

La cateterización del lado derecho del corazón

Eduardo Luis De Vito

Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Introducción

Este es el primero de los artículos de una serie que agruparemos como Notas Históricas. El texto corresponde a la traducción del artículo de S.A. Hartman¹ en inglés sobre “La cateterización del lado derecho del corazón” de Werner Theodor Otto Forssmann (1904-1979) publicado en *Klin Wochenschrift* (45), 2085-2087, 1929 con el título de “Die Sondierung des rechten Herzens”. Hasta nuestro conocimiento, es el primer informe exitoso de la cateterización central y cardíaca en seres humanos. Con un lenguaje coloquial y en primera persona, el autor sigue las pautas generales de un artículo científico: planteo del problema, propuesta de solución, racional anatómica con experiencia en cadáveres, técnica utilizada y sus posibles complicaciones, conclusiones y finalmente menciona las perspectivas que la nueva técnica puede deparar.

Recién en el año 1956, el Instituto Karolinska de Estocolmo, Suecia, el cual, basado en uno de sus estatutos que permite premiar algún candidato por “trabajos anteriores si su significado ha sido aparente recientemente”, lo haría acreedor del Premio Nobel en la categoría de Fisiología y Medicina de ese año, junto con los doctores Courmand y Richards, “por sus descubrimientos sobre la cateterización cardíaca y los cambios patológicos en el sistema circulatorio”.

El artículo de Werner Theodor Otto Forssmann

En las emergencias tales como paro cardíaco, shock y otros problemas cardíacos o aún accidentes anestésicos o intoxicaciones, el tratamiento médico debe comenzarse lo más rápidamente posible. Hasta el momento, la única forma de salvar al paciente es intentando una inyección intracardíaca la cual es sólo ocasionalmente útil. Además, la inyección intracardíaca es un procedimiento peligroso, que en numerosos casos ha producido desde punción de la pared cardíaca hasta injuria de los vasos coronarios y sus ramas, sangrado del pericardio y muerte por taponamiento. De manera similar, el daño de la pleura puede causar neumotórax fatal. Los incidentes de este tipo hacen que sea necesario retardar la inyección intracardíaca hasta el último momento, con la consiguiente disminución de la eficiencia del procedimiento. Estas experiencias me impulsaron a buscar una nueva vía, una vía menos peligrosa para llegar al corazón e intenté la cateterización del lado derecho del corazón a través del sistema venoso.

La anatomía del sistema venoso es tal que se puede llegar al corazón de todos los puntos del sistema venoso, excepto, claro está, desde el sistema porta. Debido a que el catéter sigue la dirección del flujo sanguíneo, no encuentra obstáculos y, como las válvulas cierran en dirección contraria al flujo, el catéter se atraviesa sin resistencia. Es imposible además que el catéter se desvíe en sentido retrógrado, debido a que los vasos forman siempre un ángulo agudo con el apex en dirección al flujo.

Examiné estas con sideraciones en experimentos con cadáveres. A través de una vena escogida al azar, probé un punto cerca de la articulación del codo y dirigiendo el catéter hacia el corazón, sin ninguna resistencia alcancé el ventrículo derecho tan suavemente como el deslizarse de una pluma. Fue ahí donde el catéter encontró su primera resistencia. La posición del catéter fue revisada en la autopsia. Nos deslizamos hacia arriba desde la vena cefálica o la vena braquial, en las cuales el catéter podía palparse, pasando a través de la fosa de Mohrenheim bajo el collar óseo de la vena subclavia y de ahí a la vena innominada y la vena cava superior, en el lado derecho del corazón. Parece prudente elegir el brazo izquierdo debido al tipo de convergencia de las grandes venas. La innominada izquierda es más larga y drena en la vena cava superior en un ángulo menos agudo.

Después del éxito obtenido en el experimento en el cadáver, emprendí la primera prueba en una persona viva usando a mí mismo como sujeto de experimento. En primer lugar y como prueba preliminar, un colega aceptó gustosamente colaborar, punzando mi vena del codo derecho con una aguja larga. Luego, como en el cadáver, yo mismo deslicé un catéter ureteral de 4 French bien lubricado. El catéter se deslizó 35 cm con curiosa facilidad. Debido a que mi colega lo consideró muy peligroso, suspendimos la prueba luego de la cual me sentí completamente bien. La posición del catéter fue probada por rayos X y, de hecho, observé la punta del catéter mismo, en un espejo colocado enfrente de mí y de la pantalla iluminada por una enfermera.

Una semana después planifiqué una segunda prueba en mí mismo. En el pliegue de mi codo izquierdo efectué una canalización de la vena previa anestesia local (debido a que el acceso por punción es muy difícil técnicamente efectuarlo en uno mismo) y desplacé todo el catéter, de 65 cm, en mi cuerpo sin sentir ninguna resistencia. Esta distancia la medí en mi cuerpo en forma externa desde mi codo izquierdo al corazón. Mientras deslizaba el catéter sentí un ligero calor en la pared de mi

Correspondencia: Combatientes de Malvinas 3150, CP 1427, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

vena, similar a la sensación que produce el cloruro de calcio endovenoso.

Cuando lo moví hacia atrás, el catéter se trabó en la vena subclavia y sentí un calor particularmente intenso en la clavícula cerca de la inserción del esternocleidomastoideo y, al mismo tiempo, probablemente por irritación de la rama del nervio vago, tuve tos seca. Examiné la posición del catéter con una radiografía y luego, por radioscopia, observé cómo una enfermera me retiraba el catéter (el autor muestra las dos radiografías del primer y del segundo intento).

Dejando de lado la sensación descrita (presté especial atención en el fenómeno de irritación del sistema de conducción del corazón) no sentí nada. En nuestro servicio hay una distancia considerable desde la sala donde me puse el catéter hasta la sala de rayos X; durante el trayecto tuve que ascender escaleras cubriendo la distancia a pie con la punta descansando en el corazón. Y aún caminando esta distancia no tuve ninguna molestia. La inserción y extracción del catéter fueron indoloras, causando sólo la sensación descrita. Luego no sentí ninguna molestia seria, sólo una ligera inflamación en el sitio de la canalización la cual probablemente fue debida a la inadecuada esterilización del instrumental. Creo que la inserción sencilla y sin resistencia con el catéter bien lubricado previno el daño de la pared de la vena y el peligro de coágulos o trombosis.

De hecho, en los tiempos de guerra y de postguerra, la literatura conoce casos de cuerpos extraños alojados en el corazón durante meses sin problemas. De manera similar, Volkman (Med. Klin, 1927, N^o 52, 1357) describió un paciente en el cual una aguja de aspiración permaneció durante 15 minutos en el ventrículo derecho sin causar daño.

También las medidas de presión arterial efectuadas por Chauveau y Marey en 1861 en animales, introduciendo instrumentos de medida en el corazón desde la vena yugular y la arteria carótida común, probaron ser seguras. De hecho se debe poner precaución en casos donde existe una tendencia evidente a la trombosis.

Tuve la oportunidad de una aplicación clínica en un paciente con peritonitis purulenta como complicación de una inflamación diseminada con foco apendicular. El paciente se hallaba en muy mala condición y con colapso circulatorio (pulso rápido, poco amplio y débil, parches azules en los miembros, respiración dificultosa y superficial y deterioro del sensorio). A las 9:30 hs. efectué una disección de la vena en el codo derecho e inserté el catéter. Observé una resistencia a los 30 cm aproximadamente que superé fácilmente moviendo algo el brazo. Finalmente, introduje el catéter hasta 60 cm e infundí una solución de 1 litro de glucosa con 0,002 de clorhidrato de suprarenin y 0,001 de estrófantina en 1 hora, en minutos observé una evi-

dente mejoría. El pulso pasó a ser lento y fuerte y la respiración y la consciencia se normalizaron. Después de esa infusión, inyecté 0,25 ml de solución de citrato. A las 12:30 hs. el paciente empezó a respirar por lo cual repetí la infusión pero sin estrófantina. Luego de una mejoría fugaz, el paciente falleció a las 3:10 hs. El ritmo cardíaco duró 6 minutos más que el respiratorio. Sin retirar el catéter, efectué la autopsia. El catéter estaba en la vena cefálica y llegaba 2 cm más de la aurícula derecha dentro de la vena cava inferior. No hallé cambios en el interior de los vasos ni tampoco trombos. Sólo había algunos coágulos postmortem como en el brazo contralateral.

Los resultados muestran que la presencia continua de un catéter durante 6 horas, en un paciente débil, no produjo cambios patológicos en los vasos ni en el corazón. Es notable que en contraste con el experimento en el cadáver, el catéter no entró en el ventrículo derecho sino en la vena cava inferior. Esto podría ser debido a que en el cadáver con los vasos colapsados el catéter siguió las cavidades abiertas mientras que en la persona viva la gran entrada de la vena cava inferior a la aurícula derecha es una vía más expedita. Se requiere más experiencia para decidir la distancia adecuada entre el pliegue del codo y el corazón, para no ir más allá del corazón.

Recomiendo que el método sea probado con venopuntura en circunstancias favorables y con disección en casos más difíciles. Debo decir que no es ciertamente obligatorio entrar por las venas del brazo. Se puede utilizar cualquier otra vena, dependiendo de las circunstancias anatómicas del paciente. Mi método parece ser especialmente ventajoso debido a que suprime la vía peligrosa a través del tórax y el corazón y evita el temido shock por taponamiento pericárdico. Mediante el catéter, se llega al corazón por las vías naturales. La técnica es especialmente útil cuando se dispone de poco tiempo debido a que el catéter puede ser insertado en 3 ó 4 segundos. Es también útil porque puede ser utilizado en los casos con colapso circulatorio como en el que presenté, así como en pacientes con buena función cardíaca. Naturalmente cuando hay shock, la infusión central es significativamente más rápida y mucho más efectiva que la vía periférica. Permite también la posibilidad de extraer sangre con una jeringa, de aliviar el corazón derecho y de tener una sangría central. Respecto de las indicaciones terapéuticas, los refero al excelente trabajo de Henschen (Schweizer Med Wschr 1:261-270 (1920) sobre resucitación del corazón. Sólo quiero mencionar que es importante no perder tiempo, no se deben superar los 10 ó 15 minutos para los casos de resucitación por accidentes anestésicos o muerte por shock.

Por otro lado, considero que el método es útil para la infusión intravenosa lenta, como por ejemplo para la administración de medios de contraste para estu-

diar la vejiga y la pelvis renal, o aún para infusiones. El catéter puede ser insertado a distancias cortas 20 a 30 cm y la inyección puede ser efectuada tan lenta como se quiera, sin peligro de perder la vena. Para este propósito se debe usar un catéter uretral estéril, lubricado y conetado a cánulas. Sugiero aceite de cocina y no un lubricante neutro como la parafina líquida, de manera que cualquier émbolo graso pequeño impactado en los capilares pulmonares pueda ser inmediatamente saponificado y eliminado por las enzimas sanguíneas. La aguja puede ser también embebida para que se manipule más fácilmente y sin problemas. En conclusión, quiero mencionar que el método que he utilizado abre innumerables posibilidades de estudios de metabolismo y actividad cardíaca, lo cual ya estoy haciendo.

Comentarios

Forssmann -junto con Kocher, Gullstrand, Carrel, Bárány, Banting y Hess- fue, uno de los pocos cirujanos en el mundo, capaz de obtener tan alta distinción. A lo largo de las siguientes páginas intentaré recopilar algunos de los eventos más importantes en la vida de este cirujano alemán.²

Comenzó como instructor de anatomía con el profesor Rudolph Fick, hijo del afamado fisiólogo nativo de Wurzburg, Adolph Fick, conocido por el principio de medición del consumo de oxígeno que lleva su nombre. Estando en August Victoria Home, Werner Forssmann sufrió diversas frustraciones por la inhabilidad de administrar medicamentos de forma efectiva y segura durante un paro cardiorrespiratorio. El día inherente de la punción cardíaca lo llevó a la posibilidad de la cateterización cardíaca transvenosa. Forssmann comenzó entonces a estudiar los trabajos y las ilustraciones de los fisiólogos franceses Chauveau, Marey y Bernard, este último capaz de cateterizar el corazón de animales de experimentación. En aquel momento, Forssmann creyó que la técnica de estos investigadores podía ser refinada, transportada del laboratorio hacia la práctica clínica y lograr, así, la instalación de la terapéutica más agresiva en el ser humano. Para demostrar su hipótesis, Forssmann solicitó permiso a su jefe y profesor inmediato, el Dr. Richard Schneider, para aplicar la prueba en algún paciente. El permiso le fue negado. Inmediatamente después, Forssmann solicitó autorización para él ser el sujeto de experimentación. El permiso también le fue negado. En una atrevida y probablemente considerada, por muchos de aquella y nuestra época, arriesgada empresa y ciertamente poco profesional, abandonando normas de principios y procedimientos, Forssmann desobedeció las órdenes y decidió someterse en forma secreta a la cateterización él mismo, siendo sujeto de autoexperimentación, en el verano de 1929.

El segundo intento fue exitoso, puesto que mediante una venodisección de la vena cubital izquierda bajo anestesia local, Forssmann logró cateterizar el lado derecho del corazón, lo que confirmó radiográficamente. Algunos autores confieren aún un tono más dramático al descubrimiento, señalando que la posición del catéter estaba aproximadamente en la cabeza humeral y que un asociado del hospital, al entrar al cuarto e intentando retirar el catéter del brazo de Forssmann, lo introdujo más, logrando así alojarlo en la aurícula derecha. Lo que conocemos de cierto es que el catéter se introdujo 65 cm y que existe un registro radiográfico de esta tan importante fecha en el año 1929.

No obstante su exitoso experimento, Forssmann fue severamente reprendido por el Dr. Schneider, quien sin más remedio le otorgó permiso para llevar a cabo una operación similar en un paciente (existe discordancia en este caso puesto que, mientras algunos mencionan el caso de una peritonitis por apendicitis perforada, otros mencionan como causa un aborto séptico). La técnica fue satisfactoria, pero los medicamentos intracardíacos administrados fueron infructuosos para salvar la vida del paciente a pesar del éxito inicial de la técnica. Forssmann tenía sólo 25 años de edad.

El artículo menciona una interesante observación según la cual “el ritmo cardíaco duró 6 minutos más que el respiratorio”. Hasta mi conocimiento, ésta es la primera observación en humanos en donde la muerte ocurre por paro respiratorio y no por paro cardíaco. Deberían transcurrir más de 40 años para redescubrir este hecho y, junto con los aportes de CS Roussos y PT Maklem en 1977, conducir al hoy conocido concepto según el cual en el shock, el fallo ventilatorio es debido a fatiga muscular respiratoria y el paro respiratorio precede al paro cardíaco, excepto en pacientes con asistencia respiratoria mecánica.

En el departamento de cirugía del Hospital Charité en Berlín, bajo las órdenes de uno de los grandes maestros de la cirugía contemporánea mundial, el Dr. Ferdinand Sauerbruch, Forssmann encontró grandes dificultades para desarrollar sus ideas: “Cada vez que yo quiero hablar con el viejo, tengo el sentimiento de que el pensamiento libre es considerado como una amenaza peligrosa. Esto no sólo se aplica a preguntas científicas, sino también a problemas con los pacientes. Una extraordinaria inflexibilidad de pensamiento reina en el departamento, un dogma rígido basado en las enseñanzas de Sauerbruch. Cualquier opinión divergente es considerada como herejía”.

Diferencias personales, y probablemente envidia profesionales, determinaron que la primera estadía de Werner Forssmann en el Charité fuera tan sólo de tres meses. Al cabo de ese tiempo, regresó bajo la tutela del Dr. Schneider y continuó realizando in-

investigaciones siendo aún él todavía el sujeto de experimentación. Forssman prosiguió cateterizando su corazón durante nueve veces más sin complicaciones y profundizó el objetivo de sus estudios, mediante la introducción de material de contraste en conejos y perros, que alojaba en su departamento y el de su madre.

En 1933 aceptó una posición como asistente del urólogo alemán Karl Heusch en el Hospital Rudolf Virchow, de Berlín. Durante esta época, ambos lograron reducir la mortalidad operatoria asociada con la prostatectomía de un 25 a un 2 por ciento, abogando también por la ligadura individual de la vasculatura del pedículo renal en las nefrectomías, contrario a la tendencia de la época, la cual defendía la ligadura de ambos vasos. Junto con Heusch, Forssmann intentó continuar sus investigaciones. Ambos intentaron inyectar medio de contraste en la aorta y las arteria renales, mediante la canulación aórtica vía transtorácica, con resultados infructuosos.

En 1934, Forssmann desarrolló meningitis bacteriana por ser, como ya era su costumbre, el sujeto de experimentación, ahora en el tema de la aortografía. Este fue también el último intento de su "autoexperimentación".

Desde sus primeros estudios universitarios, siempre buscó climas fértiles para desarrollar sus curiosidades. Sus no muy ortodoxos métodos de "autoexperimentación", iniciados desde su tesis doctoral, donde él mismo se propuso como elemento de estudio, hasta su propia cateterización cardíaca en 1929, desafiaron los cánones, reglas y preceptos de la investigación, todo en afán del mejor entendimiento de la fisiología cardiovascular.² "La gente algunas veces me pregunta si estaba yo nervioso. Puedo decir honestamente que no, porque no hay peligro en insertar un catéter uretral (en la vena), mientras sea hecho de manera gentil".

A pesar de no contar con el apoyo académico y financiero para continuar sus estudios durante su época en el Hospital Charité, y a lo largo de toda su época como investigador, debió enfrentar un inmenso mar de críticas, argumentos, reprimendas y cuestionamientos en los cuales siempre estaba sumergido, tomando siempre el riesgo físico de forma personal. No sólo las circunstancias científicas que rodearon a Forssmann durante toda su vida siempre tuvieron un dejo de infelicidad, decepción, frustración y soledad; hubo también circunstancias personales por las cuales sufrió durante toda su vida pese a sus posteriores disculpas y arrepentimientos.

Durante su juventud ingresó como miembro del partido Nazi, engrosando las filas de la reserva de la armada alemana en 1934, hasta la Segunda Guerra Mundial, donde añadido como cirujano, sirvió a las tropas germanas de este régimen. Al término de la guerra, su pasado le privó de aspiraciones académicas. Bajo estas condiciones y probablemente movido por su arrepentimiento, el cual siempre manifestó en público hasta su muerte, Forssmann se alejó de los círculos científicos alemanes, refugiándose en la Selva Negra alemana.

A partir de 1931, Forssmann dejó de persistir en su investigación con el cateterismo. Sin embargo, encontró eco y una mucho mejor recepción en el extranjero, a pesar de la animosidad en su contra, la cual Alemania sufría en la postguerra. Forssmann fue invitado por diferentes científicos suizos e ingleses a dictar conferencias y fue distinguido por ellos con varios nombramientos. En los años cincuenta del siglo XX, su nombre comenzaba a ganar popularidad en los círculos de la cardiología, especialidad que había progresado de manera considerable desde 1929. En 1951, en Heideberg, Alemania, Forssmann conoció al Dr. André Cournand, de la Universidad Columbia en New York, quien desde 1941 junto con el Dr. Dickinson Richards, había resucitado las técnicas de Forssmann para aplicaciones clínicas.

En octubre de 1956, mientras se encontraba realizando una nefrectomía con su socia, asistente y compañera, se enteró de la designación al premio Nobel. Durante su discurso, al recibir tan distinguido reconocimiento, Forssmann fue el encargado de comentar sobre la historia del cateterismo cardíaco, Cournand sobre su teoría y Richards sobre su experiencia clínica.

Durante una declaración a la prensa sobre sus planes para utilizar el premio económico de la Fundación Nobel, declaró: "Desde ahora en adelante, nunca volveré a comprar puros que cuesten 50 peniques, sólo de 60 peniques" Esta nueva explosión de fama le otorgó beneficios extras en su país, puesto que al no tener ningún cargo al momento de su distinción, en menos de un mes fue nombrado profesor honorario de la Universidad en Mainz, Alemania.

Irónicamente, la técnica y los hallazgos de este cirujano urólogo, el cual brindó el ímpetu inicial del entendimiento de la fisiología cardíaca y abrió la puerta al campo de la cardiología invasora, la que él definió como la introducción de un catéter el cual, "inevitablemente hubiera encontrado su camino al corazón", probablemente le hubiese salvado de su causa de muerte: infarto de miocardio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hartman SA. The catheterization of the right side of the heart. Proc Soc Exp Biol Med. 1941; 46: 1392-1397

2. Martínez Mier G, Toledo-Pereyra H. Werner Theodor Otto Forssmann: Cirujano, Cateterista y Premio Nobel. Cirujano General 2000, 22 (3): 257-263