

RELATO.

ORIENTACIONES ACTUALES  
EN EL TRATAMIENTO DE LAS LESIONES  
DE LOS GRUESOS TRONCOS ARTERIALES \*

Los sustitutos de arterias

Dr. PEDRO LARGHERO

*Colaboración en Técnica Experimental: Dr. G. H. NEGRÍN*

Es fácil poner un título; mucho menos lo es concebir el tema y ajustarlo a las exigencias de un relato. En medicina, un relato <sup>(1)</sup> supone el cumplimiento de dos condiciones:

- 1º) experiencia personal y cierta, sobre el tema;
- 2º) presentación de la misma en un tiempo dado (mínimo).

La primera condición no puede ser cumplida por nosotros, puesto que en el momento actual la sustitución del vaso lesionado por un trasplante o prótesis domina el tratamiento y nosotros no tenemos experiencia en el hombre sobre esta terapéutica. Para emplear este recurso es necesario las etapas previas de cirugía experimental y creación del Banco de Arterias. Es sobre estas dos etapas que versará este relato, completado con la información, tomada de la literatura de los resultados del empleo de los sustitutos de arterias, en el hombre.

Todo el trabajo experimental ha sido realizado en el Departamento de Ciencias Fisiológicas de la Facultad de Medicina (Director: Prof. D. Bennati), con la colaboración del Dr. G. H.

\* Trabajo experimental del Departamento de Ciencias Fisiológicas de la Facultad de Medicina de Montevideo. Director: Prof. D. Bennati.

(1) Del latín "referre", referir, dar a conocer de palabra o por escrito, un hecho cierto o ficticio.

Negrín. El material de arterias empleado, fue preparado en la Central de Sangre y Plasma de la Facultad de Medicina (Director: Dr. D. Invernizzi).

Los técnicos, señores Diego García y Emilio Couce, colaboraron en estas dos etapas del trabajo.

La exposición en el Congreso, será destinada a la presentación del material gráfico y a precisiones sobre el estado actual del tratamiento en los seis grandes capítulos que interesan al cirujano:

Obstrucción arterial aguda.  
Obstrucción arterial crónica.  
Espasmo arterial traumático.  
Aneurismas.  
Hematomas disecantes.  
Técnica quirúrgica general.

## SUSTITUTOS DE ARTERIAS

En defecto de la posibilidad de restaurar las estructuras y la función de un tronco arterial lesionado, su sustitución por un trasplante tubular orgánico o inorgánico, es el método de tratamiento de elección.

Existen dos tipos básicos de sustitutos de arterias:

- 1º) Trasplantes de tubos de tejidos humanos o animales.
- 2º) Tejidos artificiales inorgánicos (textiles sintéticos).

## TRASPLANTES

Del punto de vista de su vitalidad existen dos tipos: *viabiles* y *desvitalizados*.

### *Trasplantes viabiles*

Son viabiles los que se incorporan como tejidos vivos al ser que los recibe; en este caso son verdaderos injertos. (2) El voca-

---

(2) Del latín "insertus", introducido (Diccionario de la Lengua Española, XVIª edición). "Parte de una planta con una o más gemas, que aplicada al patrón se suelda con él."

bio supone la conservación de *vida* (viabilidad) del fragmento trasplantado y esto no ocurre casi nunca sino en "autoinjertos" inmediatos o conservados en medio nutritivo y frío y trasplantados antes de los 30 días. (3) Los problemas a resolver en materia de trasplantes e injertos de arterias, forman parte del capítulo general del trasplante e injerto de órganos y tejidos.

### *Trasplantes desvitalizados*

Excepción hecha del autoinjerto en las indicaciones citadas, todos los demás sustitutos de tejidos orgánicos, son *desvitalizados*. La desvitalización se cumple por el hecho de su separación del organismo madre, complementada por los métodos de asepsia y conservación y en última instancia, aunque la vida celular se conserve, la pierden al ser insertados en el huésped. (4)

Los cinco métodos de conservación más empleados son:

- 1) *Medio nutritivo* (5) y *frío* (4° C.), (método de Gross). (6)
- 2) *Congelación y desecación* (liofilización). (7)
- 3) *Congelación y conservación a —79° C.* (Hufnagel, Deterling, Rob). (8)
- 4) *Formol al 4 %*.
- 5) *Alcohol etílico al 70°*. (9)

---

(3) LAZZARINI, A. A.; KEEFER, E. B. C.; GLENN, F.—Evaluation of Human Arteries after long Storage in Nutrient Medium. "Arch. Surg.", 72, 1: 44-85 (Jan.) 1956.

(4) Ver capítulo **Trasplantes viables y no viables**.

(5) Tipo de medio nutritivo: solución salina tampón, con 10 % de suero homólogo y 5 % de solución antibiótica de Penicilina y Estreptomicina. El medio es isotónico y mantenido a un pH de 7.2 a 7.6. Lleva unas gotas de fenol rojo indicador de contaminación por microbios (viraje al anaranjado).

(6) GROSS, R. E.; BILL, A. H. Jr. and PEIRCE, E. C.—Method for Preservation and Transplantation of Arterial Grafts. "Surg. Gynec. and Obst.", 88: 689-701, 1949.

(7) MARRANGONI, A. G. and CECCHUSI, L. P.—Homotransplantation of Arterial Segments Preserved by the Freeze-dried Method. "Ann. Surg.", 34: 977, 1951.

(8) HUFNAGEL, Ch. A.—Preservation and Transplantation of Normal Tissues. A Ciba Foundation Symposium. Little, Brown and Company, 196-209, 1954.

(9) PAOLUCCI, R. and TOSSATI, E.—Homografts of Aorta in Alcohol. "J. Internat. Coll. Surgeons", 14: 257, 1950.

En el primero la conservación tiene un límite de semanas; en los otros cuatro es indefinida, por lo cual y dadas las dificultades para obtener arterias humanas, se les prefiere. Toda nuestra testificación experimental con trasplante ha sido hecha, salvo excepciones, con material liofilizado.

De acuerdo con la procedencia existen *tres tipos de trasplantes*:

Autotrasplante, homo y heterotrasplantes, llamados también autógenos, homólogo y heterólogo. Entendiéndose sobre la verdadera significación del vocablo no hay inconveniente en hablar de auto, homo y heteroinjertos.

*Autotrasplante*.— Puede ser una arteria (esplénica); <sup>(10, 11)</sup> o la subclavia izquierda reseca y suturada verticalmente, después de incisión longitudinal, para sustituir un segmento corto de aorta. El autógeno más empleado han sido las venas, excepcionalmente un tubo de pericardio, o de vena reforzada por fascia lata. El autógeno es el trasplante de elección ya que “prenden” como injertos y conservan su estructura viva.

Las venas trasplantadas <sup>(12)</sup> como sustitutos de arterias periféricas son de gran utilidad y experimentan cambios estructurales apropiados a su nueva función (hipertrofia de la musculosa y la fibrosa; <sup>(13)</sup> es el mismo proceso que ocurre en las venas en la fistula arteriovenosa. La técnica ajustada, la buena elección del caso y el método del desvío <sup>(14)</sup> con anastomosis término-laterales descrito por Kunlin, con implantación subcutánea o dentro de la vaina de un músculo (sartorio) completan su utilidad.

---

(10) HURWITT, E. S. and KANTROWITZ, A.—The Construction of Fresh Autogenous Arterial Grafts. II: One Year Survival Studies on Splenic Artery Fabricated Grafts in the Aorta. “Angiology”, 3: 453, 1952.

(11) MUREN, A.; DAHLBACK, O.; SANDBLOM, Ph.; YDBOURN, H. and NORDEN, G.—Cross-turned autogenous arterial grafts. “Acta Chir. Scand.”, 110: 403-408, 1956.

(12) Los trasplantes de venas fueron utilizados por Goyanés en 1906 para sustituir una resección por aneurisma poplíteo. Leriche lo propuso en 1912. Kunlin ajustó la técnica en 1947 y 1948. (Ver cita 14.)

(13) HUMPHREYS, G. H.—II: General Principles in Cardiovascular Surgery. “The Surg. Clinics of North Amer.”, pp. 522-543. April 1952, New York.

(14) KUNLIN, J.; BITRY-BOELY, C.; VOLNE et BEAUDRY.—Le Traitement de l'ischémie artérielle par la greffe veineuse longue. “Rev. de Chirurgie”, 70, 7-8: 206-235 (Juillet-Août) 1948.

||| } | |

*Homotrasplante arterial.*—Es el sustituto práctico de elección, siempre que exista una organización adecuada para obtenerlos, prepararlos y almacenarlos. (Ver *Banco de arterias.*)

*Heterotrasplante arterial.*—Segmento de arteria tomado de una especie y trasplantado a otra. En clínica humana los trasplantes heterólogos empleados han sido: cartilago de buey como sostén; arterias de cerdo, <sup>(15)</sup> perro, oveja y ternera.

#### EL PROBLEMA DE LOS HETEROTRASPLANTES. APLICACIÓN A LAS ARTERIAS

El trasplante heterólogo <sup>(16)</sup> de tejidos, en general, cursa actualmente su etapa de estudios y experimentación biológica en el animal y el hombre. <sup>(17, 18, 19, 20, 21)</sup> El problema biológico de tolerancia, poder antigénico y viabilidad, no ha sido resuelto; en el hombre han sido empleados en casos excepcionales y resultaron útiles (contralor a breve plazo, salvo caso Fontaine citado en la prensa no médica).

En la literatura médica hemos encontrado cinco citas de empleo; probablemente hay más, no publicados.

<sup>(15)</sup> GLENN, F.; KEEFER, E. B. C.; LAZZARINI, A. A.—Clinical Applications of Blood Vessel Replacement. "Surg. Clinics of North Amer.", 437-457 (April) 1956.

<sup>(16)</sup> Nageotte y Seneert preconizaron su empleo en 1919. "Compte Rendue Soc. Med. Biol.", 82: 45, 1919.

<sup>(17)</sup> ASHBURN, F. S.; SEWELL, W. H. and HUGGINS, Ch. E.—Experimental replacement of the Superior Vena Cava with Homologous Arteries and Report of a Case with Malignant Obstruction Replaced with a Heterologous Artery. "The Journ. of Thoracic Surg.", 31, 5: 618-624 (May), 1956.

<sup>(18)</sup> KIMOTO, Seigi; SUGIE, Saburo and TSUNODA, Masahiko.—Experimental and Clinical Studies on Arterial Homo and Heterografts Preserved in Alcohol. Preliminary Report. "Arch. of Surgery", 69: 549-563, 1954.

<sup>(19)</sup> HUFNAGEL, Ch. A.—Transplantation of Blood Vessels. Ciba Foundation Symposium on Preservation and Transplantation of Normal Tissues. Little, Brown and Company, Boston 1954.

<sup>(20)</sup> PATE, J. W.; BATCHELOR, W. H.; SEWELL, W. H.; KOTH, D. R. and SAWYER, P. N.—Freeze-dried Arterial Heterografts: Grafting and Immunological Studies. (To be Publish.) "J. Th. Surg.", 31, 5: 624 (May), 1956. Citado por Ashburn and Others, ver cita 17.

<sup>(21)</sup> HUFNAGEL, Ch. A.; RABIL, P. J. and REED, L. A.—Method for the Preservation of Arterial Homo and Heterografts. "Surgical Forum Clinical Congress Amer. Coll. Surgeons", IV: 162-168, 1953.

Los casos publicados se refieren a:

- 1 reemplazo de cava por aorta liofilizada de cerdo. (17)
- 2 reemplazos de aorta por aorta conservada en alcohol de perro y oveja. (18)
- 2 reemplazos de iliaca por aorta liofilizada de ternera y de lechón.
- 4 casos de Hufnagel: (19) 2 casos de iliaca, poplítea y radial, con uso de aorta de ternera y cerdo.

Nuestros resultados en el animal (cerdo joven a perro, en aorta abdominal) demuestran tolerancia perfecta y rehabilitación con neointima a 8 meses empleando heterotrasplantes liofilizados. De acuerdo con Hufnagel, este caso certifica la perfección de la técnica de liofilización de la Central de Sangre y Plasma de la Facultad de Medicina; y este punto tiene importancia, ya que Hufnagel ha mostrado que los heteroinjertos frescos o mal liofilizados fracasaron por dehiscencia de sutura o ruptura, en tanto la liofilización con desecación perfecta, da 85 % de éxitos.

Pate (22) en 1952, y Sawyer y Pate en 1953, habían mostrado también que la antigenicidad de los tejidos es cambiada por la congelación y desecación.

Pese a estos ensayos en clínica humana, el asunto de heterotrasplante tiene múltiples incógnitas. Negrín, Ugarte y Ruggiero, trabajando en nuestro Laboratorio Experimental del Instituto de Fisiología, han observado que el heterotrasplante se comporta de modo variable e imprevisible: siempre con el mismo material (segmentos de 10 a 12 cms. de aorta de cerdo joven, preparados por liofilización y trasplantados a perros) han observado tres tipos de evolución:

- 1º) Tolerancia perfecta de 8 meses.
- 2º) Necrosis precoz de la sutura y desconexión con hemorragia.
- 3º) Necrosis diferida (a las 3 ó 4 semanas) en forma de "apolillamiento" del trasplante, como si sufriera lisis en islotes.

---

(22) PATE, J.—Transplantation of preserved non-viable tissues. A Ciba Foundation Symposium on Preservation and Transplantation of Normal Tissues. pp. 60-75. Little, Brown and Company, Boston 1954.

El envejecimiento del heterotrasplante después de liofilización parece que aumenta su resistencia; a resultados semejantes ha llegado Szilagyi. (23)

ELECCIÓN DE TRASPLANTES:  
TRASPLANTES VIABLES O NO VIABLES

*Literatura consultada sobre el tema*

- GÖTHMAN, Bengt.—Experimental and Clinical Studies on the Reconstruction of Arterial Defects. "Acta Chirurgica Scandinavica". Supp. 218, 1956, Stockholm.
- ROB, C. G. and EASCOTT, H. H. G.—The Preservation of Arteries and Other Tissues for Clinical Use. Ciba Foundation Symposium on Preservation and Transplantation of Normal Tissues. Little, Brown and Company, Boston, 190-195, 1954.
- HUFNAGEL, Ch. A.—Experimental and Clinical Observation on the Transplantation of Blood Vessels. Ciba Foundation Symposium on Preservation and Transplantation of Normal Tissues, 196-209, 1954.
- LAZZARINI, A. A.; KEEFER, E. B. C. and GLENN, F.—Evaluation of Human Arteries After Long Storage in Nutrient Medium. "Arch. of Surgery", 72, 1: 48-56 (Jan), 1956.
- Panel Discussion on Substituts for Arterial Segments. (Ch. A. HUFNAGEL, Moderator.) Henry Ford Hospital International Symposium on Cardiovascular Surgery. W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, 1955.
- GOOD, R. A. and VARGO, R. L.—Successful Homograft of Skin in a Child with Agammaglobulinemia. "J.A.M.A.", 157: 713-716, 1955.

INTERROGANTES DEL PROBLEMA

*Planteamiento*

En la selección de sustitutos de arterias, y no teniendo en cuenta los problemas atinentes a la obtención del material para el Banco de arterias, la primera cuestión es resolver si el trasplante de un segmento de vaso vivo, da mejores resultados funcionales que uno muerto. Y le sigue el concepto de *viabilidad* (24) y los test de viabilidad. (25)

---

(23) SZILAGYI, D. E.—Henry Ford Hosp. "Internat Symposium on Cardiovascular Surgery", 527-528, 1955.

(24) PEIRCE, E. C.—II: The Use of Viably Preserved Tissue for Homologous Arterial Grafts. "Ann. Surg.", 136: 228, 1952.

(25) GÖTHMAN, Bengt.—Experimental and Clinical Studies on the Reconstruction of Arterial Defects. "Acta Chir. Scand.", Supp. 218, 1956.

Según Peirce son viables las arterias en las condiciones siguientes: a) tomadas una a cuatro horas después de la muerte y trasplantadas frescas; b) conservadas en refrigeración por encima de congelación en solución salina y empleadas antes de dos semanas; c) conservadas en refrigeración en medio nutricional fisiológico y balanceado ("buffered") por un período de hasta cincuenta días. Todos los demás no son viables.

Los métodos empleados para demostrar la viabilidad son: examen histológico; cultivo de tejidos; respiración de los tejidos; contractilidad de la pared arterial; incorporación de sulfato radioactivo por la túnica media (técnica de autorradiografía). La prueba definitiva de viabilidad se da cuando el fragmento, trasplantado en otro individuo de la misma especie, sus tejidos más especializados sobreviven; y esto no ocurre salvo con el trasplante de córnea.

El huésped usa el trasplante sólo como almacén y crece en él, reemplazando dos de sus elementos: la íntima y la adventicia; la túnica elástica se condensa en una capa en la media y la limitante elástica interna queda intacta, estabilizada, después del primer año. (26) Por esto la normalidad de las condiciones físicas de las fibras elásticas de la túnica media es condición básica para el empleo exitoso de un trasplante, aunque él no sea viable.

### *Respuesta*

Según el estado actual del conocimiento, en este campo aún abierto a todas las investigaciones es: que del punto de vista experimental, un trasplante *viable* sólo puede ser obtenido con material *autógeno fresco*.

Los tejidos *homólogos* mueren una vez trasplantados, aun cuando tengan vitalidad en el momento del trasplante: la respiración e incorporación de sulfato radioactivo, se reducen mucho después de una semana. (27)

---

(26) HUFNAGEL, Ch. A.—Ciba Symposium on Preservation and Transplantation of Normal Tissues, 196-209, 1954, Little, Brown and Company, Boston.

(27) GÖTHMAN, B.—Autor citado, pág. 24.

Es un obstáculo substancial para el progreso médico, el hecho establecido que los tejidos y órganos trasplantados de una persona a otra, no sobreviven. (28)

Los resultados funcionales después de trasplante no dependen de la presencia de *tejidos vivos* en el trasplante. La facilidad de preparación y de conservación y la similitud de resultados, aconsejan emplear material *no viable* (*liofilizado, congelado a 79° o formolado*). Es evidente que otros múltiples factores condicionan el éxito: selección de casos, estado humoral sanguíneo, estado arterial, técnica quirúrgica propiamente dicha, calibre y longitud del segmento trasplantado, velocidad circulatoria, técnica de manipulación del trasplante desde su obtención hasta el postoperatorio, y factores de antigenicidad aún desconocidos.

*El envejecimiento de la liofilización puede ser un factor favorable*; la deducción surge a raíz de fracasos experimentales, después de suturas impecables y sin infección, de heterotrasplantes liofilizados recientemente, contrastando con buenos resultados utilizando arterias con varios meses de liofilización.

*En suma*: el cirujano tiene un amplio campo de aplicación a la solución de todos estos problemas antes de iniciar en escala práctica la aplicación humana de los sustitutos de arterias.

## HOMO Y HETEROTRASPLANTES

### *Problema biológico*

Con excepción del tejido corneal, los homotrasplantes no viven en el huésped. Pese a algunos casos de éxitos en homotrasplantes de tejidos (piel) y órganos (riñón), la trasplantación termina siempre con la destrucción del trasplante. (29)

Las excepciones la han dado los homotrasplantes de piel en mellizos monozigóticos en hombre y entre cepas altamente conaturales de animales experimentales.

---

(28) GOOD, R. A. and VARCO, R. L.—Successful Homograft of Skin in a Child with Agammaglobulinemia. "Journ. Amer. Med. Assoc.", 157: 713-716, 1955.

(29) GOOD, R. A. and VARCO, R. L.—"Journ. Amer. Med. Assoc.", 157: 713-716 (Feb.), 1955.

La excepción a esta generalización del fracaso es la córnea. Maumenee, A. C. y Kornbluch, W. <sup>(30)</sup> lo atribuyen a que el trasplante de córnea es un caso especial dependiente del "aislamiento del tejido trasplantado, de la sangre y linfa del huésped".

Las investigaciones biológicas sugieren que la causa del fracaso tiene como base un fenómeno inmunológico; <sup>(31)</sup> varios hechos, característicos de las reacciones de inmunidad dan apoyo a esta deducción: tiempo de incubación de la reacción semejante al plazo de formación de anticuerpos; rapidez en relación con la dosis de antígeno implantado; necesidad de circulación de linfa o sangre hasta el trasplante para que aparezca la reacción; prolongación del plazo de tolerancia con la administración de Cortisona que suprime la formación de anticuerpos; desensibilización con antígenos de piel; aparición de anticuerpos en la circulación del huésped. <sup>(32)</sup>

La agammaglobulinemia, que se acompaña de una ausencia total de reacciones inmunológicas (parálisis del mecanismo de inmunidad?) y ausencia de formación de anticuerpos, puede explicar, según Varco y Good, la posibilidad de sobrevida de homotrasplantes de piel (un caso clínico de 11 meses en curso, verdadero injerto de los trasplantes) y abre un camino de investigación para el problema de los homo y heterotrasplantes.

Nuestras investigaciones (G. H. Negrín) están actualmente orientadas en el estudio de la influencia de los plazos de envejecimiento del heterotrasplante almacenado después de liofilización.

Recientemente se comienza a estudiar la acción de ciertos productos químicos sobre la resistencia de los homoinjertos. Los trasplantes tratados por ciertos productos químicos (carbonato de etileno, óxido de etileno u óxido de propileno) presentan mayor resistencia a la degeneración "in vivo" que los trasplantes

---

<sup>(30)</sup> MAUMENEE, A. E. and KONBLUCH, W.—Symposium: Corneal Transplantation, Physiopathology. "Tr. Am. Ac. Ophth.", 52: 331-340, 1948.

<sup>(31)</sup> MEDAWAR, P. B.—Behaviour and Fate of Skin Autografts and Skin Homografts in Rabbits. "J. Anat.", 78: 176-199, 1944.

<sup>(32)</sup> GOOD, R. A. and VARCO, R. L.—"Journ. Amer. Med. Assoc.", 157: 713-716 (Feb.), 1955.

frescos o liofilizados (menor reacción y menor calcificación). Las experiencias realizadas con homotrasplantes pueden aplicarse a los heterotrasplantes. <sup>(33)</sup>

Las alteraciones experimentadas por los heterotrasplantes en el organismo del huésped presentan a veces un carácter histológico muy particular, sea en forma de necrosis total precoz del borde suturado, sea como perforaciones en sacabocado, de las que ofrecemos un ejemplo.

El substractum anatómico del fenómeno de lisis del heterotrasplante, ha sido, en nuestros casos, una reacción exudativa leucocitaria polinuclear que penetra desde el exterior y diseca las láminas elásticas del vaso heterólogo, provocando una elastólisis que concluye en la perforación. Debe hacerse notar que, en el mismo espécimen no existen trazas de infiltración leucocitaria en otros lugares que alrededor y en los extremos del heterotrasplante. (Ver capítulo *Histogénesis.*)

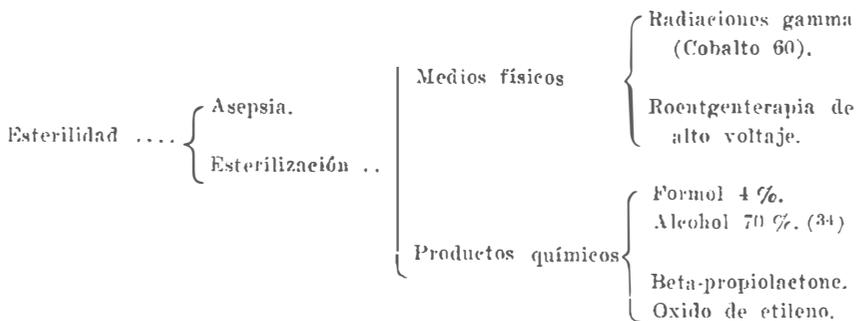
## BANCO DE VASOS

### ASEPSIA Y ESTERILIZACIÓN DE LOS TRASPLANTES

La infección, en cualquiera de las etapas de la obtención, manipulación, conservación e inserción del trasplante, es la causa más importante de fracaso. A menudo se descuenta una asepsia que *no está presente* o se confía en una *antiseptia que no ha actuado*. La infección más grave, es la de la línea de sutura o sus adyacencias. Por razones de principios de cirugía preferimos siempre, aun en la experimentación, el respeto de las normas de asepsia, a la acción de los antisépticos en todas las etapas de la aplicación de los trasplantes. La necesidad apremiante de crear una reserva de arterias humanas para trasplantar, no se concilia siempre con una asepsia rigurosa, de allí el empleo de medios de esterilización, que han probado su eficacia.

---

<sup>(33)</sup> EADE, G. C.; FLETCHER, T.; T. LLOYD; SCHLOSSER, R. J.; ZECH, R. K. and HARKINS, H. N.—“Surgery”, 39: 513-539 (March), 1956.



Tanto el alcohol como el formol, son, a la misma dilución, medios de esterilización y almacenamiento. El endurecimiento que provocan en los segmentos de arteria, no es obstáculo para su aplicación, siempre que se procure un severo lavado previo en solución salina isotónica.

Inversamente, la extracción aséptica, los medios físicos, la betapropiolactone y el óxido de etileno, son sólo recursos para obtener un trasplante estéril.

Para el almacenamiento de los trasplantes así obtenidos, se aplica luego la liofilización, la congelación a bajas temperaturas o la conservación en medio nutritivo y a 0° a 4° C.

#### TÉCNICA GENERAL

##### 1º) Elección del cadáver. Tipo de elección

Condiciones ideales:

- anteriormente sano,
- menor de 40 años,
- complexión delgada,
- muerte por accidente,
- exanguinación sin lesiones viscerales huecas de abdomen,
- tiempo breve desde la muerte (no más de seis horas),
- temperatura ambiente fría,
- extracción aséptica.

(34) Preeonizado por NAGEOTTE y SENCERT: "Compte Rendue Soc. Med. Biol.", 82: 45, 1919.

## Precisiones

Llenan las mismas condiciones los muertos por síncope o por sobredosis de narcóticos.

La exanguinación previene la migración microbiana por vía sanguínea, de agentes de origen intestinal, mucosas y piel. Las arterias de mujer tienen menos degeneración grasosa, pero su calibre menor las hace a veces inadaptables al diámetro del huésped (caso de aneurisma aórtico).

Los cadáveres de gordos enfrían más lentamente, facilitan la migración de saprófitos y la autólisis. Las aortas de sujetos muy jóvenes no siempre coaptan bien; la edad joven no es garantía de túnicas sanas. Como lo esencial es el soporte elástico, creemos que no debe descartarse ninguna arteria por razones de edad, siempre que sea sana y se conserven sus cualidades físicas.

*Los muertos por infección, anemia crónica grave, afección neoplásica, son a descartar.* (35)

El horario límite de 6 a 8 horas, puede ampliarse en climas fríos o cuando el cadáver puede ser mantenido en refrigeradora. (36)

### 2º) Extracción del vaso

*Asepsia.*— La extracción de los vasos debe ser previa a cualquier clase de manipulación del cadáver y según los principios de la técnica quirúrgica. La incisión de toracotomía izquierda anterolateral alta, con reclinamiento visceral hacia la derecha, permite obtener desde el origen de la aorta y sus ramas hasta medio tórax; otra incisión baja (8º espacio) de acceso hasta el origen de la aorta abdominal donde es seccionada.

La mediana abdominal xifopubiana, con reclinamiento visceral hacia la derecha, da acceso por vía subperitoneal, a la aorta

---

(35) Esta reserva la perdido mucha de su rigidez. SZILAGYI, D. E.: Henry Ford Hospital. Internat. Symposium on Cardiovascular Surgery, W. B. Saunders, Company, 508, 1954.

(36) Casos de 35 horas. GLENN, F.; KEEFER, E. B. C. and LAZZARINI, A. A.: "Surgical Clinics of North Amer.", 437-457, 1956.

abdominal e ilíacas y las incisiones crurales, a las femorales hasta la poplítea. Las ilíacas deben quedar lo más largas que sea posible.

Todas las colaterales deben ser pinzadas distalmente y seccionadas a 5 ó 6 milímetros del tronco, sin ligaduras.

Despojar las arterias del tejido celular laxo y adiposo. Lavado cuidadoso con solución salina (cultivar la solución empleada para el lavado).

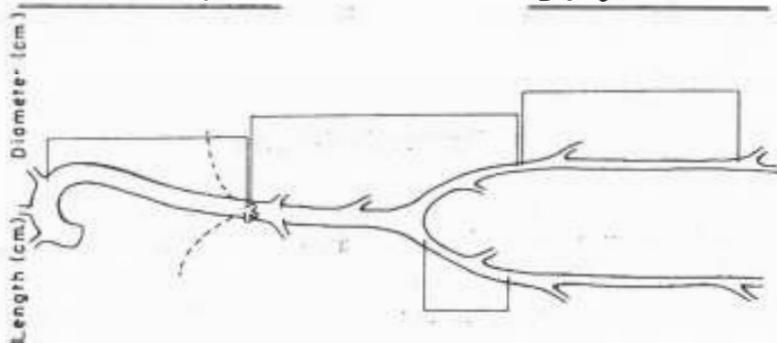
Terminada la extracción, obtener muestra de sangre del corazón para reacciones de sífilis. La utilización del material quedará supeditada a las resultancias de la autopsia.

*Ficha de registro.*— La más práctica y simple es la del Hospital Henry Ford, de Detroit, que reproducimos. La tarjeta mide 20 por 12 cms. y al dorso lleva las anotaciones útiles:

### Henry Ford Hospital - Artery bank

GRAFT NO: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_



Hospital de Procedencia .....	Fecha-hora de autopsia .....
Prosector .....	Fecha de esterilización .....
Edad .....	Agente de esterilización .....
Causa de muerte .....	Fecha de liofilización .....
Fecha y hora de muerte .....	Trasplante N° .....
R. de Wasserman-Kahn .....	Caso de donante N° .....
Cultivo .....	

*Esterilización.*— Hemos empleado el formol al 4 % y el alcohol al 70 %. Para ellos, así como para los otros agentes de este-

rilización transcribimos las referencias bibliográficas que pueden ser útiles para información. (37, 38, 39, 40, 41, 42)

*Liofilización, almacenamiento y conservación.*—Técnica de la Central de Sangre y Plasma del Hospital de Clínicas "Dr. Manuel Quintela". Director: Dr. Dinor Invernizzi, Montevideo.

## TEJIDOS ARTIFICIALES INORGÁNICOS

### *Textiles sintéticos*

Las dificultades para obtener trasplantes homólogos, se han hecho sentir aun en los países donde la obtención de la autopsia precoz es fácil, de allí el interés del estudio de los tejidos sintéticos como material para las prótesis. Estos materiales no son de difícil obtención, dado que en los trabajos de estos dos últimos años, se proporcionan todas las referencias para lograrlos; ellos deben llenar ciertas condiciones, que son, en sínte-

(37) **Radiaciones gamma (Cobalto 60):** SLOAN, H.—Henry Ford Hospital Internat. Symposium on Cardiovascular Surgery. W. B. Saunders, 512-514, 1954.

(38) **Roentgenterapia de alto voltaje:** ADAMS, H. D. and BOYD, D. P. Surgical Treatment of Aortic Aneurysm. "Surgical Clinics of North America", Lahey Clinic Number, 619-629 (June), 1956.

MEEKER, I. A. Jr.; GROSS, R. E.—Sterilization of Frozen Arterial Grafts by High-voltage Cathode-ray irradiation. "Surgery", 30: 19-28, 1951.

(39) **Formol 4 %:** VAN WEED, M. M.—Transplantation of a Formaldehyde Human Graft in Case of Accidental Injury of the Abdominal Aorta. "Arch. Chir. Neerland", 5: 233, 1953.

(40) **Alcohol etílico 70 %:** PAOLUCCI, R. and TOSSATI, E.—Homografts of Aorta Preserved in Alcohol. "J. Internat. Coll. Surgeons", 14: 257, 1950.

MOORE, Th. C. and KAIKURI, H.—Freeze-dried and Alcohol Preserved Homografts for Replacement of Small Arteries. "Surg. Gynec. and Obst.", 103, 1: 155-162 (August), 1956.

KIMOTO, S.; SUGIE, S. and TSUNODA, M.—Experimental and Clinical Studies on Arterial Homo and Heterografts Preserved in Alcohol. Preliminary Report. "Arch. Surg.", 69: 549, 1954.

(41) **Beta-propiolactone:** SZILAGYI, D. E.; OVERHULSE, P. R.; SHONNARD, C. P. and LOGRIPPO, G. A.—The Sterilization of Human Arterial Homografts with Beta-propiolactone. "Surg. Forum of the Amer. Coll. of Surgeons", W. B. Saunders, 244-252, 1954.

SZILAGYI, D. E.—Henry Ford Hosp. International Symposium on Cardiovascular Surgery. W. B. Saunders, 508-512, 1955.

(42) **Oxido de etileno:** HUFNAGEL, Ch. A.—Experimental and Clinical Observations on the Transplantation of Blood Vessels. Preservation and Transplantation of Normal Tissues. A Ciba Foundation Symposium. Little, Brown and Company, Boston, pp. 196-209, 1954.

CRITCH, O.—Henry Ford Hosp. Internat. Symposium on Cardiovascular Surg. Técnica del empleo del óxido de etileno, p. 505, 1955.

sis: a) material biológico relativamente inerte; b) resistente; c) superficie muy lisa, no humedecible y que forman en conjunto la calidad de "hemorrepelencia", que impide la coagulación; d) uniones perfectas en las suturas y sin angulación para evitar el depósito de fibrina; e) suturas que no produzcan necrosis de la pared arterial en la unión, la que se atribuye a la sutura continua y apretada. (43)

El textil es de tipo tafeta, en el que las fibras de la urdimbre pasan alternativamente por arriba y debajo de la trama, o de tipo trenzado.

Hemos empleado dos tipos:

- a) el Dacrón comercial común (tela de ropa interior), con espesor de 0 pulgada 0055 (0mm.14) y con urdimbre de 105 y trama de 125;
- b) el Dacrón llamado quirúrgico, *satinado* y *cilindrado*, que tiene espacios más reducidos entre las fibras y superficie más lisa.

Este último es de mejor tipo, según los estudios de Deterling, y es proporcionado por Mrs. Sol Lamport, of Alexander Lamport and Bro, de New York (Nº 14 y 15 de los tipos elaborados por esta casa). Sus características están anotadas en el cuadro II (pág. 76) del trabajo de Deterling y Bhonslay, (44) ellas son: 116 × 110 hilos por pulgada y un espesor de 2,75 a 3,75 milésimas de pulgada, siendo el espacio de los poros de 5 × 50 micras (es decir, que cada espacio tiene 250 micras cuadradas y permite aún bastante filtrado de sangre al comienzo). Este tejido no se retrae a la acción del autoclave. Los tubos son preparados con doble lámina, la interna doblada en puño de camisa y cosidas con el mismo material con aguja fina a doble fila y a 25

(43) HUFNAGEL, Ch.— The Use of Rigid and Flexible Plastic Prostheses for Arterial Replacement. "Surgery", 37, 2: 165-174, 1955.

(44) DETERLING, R. and BHONSLAY, S. B.— An Evaluation of Synthetic Materials and Fabrics Suitable for Blood Vessel Replacement. "Surgery", 38, 1: 71-91 (July), 1955.

puntos por pulgada. <sup>(45)</sup> Esterilizados en autoclave o por ebullición durante 15 a 20 minutos.

Los tubos preparados según Shumacker <sup>(46)</sup> con dos telas de nylon o dacrón y una lámina de polietileno interpuesta, para asegurar su impermeabilidad, se desecharon después de comprobar el alto porcentaje de trombosis. No tenemos experiencia en ninguna de las otras marcas (nylon, orlon, Vinyon N. Ivalon) ni en el empleo humano o experimental de tubos de Edwards y Tapp. <sup>(47)</sup>.

Los primeros ensayos experimentales con el dacrón común comercial fueron expuestos en la Sociedad de Cirugía del Uruguay; <sup>(48)</sup> los resultados han sido, desde entonces muy superados por la testificación, a más largo plazo, del dacrón quirúrgico satinado y cilindrado; en las sustituciones de aorta abdominal de perros de peso variable de 8 a 28 kilogramos, los resultados de estos tubos han sido sensiblemente iguales a los del empleo de arterias liofilizadas. Sin embargo, su aplicación a la sustitución de arterias humanas de menor calibre se resiente por la falta de elasticidad y la facilidad de acodamientos, origen de trombosis; estos inconvenientes no desaparecen aún con tubos sin costura, tipo Edwards.

Nuevos productos parecen obviar estos inconvenientes; de ellos el de mayores cualidades físicas adaptable a sustitución de segmentos largos, de menor calibre y sometido a acodamiento, es un nylon elástico patentado con el nombre de "Helanca", que se combina en el textil con el hilado de nylon común para dar un tubo flexible. <sup>(49)</sup> Las fibras longitudinales son de "Helanca" y las circulares de nylon común. Faltan aún las pruebas clínicas con control alejado.

---

<sup>(45)</sup> BLAKEMORE, A. and LORD, J.—Henry Ford Hosp. International Symposium on Cardiovascular Surgery, 515-518, 1955.

<sup>(49)</sup> SZILAGYI, D. E.; WHITCOMB, J. C. and SHONNARD, C. P. Replacement of Long and Narrow Arterial Segments. "Arch. Surg.", 74, 6: 944-953 (June), 1957.

<sup>(46)</sup> SHUMACKER, H. B. J.; HARRIS, E. J. and SIDERYS, H.—Pliable Plastic Tubes as Aortic Substitutes. "Surgery", 37: 80-93, 1955.

<sup>(47)</sup> EDWARDS, W. S. and TAPP, J. S.—Chemically Treated Nylon Tubes as Arterial Grafts. "Surgery", 38, 1: 61-70 (July), 1955.

<sup>(48)</sup> LARGHIERO, P.; NEGRIN, G. H. y BATISTA, A.—Injertos y sustitutos de aorta abdominal. Resultados experimentales. Soc. de Cir. del Uruguay. Sesión 14 Nov. 1956.

### *Función de los tubos de plásticos*

Representan el armazón elástico de los trasplantes arteriales. A favor de su superficie lisa, de la ausencia de pliegues y codos, de la velocidad de la corriente sanguínea, del buen estado físico-químico de la sangre y de un calibre suficiente, la delgadísima película fibrinosa que los tapiza por dentro, impide la trombosis. A partir de los cabos arteriales proximal y distal, el conjuntivo avanza hacia el tubo para revestirlo de una neo-intima. La organización de la sangre que rezuma el comienzo por los poros y reviste el tubo, creará una verdadera vaina fibrosa adventicia.

### *Precisiones técnicas para el uso de prótesis plásticas*

El empleo de estos tubos exige mayor rigor en la técnica quirúrgica que los homo o heterotrasplantes.

- 1º) Los tejidos deben estar libres de impurezas, especialmente de tipo sólido. (Gran lavado previo con agua destilada para quitar restos de aceite y cuerpos extraños depositados durante la fabricación.)
- 2º) La sutura y la adaptación del tejido al vaso debe ser de medida, tanto en longitud como en diámetro, para evitar pliegues, acodamientos y estrecheces, causa de trombosis.
- 3º) El tejido debe ser pasado para hacer un tubo, con doble fila de puntos finos, y con aguja fina.
- 4º) El hilo debe ser del mismo material.
- 5º) Las uniones con calor son inseguras.
- 6º) Las suturas del tubo al vaso deben ser más meticulosas que cuando se usa homotrasplantes.
- 7º) Toda hemorragia a nivel de la sutura debe ser cohibida antes de completar la operación.
- 8º) Una vez retirado el clamp, si se le vuelve a colocar se facilita la trombosis. La hemorragia que "filtra" a través de los poros del tejido, una vez restablecida la corriente, se cohibe espontáneamente por compresión suave con compresa. La coagulación obtura los poros.

- 9<sup>o</sup>) No es posible usar anticoagulantes.
- 10) Precauciones indispensables de asepsia rigurosa; el empleo de tubos de telas sintéticas constituye una disciplina técnica, porque no perdonan defectos de sutura ni de asepsia.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Años 1954-55-56-57

P. LARGHERO, G. H. NEGRIN

En noviembre de 1956 <sup>(50)</sup> presentamos la primera serie de resultados (12 perros operados) empleando sustitutos de aorta abdominal en el perro con trasplantes formolados o liofilizados y tubo de tela de dos tipos:

- a) tipo "emparedado" de Shumacker, con doble lámina de nylon y una hoja de polietileno interpuesta;
- b) tubo de doble tela de dacrón comercial común (tela de camisas).

La síntesis de esta primera etapa fue:

*Trasplantes formolados:* 2.

1 trombosis.

1 sobrevida.

*Tubos de tela tipo Shumacker:* 4.

100 % de fracasos.

*Tubos de dacrón comercial:* 3.

2 éxitos.

1 fracaso.

*Liofilizados:* 6.

4 perfectos.

2 fracasos por defecto de técnica.

---

(50) LARGHERO, P.; NEGRIN, G. H. y BATISTA, A.— Citados.

A ellos se suma ahora los resultados obtenidos con el dacrón satinado y cilindrado, y los trasplantes heterólogos liofilizados. Tanto los animales sobrevivientes de la primera serie, como los de la segunda, han sido controlados clínica, esfigmográfica, arteriográficamente y por necropsias en el curso del año 1957.

Los controles comprenden animales con trasplantes de tres años a ocho meses. Se conservan tres perros con trasplante homólogo liofilizado para estudio alejado del proceso histológico, de los cuales presentamos solamente aquí el requisito de pulso femoral y la aortografía.

#### TÉCNICA GENERAL

Perros de 7 a 30 kilos.

- Anestesia cloralosa a 0gr.08 por Kg. de peso.
- Incisión paramediana izquierda transrectal.
- Descubierta de la aorta previo reclinamiento del colon (vía retroperitoneal).
- Aislamiento de la aorta desde las renales a su trifurcación pelviana.
- Ligadura de tres o cuatro pares de arterias lumbares.
- Ruptura frecuente del gran seno linfático preaórtico a nivel o por encima de las renales, sin consecuencias. Preparación del injerto: 30 minutos en suero salino caliente a 45° y ligadura de las colaterales al ras del origen, con algodón fino.
- Bloqueo alto, debajo del origen de las renales, con el clamp de Potts.
- Bloqueo bajo, antes de la trifurcación, con el clamp de Linton o pinzas clamp preparados según Gross. (Los injertos se hicieron todos en aorta, dadas las dificultades para sutura, con los vasos ilíacos y arteria caudal, de calibre muy reducido.)
- Sutura en guarda griega, con eversión (íntima con íntima) con seda Deknatel 5-0 ó 4-0 ó con seda 4-0 enhebrada en aguja muy fina (no es indispensable el uso de aguja atraumática o suturas continuas).

- Duración de la operación: de 21 a 40 minutos (un animal con 49 minutos para registro de film, pese a lo cual, excelente evolución).
- Se suelta primero el clamp inferior y unos segundos después el superior.



**Fig. 1.—Perro: homoinjerto formolado.** Injerto de aorta fijada en formol al 4%. Tres años de evolución. Tolerancia perfecta. Pulsos femorales normales. Autopsia: dilatación fusiforme. Calcificaciones en vaina periférica. Proceso fibroplástico alrededor del injerto.

- Hemostasis por compresión (cuando la sutura sangra en un punto a chorro fino es necesario repararla sin relocalar el clamp, porque la trombosis es segura y la paroplejía inmediata). No se usan anticoagulantes.
- Lavado profuso con suero. Sutura meticolosa de la pared abdominal. Antibióticos por 24 ó 48 horas (300.000 U. Penicilina).

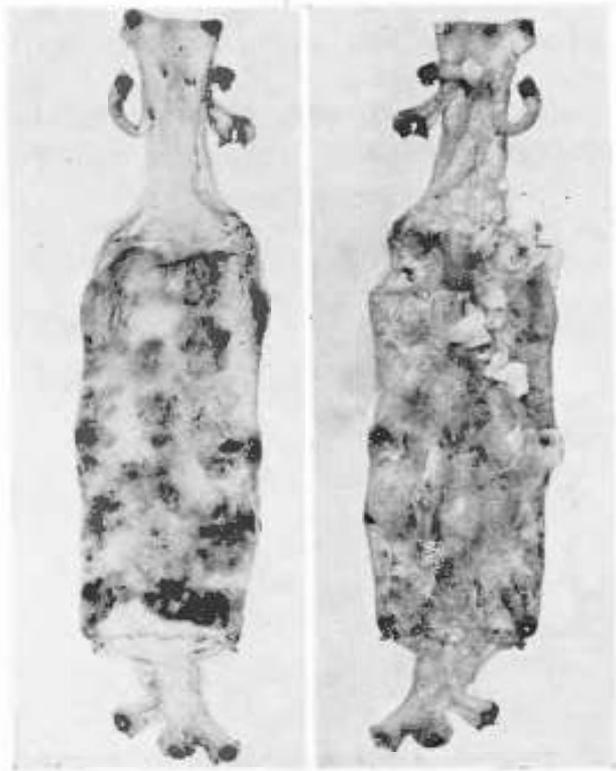
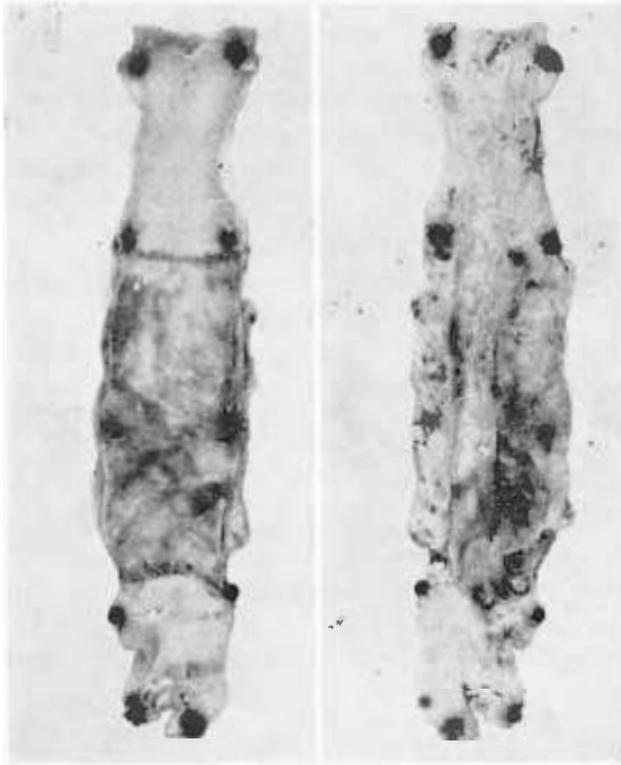


Fig. 2.—Heterotopia: plante. Aorta hoflizada de cerdo joven, colocada como sustituto de aorta abdominal en el perró. Tolerancia perfecta. Control esfigmográfcico y aortográfcico; permeabilidad completa. Nutrición y agilidad óptimos. Sacrificado a los cinco meses. El trasplante conserva un diámetro normal así como su elasticidad. La refoformación de íntima ha recubierto las suturas y la superficie interna, dejando islotes de trasplante sin revestimiento, donde la histología mostrará láminas elásticas desnudas, con barnizado fibrinoso.

## SÍNTESIS DE RESULTADOS

### *Causas de fracaso*

- 1º) Hemorragia por defectos de sutura.
- 2º) Infección.
- 3º) Trombosis:
  - a) por defectos de técnica (estrechez de sutura);
  - b) por lesión de la interna por el clamp superior e inferior;



**Fig. 3.** - Prótesis con tubo de Dacrón quirúrgico. Data de un año. Tolerancia, nutrición, agilidad, pulsos femorales, esfigmograma y aortografía, óptimos. La superficie interna ha sido revestida de una capa fibrosa, lisa, anacarada, con aspecto de neointima. Reacción fibroplástica sobre la superficie externa.

- c) por reponer el clampo para reparar un defecto de sutura;
  - d) por pliegues, o acodamientos de tubos de tela;
  - e) por trasplante formolado deficientemente enjuagado.
- 4º) Compresión del tubo de tela:
- a) por hematoma externo;
  - b) por hematoma entre las dos láminas del tubo.
- 5º) Falla total de sutura en heterotrasplantes liofilizados recientemente. (51)

(51) Fenómeno de esencia desconocida, probablemente ligado a reacciones de antigenicidad, actualmente en investigación y cuyo substractum anatómico es una intensa infiltración leucocitaria polinuclear local, sin pirocitos.

### *Cronología de los fracasos*

Todos ellos ocurrieron en el plazo comprendido entre las primeras horas y el 28<sup>o</sup> día de la operación. Todos los animales que se complicaron, murieron, salvo uno que inició la claudicación al tercer día pero desarrolló satisfactoria irrigación colateral (*sacrificado a los 11 meses, ver aortografía y pieza*).

### *Evolución alejada*

Todos los animales que superaron la etapa de complicaciones primarias vivieron sin déficit circulatorio hasta la época del sacrificio o muerte accidental. <sup>(52)</sup>

#### *Primera serie: 1954, 1955, 1956*

Control en octubre y noviembre de 1956

#### 1<sup>o</sup>) *Injertos formolados.*

Longitud 6 cms. (formol al 4 %).

Lavado durante una hora con suero salino.

El tejido fijado recupera suficiente flexibilidad para hacer la sutura en buenas condiciones.

*Dos perros:* Se realizó en dos perros; uno de ellos hizo una paraplejía al tercer día y muerte, por trombosis del segmento de aorta injertado.

El otro vive en plena salud 29 meses después del injerto (25 de mayo de 1954-octubre 1956). <sup>(53)</sup>

#### 2<sup>o</sup>) *Homotrasplantes liofilizados.*

Longitud del injerto interpuesto de 8 a 11 cms.

*Seis perros:* 4 resultados perfectos; 2 trombosis.

La causa de la trombosis fue en uno, la obturación de las

---

<sup>(52)</sup> La muerte accidental más precoz fue a los 28 días (perro con sustituto de daerón común; muerte por sobredosis de yodo en la aortografía; ésta mostró defecto de relleno del tubo, no confirmado en la autopsia.

<sup>(53)</sup> En la comunicación a la Sociedad de Cirugía hubo en la contabilización error de un año en este animal.

ramas inferiores de división de aorta, por un clampeado muy enérgico, con lesión de la íntima. En el otro caso, la trombosis ocurrió en las líneas de sutura traumatizadas por pinza y a nivel del injerto cuyos colaterales fueron ligadas lejos dejando un fondo de saco.

Obviados estos defectos de técnica, el injerto de aorta liofilizada en el perro, pese a su pequeño calibre (diámetro de 7 a 10 ó 12 mm.) da resultados constantemente seguros.

Los cuatro animales viven, a 13 y 14 meses de la operación.

### 3º) *Sustitutos plásticos.*

A) Tubos tipo Shumacker <sup>(54)</sup> con dos láminas de Dacrón y una de polietileno interpuesto.

#### *Cuatro perros:*

- Fracasó en los 4 por trombosis; en
- 3, la paraplejía apareció del 2º al 3er. día, uno de los animales vivió 21 días. En uno la muerte fue debida a la compresión del tubo por compresa olvidada y en otro la trombosis se complicó de compresión por hemorragia.
- En el animal que vivió 21 días, se encontró una intensa reacción fibrosa en forma de tubo moldeado sobre el tubo de material plástico.

B) Tubos de doble lámina de Dacrón, sin interposición de polietileno.

#### *Tres perros:*

- Dos resultados buenos (sobrevida y ningún trastorno de la marcha ni de los latidos femorales).
- De ellos, uno vive a los 75 días (operación: agosto 10, 1955-octubre 25, 1955). <sup>(55)</sup>
- Uno acusó a la aortografía hecha a los 28 días, un defecto de relleno del injerto. Muere por sobredosis de yodo. En la autopsia no se encontró obturación

---

(54) SCHUMACKER, H. B.; HARRIS, E. J. and SIDERYS, H.— Pliable Plastic Tubes as Aortic Substitutes. "Surgery", 37: 80-93, 1955.

(55, 56) Estos períodos son calculados a la fecha de elaboración del trabajo para la Sociedad de Cirugía. Ambos animales vivían bien en 1957.

—El tercero tiene una trombosis caracterizada por claudicación en la marcha, se ha estabilizado aunque vive a los 71 días (15 agosto, 1955-octubre 25, 1955).<sup>(57)</sup>

Nuestros resultados con material semejante aunque en serie corta, son superiores a los obtenidos por Göthman y Senning<sup>(57)</sup> con tubos de orlon y nylon, aunque en una serie mayor (12 perros), según el detalle siguiente:

*En 12 perros:* 3 sobrevidas en 12 animales (13 días, 100 días y 520 días).

#### *Segunda serie: 1956, 1957*

##### 4º) *Dacrón satinado.*

La sustitución del dacrón comercial común por el satinado y cilindrado, en 3 nuevos animales, dio lugar, mediante una técnica más depurada, a resultados seguros, lo que autoriza a preparar tubos de este material para eventual uso humano.

El más antiguo data de octubre 31 de 1956 y vive bien en 1957.

##### 5º) *Heterotrasplantes liofilizados.*

Se emplearon trasplantes de aorta de lechón, retiradas en animales sacrificados por exanguinación para industrialización, sin precauciones de asepsia especial y liofilizados sin antisepsia. El lavado amplio con solución salina estéril fue el único tratamiento previo a la liofilización.

Se obtuvo segmentos de aorta blancos, limpios y elásticos, con un excelente aspecto después de liofilizados. Después de inmersión en suero caliente a 45 ó 50°, recuperan elasticidad y resistencia a la penetración de la aguja, normales.

Resultados discordantes: con el mismo material y la misma técnica, se logran o resultados perfectos, o fracasos precoces, por dehiscencia total de la sutura a nivel del heterotrasplante, sin

(57) GÖTHMAN, B. and SENNING, A.—Cloth Tubes for Bridging Experimental Aortic Defects. "Acta Chir. Scandinavica", 111: 85, 1956.

trombosis y sin signos de infección; sobre este fenómeno se hizo mención en el capítulo de *Heterotrasplante*.

La elasticidad se mantiene en los trasplantes heterólogos como en los homólogos liofilizados, a varios meses de su inserción, certificando la conservación de la túnica elástica.

## SUSTITUTOS DE AORTA

### MATERIAL EXPERIMENTAL \*

#### PATOLOGÍA. CLÍNICA. RADIOLOGÍA

#### HISTOGÉNESIS DEL PROCESO DE ADAPTACIÓN

#### CONTROLES A LARGO PLAZO

- A) *Control clínico-esfigmométrico (esfigmografía femoral).*
- B) *Control radiológico.*
- C) *Control patológico:*
  - a) *Patología de las complicaciones.*
  - b) *Histogénesis del proceso de adaptación de los trasplantes.*

La primera etapa experimental, de adiestramiento en la técnica y manejo de los sustitutos de arterias y selección de los tipos de sustitutos de resultados probados en el animal (perro) dio en síntesis el siguiente resultado:

- 1º) Los fracasos ocurren desde las primeras horas hasta los 30 días.
- 2º) Los animales que no hacen complicaciones en este plazo, quedan con aorta permeable.
- 3º) Los cuatro sustitutos útiles, del punto de vista experimental y en aorta de perros de 7 a 30 kilos son: formolado, dacrón satinado y cilindrado, trasplantes homólogos y heterólogos liofilizados.

---

\*. Todo este material será exhibido en la exposición verbal del Congreso.

La segunda etapa debe llenar un cuádruple objetivo:

- 1<sup>ª</sup>) Control clínicorradiológico a largo plazo de la utilidad funcional y de las alteraciones o adaptaciones de los sustitutos. (De marzo a julio de 1957 se controló los animales sobrevivientes operados desde 1954 a XII-1956.)
- 2<sup>ª</sup>) Estudio histológico del proceso de adaptación de los trasplantes.
- 3<sup>ª</sup>) Extensión a vasos de menor calibre del empleo de los sustitutos.
- 4<sup>ª</sup>) Testificación de nuevos tipos de sustitutos (en particular, estudios inmunológicos sobre heterotrasplantes).

Nos referiremos aquí solamente a los dos primeros objetivos de la segunda etapa, es decir, al control clínicorradiológico y al estudio histológico del material obtenido, con vistas al conocimiento de la histogénesis del proceso de adaptación de los trasplantes y sustitutos prácticos.

Fueron conservados 8 perros con trasplantes datando de 3 años a 8 meses: <sup>(58)</sup>

Homotrasplantes:

formolado	1
liofilizado	3
Heterotrasplantes .....	1
Prótesis con dacrón quirúrgico .....	3

Seis animales fueron sacrificados o autopsiados después de muerte accidental por anestesia para controles o por accidente de aortografía.

Se conservan 3 animales (3 homólogos liofilizados) para estudio histológico alejado del trasplante arterial liofilizado.

---

<sup>(58)</sup> Teniendo en cuenta que el perro vive de 12 a 15 años, estos plazos corresponden, salvando las diferencias biológicas, a plazos en el hombre de 15 años a 4 ½ años.

A) CONTROL CLÍNICOESFIGMOGRÁFICO

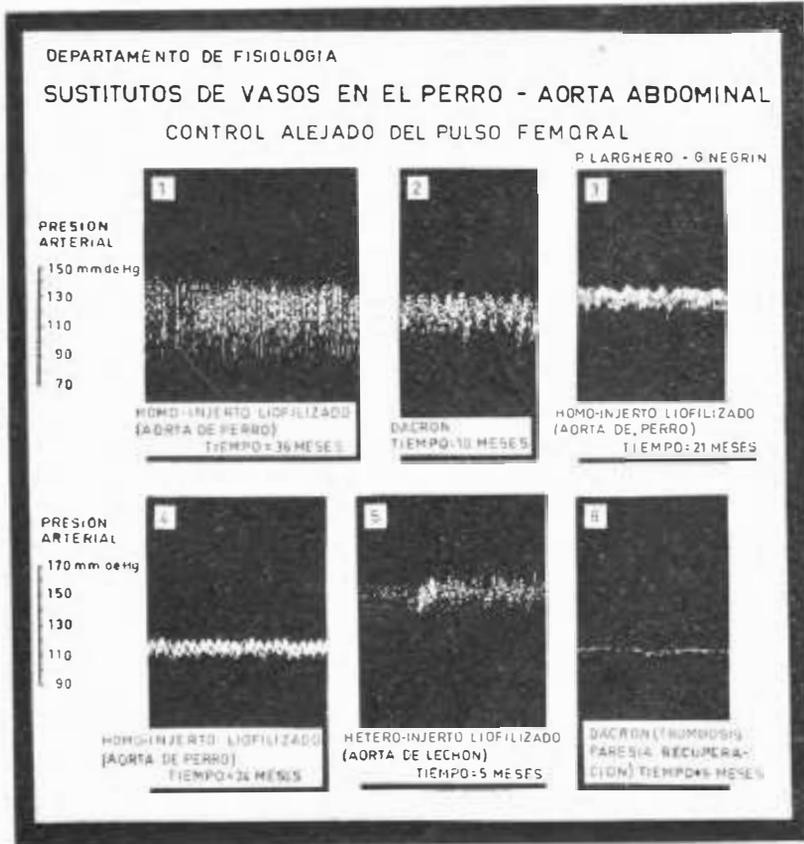


Fig. 4.—Control esfigmométrico femoral en 6 perros con sustitución de aorta femoral con diversos tipos de material. Corresponden al grupo de animales que superaron la etapa crítica de las complicaciones inmediatas y precoces del primer mes y que a partir de ese plazo evolucionan normalmente (el período crítico es, en los animales con arterias sanas, un mes; en el hombre, ocho meses a un año).

Ocho animales. Con plazos de 8 meses a 3 años después de la operación, todos los animales conservaron un estado físico óptimo. Siete con movilidad normal de miembros posteriores, desde el comienzo, salvo uno, el N<sup>o</sup> 6, que presentó un síndrome de claudicación del tren posterior, que se inició al tercer día; este síndrome es característico de trombosis en el trasplante (en

este caso dacrón comercial) y es casi siempre mortal. Este perro mejoró y a los 28 días reapareció el pulso femoral aunque persistiendo la claudicación del tren posterior en la marcha rápido.

#### B) CONTROL RADIOLÓGICO DE ESTADO Y PERMEABILIDAD DEL TRASPLANTE



Fig. 5.— Aortografía por punción ventricular (anaestesia cloralosa). Prótesis de Dacrón satinado y cilindrado. Implantación datando de nueve meses y medio. Sacrificado a los once meses. Permeabilidad perfecta. No ha podido ser explicada la mayor opacidad por encima de las arterias renales.

#### *Permeabilidad. Angiografía*

En el perro, el signo más certero de permeabilidad es el pulso femoral, tanto en el postoperatorio inmediato como alejado.

La aortografía (sea por vía carotídea, sea por punción ventricular) ha dado algunas falsas imágenes de faltas de relleno, imputables o a defectos de técnica de la inyección, o a serie incompleta de placas, o a la poca velocidad del seriógrafo, o a la diferente densidad del producto.

De la serie de controles radiográficos que se presentan, el trasplante era permeable en todos menos en uno <sup>(59)</sup> (comprobación autopsica).



**Fig. 6.**— Aortografía por vía carotídea (anestesia cloralosa). Homotrasplante liofilizado. Data de un año.

### C) CONTROL PATOLÓGICO

#### a) *Patología de las complicaciones:*

*Infección.*

*Hemorragia libre.*

*Compresión por hematoma (hemorragia).*

*Trombosis.*

*Estenosis.*

*Técnica.*

---

<sup>(59)</sup> Perro 6. Claudicación desde el tercer día. Gran circulación colateral en las aortografías; obturación incompleta del tubo plástico (daerón) por defecto de técnica (estenosis de ambas suturas, proximal y distal).



Fig. 7.—Aortografía por punción ventricular (anestesia cloralfosa). Homotrasplante liofilizado. Data de veintitrés meses (calcificación periférica).

No se presentan documentos de los fracasos por las hemorragias, por infecciones y por desinserción de la sutura en heterotrasplante (¿fenómeno de antigenicidad?, ¿necrosis del borde de aorta, por la sutura demasiado ajustada?).

A nivel de la aorta abdominal del perro, la trombosis después de implantación de un sustituto tiene como causa, o un defecto de sutura (estenosis) o una lesión de la íntima de la aorta por el clamp hemostático o la supresión de la circulación por bloqueo para reparar un defecto de sutura, o la compresión y laminación del sustituto por hematoma (esta última complicación ocurre solamente en sustitutos plásticos).

He aquí ejemplos de estos fracasos en cirugía experimental; ellos ponen de relieve la primordial importancia de una técnica correcta.

La corrección de estos factores técnicos permite obtener constantemente buenos resultados, sea con homo o heterotrasplantes, sea liofilizados o formolados, o con sustitutos plásticos del tipo dacrón que llenen las condiciones exigidas en el capítulo *Sustitutos plásticos*.

b) *Histogénesis del proceso de adaptación de los sustitutos*

1º) *Injertos y trasplantes.*

El vocablo *injerto* supone la conservación de vida en los tejidos trasplantados, lo que no se cumple casi nunca (salvo en autoinjertos trasplantados antes de 30 días); después de los 40 días no hay crecimiento de fibroblastos en los segmentos de arteria mantenidos en diferentes medios y de consiguiente no puede existir injerto.

Lo que hacemos es: *trasplantar* una *arteria* o colocar un *sustituto de arteria*, sea de tejidos animales o artificiales (sintéticos) en lugar de un segmento de arteria resecaado o excluido de la circulación, total o parcialmente.

2º) *El soporte para el proceso de adaptación: fibras elásticas y trama sintética de los sustitutos.*

Las características normales de las fibras elásticas de la túnica media es de fundamental importancia para el empleo exitoso de un trasplante; son las más importantes, aunque el trasplante no sea viable.

Está demostrado que el trasplante es sólo un soporte, para la rehabilitación por las células del huésped (*tipo*: trasplantes formolados o plásticos con fibras no viables). Las fibras de los tejidos artificiales llenan, en los sustitutos, la misma función que las láminas elásticas, sea de trasplantes vivos o fijados y sin vitalidad.

Más aún, Sawyer y Pate (<sup>60</sup>, <sup>61</sup>) en sus estudios de las relaciones de la trombosis con el *potencial eléctrico* de las paredes de las arterias, han demostrado que los trasplantes *no viables* son los más aptos para quedar permeables.

3º) *Histogénesis del proceso de adaptación de los sustitutos.*

*Síntesis.*— Sobre el tubo resistente constituido por las láminas elásticas del homo, auto o heterotrasplantes, o sobre la trama

---

(60) SAWYER, P. N. and PATE, J. W.—“Naval Medical Research Institute”, 11: 109, 1953.

(61) SAWYER, P. N. and PATE, J. W.—Bio-Electric Phenomena as etiological agents in intravascular thrombosis. “Surgery”, 34: 491-500, 1953.

tisular del material sintético, la reacción conjuntiva del organismo huésped crea una neointima y neovaina conjuntivovascular adventicial que tapizan por dentro y por fuera respectivamente el armazón. No existen pruebas de elastogénesis ni de soldadura de las láminas elásticas del trasplante con las del huésped. La elástica queda intacta aún después de un año de la implantación.

Los vocablos: arteriogénesis y neoformación de vaso, son, pues, inapropiadas.

Todo el proceso de adaptación puede resumirse en esta frase: (62) "All the Transplanted vessels are replaced by the host tissues, *except for the elastic fibers of the media*, and the replacement is completed in about three month after implantation. The elastic fibers remain for at least for one year."

Para analizar este proceso es necesario estudiar histológica y patológicamente, las modificaciones impresas al tejido sustituto, por los procesos de conservación y almacenamiento primero y luego por la trasplatación del sustituto en el organismo huésped. Como lo esencial es la conservación de los caracteres físicos de la túnica media (elástica), es necesario, al analizar los cambios ocurridos, referirse al tipo de túnica media de la arteria, la que varía en riqueza elástica, según su alejamiento del corazón, según el tipo de estática del sujeto (bípedo o cuadrúpedo) así como con la edad del desarrollo.

#### *Cambios histológicos provocados por el proceso de fijación, esterilización y conservación (63)*

La fijación y almacenamiento *en formol al 4 %*, conserva los caracteres estructurales y tintoriales de los diversos elementos de las túnicas arteriales, durante el período de almacenamiento, debido a la fijación por el formol.

La *liofilización* (congelación y desecación al vacío y almacenamiento en refrigeradora) estudiada en plazos de nueve me-

---

(62) KIMOTO, S.; SUGIE, S. and TSUNODA, M.—Experimental and Clinical Studies on Arterial Homo and Heterografts Preserved in Alcohol. "Arch. of Surgery", 69: 549-567, 1954.

(63) CREECH, O.—Henry Ford Hosp. Internat. Symposium on Cardiovascular Surgery. W. B. Saunders, 505-507, 1955.

ses a un año de almacenamiento, revela la desaparición de la íntima y fibras musculares de la túnica media (pérdida de la viabilidad celular).

Las fibras musculares pierden sus núcleos y el miolema se vuelve homogéneo, dejando espacios entre las láminas elásticas, a veces ocupadas por cristales de hielo.

Las láminas elásticas conservan su afinidad tintorial, pero presentan lesiones de fragmentación de las láminas, de intensidad variable en los diferentes especímenes, pero uniformes en el mismo.

La limitante elástica interna es la más resistente (conservación de la continuidad fibrilar).

La adventicia, en lo que queda de ella, no conserva núcleos teñidos.

En suma: el trasplante formolado o liofilizado no lleva ninguna célula viva, pero conserva la continuidad de las fibras colágenas y elásticas.

#### *Cambios operados por la trasplantación*

La trasplantación de un homo o heteroinjerto o la inserción de un tubo de tejido sintético en un organismo huésped, provoca una serie nueva de cambios que sugieren una reacción del huésped de *tipo inmunológico*. La compatibilidad o incompatibilidad son variables aun tratándose de heterotrasplantes. Aun cuando el trasplante sea tolerado, ocurren tres tipos de procesos que operan simultánea o sucesivamente:

- 1º) Procesos de *destrucción (lisis)*.
- 2º) Procesos de *reacción conjuntivovascular*.
- 3º) Proceso de *reparación diferenciada*.

El mecanismo de estos cambios es importante a conocer para aclarar el problema de la deteriorización de los homotrasplantes. (64)

Ellos deben ser estudiados en los sustitutos de tejidos animales y de material artificial. Exponemos a continuación datos de observación personal y de la literatura.

---

(64) SZILAGYI, D.; EMERICK; WHITCOMB, J. G. and SMITH, R. F. The Causes of Late Failures in Grafting Therapy of Peripheral Occlusive Arterial Disease. "Ann. of Surgery", 144, 4: 611-634 (Oct.), 1956.

NOTA.— Estudios histológicos con nuevo material liofilizado nos ha permitido comprobar, aún después de almacenamientos prolongados, conservación de la tinción normal de los núcleos celulares de la adventicia, de las fibras musculares y de la íntima.

EL AUTOR.

## SUMARIO DE LAS COMPROBACIONES

### *Homo y heterotrasplantes.*

*El proceso de destrucción* afecta a la íntima y a las fibras musculares de la túnica media, así como a los vasa vasorum intraparietales. No quedan trazas de estos elementos.

Las láminas elásticas conservan su morfología y aún en partes su fina textura y caracteres tintoriales. Esta conservación es mayor en los especímenes fijados y conservados en formol que en los liofilizados.

La limitante elástica interna se mantiene a veces sorprendentemente intacta.

### *La reacción conjuntivovascular.*

Mientras no hay neointima, un barniz hialino de fibrina o una lámina delicada de colágenos la tapiza; a veces las láminas elásticas están desnudas. Cuando las láminas se ulceran y eliminan, se produce la dilatación aneurismal o la trombosis.

La íntima nueva se forma a expensas de la proliferación de los elementos celulares del tejido subendotelial de la arteria vecina, tanto proximal como distal; sobre los elementos depositados por la sangre, tales como fibrina, plaquetas, leucocitos y glóbulos rojos, ella se forma, recubre la sutura, tapiza las láminas elásticas del trasplante y tiende a revestirlo desde los extremos hacia el centro. Esta neoformación de íntima es muy lenta y toma un aspecto perlado, lustroso a simple vista.

La neoformación del colágeno se hace sobre una matriz fibrinosa a veces por proliferación de trecho en trecho y continuidad con la íntima de la arteria. No es verdadera íntima, es decir, tejido de origen endotelial <sup>(65)</sup> sino tejido fibroso modificado, que pierde sus núcleos y adquiere, por laminación, un aspecto endotelial.

En los homo y heterotrasplantes no hay penetración del tejido conjuntivo periarterial a través de la elástica; la reacción adventicial no contribuye a tapizar el trasplante por dentro.

---

(65) STERLING EDWARDS, W.; RICH, A. and PETER, Ed.—Efficiency of New "Intima" Lining Arterial Grafts in Preventing Thrombosis. "Surg. Gynec. and Obst.", 105, 2: 177-178 (August), 1957.

La reacción fibroesclerosa periarterial nace de los vasos preformados del lecho del trasplante y crea una vaina semejante a la de la verdadera adventicia; la túnica elástica no regenera. Tampoco hay soldadura entre la lámina elástica de la arteria del huésped y la del trasplante. La calcificación ha sido observada en uno de nuestros trasplantes liofilizados y en uno formolado.

En los trasplantes fijados y conservados en alcohol al 70 %, los fenómenos son en esencia iguales, aunque con variaciones cronológicas; domina el hecho de que la elástica del trasplante queda intacta aún un año después de la operación. <sup>(66)</sup>

*En suma:* Todos los tejidos del trasplante, salvo las láminas elásticas de la túnica media desaparecen y son reemplazadas por la reacción conjuntiva del huésped. No hay diferencias de acuerdo al método de preservación del trasplante.

#### *Tubos de material sintético.*

No ocurren lesiones destructivas de las fibras del material. La reacción fibroplástica es universal, envuelve el tubo, penetra entre sus mallas, rodea los hilos de su trama, como un verdadero cemento alrededor de un armazón, y pasa a la superficie interna para crear una íntima celular y colágena, a la que contribuye y se suelda la endarteria vecina.

*En suma:* Lisis de los elementos vivos.

Resistencia de las láminas elásticas, aunque se altere su textura.

Reacción productiva conjuntivovascular, que crea una nueva vaina periarterial y una nueva íntima.

Los caracteres macroscópicos de la nueva íntima son similares a los de la endarteria normal, pero hay mayor abundancia del colágeno y falta la fina textura del tejido subintimal normal, así como un endotelio verdadero continuo.

*En suma:* los procesos de *reparación* son de esencia conjuntivovascular sin diferenciación; llenan una función, pero no merecen el nombre de verdaderas regeneraciones.

La túnica media, elástica, no regenera en los homo y heterotrasplantes. No hay fusión o soldadura de la elástica del huésped con el trasplante. A la misma conclusión han llegado todos

---

(66) KIMOTO, S.; SUGIE, S. and TSIMODA, M. (autores citados).

los que han estudiado el problema del proceso de reparación, resumido en esta frase de Sauvage y Wesolowski: <sup>(67)</sup> "We have observed the same pattern of healing in autografts, homografts, heterografts and orlon tubes, despite the fact that their end results varied widely."

*Modificaciones estructurales y reparación histogénica de los sustitutos de arteria colocados en el organismo huésped (experiencias personales).* <sup>(68)</sup>

La selección de un sustituto de un segmento de arteria gira alrededor de dos puntos básicos: 1<sup>o</sup>) elegir el material que sustituya funcionalmente a la arteria, sin complicaciones inmediatas; 2<sup>o</sup>) obtener un resultado alejado seguro.

Desde que el destino de un sustituto de arteria está íntimamente ligado al proceso de asimilación del trasplante por el organismo huésped, es necesario conocer la histogénesis de este proceso de asimilación o reconstrucción de los sustitutos de arterias y penetrar, si es posible, en los fenómenos biológicos que gravitan sobre esta histogénesis.

Estudiamos aquí los hechos histológicos observados en el material obtenido a plazo variable de 20 días a 3 años, de nuestras experiencias con homo y heterotrasplantes, así como con tubos de Dacrón. <sup>(68)</sup>

Los hechos que aportamos tienen solamente valor de documentación y no original, pero interesa confrontarlos con estudios semejantes hechos a largo plazo del trasplante, tanto en el animal como en el hombre. <sup>(69, 70, 71)</sup>

La documentación correspondiente a estos hechos será expuesta en la parte verbal del relato. (Veinte diapositivos en color.)

---

<sup>(67)</sup> SAUVAGE, L. R. and WESOLOWSKI, S. A.—The Healing and Fate of Arterial Grafts. *Recent Advances in Surgery*. "Surgery", 38, 6: 1090-1131 (Dec.), 1955.

<sup>(68)</sup> El material fue preparado en el Departamento de Histología de la Facultad de Medicina, bajo la dirección del Prof. Washington Buño y el estudio histológico, realizado bajo su consejo y control.

<sup>(69)</sup> COLEMAN, C. C. Jr.; DETERLING, R. A. and PARSHLEY, M. S.—Some Long-term Observation on Aortic Homografts. "Surgery", 37, 1: 64-79, 1955.

<sup>(70)</sup> BROCK, R. C.—Aortic Homografting. "Guy's Hosp. Report", 102: 203, 1953.

<sup>(71)</sup> CREECH, D. Jr.; De BAKEY, M. E.; COOLEY, D. A. and HALPERT, B.—Structural alterations in Human Aortic Homografts one to two and one-half Years after Transplantation. "Surg. Gynec. Obst.", 103: 147-154 (August), 1956.

## HISTOPATOLOGÍA

### *Bibliografía*

- CREECH, O. Jr.; DE BAKEY, M. E. and COOLEY, D. A. — Substitutes for Arterial Segments. Cardiovascular Surgery. Proceedings of the Symposium held at Henry Ford Hospital, Detroit, Michigan, 504-508 (March), 1955. Edited by Conrad R. Lam, M. D. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1955.
- CREECH, O. Jr.; DE BAKEY, M. E.; MILTON, S. and HALPERT, B.— The Fate of Heterologous Arterial Grafts. "Surgery", **36**: 431-433, 1954.
- CREECH, O. Jr.; JORDAN, G. L.; DE BAKEY, M. E.; OVERTON, R. C. and HALPERT, B.— The Effect of Chronic Hypercholesterolemia on Canine Aortic Transplants. "Surg. Gynec. Obst.", **101**: 606-614, 1955.
- DE BAKEY, M. E.; CREECH, O. Jr.; COOLEY, D. A. and HALPERT, B. Structural Changes in Human Aortic Homografts. "Arch. Surg.", **69**: 472-482, 1954.
- DE BAKEY, M. E.; CREECH, O. Jr. and HALPERT, B.— Regeneration of the Elements of the Vessels wall. Symposium on Atherosclerosis. Pub. 338 of the National Academy of Sciences, 103-111, National Research Council, 1954.
- CREECH, O. Jr.; DE BAKEY, M. E.; COOLEY, D. A. and HALPERT, B. Structural Alterations in Human Aortic Homografts one to two and one-half years after Transplantation. "Surg. Gynec. Obst.", **103**: 147-154 (August), 1956.
- SZILAGYI, D. E.; WHITCOMB, J. G. and SMITH, R. F.— The causes of the late Failures in Grafting Therapy of Peripheral Occlusive Arterial Disease. "Annals of Surg.", **144**, **4**: 611-634 (Oct.), 1956.
- SAUVAGE, L. R. and WESOŁOWSKI, S. A.— The Healing and Fate of Arterial Grafts. "Surgery", **38**, **6**: 1090-1131, 1955.
- KIMOTO, S.; SUGI, S.; TSUNODA, M.— Experimental and Clinical Studies on Arterial Homo and Heterografts Preserved in Alcohol. "Arch. of Surg.", **69**: 549-567, 1954.