

# EL HOMBRE ARTIFICIAL



HA NACIDO LA INDUSTRIA DE

# ICIAL

## BIOLOGOS Y CIRUJANOS "FABRICAN" MIEMBROS Y ORGANOS DE RECAMBIO

Por **MARIO CALAMANDREI**

En este esquema se muestran los órganos o las partes del cuerpo humano que, en el estado actual de la cirugía y de la biología, pueden ser sustituidos o estimulados.

ARTICULACION  
CADERA  
Porcelana  
o metal

ARTERIA  
Dacron

RODILLA  
Metal

TENDONES  
Silicona

**E**N los Estados Unidos el hombre artificial se ha convertido ya en una realidad. Médicos, científicos y técnicos producen fémures de metal, rótulas de cerámica, secciones de cráneo sacadas de los huesos de animales, articulaciones de acero, senos de silicio, tendones de goma, válvulas cardíacas de acero inoxidable, arterias de dacron, riñones de nuevas aleaciones, córneas artificiales, e instalan reguladores del ritmo cardíaco, estimuladores eléctricos de la vejiga, del páncreas y de otros órganos vitales; crean nervios electrónicos que hacen caminar a los paráliticos, devuelven el oído a los sordos y la vista a los ciegos.

El vertiginoso progreso que ha tenido lugar en el terreno de la creación de órganos y miembros artificiales para sustituir a los dañados se debe sobre todo a las gigantescas inversiones realizadas en los últimos veinte años en investigaciones puras y aplicadas.

El Gobierno federal gasta anualmente 100.000 millones de pesetas en investigaciones puras y 230.000 millones en investigaciones aplicadas, pero en total, en los Estados Unidos se invierten a tal fin 20.000.000.000 de dólares, es decir, cerca de un billón doscientos mil pesetas. Para que nos demos cuenta de la rapidez con que las investigaciones efectuadas en los laboratorios pasan a las clínicas quirúrgicas, hay que tener presente que la investigación es aplicada a escala industrial.

El empleo cada vez más imponente de la electrónica por parte del Pentágono, en primer lugar, y en segundo lugar, el gigantesco esfuerzo desarrollado para la exploración del espacio, movieron a sociedades como Westinghouse y Corvair, la Bell's, la Ford, la General Electric, la Curtiss-Wright y la Philco han invertido ingentes cantidades en investigaciones biológicas y médicas. Al lado de la medicina y de la ingeniería han surgido asimismo nuevas disciplinas como, por ejemplo, la biofísica, la «myo-electrónica», y la electro-biología.

SIGUE

# L HOMBRE EN SERIE

Se puede tener una idea de la participación de la industria en el progreso de la cirugía si se examinan las contribuciones de las principales sociedades en la construcción de órganos artificiales para el corazón. En el mercado existen diversos tipos de «pacemakers», los «marcadores del paso» que garantizan y regulan el palpitar del corazón. Los empleados con más frecuencia son producidos por la Medtronic Inc., de la Electrodyne Company y de la General Electric. Todos estos modelos funcionan mediante baterías de mercurio, pero los médicos que hacen uso del Medtronic prefieren cambiar el aparato cada 15 meses en vez de asumir el riesgo de que llegue a trastornarse el sistema entero. Mientras tanto, no dejan de salir al mercado nuevos modelos con baterías que tienen una duración teórica de diez años, y otros que se están construyendo todavía que podrán, según los planes, ser cargados de nuevo sin nece-

sidad de volver a abrir la caja torácica. La Adcole Company, de Boston, acaba de producir un modelo en miniatura de ese tipo que puede ser aplicado a los niños.

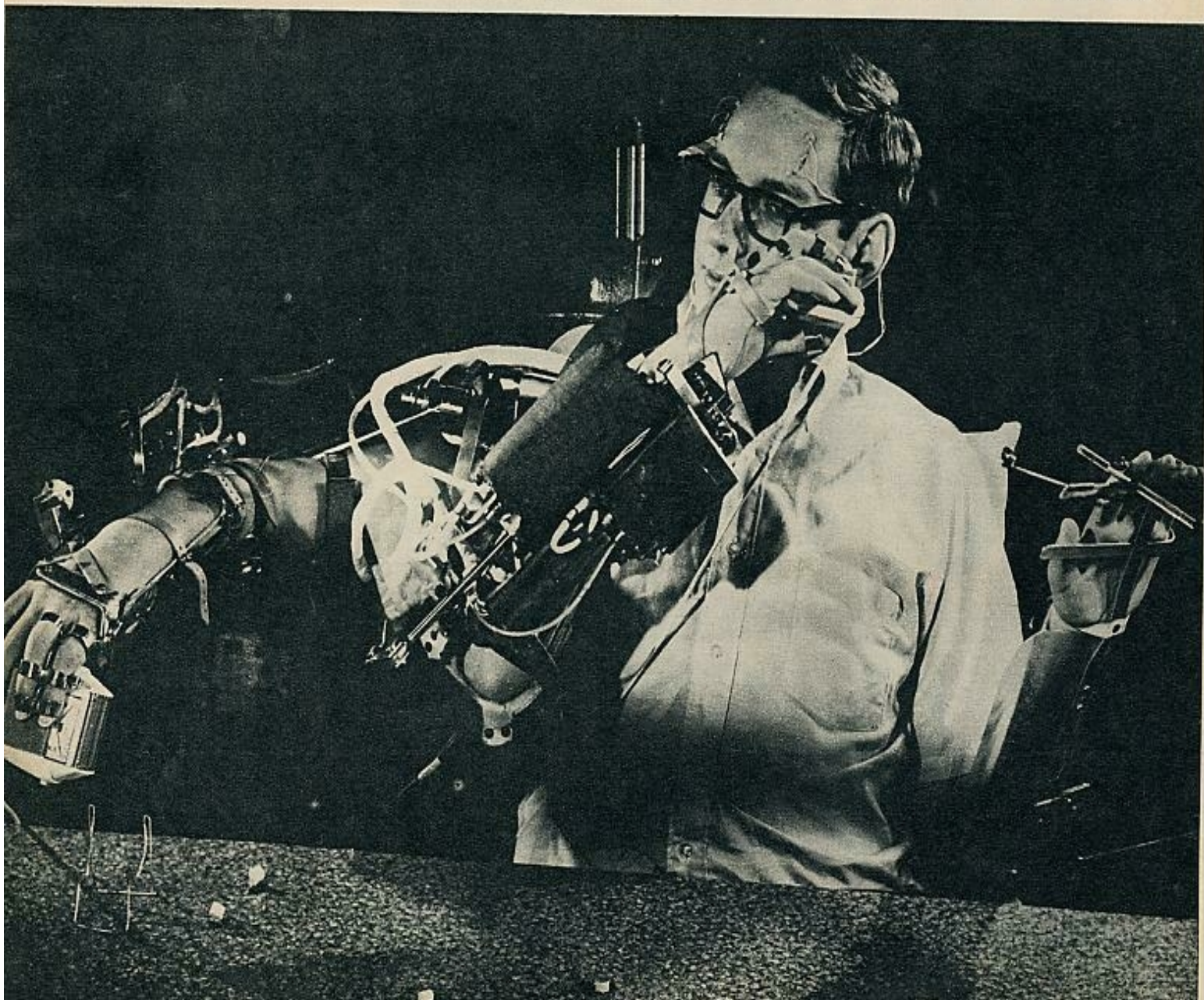
Las válvulas cardíacas de acero inoxidable y plástico ideadas por el ingeniero Lowell Edwards las vienen produciendo en serie ya varias sociedades, dado que cada año se emplean cerca de 10.000. También en el proyecto experimental del ventrículo del doctor Kantrowitz han colaborado la Eastman Chemical Products, la Dow Corning Corporation, la American Cyanamid, la Dupont De Nemours, la Devcon Corporation, la Goodrich, la Acheson Colloids, la Carolina Medical Electronics Statham Instrument Co., la Sanborn, la Ethicon, y otras sociedades menos importantes.

Una red de industrias aún más extensa ha colaborado en la construcción de los tres corazones artificiales actualmente en uso experimental en Houston, Brooklyn y Cleveland.

Nueva York.—«Antes de que llegue a la Luna el primer astronauta, un hombre (o una mujer) con un corazón artificial pasará por la calle y llevará exactamente la misma vida que cualquier otro mortal; ya hace tiempo que estoy convencido de ello. Pero ahora creo incluso que la instalación y el perfecto funcionamiento de un aparato cardíaco serán posibles en cuestión de meses», me dice el doctor Adriano Kantrowitz, en su despacho perdido entre las habitaciones de los pacientes en el tercer piso del Hospital Maimonides de Brooklyn: «Ya tenemos ventrículos artificiales e incluso corazones completos probados y más que probados. Tan sólo nos falta una ocasión propicia para utilizarlos».

En los hospitales americanos los cirujanos emplean en sus operaciones tendones de goma, huesos de cerámica y de metal, córneas de plástico, articulaciones óseas de aceros y otras aleaciones, tráqueas y pulmones de silicio, diafragmas de dacron, aplican estimuladores eléctricos a numerosos órganos vitales, transplantan riñones e hígados, etc.; no obstante la primera línea de la cirugía sigue siendo la del corazón y sistema circulatorio. Solamente en los Estados Unidos mueren anualmente a causa de enfermedades de estos órganos más de un millón de personas, es decir, mayor número de víctimas

Un paciente cuadripléjico, Ed Rossek, afeitándose por sí mismo en el hospital de Cleveland mediante un «brazo auxiliar». Este aparato se mueve por un motor cuando los focos de rayos infrarrojos de las gafas del enfermo activan un computador. Los primeros pasos para conseguir el «hombre artificial» están en marcha.



## EL HOMBRE ARTIFICIAL

que en las demás enfermedades juntas. Pero ése no es sólo el campo en donde más numerosos y mortíferos son los enemigos, sino también en el que más inminente parece la victoria. Gracias al enorme esfuerzo desarrollado y a los éxitos conseguidos en cuanto a diagnóstico, prevención y terapia en el transcurso de los quince últimos años ha podido comprobarse por primera vez una lenta disminución del número de muertes debidas a enfermedades del corazón o de los vasos sanguíneos. Pero la gran esperanza de acabar de una vez para siempre con las enfermedades cardíacas se basa en la creación de un órgano artificial capaz de asumir por sí solo las funciones tan esenciales del músculo cardíaco.

Hay muy pocos en el mundo que puedan hablar con tanta competencia y conocimiento de causa de enfermedades cardíacas y técnicas para combatir las como el doctor Adriano Kantrowitz. Kantrowitz es, en efecto, un cirujano de fama internacional y un científico cuyos descubrimientos han atraído a su laboratorio muchos donativos del Gobierno federal y de fundaciones privadas, que han convertido el Hospital Maimonides de Brooklyn en uno de los más importantes centros mundiales dedicados al estudio del corazón.

Adriano Kantrowitz y Michael De Bakey, del Hospital Presbiteriano de Houston, son los únicos médicos que han creado dos tipos diversos de ventrículo artificial, los han ensayado en centenares de animales e, incluso, han llegado a injertarlos en cuerpos humanos.

Junto con su hermano Arturo, que es físico y dirige el laboratorio de investigaciones AVCO en Everett, Massachusetts, Kantrowitz ha conseguido producir un corazón completo que ha venido experimentándose desde hace algún tiempo en perros y terneros.

—Hace siete años, cuando empezamos nuestros estudios experimentales tendentes a la sustitución de corazones enfermos, muchos nos consideraron visionarios —recuerda Kantrowitz—. Desde el principio pensamos que había tres maneras de curar a una persona que padeciese trastornos cardíacos: sustituir el órgano enfermo por otro sano, procedente de un moribundo; trasplantar el corazón de un mamífero biológicamente afín al hombre, y construir arterias, ventrículos, válvulas y corazones artificiales fácilmente instalables. En nuestros laboratorios continuamos estudiando los tres métodos. El profesor Tetsuzo Akutsu, que dirige las investigaciones, está considerado como la máxima autoridad en el campo del trasplante de los órganos de un mamífero a otro. Pero, en mi opinión, sólo los órganos artificiales nos permitirán acabar con la terrible plaga de las enfermedades cardíacas y de los vasos sanguíneos: en la práctica, el trasplante de un hombre a otro es naturalmente inconcebible. El cambio debe efectuarse en menos de quince o veinte minutos. Y además el corazón no es como un riñón, que cuando se pierde uno queda siempre otro. ¿Quién va a asumir la responsabilidad de decidir qué hombre debe ser sacrificado y a cuál debe brindársele la oportunidad de sobrevivir?».

### la máquina corazón-pulmón

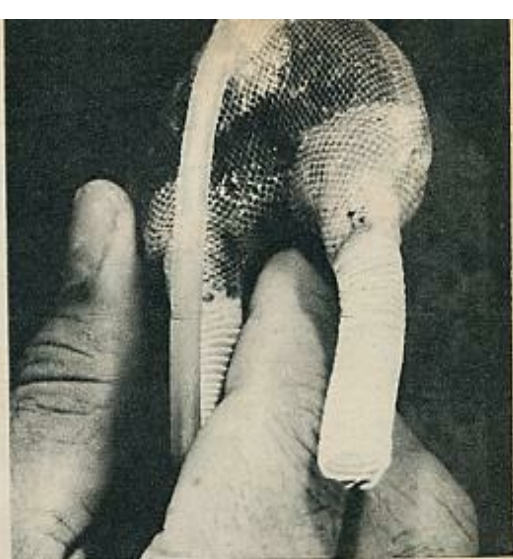
—Hemos trasplantado por lo menos ciento cincuenta veces el corazón de un perro a otro —prosigue Kantrowitz—. Lo más que ha vivido el animal ha sido siete meses. Incluso hemos puesto a un perro el corazón de un cerdo. Un grupo de médicos de la Universidad de Mississippi intentó sustituir el corazón de un moribundo por el de un chimpancé. El corazón

funcionó bien, pero al cabo de una hora resultó ser demasiado pequeño para su nueva tarea. El mayor obstáculo para un trasplante sigue siendo, sin embargo, la resistencia que opone el cuerpo a cualquier órgano extraño. El perro se da cuenta de que tiene un corazón que no es el suyo a las dos semanas de realizada la operación y entonces todo el cuerpo inicia una guerra total para expulsar esa víscera extraña. Cuando trasplantamos el corazón del cerdo pudimos observar tales reacciones a los treinta segundos escasamente. Ciertamente, tenemos preparativos médicos para reducir la ofensiva contra el cuerpo intruso; pero, por desgracia, estas sustancias reducen también la resistencia a las bacterias. En el animal sobrevienen por eso complicaciones cada vez más graves, hasta que finalmente las enfermedades resultan incurables. Ninguna de estas reacciones negativas ha sido observada, por el contrario, en los perros a los que les hemos injertado el corazón artificial.

—Pero si estos músculos mecánicos funcionan tan bien en los perros. ¿Por qué murieron entonces tanto los dos pacientes operados por el doctor De Bakey como el que operó usted mismo?

—Transferir una buena parte de las funciones del músculo humano, provisional o permanentemente, a un aparato mecánico es una técnica completamente nueva y, como tal, puede entrañar riesgos que aún desconocemos. Pero ningún cirujano responsable hace uso de ella sin estar completamente seguro que tiene entre manos un caso desesperado. Lo mismo en el paciente operado por De Bakey, en mil novecientos sesenta y tres, como en el que operamos recientemente, la «bomba» funcionó estupendamente y funcionaba aún cuando cedieron otros órganos lesionados. Al contrario de lo que ocurrió con el paciente de Houston, el que operamos aquí el cuatro de febrero recobró el conocimiento y habló con nosotros, pero el hígado, que ya sabíamos que estaba muy enfermo, no resistió. La técnica encargada de construir e instalar corazones artificiales está ya perfeccionada y un día aquí, en Houston, en Cleveland, o en cualquier otra localidad, nos encontraremos con un paciente lo bastante grave como para permitirnos asumir el riesgo de colocarle un corazón artificial, pero lo suficientemente sano como para resistir todas las complicaciones que suelen acompañar a estas difíciles intervenciones quirúrgicas. Y en el momento en que consigamos curar a un paciente mediante el empleo de este o aquel invento cardíaco, empezarán a emplearse tales aparatos en cientos de casos menos desesperados.

La razón de este optimismo compartido por tantos colegas del doctor Kantrowitz hay que buscarla en el enorme progreso llevado a cabo en estos últimos años en el dominio de la utilización de órganos artificiales en diversas partes del cuerpo humano y de las técnicas quirúrgicas aplicadas al corazón y a los vasos sanguíneos. La máquina inventada separadamente por Kantrowitz y por De Bakey no es, en efecto, ni el primero ni el último de los aparatos cardíacos nacidos de la unión de medicina e ingeniería. La primera etapa de esta extraordinaria marcha ha sido la invención de la máquina corazón-pulmón. Fue en 1953 cuando, con el paciente anestesiado, se unió por primera vez un tubo con las dos venas cabas y la sangre venosa de todo el cuerpo fue aspirada por una gran máquina de acero inoxidable que separó el anhídrido carbónico y la renovó con la admisión de oxígeno y



«Corazón de refuerzo» para un paciente humano en el hospital Maimonides de Brooklyn, donde realiza sus investigaciones el doctor Adrian Kantrowitz.

volvió a ponerla en circulación arterial. En años sucesivos este corazón-pulmón fue perfeccionado y ahora ya se utiliza en todas las partes del mundo para las operaciones del corazón. En realidad existen numerosos modelos de estas máquinas: el más complejo es probablemente el construido en el hospital pediátrico de Boston para el tratamiento de los llamados «niños azules», que nacen con graves trastornos cardíacos y circulatorios.

### el «pacemaker» de lillebei

En la sangre de estos niños el oxígeno puede descender hasta un 25 por ciento del que necesitan. Es, por lo tanto, urgente una intervención quirúrgica. Pero no se puede utilizar una máquina corazón-pulmón normal, porque ésta tiene una capacidad más grande que la del cuerpo del recién nacido y es enorme el riesgo de transfundir demasiada sangre. El doctor William F. Bernhard, de Boston, ha llegado a eliminar casi por completo estos inconvenientes mediante la construcción de una gigantesca máquina corazón-pulmón del tamaño de una cisterna.

En el interior de esta extraña construcción, que parece una mezcla de caja fuerte y submarino experimental, se encuentra el quirófano, en donde mientras dura la intervención quirúrgica bombas automáticas suben la presión hasta dos, tres e incluso cuatro veces la presión normal atmosférica, aumentando de ese modo automáticamente el oxígeno en la sangre del recién nacido. Gracias a ello hoy se salvan más «niños azules» que antes. Cámaras hiperbáricas semejantes han sido construidas en, por lo menos, otros diez hospitales.

El primer instrumento artificial instalado de forma permanente en el corazón fue, sin embargo, el «pacemaker». En el corazón hay un nudo sinoatrial que establece y mantiene el ritmo con que la sangre entra y sale del corazón. Una de las enfermedades cardíacas es el llamado bloqueo cardíaco, producido cuando, por razones aún no muy claras, el cuerpo no sigue produciendo la señal eléctrica que regula los latidos del corazón. En 1957, el doctor C. Walton Lillebei y sus colaboradores y colegas de la Universidad de Minnesota inventaron un aparato electrónico que denominaron «pacemaker» (el que marca el paso) y pocos meses después consiguieron empalmar a los nervios cardíacos los hilos que transmiten directa y regularmente los

SIGUE

*Si le decimos:*

## «MEYBA PRESENTA UNA COLECCION COMPLETA DE PANTALONES LARGOS...»

*Usted puede pensar:*

### ¡NO QUIERO BAÑARME CON PANTALONES LARGOS!



penilégono

- Ah, pero nosotros no le obligamos a bañarse con ellos.
- ¡NO? Creí que había dicho "pantalones MEYBA®"
- ¡Siiiiii! pero MEYBA®, recuérdelo bien, es sólo la marca de un confeccionista, que además de los bañadores más famosos de nuestra generación, fabrica así mismo los conocidos SKI-JAMA®, camisas, shorts y también pantalones de vestir. "PANTALONES" ¿entiende?
- Bueno, bueno... ya entiendo... pero, para mí que soy altote, ¿tendrá MEYBA® alguno que me siente bien?
- Naturalmente, y en distintos modelos...
- Gracias por la información. La tendré en cuenta cuando tenga que comprarme un nuevo bañador... digo... pantalón MEYBA®



impulsos que asegura al corazón un ritmo regular. Más de 10.000 trabajadores, empleados, profesionales y amas de casa llevan una vida normal gracias al «pacemaker».

En el año 1960 aparecen las primeras válvulas artificiales. El corazón es un músculo con cuatro cavidades, dos mayores, llamadas ventrículos, y otras dos que se denominan aurículas. La aurícula derecha recibe la sangre procedente de todo el organismo y que llevan las venas cava inferior y superior. En la aurícula izquierda, por el contrario, desembocan las cuatro venas pulmonares que reciben la sangre de los pulmones. El paso de la sangre de un vaso al otro y del corazón a las arterias está regulado por cuatro válvulas que, cerrándose y abriéndose, detienen o dejan pasar la sangre. Ciertos fallos en su funcionamiento debidos, por ejemplo, a un estrechamiento de la válvula mitral, producida por la escarlatina, el reumatismo y otras infecciones pueden corregirse mediante intervenciones quirúrgicas relativamente fáciles. Pero en muchos casos la válvula está demasiado dañada y debería sustituirse.

## 80 kilómetros de tuberías

En 1960 en una barraca, transformada en laboratorio, que tenía en su jardín el ingeniero retirado M. Lowell Edwards construyó, para los médicos de la Universidad de Oregón, una válvula artificial consistente en una cajita de acero inoxidable con una especie de balita de plástico en su interior, y el doctor Albert Starr la empleó en un paciente por primera vez. Hoy son más de veinte mil las personas que tienen en su cuerpo la válvula cardíaca artificial y en Nueva Zelanda un grupo de cirujanos han descubierto recientemente un método para extraer las válvulas cardíacas de los cadáveres con el fin de aplicarlas a sus pacientes.

Pero el corazón es solamente la bomba principal de un complicado sistema de tubos que en cada uno de nosotros mide casi ochenta kilómetros. Y una avería en los vasos más importantes puede resultar fatal. La amenaza más grave la constituye el endurecimiento de las paredes de las arterias. Poco a poco, se van formando a lo largo de las paredes células amarillentas llenas de grasa, los músculos pierden su elasticidad, los vasos por los que circula la sangre se estrechan gradualmente y la presión aumenta. Más tarde o más temprano este estado de cosas origina dolores de cabeza, trastornos visuales y digestivos y toda una gama de síntomas diversos. A menudo se forman en la sangre pequeños coágulos hasta que llega la trombosis cerebral o la coronaria. En torno al origen de la arteriosclerosis existen diversas teorías, como también existen sobre el origen de otros trastornos de estas «vías maestras» de la circulación. Sin embargo, la cirugía ha encontrado en estos últimos años varios modos de combatirla. «Hoy es posible efectuar operaciones que eliminen en la práctica los depósitos de grasa y las sedimentaciones, al igual que un fumador limpia su pipa —explica el doctor Ralph E. Knutti, durante varios años director del Instituto Nacional para el Corazón—, y también es posible extirpar aquellas partes que están obstruidas y poner en su lugar otros vasos, bien naturales, o bien artificiales».

Los doctores del Hospital de San Juan, de Los Angeles, anunciaron haber efectuado catorce limpiezas en los vasos sanguíneos de trece pacientes. Un equipo de médicos del Downstate Medical Center, de Nueva York, ha creado un sistema consistente en inyectar burbujas de aire entre las

paredes de la arteria y el «forro» que las cubre, eliminando de este modo los sedimentos a través de una pequeña abertura. Pero estos son aún sistemas en gran parte experimentales. Por el contrario, los cirujanos eliminan cada vez con más frecuencia las partes averiadas u obstruidas de la arteria. El doctor Arthur Vineberg, del hospital Victoria de Montreal, corta un pedacito de arteria en una parte no vital y la pone en sustitución del fragmento que hay que eliminar, cerca, por regla general, del músculo cardíaco. Pero es mucho más sencillo emplear en su lugar un trozo de arteria artificial.

## una arteria para el duque

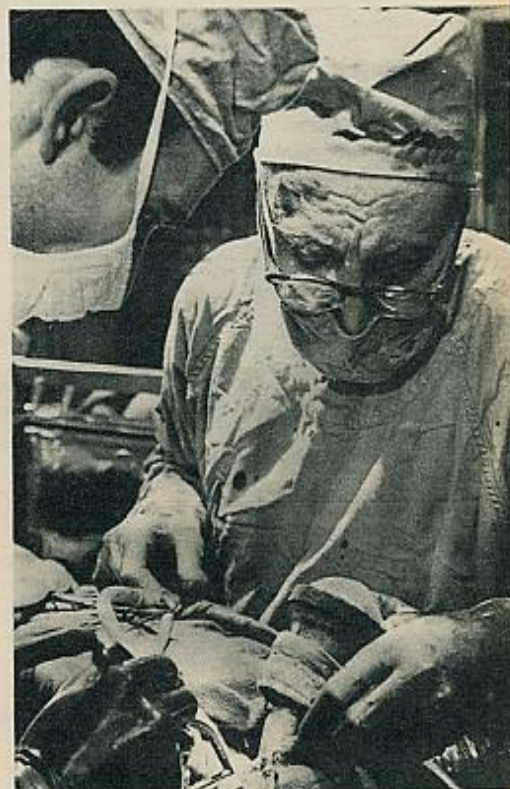
Fue el doctor Michael de Bakey, ayudado por los ingenieros técnicos de la Rice University de Houston, quien inventó y produjo la primera arteria de dacron. Un trozo de esta arteria artificial le fue injertada al duque de Windsor el año pasado. «Cualquier informe, por incompleto que sea, de lo que se ha logrado en el campo de la cirugía cardíaca muestra un progreso impresionante —me dijo el doctor Kantrowitz—; no obstante, hasta que no resolvamos el misterio de algunos trastornos cardíacos, hay que encontrar el modo de garantizar las funciones del corazón, incluso cuando éste se encuentre imposibilitado para funcionar. De ahí todos nuestros esfuerzos dirigidos a la producción de un corazón artificial».

El corazón artificial usado por De Bakey hace dos semanas en Houston, así como el empleado por el doctor Kantrowitz a principios de febrero, han sido impropriadamente denominados «corazones artificiales». En realidad, se trata de ventrículos capaces de realizar entre el 50 y el 1,80 por ciento del trabajo desarrollado por un corazón natural. Todo el mundo sabe que el ventrículo artificial de De Bakey es una bala de plástico del tamaño de una pamplemusa, conectada por medio de tubos de dacron a la aurícula superior izquierda y con la aorta y accionado 52 veces por minuto por un motor externo. El ventrículo artificial creado por los médicos del Hospital Maimonides, de Brooklyn, y por los científicos del Ecco Laboratory es de tamaño más reducido. Ha sido experimentado con pleno éxito en más de 150 perros. En algunos casos el ventrículo funcionó ininterrumpidamente durante diecisiete meses. «Nuestro ventrículo tiene una ventaja sobre el de De Bakey y es que no se obstruye. Una vez parado el ventrículo de De Bakey no puede volver a ponerse en movimiento, porque en él se forman inmediatamente escorias internas. El nuestro, por el contrario, puede ser parado y accionado de nuevo a voluntad».

## el profesor willem kolff

Lo mismo Kantrowitz como De Bakey han logrado ya construir modelos de corazón completo basados en los mismos principios que rigen los ventrículos; pero tampoco en este campo son los únicos. El primero en experimentar un corazón artificial completo fue el profesor Willem I. Kolff, inventor del riñón artificial. «El doce de diciembre de mil novecientos cincuenta y siete mis colegas de la sección de órganos artificiales de la Cleveland Clinic y yo extrajimos a un perro el corazón y pusimos en su lugar uno artificial, accionado por el aire». Desde entonces el profesor Kolff ha producido repetidos modelos en colaboración con los científicos de la NASA y con los técnicos de diversas compañías. Uno de dichos modelos fue aplicado a un

# EL HOMBRE ARTIFICIAL



En Houston (Texas) se ensayó por primera vez un corazón artificial sobre un hombre de 65 años, Marcel Derudder. La operación efectuada por el doctor De Bakey tuvo éxito, aunque el paciente muriera algunos días después por causas ajenas al corazón.

ternero, el cual vivió casi treinta y cuatro horas. «La bomba mecánica mantuvo la circulación de la sangre al nivel normal y no se formaron coágulos ni hubo alteraciones en la sangre —declara el doctor Kolff—. Aquel experimento nos convenció de que los problemas fisiológicos del corazón artificial han sido ya aclarados y que su funcionamiento depende tan sólo de algunas dificultades técnicas que deben ser fácil superar».

Muchos otros científicos trabajan desde hace años en la producción de un corazón artificial. Entre los más notables tenemos a Bert Kusserov, de la Universidad de Vermont; F. W. Hastings, de Harlan (Kentucky); William Fry y Francis Fry, de la Universidad de Illinois, y fuera de los Estados Unidos, al argentino Domingo Liotta y al japonés Kazuhiko Atsumi. Con la esperanza de que llegue lo más pronto posible ese día en que el corazón artificial se convierta en realidad, el Instituto Nacional para el Corazón ha animado a todos los científicos a seguir caminos diferentes y a construir mecanismos con materiales distintos y con motores también diversos. «No todas las partes dañadas del cuerpo son sustituibles —concluyó el doctor Kantrowitz—, pero el corazón sí que lo es. El día en que consigamos poner en práctica todo lo que ya sabemos, será el comienzo de una nueva época para la medicina y la vida humana».