislipidemia	10 (83%)	9 (90%)
Tabaquismo	7 (58%)	7 (70%)
Puente Mamario a la arteria DA	12	10

Tabla 1. Datos Comparativos pre-implante de los Grupos I y II

a la arteria descendente anterior, se implantó 15.7 ± 4.5 ml de una suspensión conteniendo $716 \pm 324 \times 10^6$ de CMN-MO, correspondiendo el 1.2% a células CD 34+. El 40% de esta suspensión se inyectó por vía transepicárdica en 21.5 ± 7.5 sitios en forma perimetral y en el interior de la escara. El 60% restante se utilizó para embeber la matriz de colágeno de origen bovino, biodegradable, de

$5 \times 7 \times 0.6$ cm que fué colocada sobre la escara fibrótica (Tabla 2B).

Todos los pacientes tenían síntomas clínicos de insuficiencia cardíaca en clase funcional II-III y evidencias de isquemia miocárdica en el territorio de la arteria descendente anterior, demostrada por angina y/o test funcionales ecográficos y radioisotópicos. El resto de las arterias coronarias no eran revascularizables.

N°	Sexo	Edad (años)	FEVI Eco (%)	DDVI Eco (mm)	Clase Funcional (NYHA)	FEVI Gamma (%)
1	M	69	29	63	3	26.7
2	M	47	21	68	2	21
3	M	47	40	45	2	26
4	M	54	19	56	3	19
5	M	44	21	60	2	21
6	M	43	19	59	2	19
7	M	53	22	71	3	15
8	M	78	33	65	2	33
9	M	52	30	57	2	30
10	M	56	26	74	3	26
11	M	59	35	64	2	35
12	M	43	22	80	3	26
		53.75±10.76	26.04±6.93	63.5±9.21	2.4±0.5	24.8±6.01

Tabla 2(A). Características pre-procedimiento. Grupo I

N°	Sexo	Edad (años)	FEVI Eco (%)	DDVI Eco (mm)	Clase Funcional (NYHA)	FEVI Gamma (%)
1	M	52	18	56	2	16
2	M	54	36	59	2	58
3	M	50	40	55	2	42
4	M	63	37	64.2	2	42
5	M	69	15	77	3	12.5
6	M	42	39	57	2	45
7	M	63	37	57.9	3	29
8	F	57	20	61	3	24
9	M	57	30	65	2	31
10	M	54	16	80	4	16.4
		56.1±7.06	28.8±10.35	63.21±8.72	2.5±0.7	31.59±14.89

Tabla 2(B). Características pre-procedimiento. Grupo II

Los datos preoperatorios promedio de estos pacientes se detallan en las Tablas 1 y 2. Este protocolo fue aprobado por el Comité de Ética de la Institución. Los pacientes incluidos recibieron extensa explicación del procedimiento y firmaron el consentimiento.

ESTUDIOS PREOPERATORIOS:

Los pacientes realizaron la rutina correspondiente al preoperatorio de CRM (exploración analítica, ecocardiografía doppler, ecografía de troncos supraaórticos, interconsultas clínicas y odontológicas, vacunación, cinecoronariografía). Se estableció la FEVI pre y post quirúrgica cuyo análisis se realizó con el método radioisotópico Gated-SPECT(99m)Tc sestamibi. El estudio de las imágenes obtenidas fueron procesadas y analizadas en: a) eje corto; b) eje largo y c) eje largo vertical. Se utilizó un *score* basado en la cuantificación de los defectos de perfusión, evaluados en cada segmento que oscila entre 0 y 4; 0 = perfusión normal; 1 = hipoperfusión leve; 2 = hipoperfusión moderada; 3 = hipoperfusión severa y 4 = aperfusión.

OBTENCIÓN, PREPARACIÓN Y AISLAMIENTO DE CMNMO:

Cuatro horas previas a la cirugía cardíaca, bajo condiciones de asepsia y anestesia local se realizaron múltiples punciones aspirativas en ambas crestas ilíacas póstero-superiores, con agujas 11G x 10cm y orificios laterales. En el Grupo I (sin matriz) se extrajeron 60ml de médula ósea y en el Grupo II (con matriz) 120ml. Las células recogidas en ambos grupos fueron colocadas en un recipiente que contenía medio de cultivo RPMI y heparina para ser procesadas en el laboratorio en campana de flujo laminar(20). Las muestras fueron analizadas con un recuento de CMNMO por Coulter hematológico y un recuento de células CD 34+ por citometría de flujo; sistema

equipado con un láser de argón y un software Cell Quest. Las muestras fueron colocadas en tubos de 50ml para ser centrifugadas durante 20 minutos a 2000G, obteniendo la separación entre el plasma y los glóbulos sedimentados resultando una monocapa de células en el nivel medio. Esta monocapa celular se resuspendió con plasma autólogo hasta alcanzar un volumen de 5.1 ± 1.7 ml para el Grupo I, y de 15.7 ± 4.5 ml para el Grupo II. Posteriormente, se volvieron a tomar muestras para un recuento final de CMNMO y de CD 34+. Al ser dos poblaciones con requerimiento de volumen distinto, las diferencias entre los recuentos de CMNMO y CD 34+ no pueden ser analizados comparativamente, haciendo simplemente la descripción del procedimiento de obtención celular para el implante y los recuentos obtenidos en cada grupo. La cuantificación de la celularidad está representada en la Tabla 3.

CIRUGÍA DE REVASCULARIZACIÓN CARDÍACA E IMPLANTE CELULAR:

Los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente realizándose a todos CRM a la arteria descendente anterior con la arteria mamaria interna izquierda sin circulación extracorpórea; con el objetivo de evitar agregar variables de perfusión que invalidaran los resultados. Después de realizar la CRM, las células se inyectaron dentro y alrededor de las escaras, utilizando jeringas de 1ml y aguja calibre 27G en todos los segmentos comprometidos. Las punciones fueron realizadas en forma tangencial para reducir el riesgo que el contenido celular se derramara en la cavidad ventricular. Al Grupo II, se le agregó la colocación de una matriz de colágeno en la superficie epicárdica del área infartada embebida en CMNMO.

PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE LA MATRIZ DE COLÁGENO:

La matriz de colágeno utilizada en el Grupo

	Vol. Final (ml)	CMNMO (10 ⁹)	CD34+ (%)
Grupo II (matriz)	15.7 ± 4.5	0.716 ± 0.32	1.2
Grupo I	5.1 ± 1.7	0.202 ± 0.11	0.7

Tabla 3. Cuantificación de la celularidad

II fue preparada con un compuesto aprobado por la Comunidad Europea* (EMEA). El tamaño es de 5 x 7 x 0.6mm, con microporos de 50-100 µm permitiendo el anclaje de las CMNMO. La matriz fue introducida en una cápsula de Petri y se embebió con la suspensión de CMNMO; posteriormente se colocó en un agitador orbital a 120rpm durante 10 minutos para lograr una adecuada homogeneización de la suspensión celular en el interior de la matriz, tras lo cual se adosó a la superficie epicárdica sobre la escara fibrótica, fijándola con puntos simples de polipropileno 4-0. Los pacientes fueron tratados, en el postoperatorio, con metilprednisolona 125mg durante 3 días endovenosa, seguida de prednisona 30mg/día vía oral en dosis decreciente hasta completar el primer mes.

ESTADÍSTICA:

Los resultados de las variables se expresaron como porcentaje o valor medio y su desvío standard. Para realizar la comparación pretratamiento y postratamiento se realizó el Test de Student para muestras apareadas en las variables continuas y en las no paramétricas el Test de Mann Witney.

Se consideró un valor de *p* menor a 0.05 para dar la significación estadística.

RESULTADOS

POSTOPERATORIO INMEDIATO:

No hubo complicaciones referidas a la punción medular ni tampoco a la CRM asociada con el implante de CMNMO. No se registraron arritmias malignas ni fallecimientos relacionados con el procedimiento. La asociación del implante celular no modificó la evolución postoperatoria ni tampoco prolongó la estancia hospitalaria. Los pacientes fueron dados de alta entre los 7 y 15 días sin diferencias entre los grupos.

SEGUIMIENTO:

Grupo I (sin matriz). Con un seguimiento

de 357 ± 162 días, la clase funcional NYHA pasó de 2.4 ± 0.5 a 1.1 ± 0.3 ($p < 0.0001$), la FEVI aumentó de 24.8 ± 6.0 a $36.3 \pm 13.4\%$ ($p = 0.003$) y el DDVI disminuyó de 63.5 ± 9.2 a $60.5 \pm 9.1\text{mm}$ ($p = \text{ns}$) (Tabla 4A).

Grupo II (con matriz). Con un seguimiento de 297 ± 128 días, la clase funcional NYHA pasó de 2.5 ± 0.7 a 1.2 ± 0.4 ($p < 0.0001$), la FEVI aumentó de 31.6 ± 14.9 a $39.3 \pm 18.4\%$ ($p = 0.01$) y el DDVI disminuyó de 63.2 ± 8.72 a $60.2 \pm 9.7\text{mm}$ ($p = 0.02$) (Tabla 4B).

DISCUSIÓN

PROTOCOLO:

Desde un punto de vista ético se actuó sobre pacientes que debían operarse y que secundariamente eran injertados con células en un modelo, cuya única variable alejada del análisis de viabilidad, era la revascularización de la arteria descendente anterior. Con esta estrategia, se evita la circulación extracorpórea y la posibilidad del síndrome inflamatorio por la circulación extracorpórea así como también las revascularizaciones múltiples.

La cirugía coronaria constituye una limitante en este protocolo a pesar que los pacientes presentaban únicamente isquemia en el área anteroseptal, remota a las escaras injertadas. Por otra parte, sabemos que no más de un 10% de segmentos no viables tienen la expectativa de mejorar con la revascularización miocárdica aislada lo cual significa un contraste con el 50% de segmentos recuperados en experiencias previas publicadas(3, 4, 6).

Además, los segmentos fibrosos tienen menos de un 25% de cardiomiocitos viables. Debido a que se necesita, por lo menos el 50%, de miocitos funcionalmente viables para que la revascularización sea exitosa, se debe reflexionar en que este cambio de la viabilidad en los segmentos disquinéticos y aquinéticos, pudo deberse al implante celular.

COMPONENTES DE LA MATRIZ EXTRACELULAR. BIOMATERIALES:

La matriz extracelular está constituida por una red de proteínas y proteoglicanos que mantienen la estructura de los tejidos y regu-

*Pangen 2. Laboratorio Urgo. Chenôve. Francia.

lan la expresión de funciones específicas de las células con las que interaccionan.

Hay un activo intercambio entre las células y la matriz. Las primeras organizan la matriz y ésta efectúa la regulación celular(21).

La matriz extracelular contiene como componentes la sustancia fundamental amorfa (glucosaminoglucanos, proteoglucanos); proteínas fibrosas (colágeno); proteínas de adhesión (fibronectina, laminina, tenascina, nidógeno); células fijas (fibroblastos, fibrocitos, mesenquimales) y células errantes (macrófagos). A su vez, el colágeno tipo I (80%) tiene a su cargo el soporte estructural y el alineamiento espacial de los cardiomiocitos; mientras que el colágeno tipo III (10%) desarrolla su papel en el acortamiento del miocito interrelacionado con la función ventricular eyectiva(22).

Las interacciones entre los cardiomiocitos y los no miocitos se realizan a través de señalizaciones compuestas de proteínas (fibronectina, laminina, vitronectina), moléculas de adhesión (integrinas), proteínas citoesqueléticas (actina, alfa-actinina) y otros mediadores como las kinasa de adhesión local.

El gradiente de materia y energía entre la

matriz extracelular y los cardiomiocitos, es decir, entre células menos diferenciadas y más diferenciadas, mantiene un flujo de comportamiento que va desde lo menos estable y más lejos del equilibrio hacia lo más estable y cercano al equilibrio. Dicha matriz genera sustancias químicas (señalizadores) que estimulan el crecimiento y a la vez ofrece soporte físico a las células.

La elección de los biomateriales posee un papel principal en la ingeniería de tejidos porque deben servir no sólo de apoyo físico a las células, sino también tienen que proveer las sustancias químicas y biológicas necesarias para guiar el crecimiento, diferenciación, implantación, distribución y organización de las células. Igualmente, los biomateriales que podrían ser denominados biomiméticos, deben ser capaces de responder a estímulos celulares específicos, facilitar la formación de una red vascular capaz de proporcionar oxígeno y nutrientes necesarios al metabolismo celular y finalmente favorecer a la actividad electromecánica eventualmente desarrollada por las células(23-29).

Entre los biomateriales empleados y las células en ellos implantadas deben establecerse

Nº	DD		Clase		FEVI		Cámara Gamma (%)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	63	48	3	1	26.7	52		
2	68	68.1	2	1	21	35		
3	45	55	2	1	26	54		
4	56	57	3	1	19	20		
5	60	60.7	2	1	21	24		
6	59	56	2	1	19	28		
7	71	63	3	2	15	30		
8	65	48.5	2	1	33	59		
9	57	57	2	1	30	46		
10	74	67	3	1	26	29		
11	64	65.5	2	1	35	38		
12	80	80.5	3	2	26	21		
	63.5±9.21	60.52±9.07	2.4±0.5	1.16±0.38	24.8±6.01	36.33±13.43		
	p=ns		p<0.0001		p<0.003			

Tabla 4(A). Grupo I

interacciones a nivel molecular y ultraestructural, capaces de mimetizar los procesos fisiológicos que se verifican en los tejidos de nuestro organismo. Los compuestos constitutivos de las matrices deben poseer la especificidad biológica de los componentes fundamentales de la matriz extracelular, tales como colágeno de tipo I y tienen que tener propiedades físico-químicas de manera que permitan asegurar una resistencia adecuada durante un período determinado para dar lugar finalmente a la integración funcional y a la degradación que debe realizarse con una cinética adecuada; sin originar productos de degradación tóxicos ni desencadenar una respuesta inmunológica en el tejido huésped. A pesar de los progresos efectuados en los últimos años, no existe al momento actual, biomateriales que presenten todas las características anteriormente mencionadas, habiéndose utilizado numerosos componentes en la ingeniería de tejidos(30).

Se ha demostrado recientemente, en un modelo murino y ovino de infarto de miocardio, que la utilización combinada de terapia celular mediante la inyección intramiocárdica de células medulares y de ingeniería de tejidos por medio de una matriz de colágeno de tipo I y III embebida con el mismo tipo de células, aumenta la FEVI y reduce el remodelado ventricular(31). En esta investigación se

hallaron cambios significativos en el tiempo de desaceleración de llenado del ventrículo izquierdo que en el grupo con matriz aumentó de $162 \pm 7\text{mm}$ a $198 \pm 9\text{mm}$ ($p=0.001$); mientras que el grupo control pasó de $159 \pm 5\text{mm}$ a $167 \pm 8\text{mm}$.

Una de las propiedades de la matriz celular es la capacidad de acoger y formar una red vascular, capaz de proporcionar el aporte energético y nutritivo necesario al metabolismo celular. Considerando que todas las células son, en menor o mayor grado, sensibles a la isquemia; las matrices deben contar con una red capilar desarrollada antes o inmediatamente después de ser implantadas en los órganos afectados. A tal fin, sería viable incorporar a la matriz embebida con células, distintos factores angiogénicos como ser: el factor derivado de los fibroblastos (bFGF), el factor de crecimiento derivado del epitelio vascular (VEGF) y el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF), con el objetivo de estimular la angiogénesis. Asimismo, con el objetivo de estimular el crecimiento, la proliferación, la diferenciación celular y de la matriz extracelular se encuentran desarrollando nuevas estrategias como la utilización de la proteína ósea morfogenética (BMP), la cual podría estimular dichos parámetros(32).

N°	DD		Clase		FEVI		Cámara Gamma (%)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	56	55	2	1	16	38		
2	59	53	2	1	58	68		
3	55	51.8	2	1	42	50		
4	64.2	59.4	2	1	42	51		
5	77	74.5	3	2	12.5	15.4		
6	57	48	2	1	45	63		
7	57.9	57.5	3	1	29	38		
8	61	64.8	3	1	24	27		
9	65	60.6	2	1	31	27		
10	80	78	4	2	16.4	15.8		
	63.21±8.72	60.26±9.71	2.5±0.7	1.2±0.42	31.59±14.89	39.32±18.45		
	$p<0.02$		$p<0.0001$		$p<0.01$			

Tabla 4(B). Grupo II

RESULTADOS:

Luego de la experimentación animal correspondiente fue posible organizar este estudio con la inclusión de pacientes con cardiopatías isquémicas. El proyecto de *Myocardial Assistance by grafting a New Bioartificial Upgraded Myocardium (MAGNUM)* se basa en el uso de una matriz extracelular biodegradable, proangiogénica y ausente de propiedades de rechazos; es rectangular de 7 x 5 x 0.6cm, microporosa y está formada por colágeno tipo I y III. Las células madre son injertadas sobre esta matriz para servir de plataforma de crecimiento del nuevo tejido en forma tridimensional como sucede en la naturaleza.

En la miocardiopatía isquémica se produce una alteración en el nivel de colágeno tipo I que disminuye del 80 al 40% y también del colágeno tipo III que se incrementa del 10 al 35%. Estos cambios contribuyen al remodelado ventricular, a la dilatación sistólica y también a la disfunción diastólica.

Nuestra experiencia con cardiopatía isquémica necrótica tratada con implante de CM-NMO y CRM en cara anterior del miocardio (Grupo I) y asociada con matriz de colágeno (Grupo II) demuestra buenos resultados funcionales y hemodinámicos. En el Grupo II (con matriz) los resultados fueron significativos en la clase funcional NYHA, FEVI, DDVI. En el Grupo I (sin matriz), estos cambios se mostraron significativos en el análisis de la clase funcional y de la FEVI; no así en el DDVI. La matriz parece reforzar la escara fibrótica del infarto, limitando el remodelado ventricular. Así en el 90% de los pacientes se redujo el DDVI alcanzando significación estadística.

CONCLUSIONES

La utilización de la matriz celularizada de colágeno tiende a la reducción del diámetro diastólico ventricular y parece reforzar la escara fibrótica; lo que contribuiría a limitar el remodelado ventricular. La asociación de las técnicas de revascularización miocárdica, implante celular y colocación de matrices de colágeno biodegradable pueden mejorar los beneficios que cada tratamiento ofrece individualmente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Prosper F, Herreros J. Perspectivas futuras de tratamiento en la insuficiencia cardíaca: del trasplante a la regeneración cardíaca. *Rev Esp Cardiol* 2004; 57:981-8
2. Chachques JC, Acar C, Herreros J, Trainini JC, Prosper F, D'Atellis N, et al. Cellular cardiomyoplasty: Clinical Application. *Ann Thorac Surg* 2004; 77:1121-30
3. Lago N, Trainini JC, Genovese J, Barisani JL, Mouras J, Guevara E, et al. Tratamiento de la disfunción ventricular postinfarto mediante el cardiimplante de mioblastos autólogos. *Rev Argent Cardiol* 2004; 72:124-30
4. Trainini J, Lago N, Klein G, Mouras J, Guevara E, et al. Cardiomioplastia celular con médula ósea autóloga en pacientes con miocardiopatía isquémica. *Rev Argent Cardiol* 2004; 72:418-25
5. Kang H-J, Kim H-S, Zhang S-Y, Park K-W, Cho H-J, Koo B-K, et al. Effects of intracoronary infusion of peripheral blood stem-cells mobilized with granulocyte-colony stimulating factor on left ventricular systolic function and restenosis after coronary stenting in myocardial infarction: the MAGIC cell randomized clinical trial. *Lancet* 2004; 363:751-6
6. Trainini JC, Lago N, Masoli O, Mouras J, Guevara E, Barisani J, et al. Implante cardíaco de mioblastos. Resultados en el seguimiento a tres años. *Rev Argent Cardiol* 2006; 74:304-7
7. Prosper Cardoso F, Herrero González J, Alegría Ezquerro E. Perspectivas futuras de tratamiento en la insuficiencia cardíaca. Utilización de las células madre para la regeneración cardíaca. *Rev Arg Cir Cardiovasc* 2003; 1:15-23
8. Herreros J, Prosper F, Perez A, Gaviria JJ, García-Velloso MJ, Barba J, et al. Autologous antramyocardial injection of cultured skeletal muscle-derived stem cells in patients with non acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 2003; 24:2012-20
9. Hagege AA, Carrion C, Menasché P, Vilquin JT, Duboc D, Marolleau JP, et al. Viability and differentiation of autologous skeletal myoblast grafts in ischaemic cardiomyopathy. *Lancet* 2003; 361:491-2
10. Trainini JC, Cichero D, Lago N, Giordano R, De Paz J, Elencwajc B, et al. Autologous callular cardiac-implant. *Basic Appl Myol (BAM)* 2003; 13:39-44
11. Trainini J, Lago N, De Paz J, Cichero D, Gior-

dano R, Mouras J, et al. Transplantation of skeletal myoblast for repair of myocardial necrosis. *J Heart Lung Transplant* 2004; 23:503-5

12. Chachques JC, Herreros J, Trainini JC, Juffé A, Rendal E, Prosper F, et al. Autologous human serum for cell cultura avoids the implantation of cardioverter-defibrillators in cellular cardiomyoplasty. *Int J Cardiol* 2004; 95 (Suppl I) S29-S33

13. Anversa P, Kajstura J. Ventricular myocytes do not terminally differentiate in the adult mammalian heart. *Cir res* 1996; 78:536-46

14. Orlic D, Kajstura J, Chimenti S, Joaknik I, Anderson SM, Lee B, et al. Bone marrow cells regenerate infarcted myocardium. *Nature* 2001; 410:701-5

15. Nadal-Ginard B. Inducción de nuevos cardiomiocitos en el corazón adulto: futuro de la regeneración miocárdica como alternativa al trasplante. *Rev Esp Cardiol* 2001; 54:543-50

16. Trainini JC. Modelo termodinámico en la regeneración cardíaca. *Rev CONAREC* 2004; 74:59-64

17. Laflamme MA, Myerson D, Saffitz JE, Murry CE. Evidence for cardiomyocyte repopulation by extracardiac progenitors in transplanted human hearts. *Circ Res* 2002; 90:634-40

18. Beltrami AP, Urbanek K, Kajstura J, Shao-Min Y, Finato N, Bussani R, et al. Evidence that human cardiac myocytes divide after myocardial infarction. *N Engl J Med* 2001; 344:1750-7

19. Vacanti JP, Langer R. Tissue engineering: the design and fabrication on living replacement devices for surgical reconstruction and transplantation. *Lancet* 1999 (Suppl I), 354:SI 32-S34

20. Griesel C, Heuft HG, Herrmann D, Arseniev L. Good manufacturing practice-compliant validation and preparation of bone marrow cells for the therapy of acute myocardial infarction. *Cytotherapy* 2007; 9:35-43

21. Shimizu T, Yamato M, Isoi Y, Akutsu T, Setomaru T, Abe K, et al. Fabrication of pulsatile cardiac tissue grafts using a novel 3-dimensional cell sheet manipulation technique and temperature-responsive cell culture surfaces. *Circ Res* 2002; 90:e40

22. Trainini JC, Chachques JC, Lago N, Asistencia mecánica con matrices artificiales. *Rev Argent Cardiol* 2006; 74:401-5

23. Leor J, Cohen S. Myocardial tissue engineering: creating a muscle patch for a wounded heart. *Ann NY Acad Sci* 2004; 10015:312-9

24. Leor J, Patterson M, Quinones MJ, Kedes LH, Kloner RA. Transplantation of fetal myocardial tissue into the infarcted myocardium of rat. A potential method for repair of infarcted myocardium?. *Circulation* 1996; 94:II 332-II 336

25. Eschenhagen T, Didie M, Munzel F, Schubert P, Schneiderbanger K, Zimmermann WH. 3D engineered heart tissue for replacement therapy. *Basic Res Cardiol* 2002; 97 (Suppl I):I 146-I 152

26. Kofidis T, Akhyari P, Boublik J, Theodorou P, Martin U, Puhparwar A, et al. In vitro engineering of heart muscle: artificial myocardial tissue. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 124:63-9

27. Dar A, Shachar M, Leor J, Cohen S. Optimization of cardiac cell seeding and distribution in 3D porous alginate scaffolds. *Biotechnol Bioeng* 2002; 80:305-12

28. Akhyari P, fedak PW, Weisel RD, Lee TY, Verma S, Mickle DA, et al. Mechanical stretch regimen enhances the formation of bioengineered cardiac muscle grafts. *Circulation* 2002; 106:I 137-I 142

29. Chandy T, Rao GH, Wilson RF, Das GS. The development of porous alginate/elastin/PEG composite matrix for cardiovascular engineering. *J Biomat Appl* 2003; 17:287-301

30. Zimmermann WH, Melnychenko I and Eschenhagen T. Engineered heart tissue for regeneration of diseased hearts. *Biomaterials* 2004; 25:1639-47

31. Cortes Morichetti M, Fratti G, Chachques JC. Aplicación de ingeniería de tejidos en Cardiología: Miocardio bioartificial. En "Regeneración Cardíaca", Chachques JC, Herreros J, Trainini JC Ed. Magister Eos ED., Bs. As., 2005, pp 199-205

32. Hench LL, Xynos ID, Polak JM. Bioactive glasses for in situ tissue regeneration. *J Biomater Sci Polym Ed* 2004; 15:543-62

EDITORIAL

► A PROPÓSITO DE LA MODELIZACIÓN CARDIOVASCULAR

AUTOR:
DR. EDMUNDO CABRERA FISCHER*

Correspondencia: eicfischer@gmail.com

Un modelo matemático es una representación que se caracteriza por incluir relaciones matemáticas y datos de diversa índole con el propósito de servir como herramienta para el estudio del comportamiento de un sistema. Es preciso recordar que un sistema es un conjunto de elementos que guardan entre sí mayor grado de relación que aquellos que no lo integran. La medicina es un campo fértil para la modelización matemática debido a razones diversas, por un lado, la cantidad de variables que pueden llegar a integrar una función fisiológica simple hace difícil mantener estables algunas de ellas mientras se realizan cambios en otras. A ello hay que sumar los principios éticos que todo médico defiende, lo cual limita la experimentación en muchos sentidos.

En medicina lo usual es que los modelos incluyan algoritmos con bases empíricas y que basándose en datos cuanti y cualitativos puedan ser validados, gracias a lo cual las predicciones que se puedan realizar van a ser representativas de la realidad que dio origen al modelo matemático. Dado que la modelización es un proceso realimentado e interactivo que incursiona en la investigación, incluye el uso de hipótesis y va a dar origen a otras. Ello benefició a la investigación científica incluyendo el campo de la Ingeniería Biomédica, el cual cuenta con una ciencia fundamental como lo es la fisiología.

Por lo expresado anteriormente, buena parte de la experimentación clínica y de laboratorio ha sido reemplazada por modelos matemáticos, constituyéndose en un método (del

griego, *metá*: a lo largo y *odós*: camino) lo que aceleró la investigación biomédica.

Mucho se ha escrito sobre las ventajas y desventajas de los modelos matemáticos. Lo cierto es que sirven cuando se los utilizan racionalmente y en ocasiones sorprenden por su capacidad de mimetizar aquello que no puede ser analizado por la tecnología disponible en un tiempo determinado. Ejemplo de ello es el caso de la modelización de la dinámica de flúidos, la cual se adelantó a su tiempo y la verificación correspondiente se logró mucho después con el advenimiento de estudios con láser.

Al presente se puede decir que hay una profusa gama de modelos matemáticos, lo cual obliga a clasificarlos; así es posible hablar de modelos: conceptuales, heurísticos, de optimización, de simulación, descriptivos, predictivos, determinísticos, estocásticos y compartamentales. A los que se suman clasificaciones duales, tal es el caso de los modelos empíricos en contraposición a los teóricos y los lineales en oposición a los no lineales.

El trabajo publicado en este mismo medio de difusión científica por el Dr. Jesús Herberos, proviene de un centro de reconocida trayectoria cuyos integrantes conforman una masa crítica de investigadores, difícil de encontrar en el orbe. Ello no es un tema menor cuando la propuesta es validar un modelo matemático; todo trabajo de modelización debe ser validado para saber si cumple con los objetivos propuestos y si los fundamentos son los adecuados. Durante el proceso de validación,

* Investigador CONICET - Universidad Favaloro / Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica

un alto número de variables incluidas puede constituirse en una limitante ya que es preciso contar con datos clínicos y experimentales. Es precisamente en este punto en que se tornan fundamentales las asociaciones que ha logrado el grupo de estudio de la mecánica computacional cardiovascular, autor del mencionado artículo científico. Quién este editorial firma dista mucho de ser un apologeta, por lo que encuentra difícil equilibrar en la escritura la cantidad de aciertos que se muestran a lo largo del texto: "Toma de decisiones y tratamientos quirúrgicos basados en los estudios de modelización cardiovascular (CFD+X-Flow)".

El tema abordado por los autores es complejo, sobre todo por la cantidad de variables que deben ser incluidas en el modelo matemático. Pero ello, lejos de ser un defecto, es la principal ventaja que tiene un modelo matemático: su capacidad de simplificación y adecuación a la hipótesis que se ha planteado.

Los centros asociados al proyecto anteriormente citado, tienen una reconocida trayectoria, que de alguna manera garantiza que el proceso de validación del modelo sea realizado con datos genuinos, imprescindibles a la hora de la validación del modelo. La no observancia de tal premisa expondría a una maximización de las desviaciones (mismatch) existentes entre la realidad clínico-quirúrgica y el producto que entrega el modelo. Seguramente algunos ajustes deberán ser efectuados a lo largo del acopio de la data.

Tal como manifiestan los autores del trabajo encabezado por el Dr. Jesús Herreros al presente, hay resultados preliminares que validan la generación del modelo geométrico,

permitiendo solucionar problemas, lo cual estaría garantizado por el análisis de imágenes reales del paciente en particular. Es preciso señalar que sólo se trata de resultados parciales, restringidos a los aneurismas arteriales y de ventrículo izquierdo, ya que los objetivos generales que se plantean los integrantes del grupo incluyen una segunda fase. Esta última se centraría en los estudios de prótesis cardiovasculares y dispositivos de asistencia circulatoria de la insuficiencia cardíaca refractaria al tratamiento médico. Un campo más amplio es difícil de imaginar y tal parece que los modelos que se plantean prontamente darán como resultado reportes de una calidad similar a la emanada por los centros españoles, lusitanos, italianos, galos y sudamericanos que conforman la mencionada asociación para modelización matemática cardiovascular.

Finalmente, es preciso mencionar la profunda raigambre fisiológica que se plantea en el trabajo del Dr. Jesús Herreros cuando hace referencia a la hipótesis de Torrent Guasp. Como se sabe, los trabajos de Torrent Guasp se centraron en la geometría ventricular izquierda aglutinando un conocimiento anatómico a la vez que fisiológico. Ello es tan importante como la inclusión de los estudios de la biomecánica de la pared arterial a la hora de analizar la función vascular, tal como lo hacen los autores. Algo que lamentablemente, por mucho tiempo estuvo ausente a la hora de analizar el funcionamiento de las arterias, por lo que los médicos contaron solamente con datos intraluminales y carecieron del conocimiento de los estudios de las propiedades intrínsecas de la pared arterial.

Agradecemos de sobremanera al Dr. Alberto Domenech por habernos recomendado para realizar esta editorial a nuestro prestigioso colega Dr. Edmundo Cabrera Fisher.

ARTÍCULO ORIGINAL

► TOMA DE DECISIONES Y TRATAMIENTOS QUIRÚRGICOS BASADOS EN LOS ESTUDIOS DE MODELIZACIÓN CARDIOVASCULAR (CFD + X-FLOW)

AUTOR:

JESÚS HERREROS*, RAMIRO MORENO**, VICTOR GONZÁLEZ***, HERVÉ ROUSSEAU**, DAVID M. HOLMAN****, JESÚS VALLE****, JAVIER CABO****, JOSÉ MANUEL SEVILLA*****

Recibido: Diciembre 2009

Aceptado: Enero 2010

Correspondencia: Departamento de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Clínica Universidad de Navarra. Avda. Pio XII 36. 31008 Pamplona. España. E-mail: jesus.herreros@gmail.com

RESUMEN

Las técnicas de mecánica computacional aplicadas al sistema cardiovascular proporcionan un análisis preciso del flujo-tensión de la pared vascular-ventricular y ofrecen respuestas precisas sobre la prevención, pronóstico y decisiones terapéuticas de la enfermedad cardiovascular. Hemos desarrollado un grupo de estudio de biomecánica computacional cardiovascular cuyos resultados son correlacionados con la experiencia clínica del tratamiento de los aneurismas de aorta y la cirugía de restauración ventricular.

El objetivo es desarrollar un área para que los estudios de biomecánica computacional puedan contribuir a mejorar la gestión del tratamiento de los aneurismas y de la insuficiencia cardíaca: a) Desarrollo de estudios predictivos de progresión y rotura de aneurismas; b) Adquirir información precisa para la toma de decisiones terapéuticas y mejorar la eficiencia del seguimiento; c) Evaluar el resultado del tratamiento quirúrgico y diseñar técnicas quirúrgicas individualizadas y específicas para cada paciente; d) Realizar aportaciones a los conocimientos previos de la fisiología cardíaca.

La adquisición y tratamiento de imágenes está compuesto por tres módulos: generador del modelo geométrico, módulo de simulación e interfase de usuario ergonómico y visual. Las tecnologías propias más significativas: incorporadas son la generación de geometrías 3D, la técnica SPH, la incorporación de tecnología BEM y FEM y el sistema de simulación de tejidos elásticos.

Los resultados preliminares validan la generación del modelo geométrico, los métodos de simu-

* Departamento de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Universidad de Navarra. España.

** INSERM U858-12MR. Institut de Médecine Moléculaire Rangueil. Service de Radiologie. Université Paul Sabatier. Toulouse. Francia.

*** Next Limit Technologies. Madrid. España.

**** Escuela Técnica Superior Ingenieros Navales. Universidad Politécnica. Madrid. España.

***** Centro de Estudios Financieros. UDIMA. Madrid.

***** Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo. Madrid. España.

lación ofreciendo la solución a problemas que no estaban resueltos hasta ahora y a su vez garantizan que los estudios se realizan sobre la geometría real del paciente. Obtenida la validación de los estudios, los resultados demuestran la capacidad y las posibilidades de alcanzar los objetivos tanto en el estudio de los aneurismas como de restauración ventricular con una buena correlación con el Registro SVRIR.

Palabras Clave: biomecánica computacional, aneurismas, restauración ventricular

RESUMO

TOMADA DE DECISÕES E TRATAMENTOS CIRÚRGICOS BASEADOS NOS ESTUDOS DE MODELIZAÇÃO CARDIOVASCULAR (CFD + X-FLOW)

As técnicas de mecânica computacional aplicadas ao sistema cardiovascular proporcionam uma análise precisa do fluxo e tensão da parede vascular-ventricular e oferecem respostas precisas sobre a prevenção, prognóstico e decisões terapêuticas da doença cardiovascular. Desenvolvemos um grupo de estudo de biomecânica computacional cardiovascular cujos resultados são correlacionados com a experiência clínica do tratamento dos aneurismas da aorta e da cirurgia de restauração ventricular.

O objetivo é desenvolver uma área para que os estudos de biomecânica computacional possam contribuir para o melhoramento da gestão do tratamento dos aneurismas e da insuficiência cardíaca: a) Desenvolvimento de estudos preditivos de progressão e ruptura de aneurismas; b) Adquirir informação precisa para a tomada de decisões terapêuticas visando melhorar a eficiência do acompanhamento; c) Avaliar o resultado do tratamento cirúrgico e desenhar técnicas cirúrgicas individualizadas e específicas para cada paciente; d) Realizar aportes aos conhecimentos prévios sobre a fisiologia cardíaca.

A aquisição e tratamento de imagens está composta por três módulos: gerador do modelo geométrico, módulo de simulação e interface de usuário ergonômico e visual. Das tecnologias próprias incorporadas, as mais significativas são: a geração de geometrias 3D, a técnica SPH, a incorporação de tecnologia BEM e FEM e o sistema de simulação de tecidos elásticos.

Os resultados preliminares validam a geração do modelo geométrico e dos métodos de simulação, oferecendo a solução para problemas até agora não resolvidos e também garantindo que os estudos sejam realizados sobre a geometria real do paciente. Obtida a validação dos estudos, os resultados demonstram a capacidade e as possibilidades de atingir os objetivos, tanto no estudo dos aneurismas quanto nos de restauração ventricular com uma boa correlação com o Registro SVRIR.

Palavras Chave: biomecânica computacional, aneurismas, restauração ventricular

ABSTRACT

DECISION MAKINGS AND SURGICAL TREATMENTS BASED ON CARDIOVASCULAR MODELING STUDIES (CFD + X-FLOW)

The techniques of computational mechanics applied to the cardiovascular system provide a precise analysis of the flow-tension in the vascular-ventricular wall and they offer precise answers about prevention, prognosis and therapeutic decisions of the cardiovascular illnesses. We have developed a group of study in cardiovascular computational biomechanics whose results are correlated with the clinical experience in the treatment of aorta aneurysms and surgery of ventricular restoration.

The aim is to develop an area so that the studies of computational biomechanics can contribute to improve the management in the treatment of aneurysms and cardiac insufficiency: a) Development of the predictive studies in progression and break of aneurysms; b) Acquire precise information for the therapeutic decision-taking and improve the efficiency of the follow-up; c) Evaluate the results of the surgical treatment and design surgical techniques, individual and specific for each patient; d) Make contributions to previous knowledge in cardiac physiology.

The acquisition and treatment of images is composed of three modules: generator of the geometric model, simulation module and interphase of the ergonomic and visual user. The most significant own technologies incorporated are the generation of 3D geometries, the SPH technique, the incorporation of BEM and FEM technologies and the system of simulation of elastic tissues.

The preliminar results validate the generation of the geometric model, the methods of simulation offering a solution to problems which were not solved so far and guarantying that the studies are performed on the real geometry of the patient. Once it is obtained the validation of the studies, the results show the capacity and possibilities of reaching the objectives, not only in the study of aneurysms but also in the ventricular restoration, with a good correlation with the SVRIR Registry.

Key Words: computational, aneurysm, heart failure, ventricular restoration.

INTRODUCCIÓN

Los avances en la resolución de los equipos de imágenes médicas junto con el crecimiento exponencial en magnitud, flexibilidad y velocidad de las técnicas computacionales, han generado un espacio para el uso de simulaciones numéricas y técnicas experimentales complejas para mejorar el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares.

Las imágenes médicas no ofrecen las desviaciones del campo de velocidades claves en el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares ni así tampoco el esfuerzo cortante en la pared del vaso (WSS), cuyo papel en el desarrollo y progresión de la aterosclerosis no ha sido precisado. El riesgo de rotura de un aneurisma depende más de factores biomecánicos que simplemente del diámetro de la arteria y la rigidez vascular es un factor predictivo independiente de eventos cardiovasculares.

Las técnicas de mecánica computacional tienen la capacidad de proporcionar un análisis muy preciso del campo de flujo-tensión de la pared y ofrecen respuestas precisas a preguntas esenciales sobre la prevención, pronóstico y decisiones terapéuticas de la enfermedad cardiovascular(1). Los avances en las técnicas de simulación CFD (Computed Fluid Dynamics) pueden contribuir al mejor conocimiento de las condiciones biomecánicas del sistema cardiovascular; ayudan a comprender conceptos básicos, predicen la evolución de la

enfermedad, mejoran el diseño de los dispositivos cardiovasculares y orientan las decisiones terapéuticas.

Hemos desarrollado un grupo de estudio de la mecánica computacional cardiovascular formado por:

- La Clínica de la Universidad de Navarra, Pamplona.
- 12MR. Institut de Médecine Moléculaire de Rangueil. INSERM 858. Service de Radiologie. CHU Rangueil. Université Paul Sabatier. Toulouse.
- Next Limit Technologies. Madrid.
- 13 M. Institut de Mathématiques et Modélisation de Montpellier. CNRS. Univ. Montpellier 2. ASA. Advanced Solution Accelerator. Montpellier.
- Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo. Madrid.
- Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Navarra. San Sebastián.
- Instituto Policlínico San Donato. Milano.

Estos estudios se encuentran correlacionados con los resultados clínicos de los hospitales:

- Clínica de la Universidad de Navarra. Pamplona.
- Instituto Policlínico San Donato. Milano.
- Hôpital Rangueil. Universidad Paul Sabatier. Toulouse.
- Hospital da Luz. Lisboa

- Hospital Presidente Perón. Avellaneda. Buenos Aires.
- Universidade Federale de São Paulo.
- Instituto do Coração. Hospital das Clinicas. São Paulo.

PROBLEMÁTICA DE LOS ESTUDIOS CARDIOVASCULARES. ÁREAS DE ESTUDIO.

La simulación de procesos fisiológicos es un campo inexplorado con un número limitado de equipos que han comenzado a desarrollar modelos de simulación computacional casi siempre orientados a un concepto de visualización (cirugía virtual), careciendo de un modelo adecuado científico del comportamiento del fluido. Los principales elementos a considerar son:

- La dificultad de modelar la sangre desde un punto de vista fluido-dinámico. La sangre es un fluido mucho más complejo que cualquier líquido homogéneo; se lo conoce como no newtoniano, característico de la mayoría de los fluidos típicos (aire, agua). Un buen número de fluidos comunes se comportan como fluidos newtonianos bajo condiciones normales de presión y temperatura: el aire, el agua, la gasolina y algunos aceites minerales. Un fluido no newtoniano es un fluido cuya viscosidad varía con el gradiente de tensión que se le aplica y las tensiones tangenciales de rozamiento son directamente proporcionales al gradiente de velocidades. Como resultado, un fluido no newtoniano no posee un valor de viscosidad definido y constante, a diferencia de un fluido newtoniano.
- La necesidad de acoplar la simulación de fluidos a un sistema elástico o deformable son como las arterias y el corazón. Los estudios realizados hasta ahora suministraban geometrías rígidas y nuestro grupo ha conseguido integrar la interacción de fluidos con estructuras deformables o elásticas.
- Las técnicas de imagen ofrecen información suficiente para tomar decisiones terapéuticas. Sin embargo, hay grupos de pacientes sin suficiente información suministrada por las técnicas de imagen para tomar decisiones terapéuticas basadas en evidencias cien-

tíficas. Como ejemplos se pueden mencionar algunos pacientes con aneurismas de pequeño diámetro pero con riesgo de rotura o aquellos con función sistólica normal e insuficiencia cardíaca(2,3). El diagnóstico puede potenciarse con el desarrollo de sistemas de simulación con capacidad para estudiar las velocidades y características del flujo intra-arterial e intra-ventricular, diferencias de presión, índices cuantitativos de contractilidad y dilatabilidad del miocardio. La caracterización de estos índices ofrecerá la información necesaria para tomar decisiones terapéuticas precisas; predecir el comportamiento de una reparación específica y evaluar los beneficios-riesgos de una intervención quirúrgica.

ÁREAS DE ESTUDIO

En esta primera fase, nuestro grupo dedica sus esfuerzos a los estudios de los aneurismas arteriales y del ventrículo izquierdo; aunque en una segunda fase está previsto iniciar estudios de prótesis cardiovasculares y dispositivos de asistencia circulatoria.

INSUFICIENCIA CARDÍACA

La insuficiencia cardíaca es uno de los problemas de salud pública de mayor envergadura por su incidencia y por su impacto social, económico y sobre todo humano. La prevalencia en EEUU es de 5 millones de pacientes, 300.000 fallecidos/año y 550.000 nuevos casos/año. Las repercusiones para los sistemas de salud son 15 millones de consultas/año, 6,5 millones de días de hospitalización y 40.000 millones de dólares de gasto sanitario(4,5). En Europa, la incidencia es 1,3 casos por 1000 habitantes/año en los mayores de 25 años, alcanzando a 11,6 por 1000 habitantes/año en los mayores de 85 años(6) y el 5% de la población europea tiene problemas relacionados con la insuficiencia cardíaca(7).

La dilatación ventricular es un estado de adaptación a diferentes enfermedades cardiovasculares. Como resultado de esta situación, se produce un remodelado del ventrículo izquierdo que conlleva un aumento de la tensión parietal y una dilatación progresiva. En el cardiomiocito, el proceso conduce a un

deslizamiento irreversible y desviación de la curva de presión/volumen hacia la derecha, aumento del volumen ventricular e insuficiencia mitral. Este remodelado es un fenómeno complejo y aunque se insiste en la importancia de procesos moleculares, neurohormonales y genéticos, no puede quedar en un segundo plano la alteración del tamaño ni la geometría del ventrículo izquierdo. El pronóstico de estos pacientes, es decir la mortalidad y morbilidad, se relaciona directamente con el remodelado y dilatación ventricular(8).

Esto ha motivado que el estudio de la geometría ventricular alterada en la insuficiencia cardíaca tiene un interés primordial para la aplicación de nuevas técnicas quirúrgicas.

La técnica de reducción ventricular de Batista(9) consiste en una ventriculectomía parcial en el territorio de la arteria circunfleja y se la ha realizado preferentemente a pacientes con miocardiopatía dilatada. Los resultados a medio-largo plazo, hacen que haya perdido validéz como estrategia del tratamiento quirúrgico de la insuficiencia cardíaca. La técnica de Batista aplica correctamente la Ley de Laplace pero realiza la resección en una región equivocada, vulnerando los fundamentos anatómicos y fisiológicos de la función cardíaca: resección de ramas marginales de la arteria circunfleja y segmentos de miocardio viable, infartos de músculos papilares y desarrollo de arritmias.

La cardiopatía isquémica es responsable del 50% de los casos de insuficiencia cardíaca en EEUU y Europa(10). Después del infarto, se produce una pérdida de cardiomiocitos, que unido al proceso de remodelado, desencadena la insuficiencia cardíaca. Los resultados del estudio STICH se han publicado recientemente(11). Es un estudio aleatorizado de cirugía de revascularización coronaria asociada o no con restauración del ventrículo izquierdo en pacientes con antecedente de infarto agudo de miocardio, dilatación ventricular, fracción de eyección inferior al 35%, aquinesia anterolateral e indicación de cirugía de revascularización. Los resultados muestran que la asociación de restauración ventricular a la revascularización coronaria no mejora ni la mortalidad, ni la capacidad funcional como así tampoco reduce los reingresos. Si analizamos los resultados, cabe plantearse si esta

ausencia de mejora es secundaria a la técnica quirúrgica; a pesar de recuperar la forma elipsoidal ventricular y reducir su volumen, no mejora la mecánica ventricular; o bien se debe a un mal diseño del estudio con un gran número de hospitales incluidos; algunos con una reducida experiencia previa en la técnica quirúrgica. A favor de esta segunda hipótesis se encuentra la demostración de una mejoría muy significativa, si excluimos los hospitales de EEUU (inclusión de hospitales europeos y canadienses) o la reducción del volumen ventricular menor que la obtenida por otros grupos, como el de Menicanti(12) que ha participado también en el STICH.

Desde un punto de vista conceptual, la restauración ventricular debe respetar fundamentos geométricos con una reconstrucción elipsoidal que genere un nuevo ventrículo con un diámetro mayor y dos menores de iguales dimensiones(13,14), anatómicos adaptando la técnica quirúrgica a la teoría de la banda miocárdica descubierta por Torrent Guasp(14,15), funcionales basadas en la Ley de Laplace y volumétricos(13). Basándose en estos fundamentos y con el objetivo de acoplar la relación anatómica que presenta el corazón a la mecánica cardíaca, Enio Búffolo y Jorge C. Trainini(13) han desarrollado una técnica quirúrgica basada en la banda miocárdica de Torrent Guasp que describe dos vueltas en espiral(14, 15). Esta técnica de reconstrucción elipsoidal restaura la geometría, preserva el músculo cardíaco, siendo fácilmente reproducible y no deja implantado material sintético.

ANEURISMAS DE LA AORTA

La definición más amplia de un aneurisma arterial es la de Charles Dubost: "una rotura adquirida del paralelismo de los bordes del vaso". El diámetro del aneurisma tiene que ser mayor de 1.5 veces el diámetro normal del vaso, siendo más frecuentes los aneurismas de aorta abdominal. La incidencia de los aneurismas de la aorta torácica es de 5.9 casos/100.000 habitantes/año(18). Los aneurismas de aorta abdominal son más frecuentes con una prevalencia del 1-6% de los varones mayores de 60 años(19,20).

El desarrollo es la consecuencia de la interacción entre factores hemodinámicos y un proceso de degradación de la pared; secunda-

rio a procesos biológicos degenerativos adquiridos o heredados(1). Trastornos hereditarios de la síntesis del colágeno y la elastina, como ocurre en los Síndromes de Marfan y Ehlers Danlos, producen un debilitamiento de la pared y el desarrollo de aneurismas(21). Otros factores involucrados son: el tabaquismo, la hipertensión arterial, el alcohol y la aterosclerosis porque aceleran el envejecimiento de las arterias(21). La relación directa entre el desarrollo de aneurismas y la edad sugiere que la formación del aneurisma es consecuencia de la asociación de cambios específicos de la arteria, secundarios al envejecimiento (adelgazamiento de la capa media, fragmentación de fibras elásticas, reducción del cociente elastina/colágeno, pérdida de elasticidad arterial y aumento del grosor) y factores hemodinámicos (amplitud de la onda de presión, separación inestable del flujo y turbulencia débil, tensiones y gradientes elevados de cizallamiento)(1).

Una vez formado el aneurisma, según la Ley de Laplace, cabe esperar un crecimiento gradual hasta producirse la rotura. El crecimiento medio de los aneurismas de la aorta abdominal de 2.8-3.9 cm de diámetro es 0.19 cm/año, 0.27 cm/año para los aneurismas de 4.0-4.5 cm y 0.35 cm/año para aquellos con diámetro de 4.6-8.5 cm(22). El crecimiento es menor en los pacientes con diabetes mellitus o síndrome isquémico crónico de extremidades(2). Sin embargo, mientras que la mayoría de los aneurismas crecen a un ritmo determinado; otros crecen rápidamente hasta alcanzar un diámetro determinado y después frenan su crecimiento o bien permanecen estables durante un período prolongado para luego tener un rápido crecimiento.

Cuando se desarrolla un aneurisma, el flujo queda dominado por el inicio de una gran e inestable separación de las paredes inmediatamente después de la sístole máxima. La separación del flujo de las paredes durante la desaceleración del ciclo cardíaco genera un gran vértice en la cavidad y la sangre circula lentamente. Mientras tanto, se forman regiones de estancamiento en los extremos proximal y distal de la cavidad(1). La presencia de trombosis desde las primeras fases de desarrollo de los aneurismas de aorta abdominal

y la transformación de la pared del saco en un tejido uniforme sin poder reconocer las tres capas de la arteria, descarta la hipótesis de los gradientes de cizallamiento del fluido y otras alteraciones resultantes del flujo separado sobre la actividad endotelial en el proceso de crecimiento del aneurisma(1).

La historia natural de los aneurismas concluye habitualmente con el fallecimiento del paciente por rotura o disección. La rotura se produce cuando el estrés de la pared excede a la fortaleza-resistencia del vaso. En los aneurismas de aorta abdominal ocurre en el 1-3% de los varones a partir de los 65 años con una mortalidad del 70-95%(20). El diámetro del aneurisma es uno de los principales factores predictores de rotura con un riesgo que se incrementa cuando el diámetro es mayor de 5.0 cm: 0% en los aneurismas de diámetro inferior a 4.0 cm, 0.5-5% en los aneurismas con diámetro de 4.0-4.9 cm, 3-15% en los diámetros de 5.0-5.9 cm, 10-20% en los diámetros de 6-6.9 y 20-40% en los aneurismas con diámetro de 7.0-7.9 cm(23). El crecimiento es un predictor de riesgo de rotura: el crecimiento anual de los aneurismas rotos versus no rotos es 0.82 cm/año versus 0.42 cm/año(24,25) y un aneurisma con un diámetro pequeño pero con un crecimiento mayor de 0.5 cm en seis meses debe considerarse de alto riesgo(23).

OBJETIVOS

El objetivo general es desarrollar un área para que los estudios de biomecánica computacional puedan contribuir a mejorar la gestión del tratamiento de los aneurismas y de la insuficiencia cardíaca.

- Desarrollo de estudios predictivos de la progresión y rotura de los aneurismas. La indicación de reparación de un aneurisma asintomático está basada en el diámetro. Tradicionalmente, se indica la reparación de los aneurismas asintomáticos cuando su diámetro es mayor de 5cm en aorta abdominal y 5.5 cm en aorta ascendente. Sin embargo, la indicación de tratamiento basada únicamente en este parámetro es anacrónica en el siglo XXI; aneurismas de diámetro menor pueden romperse(19,26,27),

mientras que aneurismas mayores pueden permanecer estables(27). El objetivo es desarrollar y validar datos biomecánicos adicionales para obtener una correlación mejor con la evolución a corto-medio plazo y a su vez, obtener criterios más completos y precisos para la toma de decisiones. Este objetivo tiene los siguientes subobjetivos: a) Validar exploraciones de imágenes médicas no invasivas de alta calidad con caracterización hemodinámica en la entrada/salida de la región de estudio, específicas para cada paciente y monitorizarlas; b) Desarrollar una solución computacional completa (software y hardware) que permita al médico realizar simulaciones biomecánicas sin asistencia y con un entrenamiento mínimo; c) Producir una descripción biomecánica precisa para cada paciente de las características del flujo, su cuantificación biomecánica y correlación clínica; d) Estudiar las correlaciones entre base de datos clínicos y la caracterización biomecánica; e) Explorar otros índices predictivos de evolución como son la bioquímica de la pared, la interacción biológica entre el trombo y el flujo circulante, la formación y el remodelado del trombo y la interacción flujo-pared.

- Estudiar el resultado del tratamiento quirúrgico y corregir así precozmente posibles complicaciones o modificaciones biomecánicas con repercusión en la evolución a medio-largo plazo, como son por ejemplo: las alteraciones distales del flujo producidas por acodamiento de las endoprótesis o las modificaciones mecánicas producidas en la aorta torácica por la implantación proximal de una endoprótesis que genera a medio-largo plazo un 3% de disecciones proximales.
- Mejorar la eficiencia del seguimiento de los pacientes con aneurismas, reparados o con tratamiento médico, reduciendo la periodicidad de las exploraciones (Ecografía, TAC y RM); si los estudios de simulación muestran la estabilidad o la lenta progresión del aneurisma.
- La implantación de endoprótesis exige un cuello mínimo de 1.5-2.0 cm, contraindicando este tratamiento a un número significativo de pacientes. Por otro lado, una cantidad significativa de pacientes desarro-

llan a largo plazo migración de la endoprótesis, pseudoaneurisma o endofuga(28). Estos estudios aportarán información relevante para la mejora y nuevos desarrollos de endoprótesis.

- Nuestro proyecto aportará a los conocimientos previos de la fisiología cardíaca a través del estudio del flujo intraventricular, las diferencias de presión, índices de contractilidad, dilatabilidad y deformación miocárdica. Estos estudios permitirán correlacionar la hipótesis anatómica de Torrent Guasp con la mecánica cardíaca(29), con las implicaciones quirúrgicas que ello puede tener en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca. Los estudios de Torrent Guasp muestran que las cavidades ventriculares están definidas por una banda miocárdica que describe dos vueltas en espiral extendiéndose desde la raíz de la arteria pulmonar hasta la raíz de la aorta; distinguiendo un segmento ascendente y otro descendente. La banda miocárdica ventricular describe dos espirales y los ventrículos actúan como una musculatura circular con la contracción ejercida sobre un punto de apoyo móvil, representado por la propia musculatura circular. Es decir, no existen puntos de apoyo extrínsecos (estructura fibrosa), sino que es apoyado por el volumen residual intra-ventricular, lo que le permite llevar tanto la función de llenado como de eyección.
- El diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca se encuentra limitado por la dificultad para obtener índices cuantitativos no invasivos de la fisiología cardíaca(30). El estudio de los vectores de velocidad, la geometría móvil, las gráficas presión-volumen, la tensión del esfuerzo cortante (WSS), la importancia del gran vórtice diastólico y su papel como depósito de energía mecánica, la presencia de vórtices antihorarios y la dependencia de las propiedades del vórtice de la sincronía AV y VV pueden aportar información precisa para la toma de decisiones terapéuticas, seguimiento y pronóstico.
- Diseño de técnicas quirúrgicas de restauración ventricular individualizadas y específicas para cada paciente.

METODOLOGÍA

El sistema de adquisición y tratamiento de imágenes está compuesto por tres módulos principales:

- **Generador del modelo geométrico:** Este proceso recrea la geometría de la arteria o del ventrículo en tres dimensiones a partir de los datos obtenidos del TAC o RM en un modelo digital (malla de triángulos 3D con buena resolución espacial). Este módulo garantiza que el estudio se realiza sobre la geometría propia del paciente y no con un modelo genérico.

La segunda técnica de imagen 3D se basa en la sensibilidad para el flujo en movimiento. Ofrece la posibilidad de adquirir información sobre la velocidad espacial del flujo sanguíneo, registrando simultáneamente los datos morfológicos. Las imágenes de magnitud corresponden a la información morfológica, mientras que las imágenes de fase (V_x , V_y , V_z) ilustran los componentes del vector velocidad en todos los puntos. Para realizar la extracción de la geometría nativa utilizamos dos métodos de extracción: la metodología de segmentación *Level Set* implementada con el algoritmo MATLAB 7 y la metodología por umbrales de intensidad en el entorno 3D de AMIRA 4.

- **Módulo de simulación del proceso fluido dinámico:** A partir de la geometría 3D: el protocolo incluye la morfología en movimiento y la velocidad de la sangre. La malla se deforma según los movimientos en las imágenes de morfología dinámica, gracias a un proceso de transformación no lineal. De esta forma, la malla se desplaza siempre correctamente frente al fluido sin cometer errores sobre la reología de la pared. Las ecuaciones de Navier Stokes se resuelven con el código AVBP, este módulo tiene en cuenta las siguientes condiciones:

▪ **Características genéricas y particulares de la circulación:** Admite la posibilidad de integrar parámetros que modifican la viscosidad de la sangre tales como la coagulación o los niveles de colesterol y triglicéridos.

▪ **Características del tejido:** La arteria y el ventrículo son moldeados de acuerdo con sus propiedades mecánicas. Para

ello, hemos desarrollado un módulo propio de simulación estructural mediante elementos finitos (FEM) que se acopla al sistema de simulación de fluidos. La interacción entre las partículas fluidas y la pared se moldea utilizando técnicas matemáticas de resolución de la "capa límite turbulenta".

- **Interfaces del usuario ergonómicos y visuales:** Todos los componentes se integran en este módulo que combina las herramientas de preproceso y post-proceso adecuadas para la obtención de resultados.

La metodología utilizada se basa en la tecnología de fluidos desarrollada por Next Limit y basada en SPH (*Smoothed Particle Hydrodynamics*), una técnica basada en partículas lagrangianas muy robusta, llegando a dar solución a problemas aún no resueltos como ser la imposición de condiciones de contorno; incorporación de tecnología de paneles BEM (*Boundary Element Method*) y elementos finitos FEM. Esta tecnología permite implementar modelos de viscosidad turbulenta, tratar los problemas con dos fases (líquido-gas o líquido-sólido) y realizar el análisis dinámico de esfuerzos y deformaciones en estructuras (régimen elástico lineal, régimen elástico no lineal, régimen plástico). Estos problemas se resuelven con métodos en malla (FEM) como son los métodos de partículas (SPH). La tecnología basada en modelos de elementos finitos y elementos membrana (Shell elements) y la utilización de modernos esquemas de integración (Newmark, HHT) son capaces de tratar problemas de evolución en el tiempo.

Resumiendo, las tecnologías propias más significativas incorporadas al proyecto son:

- El sistema de generación de geometría 3D a partir de datos de imagen que utiliza técnicas heurísticas de reconstrucción geométrica mediante superficies NURBS y mallas triangulares. El sistema reconoce las paredes interiores de la arteria y reconstruye toda la zona de interés tridimensionalmente.

- Sistema de simulación de fluidos no newtonianos apto para capturar la dinámica sanguínea.

- Sistema de simulación del tejido elástico, capaz de deformar el sistema ya sea como

respuesta a la presión del fluido o de forma forzada (bombeo en el corazón).

RESULTADOS PRELIMINARES

Los resultados preliminares han estado dirigidos a validar las técnicas de mecánica computacional desarrolladas por Next Limit a través del programa X-Flow y el INSERM U858-12 MR de la Universidad Paul Sabatier de Toulouse. La comparación de los modelos geométricos 3D extraídos con la metodología de segmentación *Level Set*, por umbrales de intensidad y por técnicas heurísticas de reconstrucción mediante superficies NURBS ha validado las técnicas de generación del modelo geométrico garantizando a su vez que el estudio se realiza sobre la geometría real del paciente.

Los estudios CFD y X-Flow han permitido, a través de la comparación de varios modelos, validar e integrar varios métodos de simulación de la dinámica de fluidos, tanto en la aorta como en el ventrículo izquierdo: presiones y desplazamiento de la pared; morfología del movimiento y velocidad de la sangre; comparación de los estudios de simulación aplicando las ecuaciones de Navier Stokes y la tecnología SPH, basada en la ecuación de Lagrange, según se considere o no a la sangre como un fluido newtoniano (Fig. 1).

Los resultados preliminares han permitido validar la tecnología desarrollada por Next Limit con el programa X-Flow que ofrece la

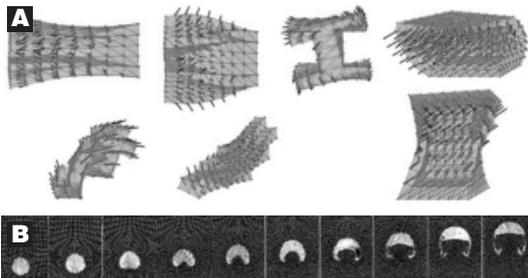


Fig. 1 - a) Desarrollo de algoritmos basados en SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics), basada en partículas lagrangianas para los estudios de biomecánica computacional de fluidos no newtonianos; b) Simulación con partículas de una burbuja de aire rodeada de un fluido.

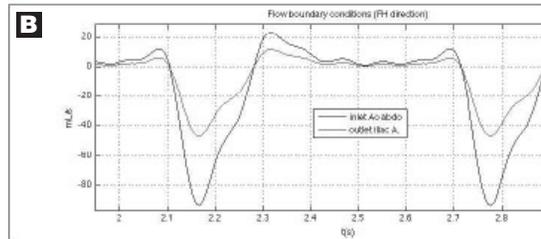
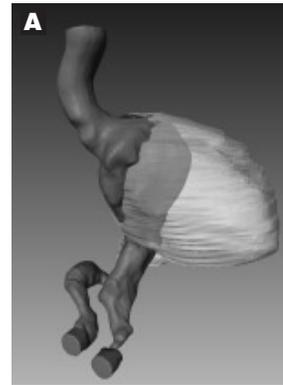


Fig. 2 - Imágenes obtenidas a partir de un estudio RM de una aneurisma de aorta abdominal con diámetro máximo de 17.5cm. : a) Geometría del trombo para localizar el estudio alrededor de la luz con circulación de sangre; b) Características del flujo a nivel de la entrada en el aneurisma (cranial) y de la salida que corresponde a las arterias iliacas (caudal).

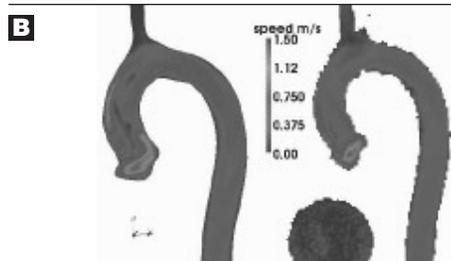
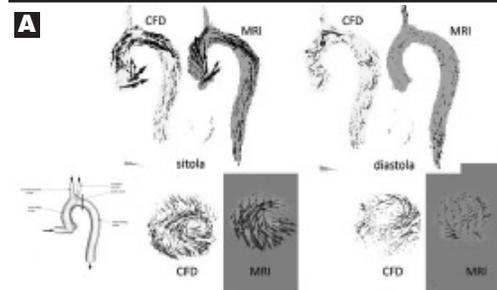


Fig. 3 - Estudio de velocidad de flujo de una aorta torácica: a) Vectores de velocidad obtenidos por CFD (blanco) y RM (gris) en sístole y diástole en un plano del arco aórtico; b) Estudio de velocidad.



Fig. 4 - WSS de una aorta torácica: a) Problema en el extremo distal de la endoprótesis; b) Corrección después del implante de una segunda endoprótesis; c) Imágen control de una aorta torácica normal que corresponde a un voluntario sano.

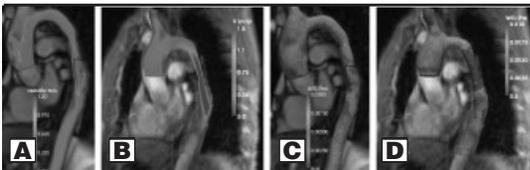


Fig. 5 - Bloqueo producido por una pseudo-disecación aórtica: velocidad en corte sagital y WSS antes (a y c) y después del implante de una endoprótesis (b y d).

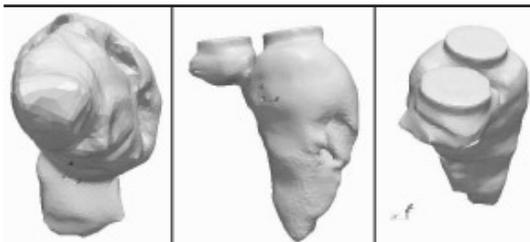


Fig. 6 - Extracción del ventrículo izquierdo a partir de una fase del volumen dinámico (35 fases) y desarrollo de una malla con una entrada (mitral) y una salida (aorta).

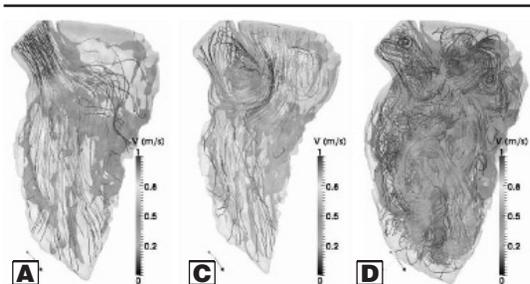


Fig. 7 - Líneas de velocidad de ventrículo izquierdo: a) Eyección sistólica; b) LLenado diastólico; c) Fase de llenado total.

solución a problemas no resueltos, como ser la implementación de modelos de viscosidad turbulenta, tratamiento de los problemas en dos fases o el análisis dinámico de esfuerzos y deformaciones en estructuras a través de la metodología basada en SPH, elementos finitos FEM Shell elements y los esquemas de integración Newmark y HHT. La calidad del proceso de deformación tiene una precisión equivalente a la resolución espacial de las imágenes dinámicas pero guarda los detalles de superficie con una precisión equivalente a la resolución espacial de la secuencia inyectada.

Las condiciones de adquisición y de preparación de los resultados ofrecen parámetros realistas y específicos para cada caso. La validación de estos resultados está en fase de confirmación, correlacionando estos resultados con la experiencia clínica del tratamiento de los aneurismas de la aorta y de la cirugía de restauración ventricular:

- Aneurismas y disecciones de aorta: Hemos desarrollado una base de datos clínicos de aneurismas y disecciones de aorta. Actualmente, estamos en fase de incluir >600 casos de disecciones y aneurismas procedentes del Hôpital Rangueil de Toulouse y de la Clínica de la Universidad de Navarra para correlacionar los resultados de la biomecánica computacional y la evolución clínica de los pacientes con tratamiento médico o bien después del tratamiento quirúrgico.
- Registro Latinoamericano de Cirugía de Restauración Ventricular (SVRIR): Es un estudio abierto Italia-España-Portugal-Argentina-Brasil de pacientes con disfunción y dilatación ventricular izquierda, tanto de origen isquémico como por miocardiopatía dilatada o chagásica y está co-dirigido por Lorenzo Menicanti, Jesús Herreros, Jorge Trainini, Noedir Stolf, Enio Búffolo y Javier Cabo. Este Registro, patrocinado por The Association of Cardiac Surgeons y The Cardiac Bioassist Association. Tiene como objetivo estudiar los resultados y la evolución de las técnicas de restauración ventricular; compararlos con grupos de control históricos (cirugía de revascularización coronaria aislada, regeneración miocárdica) y correlacionar estos resultados con los estudios de biomecánica computacional. Obtenida la validación de los estudios, los

resultados iniciales demuestran la capacidad y posibilidades de alcanzar los objetivos que habíamos definido, tanto en el estudio de los aneurismas como en la restauración ventricular:

▪ **Estudio de aneurismas.**

Los resultados validados ofrecen resultados en cualquier punto de la presión y desplazamiento sistólico, la velocidad y el estrés; constituyendo de esta forma, un modelo predictivo válido para el estudio de la progresión y el riesgo de rotura de los aneurismas. La generación del modelo geométrico nos permite separar en los aneurismas el componente de trombosis y la luz; estudiar su interacción y la dinámica del flujo sanguíneo en la luz y en las zonas límites (Fig. 2). En la Figura 3 se encuentran representados los vectores de velocidad obtenidos por RM – CFD en una aorta torácica.

La biomecánica computacional suministra información relevante para evaluar el resultado de la cirugía o bien de los procedimientos endovasculares, corregir precozmente errores, prevenir complicaciones y ofrecer información relevante para el desarrollo de nuevos dispositivos. La Figura 4 representa el estudio WSS con un problema en el extremo distal de una endoprótesis de aorta torácica (A); la corrección con el implante de una segunda endoprótesis (B) y el control de una aorta torácica normal de un voluntario sano (C). Los resultados tienen también su aplicación en el seguimiento y evaluación del tratamiento de las disecciones de aorta (Fig. 5).

▪ **Estudio del ventrículo izquierdo normal en la insuficiencia cardíaca y después de la cirugía de restauración ventricular.**

Los estudios a partir de la RM son decisivos para describir los patrones de flujo normal del ventrículo; aportar información a los conocimientos previos de la insuficiencia cardíaca (Fig. 6 y 7), confirmar la validez de la hipótesis de Torrent Guasp(15,16) y desarrollar la caracterización del flujo ventricular en diferentes etapas de la enfermedad. La aplicación de los estudios de flujo intra-ventricular, diferencias de presión, WSS, índices de contractilidad, dilatabilidad y deformación miocárdica conducirá a un mejor diagnóstico-tratamiento de la

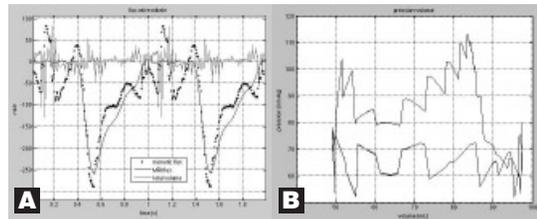


Fig. 8 - Gráficas de la dinámica del flujo intraventricular: a) Velocidad; b) Presión-Volumen resión – volumen de ventrículo izquierdo.

insuficiencia cardíaca: pronóstico, indicación, estrategia terapéutica y seguimiento. Las gráficas que describen los vectores de velocidad, las curvas de presión-volumen y el WSS ofrecen información relevante que permitirá actuar como un “sastre” que diseña técnicas de restauración ventricular individualizadas y específicas para cada paciente (Fig. 8 y 9).

CONCLUSIONES

Hemos desarrollado y adaptado una tecnología original desarrollada por la Universidad Paul Sabatier, Next Limit y el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo para analizar la biomecánica computacional de la aorta y el ventrículo izquierdo. Conseguimos conseguir resolver los problemas que se presentan en el análisis de las imágenes médicas: validación de la extracción de la geometría nativa por dos técnicas diferentes, el método Level Set en 3D y el método manual accesible a partir de una interfase gráfica, el respeto de las características y movimiento de la pared en lugar de utilizar modelos irreales, el análisis de las presiones, desplazamiento sistólico, vectores de velocidad y ajuste con una técnica basada en el análisis de Fourier, índice WSS, gráficas presión–volumen completan el conjunto de datos necesarios para responder a las ecuaciones de dinámica de fluidos numéricos. Estas herramientas nos ofrecen información relevante sobre la fisiología cardiovascular, el pronóstico de los aneurismas-disecciones de la aorta y las indicaciones terapéuticas.

Las condiciones de adquisición de transformación y de preparación de los resultados ofrecen parámetros realistas y específicos para

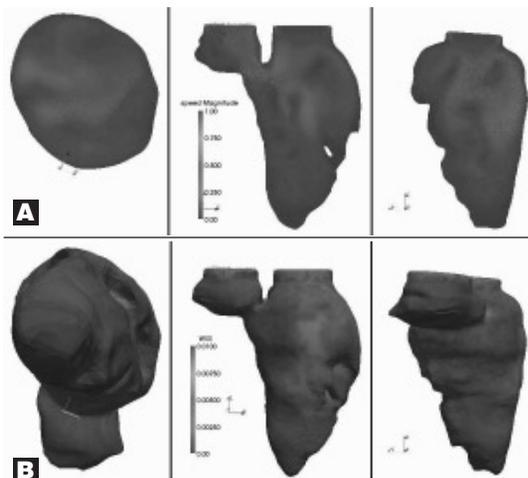


Fig. 9 - Velocidad (a) y WSS (b) de ventrículo izquierdo.

cada caso estudiado y todo el ciclo de cálculo de extracción de la geometría móvil, estudios CFD y X-Flow puede ser realizado en un tiempo inferior a 3 horas; lo que permite evaluar el tratamiento quirúrgico, corregir errores y desarrollar técnicas de reparación de aneurismas como así también la restauración ventricular diseñadas específicamente para cada paciente.

Este método general no es aplicable actualmente más que a la gran circulación y colaterales de diámetro mayor a 1cm. La aplicación futura de estos métodos para la exploración de las arterias coronarias será posible cuando la RM pueda ofrecer imágenes de alta resolución infra-milimétrica de buena calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álamo JC, Marsden AL, Lasheras JC. Avances en mecánica computacional para el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad cardiovascular. *Rev Esp Cardiol* 2009, 62: 781-805.
2. Zile MR, Brutsaert DL. New Concepts in diastolic dysfunction and diastolic heart failure: Part II – Causal mechanisms and treatment. *Circulation* 2002, 105: 1503-8.
3. Owan TE, Hodge DO, Herges RM, Jacobsen SJ, Roger VL, Redfield MM. Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction. *N Engl J Med* 2006, 355: 251-9.
4. Schocken DD, Benjamin EJ, Fonarow GC, Krumholz HM, Levy D, Mensah GA, et al. Prevention of heart failure. A scientific statement from the American Heart Association councils on epidemiology and prevention, clinical cardiology, cardiovascular nursing, and high blood pressure research: quality of care and outcomes research interdisciplinary working Group, and functional genomics and translational biology interdisciplinary working Group. *Circulation* 2008, 117: 2544-65.
5. Rosamond W, Flegal K, Furie K, Go A, Greenlund K, Haase N, et al. Heart disease and stroke statistics, 2008 update. A report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation* 2008, 117: E25-146.
6. Cowie MR, Word DA, Cotas AJ, Thompson SG, Poole-Wilson PA, Zurres V, et al. Incidence and aetiology of heart failure: a population based study. *Eur Heart J* 1999, 20: 421-8.
7. Cleland J, Khand A, Clark A. The heart failure epidemic: exactly how big is it?. *Eur Heart J* 2001, 22:623-6.
8. The SOLVD Investigators. Effect of enalapril on survival in patients with reduced left ventricular ejection fraction and congestive heart failure. *N Engl Med* 1991;325:293-302
9. Batista RJV, Santos JLV, Takeshita N, Bocchino L, Lima PN, Cunha MA. Partial left ventriculectomy to improve left ventricular function in end-stage heart disease. *J Card Surg* 1996, 11: 96-7
10. Herreros J. Cirugía coronaria. Evolución en la última década. Indicaciones y resultados. *Rev Esp Cardiol* 2005, 58: 1107-16
11. Jones RH, Velazquez EJ, Michler RE, Sopko G, Oh JK, O'Connor CM, et al. Coronary bypass surgery with or without surgical ventricular reconstruction. *N Engl J Med*. 2009;360:1705-17.
12. Menicanti L. Surgical left ventricle reconstruction, pathophysiologic insights, results and experience from the STICH trial. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004, 26 (Suppl.): S42-7
13. Trainini J, Andreu E. ¿Tiene significado clínico la remodelación reversa quirúrgica del ventrículo izquierdo?. *Rev Argent Cardiol* 2005, 73:44-51
14. Gómez Doblas JJ, De Teresa E, Lamas GA. Geometría ventricular e insuficiencia cardíaca. *Rev Esp Cardiol* 1999, 52: 47-52
15. Torrent Guasp F, Caralps Riera JM, Ballester Rodés M. Cuatro propuestas para la remodelación ventricular en el tratamiento quirúrgico de la miocardiopatía dilatada. *Rev Esp Cardiol* 1997, 50: 682-688
16. Torrent Guasp F. Una prótesis contentiva para

el tratamiento de la miocardiopatía dilatada. *Rev Esp Cardiol* 1998, 51: 521-8

17. Batista RJV. Heart diameter surgery: A new surgical concept in the treatment of end stage disease. Heart Failure Summit, Cleveland, OH, 1996, pp 81

18. Coady MA, Rizzo JA, Gldstein LJ, Elefteriades JA. Natural history, patogénesis, and etiology of thoracic aortic aneurysms and dissection. *Cardiol Clin* 1999, 17: 615-9

19. Darling RC, Messina CR, Brewster DC, Ottinger LW. Autopsy study of unoperated abdominal aortic aneurysms. The case for early resection. *Circulation* 1997, 56 (Suppl. II): II161-4

20. Lindholt JS, Juul S, Fasting H, Henneberg EW. Screening for abdominal aortic aneurysms: single centre randomised controlled trial. *BMJ* 2005, 330: B750-2

21. Wanhainen A, Bergqvist D, Boman K, Nilsson TK, Rutegard J. Risk factors associated with abdominal aortic aneurysms: A population based study with historical and current data. *J Vasc Surg* 2005, 41: 390-6

22. Brady AR, Thompson SG, Fowkes FG, et al. Abdominal aortic aneurysm expansion: risk factors and time intervals for surveillance. *Circulation* 2004, 110: 16-21

23. Brewster DC, Cronenwett JL, Hallet JW, et al. Guidelines for the treatment of abdominal aortic aneurysms. Report of a subcommittee of the Joint Council of the American Association for Vascular Surgery and Society for Vascular Surgery. *J Vasc Surg* 2003, 348: 1106.

24. Gadowski GR, Pilcher DB, Ricci MA. Abdominal aortic aneurysm expansion rate: effect of size and beta-adrenergic blockade. *J Vasc Surg* 1994, 19: 727.

25. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, et al. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial

disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease): endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and vascular Disease Foundation. *Circulation* 2006, 113: e463.

26. Nicholls SC, Gardner JB, Meissner MH, Johansen HK. Rupture in small abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 1998, 28: 884-8

27. Vorp DA. Biomechanics of abdominal aortic aneurysms. *J Biomech* 2007, 40: 1887-902.

28. EVAR trial participants Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial I): randomised controlled trial. *Lancet* 2005, 365: 2179-86.

29. Torrent Guasp F. La mecánica agonista-antagonista de los segmentos descendente y ascendente de la banda miocárdica ventricular. *Rev Esp Cardiol* 2001, 54:1091-1102

30. Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, McMurray JJV, Ponikowski P, Poole-Wilson PA, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2008 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association of the ESC (HFA) and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Eur J Heart Fail* 2008, 10: 933-89

EDITORIAL

► EN RELACIÓN A LA TÉCNICA Y RESULTADO DEL TRATAMIENTO DE LAS VENAS SAFENAS POR ESCLEROSIS CON ESPUMA

AUTOR:
DR. CARLOS GOLDENSTEIN

Correspondencia: cgoldenstein@ciudad.com.ar

La enfermedad venosa de los miembros inferiores es de una frecuencia y repercusión socioeconómica significativas.

Como se ha discutido, por sus características epidemiológicas, se trata de afecciones en las que se continúa buscando tratamientos con mejores resultados y con menor cantidad de complicaciones.

Uno de los capítulos del tema es el tratamiento de la safena externa que por sus variaciones anatómicas y fisiopatológicas, atrajo la atención de varios autores dentro de los cuales debemos destacar a Frédéric Vin quién inclusive describió una técnica quirúrgica que simplifica de manera notable su abordaje; a pesar que se conoce que esta vena tiene una especial reacción a los tratamientos esclerosantes.

En esta publicación se muestra que de acuerdo con importantes autores internacionales se trata de una enfermedad frecuente que oscila entre el 20% y el 45% entre los que sufren insuficiencia de safenas. También se destaca que, con otros procedimientos algunos más dificultosos o más costosos como ser la cirugía convencional y el láser, se presentan complicaciones que podemos disminuir o evitar realizando escleroterapia ecoguiada. Queremos resaltar que Vin es un referente en láser-terapia en su país.

De todas maneras, en la discusión del trabajo, se aclara que los pacientes tratados tenían safenas con diámetros de 7mm o menor; ésto implica, de forma tácita, que aquellos con diámetros mayores eran tratados con los otros procedimientos.

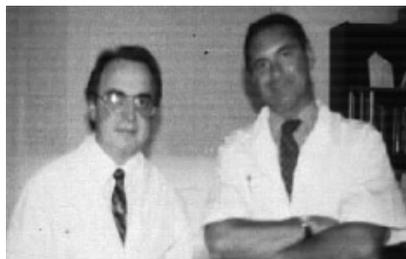
El trabajo es exhaustivo desde la epidemio-

logía, la clínica, el diagnóstico y la descripción minuciosa del tratamiento. Estos pasos son fundamentales para lograr un buen resultado. Los cuadros y fotos son notoriamente gráficos y se observa como evoluciona la safena parva a través del tiempo.

Al efectuar el curso de la Escuela Europea de Flebología en julio de 1997, tuvimos la oportunidad de concurrir al servicio del Dr. Frédéric Vin en el Hospital Notre Dame de Bon Secours, en París, donde pudimos presenciar su *modus operandi*, siempre sencillo, poco traumático para los pacientes y con excelentes resultados; tanto en la cirugía como en los tratamientos de ecoesclerosis y combinados.

Además, el autor fue Presidente de la Sociedad Francesa de Flebología y Jefe de Redacción de *Phlebologie*, la publicación más importante de la especialidad; hecho que se destaca en cada una de sus comunicaciones por su claridad y rigor científico.

Considero que el tratamiento propuesto por el Dr. Vin se debe tener en cuenta como parte del arsenal terapéutico de quienes tratamos a estos enfermos.



(Izq. a Der.) Dr. Carlos Goldenstein y Dr. Frédéric Vin en Francia. Julio 1997.

ARTÍCULO ORIGINAL

► TÉCNICA Y RESULTADO DEL TRATAMIENTO DE LAS VENAS SAFENAS EXTERNAS POR ESCLEROSIS CON ESPUMA BAJO CONTROL GUIADO POR ECOGRAFÍA

AUTOR:
FRÉDÉRIC VIN*

Recibido: Abril 2009

Aceptado: Mayo 2009

Correspondencia: fpvin@free.fr

RESUMEN

Objetivo: El propósito del trabajo es evaluar el tratamiento de la safena parva o externa (PVS) con escleroterapia ecoguiada.

Método: De enero 2006 a diciembre del 2008, han sido incluidos en el estudio 122 pacientes presentando una insuficiencia aislada de la PVS cuyo calibre era inferior o igual a 7mm. tratados con escleroterapia ecoguiada con espuma.

Resultados: En la primera sesión se ha obtenido oclusión en 99 pacientes (81,1% de los casos). En los 23 casos de fracaso, una segunda inyección de espuma ha sido realizada permitiendo obtener una oclusión completa en 22 pacientes (95,7%). Un solo caso de fracaso. A 24 meses, constatamos una oclusión de la PVS en 90 de los 110 pacientes vistos nuevamente (74,4%) con 14 perdidos de vista.

Conclusiones: La escleroterapia es una técnica de tratamiento eficaz y sin peligro cuando ella es realizada con guía ecográfica. Las cirugías son a menudo responsables de disestesias a nivel de la región maleolar externa por lesión del nervio safeno. Un diagnóstico precoz es deseable con el fin de tratar con más eficacia las safenas de pequeño calibre.

Palabras clave: safena externa, esclerosis, ecoguiada, espuma

RESUMO

TÉCNICA E RESULTADO DO TRATAMENTO DAS VEIAS SAFENAS EXTERNAS POR ESCLEROSE COM ESPUMA SOB CONTROLE GUIADO POR ECOGRAFIA

Objetivo: O propósito do trabalho é avaliar o tratamento da veia safena parva ou externa (PVS) com escleroterapia ecoguiada.

Método: De janeiro de 2006 a dezembro de 2008, foram incluídos no estudo 122 pacientes apre-

* Clinique de la Veine Hôpital Américain de Paris 63 Boulevard Victor Hugo 92200 Neuilly sur Seine France

sentando una insuficiencia cardíaca aislada de la PVS, cuyo calibre era inferior o igual a 7mm, tratados con escleroterapia ecoguiada con espuma.

Resultados: Na primeira sessão obteve-se oclusão em 99 pacientes (81,1% dos casos). Nos 23 casos de fracasso, uma segunda injeção de espuma foi realizada, permitindo atingir uma oclusão completa em 22 pacientes (95,7%); com somente um caso de fracasso. Após 24 meses, constatamos uma oclusão da veia PVS em 90 dos 110 pacientes novamente controlados (74,4%), com 14 perdidos de vista.

Conclusões: A escleroterapia é uma técnica de tratamento eficaz e sem perigo quando realizada com guia ecográfica. As cirurgias são frequentemente responsáveis por disestesias a nível da região maleolar externa por lesão do nervo safeno. Um diagnóstico precoce é desejável com a finalidade de tratar com mais eficácia as veias safenas de pequeno calibre.

Palavras Chave: safena externa, esclerose, ecoguiada, espuma

ABSTRACT

SKILL AND RESULT OF THE TREATMENT OF SHORT SAPHENE VEINS FOR SCLEROSIS WITH FOAM UNDER CONTROL GUIDED BY ULTRASOUND SCAN

Objective: The aim of this present work is to evaluate the treatment of the small saphenous or external parva (PVS) with sclerotherapy ecoguide.

Method: From January, 2006 up to December, 2008, 122 patients presenting an isolated failure of the PVS whose size was less than or equal to 7 mm ecoguidated treated with sclerotherapy have been included.

Results: In the first session, 99 patients (81.1% of the cases) have submitted occlusion. In the 23 cases of failure, a second injection has been carried out permitting to obtain a complete occlusion in 22 patients (95.7%). An only case of failure. In 24 months, we have found an occlusion of the PVS in 90 of the 110 patients examined again (74.4%) with 14 patients have been lost.

Conclusions: The sclerotherapy is a technique of an effective treatment and without risk when it is fulfilled with ecographic guide. The surgeries are often responsible of dysesthesia at the level of the external malleolar region by saphenous nerve injury. An early diagnosis is desirable with the aim to treat the small caliber saphenous more effectively.

Keywords: external saphene vein, sclerosis, ecoguidated, foam

Las várices de los miembros inferiores son frecuentes en los países industrializados; pudiendo afectar de un 20 a un 30% de la población general. En la gran mayoría de los casos ellas son primitivas pero una exploración con ecodoppler debe permitir eliminar una secuela de trombosis venosa. La enfermedad venosa superficial es una afección con frecuencia hereditaria y crónica; pudiendo evolucionar hacia la aparición de complicaciones tales como: las lesiones tróficas severas.

Las várices de miembros inferiores dependen generalmente de una incontinencia de la gran vena safena (GVS) pero pueden existir reflujos únicamente en el territorio de la pe-

queña vena safena (PVS). A menudo, una incontinencia aislada de la pequeña vena safena está asociada con várices que se encuentran a nivel de la cara externa o interna de la pierna sin que haya ningún reflujo en el territorio de la GVS.

La supresión de las várices permite reducir el éstasis y la aparición de esas complicaciones cutáneas tan temidas por su carácter invalidante.

En función del estado de la enfermedad y de la importancia del calibre de la PVS se pueden proponer varias conductas terapéuticas.

La cura quirúrgica por crosectomía o las nuevas técnicas endoluminales están reserva-

das a las formas muy avanzadas. La escleroterapia es una de las técnicas eficaces y económicas que permite, gracias a la inyección de espuma de un agente esclerosante tensioactivo, obtener en pocas sesiones una fibroesclerosis del tronco safeno y de sus colaterales.

EPIDEMIOLOGÍA

Las várices de miembros inferiores se encuentran, en la mayoría de los casos, alimentadas por un reflujo terminal o pre-terminal de la GVS. La incidencia de la incontinencia de la PVS es difícil de cuantificar con precisión. Myers(1), en un grupo de pacientes con insuficiencia venosa crónica, encontró un 33% de incontinencias de la PVS. Labropoulos(2) en un estudio sobre una población de sujetos que presentaban una insuficiencia venosa superficial primaria, notó una incontinencia de la PVS en el 45% de los casos. Sakurai(3) observa un 27% de incontinencias de la PVS en una población de sujetos varicosos.

Guex(4) en un estudio sobre 498 miembros inferiores con várices primarias, encontró un reflujo del tronco o del cayado de la PVS en el 20% de casos. A la lectura de las diferentes publicaciones parece que la PVS es incontinente en el 20 al 35% de los casos. La varicosidad de la PVS con frecuencia se asocia con várices del territorio de la GVS. La frecuencia de la asociación GVS + PVS es cercana al 15%.

En los otros casos, la incontinencia de la



Foto 1: Várices de pierna con insuficiencia de safena externa

PVS se asocia con un reflujo a nivel de las perforantes de las piernas que según, Myers, estarán presentes en el 63 al 76% de los casos.

Durante mucho tiempo se consideró que la incontinencia de la PVS era frecuentemente responsable de una úlcera de la pierna o de una hipodermatitis y Bassi(5) la considera como una causa mayor de úlceras bilaterales. La incontinencia de la PVS estaría presente en aproximadamente un 30% de los casos en un sujeto varicoso ya que la asociación con otros reflujos a nivel de la GVS o de perforantes, es extremadamente corriente.

DIAGNÓSTICO

Antes de comenzar un tratamiento de las várices de miembros inferiores, un examen clínico es necesario. Éste se realizará con los pacientes de pie y desnudos. En un primer tiempo de frente; se examinarán las várices del territorio de la GVS por medio de las maniobras de palpación/percusión asociadas con maniobras de compresión con el ecodoppler continuo(6). A continuación, el examen continúa de espalda, piernas ligeramente flexionadas, con el fin de relacionar las várices de las piernas a una incontinencia de la PVS. Clásicamente, las várices de la cara externa de la pierna son secundarias a un reflujo de la PVS. En un gran número de casos, existen colaterales internas y conexiones inter-safenas mientras que no existe ningún reflujo a nivel del tronco de la GVS o de la unión safeno-femoral(Foto 1). Las várices de la parte posterior de la pierna pueden, en ciertos casos, estar alimentadas por un reflujo a nivel de la vena de Giacomini, de las várices perianales posteriores o bien de una varicosis del nervio ciático.

Se necesitan investigaciones complementaires por eco-doppler con el fin de localizar el origen del reflujo y la topografía de los troncos de las safenas y de sus colaterales(7). La PVS será explorada en todo su trayecto desde la región maleolar hasta el hueco poplíteo. Ella está localizada en el compartimiento safénico (de la safena). Las diferentes colaterales y perforantes serán apuntadas. La terminación de la PVS varía de un individuo al otro. En la mayoría de los casos, ella se pone en contacto

a nivel del losange poplíteo sobre el lado externo de la poplíteo media pero, a veces, a pocos centímetros arriba o abajo en la poplíteo alta o baja. En otros casos, la unión se hace en la parte postero-inferior del muslo en el tronco de la GVS sin conexión a la vena poplíteo o en la vena femoral profunda ya sea en forma aislada o por desdoblamiento.

Teniendo en cuenta las diferentes variedades de terminales de la PVS, la crosectomía a ras de la vena poplíteo es difícilmente realizable; lo que explica la frecuencia elevada de recidivas post-operatorias en ese territorio.

Al final del ecodoppler, se realizará una cartografía precisando el trayecto de la PVS y se medirá el calibre a diferentes niveles. Las diferentes colaterales o perforantes incontinentes o con nueva entrada serán igualmente diseñadas así como sus conexiones con la red venosa profunda y con el tronco de la GVS. El nivel de contacto de la PVS será igualmente marcado.

MATERIAL Y MÉTODOS

ESCLEROTERAPIA DE LA PEQUEÑA VENA SAFENA

La escleroterapia es la inyección de una solución química generalmente constituida de un agente tensioactivo que permite obtener una quemadura de la íntima con la aparición de un edema parietal y secundariamente, el desarrollo de una esclerosis que es colonizada por los fibroblastos de la pared al mes siguiente de la inyección. La fibroesclerosis es habitualmente obtenida entre 3 y 6 meses.

La inyección esclerosante de la solución del producto esclerosante en los troncos de la safena ha sido desarrollada en la mitad del siglo XX por la escuela de R. Tournay(9). En 1989, hemos puesto a punto la técnica de inyección bajo control ecoguiado(10) que permite evitar las inyecciones catastróficas extra-venosas o intra-arteriales.

Desde 1997, utilizamos la espuma del producto esclerosante cuya fabricación con el aire ha sido puesta a punto por Monfreux(11) y con un gas por Cabrera(12). La escleroterapia con la espuma permite mejorar la eficacia del tratamiento con la primera sesión(13) y reduce el número de sesiones del tratamiento.

Desde enero 2006 a diciembre del 2008, se

han sido incluido en el estudio 122 pacientes, presentando una incontinencia aislada de la PVS cuyo calibre era inferior o igual a 7mm. medido por ecografía a nivel del polo inferior del losange poplíteo en el sujeto parado. Otro criterio de inclusión era la posibilidad de realizarle un seguimiento al paciente durante 2 años. Fueron excluidos del estudio los pacientes que presentaban antecedentes de trombosis familiar conocida, un embarazo o una enfermedad evolutiva. Se trataron 95 mujeres(77,8%) y 27 hombres (22,2%) entre 26 y 82 años de edad, con una media de 48 años. 64 PVS incontinentes del lado izquierdo(52,5%) y 58 PVS del lado derecho (14,5%). El calibre de la PVS era de 4 a 7mm. con una media de 6,3 mm.

El protocolo de inyección ha sido siempre idéntico para todos los sujetos. El paciente se encontraba arrodillado, la pierna a tratar extendida sobre la camilla según la técnica de P. Ouvry(14). Se ha localizado a la safena por ecografía mediante cortes transversales y luego longitudinales. La inyección fue realizada a 8cm. del pliegue poplíteo por cortes longitudinales con 3cc. de espuma de Lauromacrogol 400 al 3% (Foto 2). La espuma ha sido obtenida con la ayuda de un dispositivo Easyfoal mezclando 0,5cc. de la solución de Lauromacrogol 400 al 3% a 2,5cc. de aire. Después de



Foto 2: Inyección ecoguiada de la safena externa

la primera sesión, en caso de fracaso al final del control, una segunda sesión se realizó a D+15 con una inyección de 5cc. de espuma de Lauromacrogol 400 al 3%. En caso de fracaso después de la segunda sesión, se propuso una tercera sesión por láser endovenoso. Se efectuó una nueva sesión de inyección en el caso de recanalización a 6 meses y un año. Ninguna compresión elástica se asoció con la inyección esclerosante.

RESULTADOS

Los resultados fueron evaluados por un examen clínico con el paciente de pie, de espalda, con las piernas semiflexionadas. La palpación, en caso de éxito ha permitido poner en evidencia un cordón duro que se encuentra en medio del losange poplíteo y de una ausencia del signo de la ola.

Al examen ecooppler, la PVS es incompresible; asiento de un material ecógeno endoluminal con ausencia de flujo o de reflujo en el doppler pulsado como en el ecodoppler color. La esclerosis se extiende, generalmente hasta la válvula preterminal de la PVS o hasta la unión con las venas gemelares cuando existe un tronco común con ella. Se han realizado controles clínicos y ecográficos a 1 mes, 6 meses, un año y dos años.

Gracias al protocolo descrito anteriormente la oclusión de la PVS en el curso de la primera sesión se ha obtenido en 99 pacientes (81,1% de los casos). En los 23 casos de fracaso, una segunda inyección de 5cc. de espuma de Lauromacrogol 400 al 3% se ha realizado permitiendo obtener una oclusión completa en 22 pacientes (95,7%) (Cuadro I). El calibre medio de la PVS a un mes era de 6,1mm. Un sólo caso de fracaso, después de dos sesiones de inyección, se ha beneficiado de un tratamiento por láser endovenoso en sala de operaciones.

Los resultados a 6 meses, un año y dos años, se detallan en el Cuadro II. A 6 meses, 121 pacientes vinieron a la convocatoria y se beneficiaron con un examen clínico y de un ecodoppler; 103 pacientes (85,1%) continuaban teniendo una oclusión completa de la PVS.

A 12 meses, notamos una oclusión completa de la PVS en 94 de los 118 pacientes citados

y examinados (77,7%), 3 fueron considerados perdidos de vista.

A 24 meses, constatamos una oclusión de la PVS en 90 de los 110 pacientes examinados nuevamente (74,4%) con 14 perdidos de vista.

El Cuadro III muestra la reducción significativa del calibre de la PVS durante los dos años que continuaron con la inyección esclerosante.

COMPLICACIONES

La inyección de una solución o de la espuma de un producto esclerosante siempre expone a complicaciones(15). En caso de concentración o de volumen insuficiente, el tronco de la safena permanece permeable. Por el contrario, en caso de una dosis excesiva, se puede constatar una reacción inflamatoria con aparición de un trombo inflamatorio a nivel del tronco venoso superficial.

Las inyecciones extravasosas pueden ser el origen de necrosis cutánea y/o subcutánea. Antes de la utilización del ecodoppler, los raros casos de inyecciones intraarteriales o arteriolares dieron origen de necrosis musculares extensas habiendo podido, en ciertos casos, llegar a una amputación. Las necrosis cutáneas estarían ligadas a la presencia de la arteria safena pequeña.

Las complicaciones en los 122 pacientes tratados con inyección esclerosante con espuma, se resumen en el Cuadro IV. No se ha constatado ninguna inyección intraarterial ni ninguna extravasación que produzca una necrosis cutánea. Ninguna trombosis venosa profunda o superficial extensiva se ha encontrado. Constatamos 3 casos de importantes equimosis a nivel del punto de punción; así que 4 casos de dolores a nivel de la cara posterior de la pierna entre los 22 pacientes que se han beneficiado de un segunda sesión de la inyección. En esos pacientes no se ha encontrado con el ecodoppler ningún caso de trombosis venosa profunda o muscular.

DISCUSIÓN

En este estudio compuesto por 122 PVS cuyo

calibre era inferior o igual a 7mm. incluídas en un protocolo de tratamiento de inyección esclerosante, se ha convocado al conjunto de pacientes a los 12 y 24 meses para evaluar el resultado por medio de un examen clínico y un ecodoppler. A los 12 meses, solamente 3 pacientes (2,5%) y a 24 meses, 14 pacientes (11,6%) han sido considerados como perdidos de vista.

Como en el estudio de C. Hamel Desnos (13), hemos obtenido 81,1% de oclusión de la PVS en la primera sesión, sólo un paciente (4,3%) ha sido considerado como un fracaso después de dos sesiones de tratamiento por inyección esclerosante sin resultado. Se podría haber propuesto una tercera sesión de inyección con un volumen más importante asociado con una compresión por banda no elástica fija.

Los controles muestran una recanalización de la PVS en 18 pacientes (14,9%) a los 6 meses, en 24 pacientes a los 12 meses (19,8%) y

en 17 pacientes a los 24 meses (14%). Parece que esta recanalización es más frecuente en el curso de los 6 primeros meses y que el porcentaje se estabiliza en el curso de los meses y años siguientes.

Ésto corresponde a las nociones anatomopatológicas con formación de una esclerosis en el curso de los primeros meses que continúan a la inyección y a la posibilidad de una recanalización secundaria por fibrinólisis.

Después de 6 meses, existe una colonización por los fibroblastos que conducen a una fibroesclerosis completa de la pared. Estos datos son confirmados por la evolución ecográfica del calibre de la PVS. El calibre medio que era de 6,3mm. a D0 se modifica poco, a D30. Constatamos a los 6 meses una disminución significativa con un calibre medio de 4,2mm. y una importante ecogenicidad parietal y endoluminal. A los 12 meses, la PVS es invisible en el compartimiento de la safena represen-

	Oclusión		No Oclusión		Total
1ra. sesión	99	81,1%	23	18,9%	122
2da. sesión	22	95,7%	1	4,3%	23

	Oclusión		No Oclusión		Pérdida de vista	
6 meses	103	85,1%	18	14,9%	0	121
1 años	94	77,7%	24	19,8%	3	2,5%
2 años	90	74,4%	17	14	14	11,6%

	Diámetro		Invisible
J 0	6,3 mm		
1 mese	6,1 mm		
6 meses	4,2 mm		
1 año	1,5 mm	28%	72%
2 años	1,2 mm	25%	75%

	Nombre	%
Ausencia de reacción	115	94,2%
Dolores	4	3,3%
Equimosis	3	2,5%
TVP	0	0
Inyección intraarterial	0	0
Alergia	0	0

tado por un punto hiperecogénico en el 72% de los casos, mientras que es visible en el 28% de los casos y su calibre es aproximadamente de 1,5mm. A los 24 meses, las mismas constataciones se realizan con una PVS totalmente invisible en un compartimiento en el 75% de los casos y de un calibre de 1,2mm. en el 25% de los casos.

Al contrario de las otras técnicas de inyección, en este protocolo ninguna elastocompresión ha sido propuesta. Hemos notado la presencia de dolores post-inyección solamente en 4 casos (3,3%). Respetando el protocolo de inyecciones en varias etapas: inyección del tronco de la safena en un primer tiempo y luego inyecciones en las diferentes colaterales en un segundo tiempo, evitamos toda reacción inflamatoria.

CONCLUSIÓN

La escleroterapia es una técnica de tratamiento eficaz y sin peligro cuando se la realiza con guía ecográfica. La crosectomía y la flebectomía quirúrgica son, con frecuencia, responsables de disestesias a nivel de la región maleolar externa por lesión del nervio safeno. Por otro lado, la crosectomía raramente se realiza a nivel de la unión debido a sus diferentes variedades de contacto y además porque se expone a recidivas a nivel de la fosa poplítea. Las técnicas endoluminales y el láser endovenoso ocasionan, igualmente, un porcentaje no despreciable de disestesias. En este estudio llevado a cabo en 122 pacientes, obtenemos una oclusión de la PVS en el 85,1% de casos a los 6 meses, 77,7% de casos en 1 año y 74,4% de casos a los 2 años cuando el calibre es inferior o igual a 7mm. Por otro lado, es más económico proponer una escleroterapia, mismo si es necesario inyectar en el tronco de la safena, en caso de recanalización. Es deseable un diagnóstico precoz con el fin de tratar con más eficacia las safenas de pequeño calibre.

BIBLIOGRAFÍA

1. Myers KA, Ziegengbein RW, Matthews PG. Duplex ultrasonography scanning for chronic venous disease:

- patterns of venous reflux J Vasc Surg 1995;21 :605-12
2. Labropoulos N, Leon M, Nicolaides AN, Giannoukas A. Volteas A Superficial venous insufficiency: correlation of anatomic extend of reflux with clinical symptoms and signs J Vasc Surg 1994 ;20 :953-8
3. Sakurai T, Matssushita N, Nishikimi N, Nimura Y. Hemodynamic assesment of femoropopliteal venous reflux in patients with primary varicose veins J Vasc Surg 1997 ;26 :260-4
4. Guex JJ, Hiltbrand B, Bayon JM, Henri F, Almlaert FA. Perrin M Anatomical pattern in varicose vein disease: a duplex scanning study Phlebologie 1995;10 :94-7
5. Vin F. Varices EMC Cardiologie Angiologie 2004
6. Lemasle P, Lefebvre-Vilardebo M, Uhl JF, Gillot CL, Baud JM, Vin F. La cartographie veineuse superficielle. Considérations pratiques. Phlébologie 2000,53;1:77-105
7. Perrin M, Guex JJ, Ruckley CV, De Palma RG, Royle JP, Eklof Bo, Nicolini P, Jantet G and the REVAS Group Recurrent Varices After Surgery (REVAS). A consensus document Cardiovascular surgery 2000;Vol 8;N° 4 :233-245
8. Tournay R y Col. La sclérose des varices expansion scientifique. 1975
9. Knight RM, Vin F, Zymunt JA. Ultrasonic guidance of injections into the supercial venous saphene. Plébologie 1989. A Davy, R Stemmer John Libbey Eurotest 339-341
10. Monfreux A. Traitement sclérosant des troncs saphéniens et de leurs collatérales de gros calibre par la méthode MUS Phlébologie 1997;50:351-3
10. Cabrera J, Cabrera J Jr, Garcia Olmedo MA. Treatment of varicose long saphenous vein with sclerosant in microfoam form long-term outcomes. Phlebologie 2000;15:19-23
12. Hamel-Desnos C, Desnos P, Wollmann JC, Ouvry P, Mako S, Allaert FA. Evaluation of the efficacy of polydocanol in the form of foam compared with liquid form in sclerotherapy of the greater saphenous vein: initial results. Dermatol. Surg. 2003;29:1170-1175
13. Ouvry P. La place de la sclerotherapie dans le traitement des petites saphène variqueuses. Phlébologie 1988;46(4):751-765
14. Benhamou AC, Natali J. Les accidents des traitements sclérosant et chirurgical des varices des membres inférieurs. A propos de 90 cas. Phlébologie, 1981, N° 1:41-51
15. Chleir F, Rettori R, Vin F. Complications du traitement de la veine saphene externe liées à la présence de l'artère petite saphène. Angéiologie 1996;48:43-47

CARTA DEL DIRECTOR

▶ **RETORNANDO A LAS FUENTES**

AUTOR:

DR. MIGUEL ÁNGEL LUCAS

Correspondencia: lucasmal@fibertel.com.ar

Mencionábamos en el número anterior:

“Cuando las tejedoras indígenas preparan sus telas bellas, crudas, uniendo hilos multicolores, esencia cultural autóctona argentina, lo hacen del lado del revés. Anudan, unen los distintos hilos sueltos, cortan flecos irregulares, dan continuidad oculta a variados matices primarios, embelleciendo el lado bueno, que es el que finalmente luce y es admirado eternamente.

Nos propusimos presentar una manta multicolor que nos abrigue, tejida con retazos princeps de trabajos cardiovasculares fundacionales argentinos”

Continuando con la edición de nuestra Revista, felices por los comentarios recibidos acerca de la edición del Número Extraordinario: Pioneros de la Cirugía Cardiovascular Argentina, retornamos a nuestro compromiso primero de difundir los trabajos científicos recibidos.

En primer lugar, en esta oportunidad hemos publicado el excelente artículo original “Estudio comparativo con el uso de matriz biológica en pacientes con infarto de miocardio tratados con células madre” del Dr. Eduardo Luis Cardinali y colaboradores, trabajo que fuera acreedor al primer premio de presentación de temas libres en el último Congreso del Colegio Argentino de Cirujanos Cardiovasculares llevado a cabo en la ciudad de Bariloche en octubre del 2009; cumplimos con su difusión como testimonio del nivel científico alcanzado por nuestros asociados argentinos.

El sabio Dr. Jesús Herreros (España) nos honra remitiéndonos un trabajo original de relevancia internacional que fundamenta la tarea interdisciplinaria instalada en los centros más jerarquizados del mundo. Lo definimos como testimonio ineludible de labor cohesionada, racional, fecunda y consensuada que busca solamente el beneficio del paciente

con la acción de excelencia más directa.

El Dr. Vin (Francia) nos aporta un artículo original de avanzada en el tratamiento de las enfermedades venosas. Especialista destacado en foros internacionales, ilustra su experiencia de modo práctico y contundente de carácter docente y pedagógico; lo consideramos muy útil para los jóvenes cirujanos cardiovasculares de orientación flebológica.

Hemos solicitado y difundido editoriales de referentes tanto argentinos como internacionales, en ellas aparecerán brochazos de ingenio y opiniones a discutir en futuras ediciones a través de vuestras respuestas las cuáles editarán en nuestros próximos números.

Continuando con las anécdotas documentadas, superada felizmente la capacidad del Número Extraordinario: Pioneros de la Cirugía Cardiovascular y Endovascular Argentina de septiembre-diciembre del 2009, cumplimos en publicar trabajos como artículos documentales de pioneros insignes argentinos.

Es nuestro deber darlos a conocer, darles luz; cuando René Favalaro decidió reinstalarse en Buenos Aires en 1971, en el Instituto Güemes, en la Avenida Córdoba, seleccionó a dos brillantes y prometedores cirujanos cardiovasculares del interior de la Argentina: Dr. Ernesto Weinschelbaum y Dr. Víctor Caramutti. Hoy uno de ellos nos aporta un sentido documento biográfico-vivencial sobre René Favalaro; estamos por cumplir diez años de duelo por su decisión de partir hacia el misterio; nuestro pesar se contiene por el recuerdo fraterno hacia el Maestro y Amigo desde el propio corazón del discípulo sagazmente elegido. Destaco que la señora esposa de Ernesto Weinschelbaum a modo de memorial recordatorio, nos aportó el fruto artístico de esta conjunción según su sensible modo de expresar su visión amantiva,

sumamos nuestro espíritu al propio espíritu de la artista.

Adolfo Saadia nos sumerge en el recuerdo del más importante médico sanitarista argentino de la historia: Don Ramón Carrillo y su rescatado y reconocido pionerismo endovascular. Respetuoso homenaje a un Maestro que dejó profunda huella en la medicina argentina. Más de una docena de hospitales y centros médicos eligieron, en la República Argentina, su nombre para identificar excelentes lugares de atención a los pacientes más necesitados de nuestra población con el único salvoconducto de su necesidad o patología.

“Cuando las tejedoras indígenas preparan sus telas bellas, crudas, uniendo hilos multicolores, esencia cultural autóctona argentina, lo hacen del lado

del revés.”

El revés de la trama: Pedro Bianchi Donaire nos muestra parte de la trama oculta que inspiró mis palabras; nos envió una reflexión meditada y escrita a propósito del trabajo de Francisco León De Pedro acerca de Héctor Trabucco y la “Epopéya del corazón artificial argentino”. Muchos, muchos, nos vemos reflejados en sus reflexiones, nos apresuramos a publicarlas con la esperanza de que nunca se malogren propósitos visionarios científico-médicos luminosos por fines mostrencos confusos, cortos y mediocres de las penumbras extramédicas. Es nuestro deber denunciarlos, testimoniarlos y darlos a conocer para que no se repitan estos sinsabores.

FE DE ERRATAS

En el artículo “Historia de la Cirugía Cardiovascular en Rosario” publicado en el número anterior de la revista: Pioneros de la Cirugía Cardiovascular Argentina (RACCV VII, N°3, 2009:243-246) donde dice *Jaime Ábalos*, debió haber dicho *José Benjamín Ábalos*.

Agradecemos al Dr. Héctor H. Berra su correo con esta corrección; también nos recuerda a modo de anécdota que el Dr. Ábalos fue Director de la Asistencia Pública, Profesor de Anatomía Descriptiva y primer Decano de la Facultad de Ciencias Médicas de Rosario; Rector de la Universidad Nacional del Litoral y Ministro de Obras Públicas en la segunda presidencia de Hipólito Yrigoyen entre otras funciones que cumplió al margen de su profesión de cirujano.

ARTÍCULO DOCUMENTAL

► DR. RENÉ FAVALORO

MAESTRO DE CIRUGÍA VASCULAR

AUTOR:
DR. ERNESTO E. WEINSCHELBAUM

Recibido: Septiembre 2009

Aceptado: Octubre 2009

Correspondencia: cirurgiacardiaca@arnet.com.ar

Nació en La Plata, el 12 de julio de 1923, su padre era carpintero ebanista y su madre modista.

René Favalaro, vivió una infancia pobre en el barrio "El Mondongo", un barrio de inmigrantes.

Durante los períodos de vacaciones, siempre ayudaba a su padre en la carpintería.

En los potreros, aprendió a amar el fútbol, y se hizo un hincha fanático de Gimnasia y Esgrima. Para los fines de semana su papá le daba 40 centavos que le alcanzaban para el boleto del tranvía y la entrada a la cancha, donde veía el partido de su cuadro favorito o de algún otro equipo.

Estudioso; era un alumno aplicado que hizo de la autodisciplina una filosofía de vida.

Se graduó de médico en la Universidad de La Plata en 1949.

Por ese entonces, llegó una carta de su tío, quien vivía en Jacinto Aráuz, de un pueblo pequeño de 3500 habitantes en La Pampa. Le explicaba, que el único médico que atendía a la población, el Doctor Dardo Rachou Vega, estaba enfermo y necesitaba viajar a Buenos Aires para su tratamiento.

Le pedía a su sobrino René que lo reemplazara aunque más no fuera por dos o tres meses. Favalaro llegó a Jacinto Aráuz en mayo de 1950 y rápidamente trabó amistad con el Doctor Rachou quien falleció unos meses después debido a un cáncer de pulmón.

El destino, hizo que el Dr. Favalaro, ejerciera como médico rural en dicha población durante 12 años.

Austero; vivió con su mujer en una vieja casa. En su libro "Recuerdos de un médico rural" cuenta: *"En ella empezamos a organizar éso que llamamos clínica y que, en verdad era sólo un centro asistencial adecuado a las necesidades de la zona..."*

Dos años después de la radicación de Favalaro en La Pampa, llegó su hermano Juan José; también médico y excelente cirujano general y con grandes sacrificios armaron una sala de cirugía.

Empecinados; trabajando más de 12 horas por día los dos hermanos pudieron por fin, comprar un equipo de rayos X. Escribía: *"Todo lo que ganábamos, lo invertíamos para agrandar y mejorar la clínica. Jamás compramos una sola hectárea de campo en Jacinto Aráuz..."*

Actualmente en dicha población, existe un museo creado en honor a la personalidad, que iniciándose en el pueblo de Jacinto Aráuz como médico rural, transformó la medicina cardiovascular en el mundo.

Allí se puede contemplar el escritorio y sillón que sirvieron de mobiliario a las primeras atenciones del Dr. Favalaro; en reemplazo del Dr. Rachou Vega en esta localidad de La Pampa. Su guardapolvo de la Fundación, instrumentos quirúrgicos utilizados por médicos locales así como también objetos personales del mismo René.

Las salas de este magnífico museo y las piezas que éstas exhiben guardan ese adecuado respeto por la vida y la salud, del cual su homenajeado fue todo un ejemplo.

El museo fue levantado en la Estación de Fe-

roccarril a la que llegó René Favalaro en mayo de 1950 con el objeto de cumplir su labor social y humana.

También se puede visitar la Clínica Médico Quirúrgica (primera institución fundada por Favalaro); la Iglesia Valdense (sede de disertaciones comunitarias del doctor); la casa del Dr. Rachou Vega (donde se instaló el primer consultorio de Favalaro); la farmacia de Juan Munuce (boticario y bioquímico que fundó junto al médico rural el primer banco viviente de sangre); la primer casa propia del doctor; la estatua de Rachou Vega; la casa de Juan José Favalaro (hermano que lo acompañó en su labor); la casa de sus tíos (primer residencia de Favalaro en Jacinto Aráuz) y finalmente el monumento al Doctor René Favalaro, obra del artista Eduardo Ferma.

Durante su estancia en Jacinto Aráuz; siempre trataba de estar informado sobre los progresos de la cirugía cardiovascular y leía las publicaciones de Blalock, Crafoord, Gross, Harken y Lillehei, quienes influenciaron en su decisión de especializarse en cirugía cardiovascular.

En 1962, el profesor Mainetti le dice que la cirugía cardíaca de avanzada de esa época se podía contemplar en la Cleveland Clinic. Es así que por sugerencia de su maestro, se dirige hacia allí sin dudar un instante. Permaneció en la Clínica hasta el año 1971.

Conoció al jefe del Departamento de Hemodinamia, Dr. Mason Sones, con quien labró una profunda amistad.

Al final de su tarea diaria, el Dr. Favalaro pasaba largas horas en la sala de hemodinamia, observando las arterias coronarias y sus lesiones que con tanta maestría y habilidad el Dr. Sones mostraba por primera vez al mundo. Para esa época, lo único que se realizaba para paliar los síntomas de la enfermedad coronaria, era el implante simple o doble de arteria mamaria interna (operación de Vineberg). Ésto constituía un método de revascularización indirecta y sus resultados eran absolutamente paliativos.

Surge en él, la idea de realizar el *bypass* aorto coronario; operación que tuvo lugar en la Cleveland Clinic por primera vez el 9 de mayo de 1967 en la Sala de Cirugía Nro. 17, donde el Dr. Favalaro realizó un puente aorto coronario con vena safena para revascularizar

la arteria coronaria derecha de una paciente.

Nueve días después, el Dr. Mason Sones recateriza a la paciente y demuestra que el *bypass* realizado estaba permeable.

Cabe destacar que el Dr. Favalaro no tenía ninguna experiencia en anastomosis vasculares y menos aún en arterias coronarias de 1.5-2.0 milímetros, ya que no había antecedentes ni nunca se habían realizado anteriormente de manera seriada.

Para ésto, recurre previamente y con suficiente antelación al jefe de cirugía vascular de la Cleveland Clinic: Dr. Alfred W. Humphries, quien le enseñó la técnica de anastomosis arteriales pero por supuesto en arterias grandes como son las pertenecientes a los miembros inferiores.

El gran mérito del Dr. Favalaro fue adaptar, simplificar y estandarizar la técnica para anastomosar las arterias coronarias que era casi microcirugía en relación con lo que se realizaba en esa época en otras arterias del organismo.

Más tarde, Dudley Johnson de Milwaukee realiza un *bypass* a la arteria descendente anterior; luego el Dr. Favalaro un doble *bypass* y así inició el largo camino de la cirugía de revascularización coronaria.

Un par de años después, el Dr. Favalaro se dirige a la ciudad de Nueva York donde el Dr. George Green y el Dr. Frank Spencer realizaban anastomosis de la arteria mamaria interna con la arteria descendente anterior bajo el auxilio de un microscopio de 16X.

Estas intervenciones eran largas y tediosas, lo cual las convertía en poco prácticas y riesgosas por el tiempo que insumía con el corazón detenido en aquella época; sin ningún tipo de protección miocárdica.

El Doctor Favalaro regresa a Cleveland Clinic y resuelve cambiar totalmente la técnica, realizándola bajo visión directa con los lentes comunes que utilizaba en cirugía.

Años después, surgieron las lupas de 3.5X que facilitaron aún más la tarea.

En la década del '80, el Dr. Floyd Loop realizó un trabajo científico, donde demuestra que los pacientes que tienen una arteria mamaria permeable a la arteria descendente anterior, prolongan su vida, es decir, viven más años. Además, la permeabilidad a 10 años de este tipo de anastomosis arterial es del 92%.

Es de imaginar el tremendo impacto que ésto significó para el tratamiento de los pacientes coronarios y no en vano, se afirmó en medios científicos y no científicos, que el Dr. René Favalaro había revolucionado la cardiología moderna y que habría una divisoria neta con respecto al antes y después de la creación del *bypass* coronario.

De hecho, se convirtió en la operación más frecuente practicada de todas las intervenciones de cirugía en el mundo y si pensamos que sólo en EEUU se llegaron a realizar 600000 intervenciones en un sólo año, no es exagerado decir que en todo el orbe, varios millones de pacientes se han beneficiado con esta intervención donde ganó fama y prestigio mundial.



René Favalaro con Donald B. Effler, quien era el jefe del Departamento de Cirugía Torácica y Cardiovascular, durante el tiempo que Favalaro permaneció en Estados Unidos. Cuando Favalaro decidió regresar a la Argentina en junio de 1971, Effler le obsequió esta foto. En la dedicatoria dice: *"We have taught each other many things"* (Aprendimos muchas cosas uno del otro).

Fuente (Imagen y epígrafe): Fundación Favalaro

En 1971 decide regresar al país para crear, cuatro años más tarde, la Fundación Favalaro, a la que imaginaba idéntica a la Cleveland Clinic.

En los EEUU estudió y trabajó duro hasta sentirse realmente listo para regresar al país y así enseñar y transmitir todo lo aprendido. En la carta de despedida de René al jefe de Departamento de Cirugía Cardiovascular de Cleveland Clinic, Donald B. Effler expresa: *"Una vez más el destino ha puesto sobre mis hombros una tarea difícil: voy a dedicar el último tercio de mi vida a levantar un Departamento de Cirugía Torácica y Cardiovascular en Buenos Aires. En este momento en particular las circunstancias indican que soy el único con la posibilidad de hacerlo. Ese Departamento estará dedicado, además de a la asistencia médica, a la educación de postgrado y a la investigación clínica."*

En 1971 se hizo cargo del Departamento de Diagnóstico y Tratamiento de Enfermedades Torácicas y Cardiovasculares del Sanatorio Güemes. Desde entonces, su prestigio fue en aumento y en 1975, creó la Fundación Favalaro junto con otros colaboradores.

Uno de sus mayores orgullos fue el de haber formado más de cuatrocientos cincuenta residentes provenientes de todos los puntos de la Argentina, de América Latina y algunos de Europa (Alumni).

Contribuyó a elevar el nivel de la especialidad en beneficio de los pacientes mediante innumerables cursos, seminarios y congresos organizados por la Fundación, entre los que se destaca Cardiología para el Consultante, que tenía lugar cada dos años.

En 1980, Favalaro creó el Laboratorio de Investigación Básica (al que financió con dinero propio durante un largo período) que, en ese entonces, dependía del Departamento de Investigación y Docencia de la Fundación Favalaro.

Con posterioridad, pasó a ser el Instituto de Investigación en Ciencias Básicas del Instituto Universitario de Ciencias Biomédicas, que a su vez, dió lugar en agosto de 1998 a la creación de la Universidad Favalaro.

En 1992 se inauguró en Buenos Aires el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de la Fundación Favalaro; entidad sin fines de lucro; con el lema: *"Tecnología de avanzada al servicio del humanismo médico"*. Se brin-

daban servicios altamente especializados en cardiología, cirugía cardiovascular y trasplante cardíaco, pulmonar, cardiopulmonar, hepático, renal y de médula ósea, además de otras áreas.

Al año siguiente, dictó la carrera de medicina y seis años después fundó la Universidad Favaloro; incorporando las carreras de ingeniería con especialidad en biomedicina, física médica y computación además de kinesiología y nutrición.

La Fundación le permitió formar más de 400 médicos residentes bajo su supervisión; atender más de 347725 consultas; 273276 estudios no invasivos; 19262 cateterismos; 5894 cateterismos terapéuticos; 470 trasplantes y 20174 cirugías.

Una de las características más importantes de la labor docente del Dr. Favaloro fue permitir una libertad científica o académica absoluta como él solía llamarla. Detestaba el modelo europeo, especialmente francés o alemán, con la existencia del "gran patrón". Él estimulaba a cualquiera de sus colaboradores a desarrollar líneas de investigación o tratamiento no practicadas previamente en el servicio. Como ejemplo, puedo mencionar que en 1995 quise iniciar la revascularización con arteria mamaria de la arteria descendente anterior por minitoracotomía, según había sido presentado en Roma previamente en noviembre de 1994. Ésto involucraba realizar el procedimiento sin circulación extracorpórea.

El Dr. Favaloro había realizado algunos casos por esternotomía convencional sin circulación extracorpórea en los comienzos en Cleveland Clinic y algunos al principio en el Sanatorio Guemes. Sin embargo, luego lo abandonó debido a los progresos de los sistemas de circulación extracorpórea.

En realidad, por razones que no vale la pena explicar, él no era partidario de esta técnica. Sin embargo, ante mi propuesta de llevar adelante este procedimiento, su respuesta textual fue: "*Metete, yo te ayudo*". Al poco tiempo me llamó a su despacho y me solicitó que operara a un médico de 80 años que él había intervenido 10 años antes de un reemplazo valvular aórtico y en ese momento necesitaba revascularizar la descendente anterior con arteria mamaria por minitoracotomía; operación que realizamos juntos con éxito.

Ésto es sólo una anécdota dentro de las innumerables líneas de trabajos que se realizaron en el servicio con su aprobación, ayuda y estímulo permanente.

Favaloro fue miembro activo de 26 sociedades, correspondiente de 4 y honorario de 43. Recibió innumerables distinciones internacionales entre las que se destacan: el Premio John Scott, 1979, otorgado por la ciudad de Filadelfia, EEUU; la creación de la Cátedra de Cirugía Cardiovascular "Dr. René G. Favaloro", Universidad de Tel Aviv, Israel, 1980; la distinción de la Fundación Conchita Rábago de Giménez Díaz, Madrid, España, 1982; el premio Maestro de la Medicina Argentina, 1986; el premio Distinguished Alumnus Award de la Cleveland Clinic Foundation, 1987; The Gairdner Foundation International Award, otorgado por la Gairdner Foundation, Toronto, Canadá, 1987; el Premio René Leriche 1989, otorgado por la Sociedad Internacional de Cirugía; el Gifted Teacher Award, otorgado por el Colegio Americano de Cardiología, 1992; el Golden Plate Award de la American Academy of Achievement, 1993; el Premio Príncipe Mahidol, otorgado por Su Majestad el Rey de Tailandia, Bangkok, Tailandia, 1999.

Cuesta resumir su vasta producción científica pero, a modo de ejemplos, el American College of Cardiology al celebrar su cincuentenario, seleccionó los trabajos más influyentes de su historia. Entre ellos citó a Favaloro quién propuso: el tratamiento quirúrgico del infarto en evolución.

Recientemente, en París, en el Symposium "Cirugía del 2000", Carpentier lo reconoció como uno de los pioneros de la cirugía cardiovascular del siglo XX. Fue además, nombrado Ciudadano Ilustre de Nueva Orleans (EEUU) y miembro honorario de la Asociación de Cirugía Torácica y Cardiovascular de Asia; de la Asociación Médica de Israel; las sociedades de cardiología de Ecuador, Perú, Bolivia, Panamá, México, Colombia, Uruguay, Argentina, República Dominicana y Chile; la Sociedad Argentina de Biongeniería y la Florida Society of Thoracic Cardiovascular Surgenos (EEUU).

Ha publicado varios libros, menos de lo que él hubiera deseado: "Surgical Treatment on Coronary Arteriosclerosis" (1970), "Recuerdos de un médico rural" (1980), "¿Conoce

usted a San Martín?”(1987), “La Memoria de Guayaquil”(1991), “De la Pampa a los Estados Unidos”(1992), además de trescientos cincuenta trabajos de su especialidad.

Aparte de ser médico fue un gran humanista, según se refleja en los conceptos vertidos en sus libros o presentaciones públicas.

Un gran amante de la naturaleza según le enseñó en su juventud su abuela materna. A ella le dedicaría su tesis del doctorado: “A mi abuela Cesárea que me enseñó a ver belleza hasta en una pobre rama seca”.

En ocasión de la visita del profesor Morris Levy de Israel a la Fundación Favalaro, él doctor le obsequió como recuerdo de su estadía en la Argentina, un paquete de semillas de nuestro árbol autóctono: Palo Borracho. Actualmente los mismos se encuentran plantados en el campus de la Universidad de Tel Aviv.

En sus tres visitas a Israel, disfrutaba particularmente contemplar los desarrollos de la agricultura y en una ocasión viajó varios kilómetros para conseguir semillas en un vivero especial donde se cultivaban los famosos melones de Galilea.

De regreso a nuestro país, sembraba las semillas en su campo de Magdalena y distribuía el resto entre sus colaboradores con el mismo propósito.

También era habitual que importara de EEUU las semillas correspondientes a la variedad de maíz dulce que en esa época no existía en nuestro país e igualmente las distribuía en-

tre nosotros.

El Dr. Favalaro era, por sobre todas, las cosas un educador con gran capacidad docente, humanista e imbuído de un profundo sentido de solidaridad social. *“Debe entenderse que todos somos educadores. Cada acto de nuestra vida cotidiana tiene implicancias, a veces significativas. Procuremos entonces enseñar con el ejemplo”*. (Conferencia “Ciencia Educación y Desarrollo”, Universidad de Tel Aviv, mayo de 1995).

“En cada acto médico debe estar presente el respeto por el paciente y los conceptos éticos y morales, entonces la ciencia y la conciencia estarán siempre del mismo lado, del lado de la humanidad”. (Congreso de Bioingeniería, 1999).

Alguna vez el Dr. Favalaro nos comentó un antiguo proverbio chino que decía: *“Si una persona planifica para 1 año, planta arroz; si planifica para 20 años, planta un árbol; si planifica para toda la vida enseña.”*

En ocasión de la creación del Alumni en 1996, le recordé que en nombre de todos sus discípulos, él había planificado para toda la vida: había enseñado.

Ese y muchos otros logros constituyen la labor ciclópea del Dr. Rene Favalaro y así será recordado: como uno de los grandes maestros de la cirugía cardiovascular del mundo.

Acercándonos a los 10 años de su fallecimiento, su memoria sigue vigente tanto en los médicos como en el pueblo argentino, como cirujano ilustre y ejemplo cabal de compromiso ético, social y humano.

ARTÍCULO DOCUMENTAL

▶ RAMÓN CARRILLO Y LAS AORTOGRAFÍAS

AUTOR:
DR. ADOLFO SAADIA

Recibido: Julio 2009
Aceptado: Noviembre 2009
Correspondencia: asaa@speedy.com.ar

Revisando la historia es interesante rescatar valores escondidos de la medicina argentina; muchos de ellos por causas políticas.

Un ejemplo típico es el de Ramón Carrillo quien fue un eminente neurocirujano durante la primer etapa de su vida médica; de predicamento internacional a pesar de su juventud, con sólo alrededor de 30 años de edad.

Atraen la atención sus trabajos por las sustancias de contraste que desarrolló para diagnosticar en su especialidad como así también un libro cuya publicación influyó también en los diagnósticos de la época. “Radiología del cuarto ventrículo”(1929) con aceites yodados, material que estudió comparativamente con la anatomía durante diez años en más de mil casos. Publica, en 1937, un atlas comparativo que lo titula: “Yodoverniculografía”, técnicas que fueron aplicadas en Alemania y en otros centros Europeos e Internacionales.

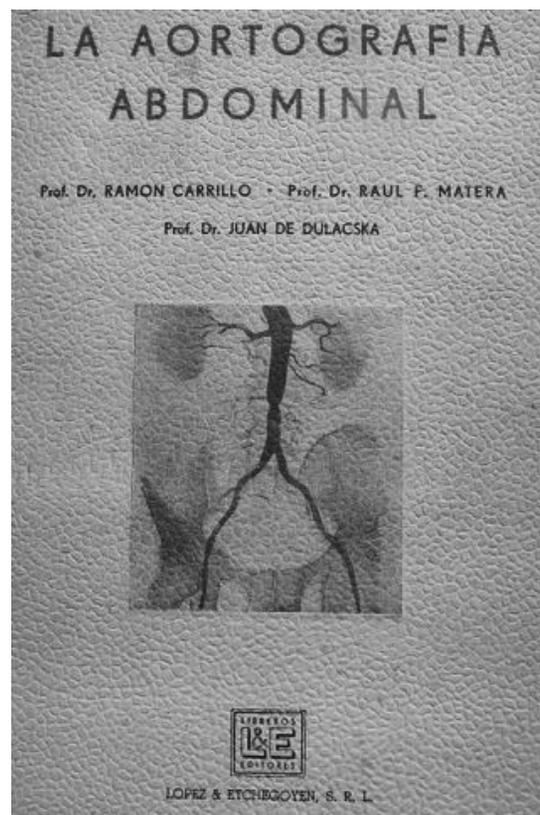
Este recuerdo se compagina con las otras experiencias que se realizaban en el “Instituto de Neurocirugía de la Facultad de Ciencias Médicas de Buenos Aires”; Departamento de Cirugía del Sistema Nervioso Simpático que Ramón Carrillo dirigía.

En la década de '40/'50 se realizaron técnicas radiológicas de vasos sanguíneos que culminan con la publicación de un libro en 1954 titulado: “La Aortografía Abdominal”; publicado en cinco idiomas que representó la vanguardia de la investigación científica argentina de la época. Este libro fue la ampliación del trabajo original que se presentó en el “Congreso Sudamericano de Neurocirugía”, Lima, Perú, 1953.

Ponencia acerca del “Síndrome de Leriche”

(Trombosis crónica aorto ilíaca). Los autores critican la poca difusión del método; según calculan es la primer publicación del tema en 26 años después de la primera descripción realizada por Dos Santos en Lisboa en 1927.

Debido a los riesgos que representaba el método y a los accidentes ocurridos según pu-



Tapa del libro “La Aortografía Abdominal”

blicaciones de la década del '30, se destaca la importancia que tiene para el diagnóstico correcto de las enfermedades vasculares en diferentes territorios orgánicos como así también los beneficios para muchos enfermos al facilitar tratamientos con mejores diagnósticos; a su vez, el perfeccionamiento del método conlleva a un buen futuro pronóstico.

Desarrollan los autores las normas y sus técnicas, los medios de contraste y un análisis de la fisiología, los accidentes, sus causas y su prevención; producto de la experiencia del trabajo realizado en una serie de 1000 aortografías.

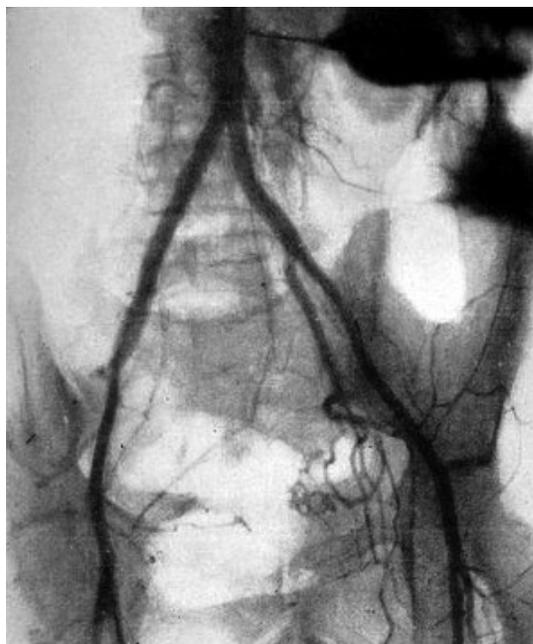
En el prólogo del libro se destaca la admiración y agradecimiento a los investigadores por el conocimiento y el beneficio que el método brinda a miles de enfermos; a los doctores: Dos Santos, Lamas, Caldas, Leriche y Kunlin. En el libro "La Aortografía Abdominal" se van mencionando, además de la historia y autores del método, sus indicaciones y contraindicaciones, causas del fracaso, accidentes, cómo evitarlos siguiendo una técnica con anestesia general utilizando nuevas sustancias anestésicas y las ventajas de otras vías de abordaje además de la aórtica directa, la carotídea y femoral.

En un capítulo aparte se mencionan las complicaciones y los accidentes junto con las técnicas personales para evitarlos (por yodo/yodismo), como así también las diferentes aplicaciones de acuerdo con las patologías a investigar; destacando la abdominal y la vascular periférica. Si tenemos en cuenta el comienzo de estas intervenciones durante los años 1940/1950, fueron pioneros en el tema.

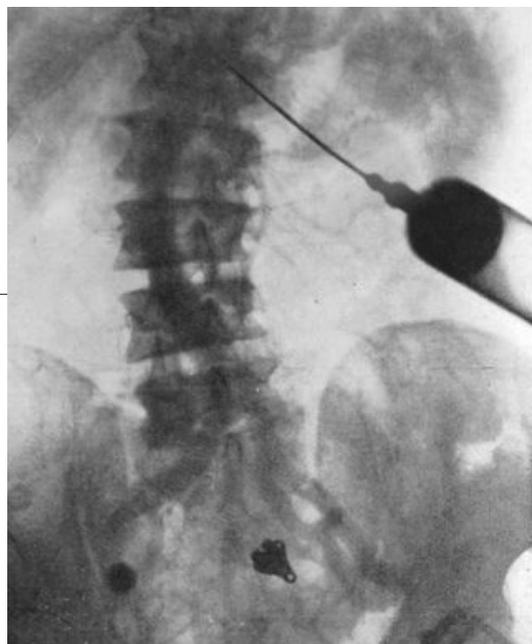
El hombre científico que precozmente sobresale en la medicina como uno de los grandes neurocirujanos reconocido ya en su juventud en las más destacadas esferas de la neurocirugía internacional, decide abandonar su profesión y dedicar su vida a la ciencia política en la esfera de la salud pública y de la medicina social.

Ramón Carrillo es uno de los hombres científicos comprometidos con lo social y lo político. En nuestro país existieron grandes figuras en la salud pública que trascendieron las fronteras fijando normas que hasta en la actualidad se respetan siendo difícilmente superadas.

La teoría de hospital pertenece a las publicaciones realizadas por EUDEBA, editorial de la Universidad de Buenos Aires a mediados del 1900, única publicación conocida.



Imágenes de Aortografías



Durante su gestión aumentó el número de camas existentes en el país, de 66.300 en 1946 a 132.000 en 1954, momento en que se retira.

El índice de mortalidad infantil del 90 por mil a 56 por mil. En tuberculosis de 130 por 100.000 a 36 por 100.000. Terminó con epidemias como el tifus y la brucelosis; el presupuesto de salud se incrementó durante su gestión en diez veces; los decesos por tuberculosis disminuyeron considerablemente.

Todo ésto dando prioritaria importancia al desarrollo de la medicina preventiva, a la organización hospitalaria, a conceptos como la centralización normativa y la descentralización ejecutiva que nada tiene que ver con la descentralización que se realizó en los últimos años a nivel hospitalario en nuestro país que sólo responde a fines meramente económicos impuestos por el mercado.

Ramón Carrillo auguraba, que algún día, en lugar de festejar por construir un nuevo hospital, lo haremos al clausurarlo debido a que ya no lo necesitaremos.

Como le describe Ramón Carrillo a un ami-

go muy querido y albacea de él, Ponzio Godoy, durante sus últimos días de vida a principios de septiembre de 1956: *“no dudes de mi honestidad, podría haber sido muy rico de haberme dedicado a mi cirugía, ahora vivo en la mayor pobreza de la que nadie puede imaginar ayudado solamente por un querido amigo; por orgullo no puedo exhibir mi pobreza...”* *“...si yo desaparezco queda mi obra y la verdad sobre mi gigantesco esfuerzo donde déje mi vida, debe ser reconocida, no puedo pasar a la historia como malversador.”*

Ello ocurría en su exilio mientras se lo juzgaba en Buenos Aires y se confiscaban sus dos propiedades, único patrimonio de la familia cuyo valor no superan sus deudas.

Fallece en la ciudad de Belem, donde vivía exiliado con su familia; había aceptado un puesto de médico en una empresa minera en el norte de Brasil donde se instala en la ciudad Belem do Pará desde donde viajaba 150km para atender a los mineros.

El 20 de diciembre de 1956 se produce su deceso y allí es enterrado.

BREVE RESEÑA BIOGRÁFICA

Ramón Carrillo nace en Santiago del Estero el 7 de marzo de 1906. Hijo de un profesor normal, periodista y político. Es el mayor de 11 hermanos. A los 12 años de edad ingresa al Colegio Nacional.

En 1924, a los 17 años, se incorpora a la Facultad de Medicina de Buenos Aires. En 1927 por concurso de calificaciones llega a ser practicante externo del Hospital de Clínicas y se convierte de redactor de la Revista del Centro de Estudiantes de Medicina.

Se recibe de médico a los 22 años, publica con el destacado neurocirujano Manuel Balado trabajos de investigación considerados por su calidad como de excelencia en esa época. En 1930 debido a sus altas calificaciones como así también a los trabajos publicados se hace acreedor a la Beca de la Universidad de Buenos Aires para perfeccionarse en Europa durante tres años. Lo realiza en Holanda, Francia y Alemania. Durante 1932 representa al país en el “Primer Congreso de Neurología” de Berna, siendo, a los 26 años, el participante más joven.

En 1933 regresa a la Argentina; organiza el Laboratorio de Neuropatología del Instituto de Clínica Quirúrgica, actividad que desarrolla durante 8 años conjuntamente con la actividad quirúrgica hospitalaria.

En 1935, años de profunda decadencia moral y política, plena de corrupción, enajenación de los bienes del país y gran pobreza, comienza su preparación política junto a destacados hombres de la época, tales como: Armando y Enrique Santos Discepolo, José Pedroni, Horacio Quiroga, Gabriel del Mazo, Raul Scalabrini Ortiz, Homero Manzi, Arturo Jauretche y muchos otros hombres pertenecientes al arte y a la ciencia que se apoderan de su espíritu inquieto. La pintura es parte de sus pasiones, *“...lucha contra el país cultural y económicamente colonizado...”*, según sus palabras como

militante nacionalista. En 1937 a los 31 años de edad recibe el “Premio Nacional de Ciencias”. Dos años más tarde accede a la jefatura del Servicio de Neurología y Neurocirugía del Hospital Militar Central.

En contacto con los aspirantes al servicio militar comprueba el estado lamentable de salud de los futuros conscriptos, enfermedades de la pobreza; comprobando que para mil habitantes no hay ninguna cama en algunas regiones; rechaza el concepto de beneficencia por el concepto de servicio público, que deberían tener los habitantes del país.

En 1942, por concurso, obtiene la Cátedra de Neurocirugía tras el fallecimiento del Maestro Manuel Balado; otro gran neurocirujano de la época, tenía para ese entonces 35 años. En 1944 conoce y se relaciona con el Coronel Juan Domingo Perón en el Hospital Militar Central; al año siguiente, como representante ante el Consejo Directivo de la Facultad de Medicina, crea la Escuela de Postgraduados orientada a la medicina social y preventiva. Funda la Sociedad Argentina de Historia de la Medicina. Publica numerosos trabajos; se calculan en centenas las publicaciones de su especialidad y temas sociales.

En mayo de 1946 se lo nombra Secretario de Salud Pública para luego convertirse en primer Ministro de Salud Pública y creador del Ministerio de la Argentina en 1949. Estuvo a cargo del mismo hasta 1954.

Al comenzar y desarrollar sus funciones, elabora un plan que poseía 4000 páginas, lo que se conoció como el “Plan analítico de salud pública” partiendo de estos conceptos: *“...los problemas de la medicina como rama del Estado no pueden resolverse si la política sanitaria no se encuentra respaldada por una política social; respaldada a su vez por una economía organizada en beneficio de la mayoría ...”* *“... multiplicar la riqueza que debe ser repartida en forma adecuada por el trabajo sin perjuicio de nadie...”* *“...los hospitales deben ser casas de salud no de enfermedad, un esencial derecho del hombre...”*.

ANEXO

Como recordatorio es importante mencionar figuras notables que junto con Ramón Carrillo llevaron a nuestro país a ser uno de los más avanzados en su época y que son los que han fundamentado las bases del desarrollo de lo que se ha utilizado posteriormente en toda cirugía y medicina; lamentablemente mal reconocidos por las dirigencias en algunos casos académica y en otros por el mismo Estado.

En su mayor parte surgen en las últimas décadas del siglo XIX y en el transcurso del siglo XX:

Domingo Cabred (1859-1929), creador de una forma de tratar enfermos mentales aprobada en los niveles internacionales, premonitor de la moderna atención de enfermos mentales.

Juan Bautista Justo (1865-1928), gran cirujano, investigador, introductor de la antisepsia en cirugía.

Arturo Oñativia (1914-1983), reforma el Sistema Hospitalario Nacional, Hospitales de la Comunidad, Servicio Nacional de Agua Potable y crea la Ley de Medicamentos.

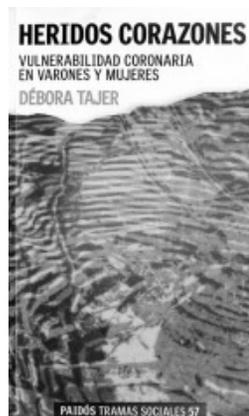
Salvador Mazza (1886-1946), sanitarista que desarrolla una avanzada en la lucha contra la enfermedad del Mal de Chagas; como investigador tenía a todos los gobiernos en su contra. Hay 24 millones de enfermos en Latino América producto de la situación socio económica de pobreza y falta de desarrollo.

Todos los anteriormente mencionados junto con Ramón Carrillo, forman una lista de personalidades de avanzada desde el siglo XIX en todos los campos de la salud y de la medicina; junto con los premios Nobel: Bernardo Houssay, Federico Leloir, César Milstein y muchos otros que no se han mencionado en el presente artículo.

COMENTARIO DE LIBRO

► **“HERIDOS CORAZONES”**
VULNERABILIDAD CORONARIA
EN VARONES Y MUJERES

Autora: Dra. Débora Tajer
Ensayo Sociológico
1ra. Edición, Buenos Aires, Paidós, 2009
304 Páginas - 21 x 13cm.
ISBN 978-950-12-4557-8
Idioma: Español
Prólogo, Dr. José Carlos Escudero



COMENTARIO:
DR. ADOLFO SAADIA

Correspondencia: asaa@speedy.com.ar

Para quienes transitamos los quirófanos desde siempre, midiendo tiempos con la vida, tratando de salvarla casi siempre en situaciones críticas, encontrar este enfoque de la enfermedad es un aspecto poco frecuente. Lamentablemente como muchas de las patologías que abordamos, reitero, en situaciones críticas podrían ser evitadas si las condiciones de labor y de vida se modificaran para dar lugar a un esquema más racional de trabajo y convivencia social.

Todo ésto es analizado con un excelente criterio por sus conocimientos y dotes de investigadora por la Dra. Débora Tajer⁽¹⁾ con un trabajo minucioso de campo que suma muchos años de consultas y tarea personal como socióloga y psicóloga.

Los cirujanos, salvo excepciones, no estamos habituados a las lecturas de literatura relacionadas con la sociedad en la que vivimos, a pesar de sufrir todos los inconvenientes que sufren los habitantes del suelo Planeta Tierra; desde la alimentación hasta las catástrofes cli-

máticas o humanas; producto en su mayoría de los mismos hombres.

El enfoque que Débora Tajer nos trae en su libro es en gran parte original y sumamente útil para asimilarlo en nuestros anaqueles del conocimiento profesional. No sólo como un adelanto informativo de conocimientos sino también como para tenerlo presente en el momento que analizamos la enfermedad en “personas”; los enfermos, que llegan a la consulta y con quienes deberíamos dialogar con mayor precisión y tiempo, nos permitiría descubrir errores, mejorar los diagnósticos clínicos y las orientaciones terapéuticas; antes de abordar las tecnologías hoy tan precisas pero despojadas de la mano del médico para el sentir de los enfermos.

Analiza la enfermedad coronaria midiendo las patologías desde un punto de vista de género y las condiciones de vida con los conflictos que conlleva la diaria tarea para cada género: hombre/mujer, en diferentes aspectos de su trayectoria: en el trabajo, en la sociedad,

¹ Licenciada en Psicología (U.B.A.) especialista en psicología clínica. Magister en Ciencias Sociales y Salud. Doctora en Psicología (UBA). Investigadora y Docente de grado y postgrado en universidades nacionales y extranjeras. Consultora de la OPS, OMS y Consejo Nacional de la Mujer. Es autora de numerosos trabajos y colaboradora en libros de su especialidad.

vida familiar, economía, intereses personales, distracciones, clasificándolos por género, clase social y carácter psicológico en diferentes épocas cronológicas de su desarrollo.

Análisis redoblado en el caso de las mujeres, trabajadoras para el mantenimiento familiar por el desempleo masculino además de las tareas hogareñas y el cuidado de los niños. Es un trabajo desarrollado en su ámbito, minucioso y laborioso que suma el interés por el tema y la pasión por lo que se investiga. Completa ese análisis con las condiciones fisiológicas hormonales en el caso de la mujer en relación con el varón y las edades en cada caso.

El interesante estudio desarrollado en mujeres de mediana edad más vulnerables, que son ejecutivas y tienen importantes responsabilidades, a más de otros factores de riesgo agregados como ser el alcohol, tabaco y sedentarismo, muestran la labilidad y exposición que tienen a la enfermedad cardíaca.

En estos últimos grupos, la representación corporal, es manejada más con un sentido estético que ligado al rendimiento físico, como sucede en los sectores menos pudientes, en los cuales es su necesaria máquina de trabajo.

La patología coronaria, por diferentes razones que llevaría mucho analizar, se ha "masculinizado". La mujer, al ingresar al mercado laboral masculino, entre otras consideraciones, conlleva toda la carga de estrés que producen algunos trabajos pero con mejor tolerancia al mismo. Otro criterio analiza que la llamada "masculinización" no es más que la super exigencia producida en casos por la personalidad de las mujeres perfeccionistas, imprescindibles y multifuncionales.

La autosuficiencia, los excesos, seres impulsivos, la gula, dificultades para conectarse con su entorno pueden ser caracteres comunes a ambos sexos.

En estos análisis hay que agregar la dificultad en el diagnóstico de la enfermedad coronaria en la mujer al considerarla, todavía, menos frecuente y con síntomas que prevalecen solamente en el varón.

Comenta el Dr. J. C. Escudero en el prólogo: *"...la mitad de las muertes que ocurren en nuestro país se deben a accidentes cerebro o cardiovasculares y un enfoque original en políticas de salud podría modificar favorablemente la evolución de miles de personas, teniendo en cuenta estos hechos, propo-*

niendo soluciones y recursos para la prevención y menos para la terapéutica industrial de la salud".

Para ello, sería necesario cambiar los criterios de causa puramente biológicas con otro criterio multidisciplinario y en el caso de la enfermedad coronaria del estricto terreno de la cardiología.

La autora presenta en su libro una orientación acerca de la fragilidad psicosocial tanto en varones como en mujeres en relación con la enfermedad coronaria.

Al mismo tiempo que este estudio fuera útil para médicos y para aquellos que se interesen en el tema, no accesible, en mi criterio para aquellos alejados de los medios profesionales tanto por el idioma y sintaxis orientados específicamente a la psicología/psicoanálisis. Este mismo criterio se puede considerar para algunos médicos.

Considero, en este aspecto, que la formación universitaria por muchas generaciones ha sido muy limitada en estos conceptos socio-psicológicos habiendo predominado una orientación hacia lo tecnológico-práctico.

Destaca, la autora, que en la trayectoria laboral comparando la evolución en ambos sexos, hay diferentes tolerancias por cambio de tareas, cansancio y responsabilidades inherentes al trabajo, tanto como las familiares, con y sin pareja o hijos y cuenten con mayor o menor ingresos.

Al comparar un género a otro surgen, en cada uno, conflictos de diferente magnitud



Dra. Débora Tajer

relacionados con esta problemática.

El ascenso social y todas las transformaciones que se observan en las sociedades actuales, no se relacionan con los conceptos tradicionales de la familia y la misma sociedad. Centrando en la mujer el análisis, incluyendo lo religioso, desde superar el tipo de vida familiar materno como “esclavas de la vida” en la clases más bajas, hasta la transformación estética permanente y cara de las clases más adineradas con mayores posibilidades laborales pero más vulnerables a la enfermedad coronaria; consecuencia, en buena parte, de las transformaciones sufridas.

En estos conceptos sociales se involucra a los deportes, habitualmente premaritales en los varones y raramente desarrollados después de los 25-30 años. En las mujeres con igual modalidad y según su ubicación social con un significado estético más que relacionado con la salud.

En relación con el concepto de “cuerpo máquina” o “resolver sólo mis problemas”, “hombre/mujer superhéroe”, la aceptación o no de trabajar en equipo o solo dirigirlo, pavor al tiempo libre, aburrimiento en las vacaciones, irritables, poco tolerantes, impacientes, exigentes, poco o nada agradecidos, son todos conceptos que se entremezclan en las personalidades que se estudian como enfermos o aspirantes a serlo del punto de vista coronario.

Estas reflexiones aseveran la indicación para que los cardiólogos sepan conocer e interpretar estas personalidades y de esta forma poder orientar a los enfermos en la consulta, incluyendo el “idioma específico” coronario femenino; pendientes de sus hijos adolescentes, de las crisis de los cuarenta años o bien

del crecimiento de sus nietos.

La sexualidad y su rinde en las diferentes etapas de vida, forman parte de todo este desarrollo como la dificultad para elaborar duelos; como el pasaje de una etapa de la vida a otra incorporando nuevas experiencias.

Cada factor de los descriptos y los otros muchos no mencionados en este comentario del libro, se suma para el estallido de la enfermedad en un momento determinado.

Se inicia otra etapa de la enfermedad coronaria. La evolución dependerá de factores que se relacionan con los sistemas que atienden la enfermedad, desde las distancias para llegar en tiempo y encarar la enfermedad coronaria hasta el tipo de cobertura que posea el interesado, la suerte que en el lugar de derivación, hospitalario público o de cualquier servicio de salud tengan la estructura necesaria y los conocimientos para salvar o no la vida.

Dados los fabulosos adelantos que se tienen, tanto en los conocimientos de la enfermedad, evolución y tratamientos tecnológicos, es necesario que se intensifiquen las opiniones de los médicos y de la población, como así también se provean los lugares adecuados para la atención de estas patologías, sin que sean una excepción, sólo lo natural para salvar el derecho que tienen todas las personas para su salud.

Sugiero la lectura de esta obra que en esta sintética nota, lamentablemente no se puede dar un panorama total de su riqueza, pero puede su lectura abundar de conocimientos a quienes estamos en contacto con estos enfermos cardíacos y coronarios.

CARTA DEL LECTOR

► EL POST OPERATORIO MEDIATO DEL CORAZÓN ARTIFICIAL ELECTROMECAÍNICO

POR:
DR. PEDRO M. BIANCHI DONAIRE

Correspondencia: pmbianchi@fibertel.com.ar

Luego de escuchar, primero en la sede del Colegio y de leer después el vívido relato del Dr. Francisco De Pedro, publicado en el último número de la Revista del Colegio Argentino de Cirujanos Cardiovasculares, revivieron en mi memoria, emociones intensas de hechos vividos con el colega y gran amigo que ya no nos acompaña Dr. Héctor Osvaldo Trabucco.

Siento que, por estos recuerdos, es mi obligación hablar y relatar todo lo que ocurrió luego del implante de un corazón artificial electromecánico por primera vez en el mundo en un ser humano, el 31 de Julio de 1980 en mi Servicio de Cirugía Cardiovascular del Policlínico Ferroviario Central.

Este año 2010 se cumplirán 30 años del hecho y una incertidumbre continúa girando en mi mente: ¿cuáles fueron las causas que determinaron que este implante no figure en la bibliografía médica argentina?. En este largo lapso, nunca lo he visto mencionado en las bibliografías citadas en numerosos tratados sobre el tema.

Las únicas referencias existentes son su publicación en la Revista Argentina de Cirugía: "Fundamentos científicos y técnicos de un corazón electromecánico intratorácico con fuente de energía portátil; primera aplicación en el ser humano", Rev.Argent.Cirug. 40:201, 1981. Sesión de la Academia Argentina de Cirugía el 22 de Abril de 1981 y en las profusas publicaciones periodísticas de La Nación, La Prensa y Clarín del 2 de Agosto de 1980 y de La Razón del 1º de Agosto de 1980, así como también en las filmaciones de noticieros televisivos de esa época.

Considero que este implante, éxito o fra-

caso, se realizó; por lo tanto, existe, como antecedente. Dada la extensión que podría comprender este relato me referiré exclusivamente a hechos fehacientes evitando nombres y todo tipo de suposiciones.

Todos los detalles de la implantación del corazón electromecánico y evolución postoperatoria inmediata durante la supervivencia del paciente durante 15 horas, escapan al objeto de este escrito; estando relatados sintéticamente en la publicación mencionada anteriormente.

Pasados los duros momentos del implante y fallecimiento del paciente se plantearon los objetivos a concretar: a) conseguir disminuir el tamaño del corazón artificial a un volumen que hiciera factible su aplicación en el mayor número posible de tórax, ya que, el mismo únicamente era adaptable con la existencia previa de una cardiomegalia apreciable; b) lograr los medios económicos para conseguirlo; c) crear un ambiente en el Servicio de Cirugía Cardiovascular que permitiera la experimentación animal y que a su vez funcionara en forma paralela como centro de entrenamiento quirúrgico para Residentes.

El punto (a) Trabucco y Seuli ya lo tenían planeado empleando elementos de considerable resistencia de fatiga y posible laminación delgada para la carcasa; el recubrimiento interno seguiría siendo el Estirpol (Si-O-Si), lo más dificultoso era reducir los elementos impulsores que accionaba el motor para mantener el mismo volumen minuto a diferente presión pulmonar y sistémica en cada cámara correspondiente; el punto (c) se solucionó inmediatamente aceptando la Dirección del Policlínico Ferroviario que todo el sector Sud

del 8° piso del servicio se empleara para este fin y el punto (b) lo solucionó la Fundación Roëmmers.

Me comuniqué con los Laboratorios Roëmmers y luego de varias reuniones informativas, nos fue concedido un muy importante aval monetario bajo mi responsabilidad de administración e información periódica de los resultados que se iban obteniendo.

Con un enorme entusiasmo, nos pusimos a trabajar en el acondicionamiento del 8° piso y para nuestra sorpresa todo el personal de mantenimiento del Policlínico se adhirió espontáneamente y en forma voluntaria a nuestra tarea, trabajando por las tardes fuera de su horario.

Todos los médicos del servicio invirtieron también dinero de su patrimonio particular, ya que el aporte inicial de la Fundación Roëmmers había sido entregado por disposición de la Dirección del Hospital a la misma y había necesidad inmediata de dinero para la compra de materiales, pinturas, rieles de techo para el traslado de animales anestesiados...

En dos meses y medio de intenso trabajo vespertino estaba la zona experimental montada con una excelente sala de operaciones con capacidad para realizar dos operaciones simultáneas y con toda el área de recepción, preparación y mantenimiento de animales completada. Era un verdadero laboratorio experimental.

Empezamos a planear un nuevo implante del corazón electromecánico en un ternero para valorar exhaustivamente las modificaciones a realizar, para el 28 de diciembre de 1980. A partir de aquí terminó un sueño y empezó una pesadilla.

Aproximadamente para noviembre la situación política y gremial del país y del Policlínico ya había cambiado, había una nueva dirección.

El día 27 de diciembre de 1980 recibí una comunicación de la dirección del Policlínico en la cual se me comunicaba que por una resolución de la superioridad quedaba prohibido realizar alguna actividad en la nueva sección del Servicio de Cirugía Cardiovascular porque en un hospital asistencial no podía realizarse ninguna actividad experimental.

Pensamiento indudablemente genial para el "día de los inocentes". Frente a esta comu-



Imagen inédita tomada durante la intervención quirúrgica experimental realizada en un vacuno. En el centro de la imagen el Dr. Trabucco y a la derecha el Dr. De Pedro.

nicación me presente rápidamente a la dirección y exigí el retorno inmediato del dinero entregado por la Fundación Roëmmers para su devolución ya que con esta disposición no podría cumplir con mi compromiso. Me respondieron cansinamente que iba a tener que esperar porque estaba invertido a interés. Ya en este momento no recuerdo bien lo que dije, fue algo así como que si no lo tenía en mi poder en 24 horas lo publicaba en todos los diarios.

A las 24 horas recibí el dinero y lo restituí a la Fundación Roëmmers donde no podían creer lo que había ocurrido. Me dieron un sentido pésame y así culminó un sueño.

Pero empezó una larga batalla de interferencias y notas por cualquier necesidad del servicio que duró 12 años pero éso es ya otra historia que no quiero recordar.

Todo el sector que habíamos reformado fue desmantelado sin contemplaciones y adjudicado al Hospital de Día para la atención de casos psiquiátricos ambulatorios si mal no recuerdo.

Espero que muchos de los responsables involucrados en los hechos relatados hayan podido disfrutar de sus beneficios aunque creo que no todos, porque la incertidumbre mencionada *ut supra* persiste en girar en mente.