



15
2ej

Universidad Nacional Autónoma de México
FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios de Postgrado
Hospital Central Sur de Concentración Nacional
PEMEX

EXPANSION MICROVASCULAR

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

Que para obtener el Diploma de Especialista en
CIRUGIA PLASTICA Y RECONSTRUCTIVA

P R E S E N T A

DR. FERNANDO HASFIELD ARISTA

Asesor de Tesis: Dr. José Luis Haddad Tame



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	pag.
1.- Introducción	1
2.- Hipótesis	4
3.- Objetivos	5
4.- Justificación	6
5.- Material y Métodos	7
6.- Resultados	17
7.- Discusión	22
8.- Bibliografía	26

EXPANSION MICROVASCULAR

INTRODUCCION:

Los orígenes de la expansión tisular controlada pueden remontarse a 1957 cuando Neumann (1) la utilizó para la reconstrucción quirúrgica de una oreja amputada colocando un balón de plástico en la región temporal, inflable mediante un tubo de polietileno exteriorizado en el cuello, durante un período de 2 meses. En la era actual, Chedomir Radovan (2-4) en 1976, fue el precursor de la utilización de la expansión tisular con los principios vigentes hasta la actualidad, conceptos que han sido reforzados por Argenta (5-7). Sin embargo, la aplicación de este procedimiento se había limitado únicamente a la expansión de piel y secundariamente fascia y músculo en colgajos fascio/miocutáneos. Unos de los reportes más recientes de nuevas aplicaciones de la expansión tisular son los de Ortiz-Monasterio (8) para expandir hueso en la reconstrucción orbitaria y los de Stark (9) y Rufz-Razura (10) en la elongación de arterias y venas.

Aunque las reparaciones vasculares se remontan a 1759 con Hallowell, 1889 con Jassinovski, 1896 con Brian, 1902 con Carrel y Guthrie y muchos más, es hasta 1958 en que se inicia la cirugía microvascular con Seidenberg, Hurwitt y

Carton (11) con vasos de 1.5 a 3 mm de diámetro. A partir de entonces, con el perfeccionamiento de los microscopios y del material de sutura, así como el entrenamiento de personal, se han logrado mejorar ostensiblemente los buenos resultados en las microanastomosis de vasos menores de 1 mm de diámetro, con un rango de permeabilidad postoperatoria del 41 % al 90 % de acuerdo a diversos autores (12-17).

Existen situaciones en las que no es posible efectuar una anastomosis vascular convencional, por lo cual la técnica quirúrgica ha evolucionado al respecto, existiendo un gran número de variantes para solucionar problemas tales como la diferencia de calibre y falta de porciones vasculares (14-17).

Fogarty (18), en 1963 introdujo la utilización de un catéter intravascular con un globo expandible en su extremo para realizar tromboembolectomías en cirugía vascular, procedimiento que es empleado en la actualidad con aplicaciones incluso extravasculares como sería el árbol biliar (19). Al respecto existen numerosas publicaciones (18-23) en relación a la mecánica, efectos adversos y complicaciones con la utilización de dichos catéteres.

Es posible que en base a los principios del funcionamiento de catéter de Fogarty, en 1964 Dotter y Judkins (24) realizaran una angioplastia transluminal de

la arteria femoral para el tratamiento de una obstrucción aterosclerótica.

Con el advenimiento de la radiología intervencionista, Gruentzig (25) realiza en 1976 la dilatación de arterias coronarias estenosadas por vía transluminal percutánea, existiendo numerosas publicaciones (26-29) en relación a modificaciones en el diseño del catéter, evaluación de los resultados obtenidos, indicaciones, contraindicaciones y complicaciones con este procedimiento.

Existe el antecedente (17) de realizar una expansión mecánica durante la realización de una anastomosis microvascular "telescopiada", sin embargo, el procedimiento está limitado a esta técnica y sin un control respecto a la ganancia en el calibre del vaso ni de los cambios histológicos a nivel de la pared vascular.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el presente estudio reunió los principios de la expansión tisular a la cirugía microvascular mediante el uso de una variedad de los catéteres de embolectomía y angioplastia, con la finalidad de aumentar el calibre de los vasos menores de 1 mm, disminuyendo la dificultad técnica y mejorando las posibilidades de permeabilidad de la anastomosis.

HIPOTESIS

Las principales limitantes en las microanastomosis vasculares son:

- A) Dificultad técnica en vasos de calibre menor de 1 mm.
- b) Requerir de personal experimentado en este procedimiento.

Analizando el hecho que los vasos modifican fisiológicamente su calibre con los cambios de presión y de volemia, se ponen a consideración las siguientes hipótesis:

- 1.- LOS VASOS SON CAPACES DE SER EXPANDIDOS.
- 2.- LA EXPANSION VASCULAR CONTROLADA NO ES DAÑINA.

OBJETIVOS

GENERAL: Determinar que el catéter microvascular que se propone, produce un aumento en el diámetro de vasos de aproximadamente 1 mm, sin producir daño en la pared de los mismos.

- SECUNDARIOS:**
- 1.- Facilitar la técnica para anastomosis vasculares microquirúrgicas.
 - 2.- Demostrar que no se produce daño intravascular en las anastomosis realizadas.
 - 3.- Comprobar que la dilatación obtenida es de carácter transitorio, facilitando la anastomosis pero no produciendo dilataciones aneurismáticas.
 - 4.- Demostrar la permeabilidad a largo plazo de las anastomosis efectuadas con este procedimiento.
 - 5.- Ofrecer una alternativa quirúrgica para solucionar las discrepancias vasculares.

JUSTIFICACION

La microcirugía aplicada a la Cirugía Reconstructiva ha sido relevante en la realización de nuevos procedimientos, tales como colgajos libres o reimplantes digitales y de extremidades.

Con un entrenamiento adecuado en el laboratorio, es posible realizar anastomosis microvasculares en vasos de pequeño calibre (aproximadamente 1 mm) con buenos resultados en la permeabilidad vascular en manos experimentadas.

Al tomar en consideración que puede existir carencia de equipos de amplificación o poca experiencia en la realización de anastomosis en vasos de diámetro aproximado a 1 mm, se justifica el diseño de un catéter que al ser capaz de aumentar el calibre de los vasos sin producir daño en los mismos, disminuya la necesidad de la amplificación y facilite el procedimiento, asegurando de esta forma la permeabilidad anastomótica.

MATERIAL Y METODO

El catéter es construido elongando una porción de un catéter epidural convencional, reduciendo así considerablemente su calibre. En el extremo proximal no elongado se introduce el conector estandar del catéter y en su extremo distal se introduce un fragmento de catéter de silastic de 4 mm de longitud y de 1 mm de diámetro externo, fijando este al catéter epidural con nylon 8/0 circunferencialmente. La luz distal del catéter de silastic es ocluida con un pequeño fragmento vulcanizado del catéter epidural fijado de la misma manera. Al conector se le coloca una jeringa convencional de insulina para la insuflación (figs. 1, 2 y 3). Es pertinente destacar la importancia que tiene el "purgar" completamente el catéter previo a su utilización, ya que ha sido demostrado por diversos autores (25, 27), en relación a angioplastias coronarias, que la expansión neumática no es gradual y puede lesionar la pared de los vasos.

La manera de medir la eficacia del catéter se dividió en dos etapas:

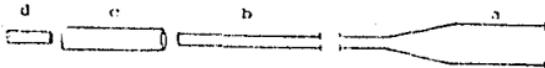


Fig. 1 Componentes del catéter
 a) extremo elongado
 b) extremo distal
 c) catéter de silastic
 d) catéter vulcanizado

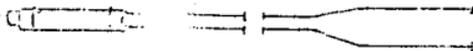


Fig. 2 Catéter terminado

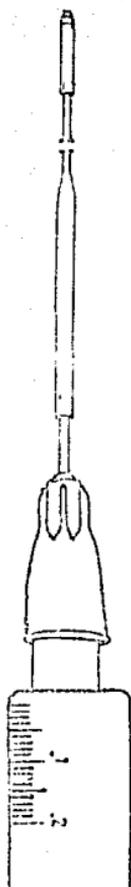


Fig. 3 Vista panorámica
del catéter.

I) Inicialmente se aplicó el catéter en los vasos de 10 placentas humanas frescas, inmersas en solución isotónica de NaCl con menos de 3 horas de haber sido extraídas y sin antecedentes de amnioitís.

Mediante arteriotomía y venotomía se determinó el calibre de una arteria y una vena de cada placenta introduciendo el catéter de venopunción que correspondía al vaso seleccionado (tabla 1), dividiéndolas en 2 grupos de 5 cada uno, a las cuales se les instiló al catéter expansor 0.02 y 0.04 ml de agua respectivamente, manteniendo la expansión durante 5 minutos, determinando el calibre final con los mismos catéteres de venopunción. Los fragmentos de los vasos así manejados fueron enviados a estudio de microscopía de luz con tinción de hematoxilina y eosina, sabiendo de antemano que los vasos placentarios comienzan a destruir su endotelio desde el momento mismo del parto. Los hallazgos obtenidos (tabla 2) determinaron que solo son necesarios 0.02 ml de agua para obtener un aumento de más del doble del diámetro inicial sin producir daño en la estructura de la pared vascular. Aparentemente la casi nula diferencia de la expansión obtenida entre ambos grupos se debe a que una vez obtenida cierta expansión del catéter, la instilación de mayor volumen conduce a un aumento en longitud más que en diámetro. Macroscópicamente se observó que a pesar de que las venas son más fáciles de distender por tratarse de vasos de

TABLE

continued

Year	Value
1970	1,770
1971	2,111
1972	2,807
1973	3,214
1974	3,228
1975	3,221
1976	3,167

Source: U.S. Census Bureau.

TABELA 2

Placentas Grupo I (0.02 ml)				
No.	USO	CALIBRE (mm)		Hallazgos histológicos
		maternal	fetal	
1	A	0.71	1.07	Sin evidencia de signos vasculares Sin evidencia celular
	V	1.21	1.21	
2	A	0.71	1.07	
	V	0.71	1.07	
3	A	1.07	1.07	
	V	1.07	1.07	
4	A	0.71	1.07	
	V	0.71	0.71	
5	A	1.07	1.07	
	V	1.07	1.07	
Placentas Grupo II (0.01 ml)				
1	A	0.71	1.07	Sin evidencia de signos vasculares Sin evidencia celular
	V	0.71	1.07	
2	A	0.71	1.07	Sin evidencia celular
	V	0.71	1.07	
3	A	0.71	1.07	Sin evidencia de signos vasculares Sin evidencia celular
	V	0.71	1.07	
4	A	0.71	1.07	Sin evidencia de signos vasculares Sin evidencia celular
	V	0.71	1.07	
5	A	1.07	1.07	Sin evidencia celular
	V	1.07	1.07	

A = Arterias

V = Venas

capacitancia, el aumento obtenido en su calibre una vez retirado el catéter expansor es mínimo, por lo cual se decidió aplicarlo en la segunda etapa solo en vasos arteriales.

II) La segunda etapa consistió en la aplicación del procedimiento "in vivo" en 20 ratas Wistar con peso entre 250 y 300 gr. Consideramos prudente fraccionar la duración de la expansión en esta etapa para disminuir la posible lesión que produciría la presión sostenida sobre la pared del vaso.

TECNICA QUIRURGICA

Bajo anestesia general inhalatoria con éter, se disecó la aorta abdominal en toda su extensión, se colocaron pinzas vasculares en sentido proximal y distal y se seccionó transversalmente la aorta en su parte media. El catéter microexpansor se introdujo en uno de los cabos, instilando lentamente los 0.02 ml de agua hacia el balón de silastic. Se mantuvo la expansión durante 3 minutos, vaciando el expansor durante 1 minuto, para posteriormente expanderlo de nuevo durante 2 minutos, observando al término de esta secuencia, la pérdida transitoria de la capacidad elástica de los vasos. Una vez terminada la expansión de uno de los cabos, se hace evidente la

diferencia en calibre del expandido contra el no expandido. Al terminar la expansión en ambos cabos, se procede a efectuar la anastomosis término-terminal con puntos simples interrumpidos de nylon 9/0 (Ethilon)*, bajo magnificación con microscopio quirúrgico (OMNI-9)** (10X), lo cual resulta más sencillo debido al diámetro mayor de las bocas anastomóticas, permitiendo esto simplificar el procedimiento inclusive a manos menos experimentadas en el campo de la microcirugía. Finalmente, se corrobora la permeabilidad de la anastomosis con la prueba mecánica de Acland (figs. 4, 5, 6, 7)

Las 20 ratas fueron divididas en 4 grupos de 5 cada uno de ellos, siendo estudiadas a las 24 horas, 7, 14 y 21 días de efectuado el procedimiento, inicialmente bajo anestesia general para corroborar la permeabilidad de la anastomosis y analizar macroscópicamente el aspecto del vaso en busca de dilataciones aneurismáticas, siendo finalmente sacrificadas para extraer la aorta abdominal y enviarla a estudio de microscopía de luz con tinciones de hematoxilina y eosina, tinción para fibras elásticas y tricrómico de Masson.

* Johnson & Johnson

** Carl - Zeiss



Fig. 4. Sección del metal expandido con el 10%
de ácido nítrico (aproximadamente 100x).

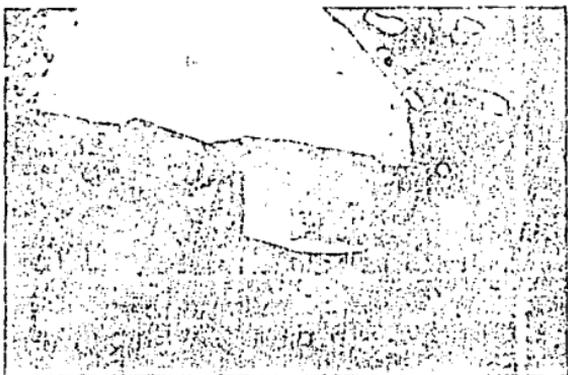


Fig. 5. Metal endurecido y expandido con el 10%
de ácido nítrico (aproximadamente 100x).



Fig. 6. *Micrografía de un filme de silicio depositado sobre un sustrato de óxido de aluminio.*



Fig. 7. *Micrografía de un filme de silicio depositado sobre un sustrato de óxido de aluminio.*

RESULTADOS

Los resultados definitivos correspondientes a la segunda etapa del estudio fueron los siguientes:

MACROSCOPICAMENTE:

El aumento del calibre vascular durante el procedimiento en los cuatro grupos en términos generales fue: de 1 mm inicial a 2.7 mm postexpansión. En todas las ratas, incluso en las estudiadas a las 24 hs de efectuado el procedimiento, el diámetro vascular había regresado a su calibre original.

No hubo ningún caso de oclusión en el sitio de la anastomosis, lo cual se traduce en una permeabilidad del 100 %. Tampoco hubo ni un solo caso de dilataciones aneurismáticas en las porciones sometidas a expansión.

MICROSCOPICAMENTE:

La tabla 3 resume los hallazgos histológicos en las tres capas que constituyen la pared vascular. (fig. 8)

En las ratas 1 y 4 del grupo I el hallazgo de trombo intraluminal parcial, localizado en el sitio de la

TABELA 1

Tabela 1 (14 horas)			
Introdução		Teoria	Atividade
1	Conceitos fundamentais da administração	Fundamentos da administração: introdução à administração (17h)	Revisão informativa seguida de elaboração de projeto de trabalho
2	Normal		
3	Normal		
4	Conceitos fundamentais da administração	Normas administrativas	
5	Normal		
Tabela 2 (14 horas)			
Tabela 2 (14 horas)			
Introdução		Teoria	Atividade
1	Introdução à administração	Fundamentos da administração	Elaboração
2			
3		Normas administrativas	
4			
5		Normas administrativas	

continua tabla 3

GRUPO III (14 días)			
	Inicia	Medio	Advertencia
1	Normal	Fibras elásticas rectificadas	Fibras
2			
3		Fibras elásticas irregulares	
4			
5		Fibras elásticas rectificadas	
GRUPO IV (21 días)			
	Inicia	Medio	Advertencia
1	Normal		Fibras
2		Fibras elásticas normales	
3		Hipoplasia de fibras elásticas	
4			
5			

PERMEABILIDAD 100 %

NEURISMAS 0 %



Fig. D. Dato microscópico de un tipo de material que se encuentra en la zona de filtración de la membrana de la célula de la bacteria *Escherichia coli*. El material es un tipo de material que se encuentra en la zona de filtración de la membrana de la célula de la bacteria *Escherichia coli*.

anastomosis y que no oclufa más allá de un tercio de la luz del vaso, posiblemente fue debido a falla técnica durante el procedimiento por tratarse de las primeras anastomosis realizadas, lo cual es compatible con los buenos resultados en los otros tres grupos de estudio a mayor plazo y con mayor "experiencia" quirúrgica.

DISCUSION

La expansión tisular es una técnica coadyuvante en Cirugía Plástica y Reconstructiva, actualmente empleada en múltiples procedimientos tales como reconstrucción mamaria, auricular, alopecias, etc.

Los reportes por muchos conocidos se han enfocado a la expansión de colgajos cutáneos, fasciocutáneos y miocutáneos para reconstrucción de cubierta cutánea. En relación a la microcirugía, Lauritzen (17), en su técnica de anastomosis telescopiada efectúa una expansión vascular mecánica con pinzas, reportando dilataciones aneurismáticas en el sitio de la anastomosis; sin embargo no hubo control alguno en la presión aplicada a la pared del vaso ni en el aumento en el calibre, y sin control de los cambios estructurales a nivel microscópico.

Algunos cirujanos consideran rutinario efectuar cierta forma de dilatación mecánica al realizar anastomosis microvasculares mediante la introducción en las bocas anastomóticas de instrumentos metálicos específicos; sin embargo, esta es muy limitada y poco valorable.

En nuestro trabajo se intenta darle un nuevo enfoque al concepto de la expansión tisular aplicandola a la microcirugía, para lo cual fue necesario diseñar un catéter semejante a los de Fogarty y al de angioplastia

coronaria, pero con un costo infinitamente menor y de fácil construcción, el cual es capaz de aumentar el calibre de los vasos en forma ultrarrápida, de manera controlada y sin producir daño en la pared vascular con el propósito de facilitar las microanastomosis.

Es evidente el aumento en la complejidad técnica a medida que el diámetro vascular disminuye y asimismo, en forma inversamente proporcional a este factor, el incremento en los fracasos quirúrgicos. Los resultados por nosotros obtenidos son alentadores, pues la ganancia conseguida en el calibre vascular ofrece las ventajas propias de efectuar una anastomosis en un vaso de mayor calibre y que no va a presentar espasmo vascular que comprometa la permeabilidad de la anastomosis.

Las conclusiones finales pueden resumirse en:

- 1.- Hemos ampliado el campo de la expansión tisular en un área previamente no descrita.
- 2.- Se ha diseñado un catéter microexpansor al alcance de cualquier servicio, con un costo infinitamente menor al más pequeño de los catéteres de Fogarty que es del triple de diámetro.
- 3.- Potencialmente es posible sustituir al microscopio quirúrgico por telelupas en determinados procedimientos al triplicar el diámetro vascular de manera transitoria y sin daño estructural.

- 4.- Facilita el procedimiento en manos poco experimentadas.
- 5.- Aumenta las posibilidades de permeabilidad de la anastomosis al aumentar el calibre vascular y bloquear transitoriamente el espasmo vascular.
- 6.- Ofrece una alternativa mas para solucionar el problema de las discrepancias vasculares en colgajos libres.
- 7.- Creemos que este procedimiento es susceptible de utilizarse en la práctica común de la Cirugía Reconstructiva.
- 8.- Creemos tambien que el diseño del catéter puede modificarse construyendo un doble balón para obviar el uso de aproximadores vasculares (fig. 9).

AGRADECIMIENTOS: Quiero agradecer la colaboración del Dr. Luis Padilla del Servicio de Cirugía Experimental del Hospital "20 de Noviembre" y a los Drs. Mauricio DiSilvio y Guillermo Rocha de la Unidad de Microcirugía de la Universidad Anáhuac para el desarrollo de este trabajo.



Fig. 9. *Micrograph of a surface showing a wavy line.*

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Neumann, C.G.. The expansion of an area of skin by progressive distention of a subcutaneous balloon. *Plast. Reconst. Surg.* 19:124, 1957.
- 2.- Radovan, C.. Adjacent Flap Development using expandable silastic implant. Presented at the Annual Meeting of the American Society of Plastic and Reconstructive Surgeons, Boston, Mass., 1976.
- 3.- Radovan, C.. Development of adjacent flaps using a temporary expander. *Plast. Surg. Forum.* 2:62, 1979.
- 4.- Radovan, C.. Tissue expansion in soft-tissue reconstruction. *Plast. Reconst. Surg.* 74:482, 1984.
- 5.- Argenta, L.C., Watanabe, M.J., and Grabb, W.C... The use of tissue expansion in head and neck reconstruction. *Ann. Plast. Surg.* 11:31, 1983.
- 6.- Argenta, L.C., Marks, M.W., and Grabb, W.C... Selective use of serial expansion in breast reconstruction. *Ann. Plast. Surg.* 11:188, 1983.

- 7.- Argenta L.C., Marks. M.W., and Pasyk, K.A.. Advances in tissue expansion. Clin. Plast. Surg. 78:63, 1985.
- 8.- Ortiz-Monasterio, F.. Tissue expansion in craniofacial surgery. Presented at the XVII Symposium Annual International on Aesthetic Plastic Surgery, Guadalajara, Jal., Mexico, 1989.
- 9.- Stark, G.B., Hong, C.H., and Futrell, J.W.. Rapid elongation of arteries and veins in rats with a tissue expander. Plast. Reconst. Surg. 80:570, 1987.
- 10.- Ruis-Razura, A.. Vascular expansion in microsurgery. Presented at the XVII Symposium Annual International on Aesthetic Plastic Surgery, Guadalajara, Jal., Mexico, 1989.
- 11.- O'Brien, B.M. and Hayhurst, J.W.. Principles and techniques of microvascular surgery. In J.M. Converse (Ed.), Reconstructive Plastic Surgery, 2nd Ed., Philadelphia, W.B. Saunders, 1977: 340.
- 12.- Hamilton, R.B. and O'Brien, B.M.. An experimental study of microvascular patency using a continuous suture technique. Br. J. Plast. Surg. 32:153, 1979.

13.- Hayhurst, J.W. and O'Brien, B.M.. An experimental study of microvascular technique, patency rates and related factors. Br. J. Plast. Surg. 28:128, 1975.

14.- O'Brien, B.M., Browing, F.S.C., and Rosen, P.. Experimental micro-arterial grafts to small arteries. Br. J. Plast. Surg. 32:155, 1979.

15.- O'Brien, B.M., Haw, C., Kubo, T., Gilbert, A., and Hayhurst, J.W.. Microvenous grafting of small vein defects. Br. J. Plast. Surg. 32:164, 1979.

16.- Kanayjia, R.R., Hoi, K.I., Miyamoto, Y., Ikuta, Y., and Tsuge, K.. Further technical considerations of the sleeve microanastomosis. Plast. Reconstr. Surg. 81:725, 1988.

17.- Lauritzen, C.. A new and easier way to anastomose microvessels: an experimental study in rats. Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. 12:291, 1978.

18.- Fogarty, T.J., Crauley, J.J., Krause, R.J., Strasser, E.S., and Hafner, C.D.. A method for extraction of arterial emboli and thrombi. Surg. Gynec. Obstet. 166:241, 1963.

19.- Dainko, E..Complications of the use of the Fogarty Balloon Catheter. Arch. Surg. 105:79, 1972.

20.- Van Way, C.W. and Sawyers, J.L.. Damage to the intrahepatic biliary system from the use of the balloon-tipped catheter. Am. J. Surg. 125:343, 1973.

21.- Poster, J.H., Carter, J.W., Graham, C.P., and Edwards, W.H.. Arterial injuries secondary to the use of the Fogarty catheter. Ann. Surg. 171:971, 1970.

22.- Dobin, P.B.. Balloon embolectomy catheter in small arteries - I. Lateral wall pressures and shear forces. Surgery. 90:177, 1981.

23.- Jorgensen, R.A. and Dobin, P.B.. Balloon embolectomy catheter in small arteries - IV. Correlation of shear forces with histologic injury. Surgery. 93:798, 1983.

24.- Dotter, C.T. and Judkins, M.P.. Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction: description of a new technique and a preliminary report of its applications. Circulation. 30:654, 1964.

25.- Gruentzig, A.R., Senning, A., and Siegenthaler, W.E.. Nonoperative dilatation of coronary artery stenosis. N. Eng. J. Med.. 301:61, 1979.

26.- Ischinger, T., Gruentzig, A.R., Meier, B., and Galan, K., Coronary dissection and total coronary occlusion associated with percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA): significance of initial angiographic morphology of coronary stenosis. *Circulation*. 74:1371, 1986.

27.- Cowley, M.J., Vetrovec, G.W., and Wolfgang, T.C., Efficacy of PTCA: Technique, patient selection, salutary results, limitations and complications. *Am. Heart J.* 101:272, 1981.

28.- Block, P.C., Myler, R.K., Stertz, S., and Fallon, J.T., Morphology after transluminal angioplasty in human beings. *N. Eng. J. Med.* 305:382, 1981.

29.- Simpson, J.B., Baim, D.S., Robert, E.W., and Harrison, D.C., A new catheter system for coronary angioplasty. *Am. J. Cardiol.* 49:1216, 1982.