

CATETERISMO CARDIACO DERECHO Y DE LA ARTERIA PULMONAR

Dr. Mario PAZ ZAMORA (1)

El cateterismo cardiaco juega un rol importante dentro de la tendencia cada día más marcada que tiene la medicina contemporánea, de buscar los signos biológicos precoces susceptibles de traducir la insuficiencia fisiológica de los sistemas cardio-pulmonares antes de que ello determine una sintomatología clínica muchas veces irreversible. Por otra parte, esta relativamente nueva técnica de exploración funcional directa nos permite con toda precisión determinar los valores sanguíneos en las cavidades cardiacas y los grandes vasos, medir presiones, calcular el débito cardiaco y las resistencias vasculares y constatar el trabajo realizado por los ventrículos. Así mismo el trayecto que sigue la sonda permite observar las vías anormales consecuentes a malformaciones congénitas o adquiridas; nos es posible inyectar en diferentes puntos de la circulación central sustancias colorantes o radioactivas, así como productos radio-opacos.

El desarrollo del cateterismo cardiaco después de los trabajos del urólogo berlinés Forssman en 1929 y sobre todo después del impulso que le dió, los trabajos de Cournand en New York (1941) y de Lenegre en París (1944) han hecho completamente secundarios los métodos indirectos existentes para la investigación de la circulación pulmonar.

Como consecuencia del convenio de cooperación firmado entre nuestro país y el Gobierno de Francia concretado a través del Instituto Boliviano de Biología de la Altura y cuyo Departamento Cardio-Pulmonar instalado en el Instituto Nacional de Tórax cumple funciones clínicas y de investigación, tenemos la enorme suerte de contar con la más moderna Unidad de Cateterismo Cardiaco instalada en nuestro país y que consta de un doble equipo de registro visual y gráfico (sala de cateterismo y sala de registros gráficos y control) una instalación de rayos X con un amplificador de

imágenes las que son transmitidas a través de una cadena de televisión en circuito cerrado. Un equipo de cineangiocardiografía de 35 mm. completa la unidad. La mesa de examen consta de movimientos multidireccionales que nos permite así fácilmente seguir el curso del cateter. Por otra parte dos modernos aparatos de Van Slyke y un equipo IL METER 113 S1 nos facilita el estudio de gases en la sangre (contenido de O₂, etc.). No pretendemos realizar aquí, por razones obvias de espacio, un estudio exhaustivo de los alcances valorativos, diagnósticos y evolutivos del cateterismo cardiaco. Nos concretaremos solamente, y esto además, por ceñirse más concretamente al dominio de la fisiopatología pulmonar, al estudio hemodinámico del corazón derecho y de la circulación pulmonar, en cuanto a su técnica y principios se refiere.

Fisiología. Muy suscintamente recordaremos que bajo el punto de vista funcional el aparato circulatorio se divide en tres partes:

a) El sistema a alta presión que comprende todo el sistema arterial, desde las sigmoides aórticas hasta las arteriolas sistémicas. Es el sistema de conducción y repartición del débito cardiaco, repartición que gracias a su vasomotricidad puede ser preferencial y adaptarse a la actividad metabólica o funcional de cada territorio. Se caracteriza por tener una presión media elevada (de origen dinámico, es decir igual al producto del débito por la resistencia periférica), una importante resistencia hemodinámica y una débil distensibilidad.

b) El sistema a baja presión que se extiende desde los capilares sistémicos hasta la mitral, incluyendo pues las cavidades cardiacas derechas y la circulación pulmonar. Se caracteriza este sistema por un bajo nivel de presión, casi exclusivamente de origen estático, dependiente sobre todo del volumen sanguíneo y con resistencias muy débiles. Así mismo éste es un sistema de gran capacidad (5.000 ml.) cumpliendo entre otros un rol de reservorio

(1) Jefe Unidad Exploración Funcional Pulmonar del I.N.T.

sanguíneo que es favorecido por su gran distensibilidad.

c) El ventrículo izquierdo que se integra al sistema de baja presión durante su diástole, y que resulta, durante su sístole, el origen del sistema a alta presión (1).

Cateterismo del corazón derecho y de la arteria Pulmonar. Técnica. El cateterismo de las cavidades cardíacas derechas y de la arteria pulmonar se lo realiza por vía venosa (2). Hay quienes utilizan para la introducción del cateter la vena mediana basilica (3) a la altura del pliegue del codo, sin embargo nosotros utilizamos una vena axilar siguiendo el proceder que hemos aprendido en el Servicio del Pr. J. Durand del Hospital Lannelongue de París, vía que consideramos del mismo modo, fácilmente abordable a más de permitirnos tener al exterior una mayor porción de cateter manipulable. La denudación venosa la realizamos bajo anestesia local subcutánea y a través de una pequeña incisión. Se introduce luego un cateter Cournand ligeramente encurvado en su extremo distal. El paso del cateter es seguido por la pantalla de televisión a través del tronco innominado, vena cava superior y aurícula derecha. Allí haciendo rotar el cateter obtenemos una asa con la punta hacia arriba y colocada en frente de la válvula tricúspide. Empujamos la sonda y luego de pasar a ventrículo derecho el cateter pasa al tronco de la arteria pulmonar. De acuerdo al pulmón a examinar dirigiremos la sonda hacia la rama derecha o izquierda de la misma. El extremo distal o exterior del cateter se encuentra conectado a un manómetro que previamente debe de ser reglado a una altura de presión cero. Esta presión teóricamente será obtenida a nivel de la aurícula derecha; sin embargo en la práctica es más complicado situar el manómetro a una exacta altura. Nosotros utilizamos la altura que nos da un plano horizontal medio del tórax del sujeto en posición decúbito dorsal. Por la existencia en el manómetro de una llave a tres vías nos es fácil permitir el paso hacia el cateter, de suero fisiológico heparinizado, facilitando así el continuo y correcto desplazamiento de la columna sanguínea. El electro-manómetro está a su vez conectado a los dos osciloscopios catódicos en los cuales observamos las presiones correspondientes a más del electrocardiograma del sujeto.

Muy recientemente y a través de un trabajo del Dr. Granjean (4) nos hemos interesado por una nueva técnica de cateterismo cardíaco

derecho fundamentado en una microtécnica utilizando un cateter no radio-opaco de polietileno PE 50 de un diámetro externo de 0,965 mm. que pasa fácilmente a través de una aguja hipodérmica fina. Se debe contar con un manómetro especial muy sensible ya que la corriente sanguínea dentro del cateter es muy débil. A través de una aguja hipodérmica introducida a una vena periférica se hace pasar la sonda la cual avanza luego impulsada por la corriente sanguínea venosa. Este método tiene la ventaja de no precisar control radioscópico y de poder fácilmente realizarse en la misma cama del enfermo, con un mínimo traumatismo.

Precauciones, incidentes y accidentes.— El riesgo de infección local (5) de tromboflebitis de las venas cateterizadas y sobre todo de un endocarditis bacteriana es prácticamente nulo cuando las precauciones elementales de asepsia y esterilización del material son respetados. Los incidentes y accidentes son sobre todo referentes a trastornos del ritmo y conducción intra-cardíaca. Al respecto debemos recordar (6) que las zonas de endocardio más sensibles están situadas a la altura de la tricúspide, en la punta del ventrículo y en el infundibulum. Observar extrasístoles aisladas es casi de regla durante el pasaje a través de la válvula tricúspide, o en el infundibulum del ventrículo derecho. El retiro momentáneo del cateter es suficiente para corregir este trastorno. Algunas veces hemos observado espasmos venosos al ingreso del cateter que al no ceder a infiltraciones de novocaina nos ha obligado a buscar una otra vena, hecho igualmente raro. Otros trastornos de ritmo como taquicardia auricular o nodal, bradicardias sinusales, fibrilación o flutter auricular, bloqueo de rama y otros que son citados por la literatura respectiva no han sido observados por nosotros. Sin embargo un desfibrilador debe encontrarse a mano (7).

Estudios que permite el Cateterismo Cardíaco

1) **Presiones intracavitarias.**— Los valores normales a nivel del mar, de la presión sistólica, diastólica y media las indicamos en el cuadro I. La presión capilar la obtenemos bloqueando con la punta del cateter, y lo más lejos posible una arteriola aprovechando una inspiración profunda del sujeto. La relación entre la presión capilar y la presión de la aurícula izquierda es aún hoy en día objeto de observaciones múltiples (8) y la significación de la pri-

mera con relación a la segunda no es todavía admitida por todos los autores. Sin embargo podemos considerar que si evidentemente la presión capilar no es la verdadera medida de la presión auricular izquierda, ella refleja el comportamiento vascular comprendido entre los capilares pulmonares y la aurícula izquierda. Como quiera que la gradiente de presión es muy débil podemos asimilarla a la presión auricular izquierda. El registro de estas presiones puede ser obtenido sea con un manómetro externo o transductor de presión (strain-gauge) (9) donde las variaciones de presión son transmitidas por la columna de líquido que llena el cateter, o sea con un transductor colocado al fin de la sonda (micromanómetro de Allard-Laurens) suprimiendo así el problema de artefactos de origen mecánico que deforman las curvas obtenidas con el conjunto cateter-columna de líquido-manómetro externo. Sin entrar al detalle del análisis de las curvas de presión obtenidas, manifestaremos respecto a ellas que los registros auriculares y ventriculares de un mismo lado del corazón muestran dos hechos capitales: (10).

	P. Sistólica	P. Diastólica	P. Media
O. D.	—	—	1 a 5
V. D.	25	0 a 5	—
A. P.	25	8	15
Capilar	—	—	8 a 10

Cuadro 1.— Valores normales a nivel del mar. (En mm. de Hg). Nosotros tratamos de establecer valores normales para nuestro medio a 3.750 metros de altura.

a) Igualdad de presiones durante toda la diástole ventricular (orejuela y ventrículo forman entonces una cámara única).

b) Gradiente importante de presión durante la sístole en favor del ventrículo (orejuela y ventrículo forman entonces dos cámaras separadas).

El registro simultáneo ventricular y de la arteria pulmonar muestran así mismo otros dos hechos importantes:

a) Una gradiente diastólica de presión en favor de la arteria pulmonar (ventrículo y arteria forman dos cámaras separadas por las válvulas sigmoideas).

b) Una igualdad de presiones sistólicas (ventrículo y arteria forman entonces una sola cámara).

Esta evidencia de gradientes fisiológicas

aurículo-ventriculares sistólica y ventrículo-arterial diastólica la observamos así mismo sobre una curva de "retiro" obtenida durante el registro continuado y desplazando progresivamente la sonda de una cavidad a la otra.

II) Gases en Sangre (O₂).— El estudio de los gases en sangre se centran en el estudio de las causas de desaturación. Dentro de la patología hospitalaria habitual, tres son las causas más frecuentes de desaturación: la disminución de la relación ventilación/perfusión sea global o localizada (enfisema), los corto-circuitos derecha-izquierda intracardíacos o arterio-venosos pulmonares y los trastornos de la difusión alveolo-capilar del oxígeno.

El análisis de las muestras sanguíneas obtenidas durante el cateterismo o por punción arterial directa (11) permite apreciar el tenor de oxígeno en la sangre de las diversas cavidades cardíacas y en los diferentes sectores vasculares. El tenor de O₂ de cada muestra obtenida es establecido en valor absoluto por el número de volumen (o ml.) de oxígeno contenidos en 100 ml. de sangre examinada. Relacionando este valor a la capacidad máxima de fijación en oxígeno se obtiene el porcentaje de saturación. Para realizar este estudio, nosotros utilizamos métodos químicos (Van Slyke) y electroquímicos (IL METER 113 S1). En las venas cavas, en las cavidades cardíacas derechas y en la arteria pulmonar la saturación varía entre 65 y 70% y no es de ningún modo homogénea de una cavidad a otra. Así, recordaremos, que la orejuela derecha recibe corrientes sanguíneas precedentes de las dos cavas, de las renales y del seno carotideo, saturadas a 65-70% las dos primeras 95% por la segunda y solamente 25% por la última. La unión íntima de estas cuatro corrientes da origen a la llamada sangre venosa mezclada la cual es obtenida verdaderamente mezclada en la parte superior del ventrículo o en el tronco de la arteria pulmonar. Por el contrario en todos los sectores vasculares comprendidos entre los capilares pulmonares, venas pulmonares, aurícula y ventrículo izquierdos, aorta y arterias periféricas la saturación es extremadamente homogénea y de alrededor de 97% (12).

III) Esta gasometría sanguínea combinada, a la medida del consumo de O₂ permite establecer el débito cardíaco, sea por la aplicación del principio de Fick con oxígeno, sea por dilución de colorantes, o sea con Kr. 85. El principio enunciado por Fick en 1870 indica que conociendo la cantidad de una substancia

captada por un órgano, conociendo también la concentración de esta substancia en la sangre que llega al órgano y en la que sale de él, se puede calcular el débito sanguíneo que pasa por el mencionado órgano. El débito sanguíneo pulmonar y cardíaco que en condiciones normales es prácticamente igual, representa la cantidad de sangre que por minuto atraviesa los capilares pulmonares a nivel de los cuales se efectúan los intercambios gaseosos. Es pues evidente, que todo el O₂ difundido en un minuto a partir de los alveolos pulmonares ha sido absorbido por la sangre que ha pasado por los pulmones en el mismo tiempo. Si conocemos el tenor de O₂ en la sangre del corazón izquierdo y en el tronco de la arteria pulmonar se puede deducir cuánto de gas absorbe un litro de sangre a nivel de los pulmones. Por otra parte, si conocemos el consumo de O₂ por minuto y lo dividimos por la diferencia arterio-venosa en oxígeno, se obtiene el número de litros de sangre que pasan por los pulmones en un mismo tiempo. Nosotros recogemos durante cinco minutos, el gas expirado por el sujeto en reposo. Sobre este gas calculamos el consumo de oxígeno con la ayuda de un espirómetro Tissot y dos analizadores de gases (CO₂-O₂). Tomamos muestras sanguíneas simultáneamente en la arteria humeral y en cavidad cardíaca derecha para establecer la diferencia arterio-venosa en O₂.

$$QC = \frac{\text{Consumo de oxígeno (ml. mn) S.T.P.D.}}{\text{L.m.m. Contenido O}_2 \text{ sangre arterial} - \text{Cont. O}_2 \text{ sangre venosa mezclada (ml. O}_2 \text{ L. de Sangre) S.T.P.D.}}$$

Como el débito cardíaco varía notable-

mente con la edad, el sexo y la morfología corporal, es preciso relacionarlo a la superficie corporal, obteniéndose así el Índice cardíaco que es una medida mucho más real.

Finalmente, obtenidas las presiones y el débito cardíaco, es fácil calcular la Resistencia, que obedece a la ecuación siguiente:

$$R = \frac{\text{Presión arterial pulmonar media} - \text{Presión de aurícula izquierda}}{\text{Débito}}$$

Habíamos indicado anteriormente, que por razones de espacio no nos sería posible en esta ocasión estudiar nada más que ciertos parámetros que por lo demás son los fundamentales dentro del estudio hemodinámico de las vidades cardíacas derechas y de la arteria pulmonar. Sin embargo por ser nuestro Instituto fundamentalmente quirúrgico, recordaremos la importancia que reviste el bloqueo de las ramas de la arteria pulmonar en cirugía cardiopulmonar. Para esto utilizamos un cateter de doble lumen (Dotter-Lucas 2) que a más de tener el lumen común a cualquier otro cateter, tiene un pequeño balón en su extremo distal que es inflado desde el exterior por una substancia de contraste. De esta manera colocado el cateter en la rama de la arteria pulmonar del pulmón a estudiar, y bajo control radioscópico se infla el balón hasta que su total quietud nos indique el completo bloqueo de la luz de la rama arterial. De esta manera estaremos realizando una neumonectomía funcional. El aumento o no de la presión arterial en el pulmón examinado dará una pauta al cirujano para valorar correctamente sus mayores o menores posibilidades quirúrgicas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.— J. DURAND Coeur - Vaisseaux 1966.
- 2.— P. SOULIE Le catheterisme infra-cardiaque.
- 3.— P. TROCME et P. CHEDAL Le catet. Coeur droite 1960.
- 4.— T. GRANDJEAN Nouv. Persp. du Cathet. droit. Hospital Nestle Suisse.
- 5.— H. DENOLIN Explor. de la circulation Pulmonaire por catheterisme 1967.
- 6.— Hemodinamique. Editions AGEMP 1967.
- 7.— H. A. ZIMMERMAN Intravascular catheterization 1959.
- 8.— WOOD E. H. Proc. Staff Meet. Mayo Clin. 32 p. 1967.
- 9.— J. PUIGBO y Coll. Bas. Hem. ed la clínica Cardiovascular.
- 10.— P. MAURICE et L. SCEBAT Rev. Prat. Tome XIII — 1963.
- 11.— A. LOCKHART et J. FERRANE Rev. Ptr. Tome XV-223.
- 12.— H. DENOLIN Ac. Card. 1962, suppl. X.