

# Utilización del Sistema Manométrico Miniaturizado *Pressure-Wire* en Cardiopatías Estructurales Congénitas y Adquiridas

Gustavo Caires Novaes, Jorge Luis Haddad, Daniel Conterno Lemos, Andre Vannucchi Badran,  
Rafael Brolio Pavão, Igor Matos Lago, Moyses de Oliveira Lima-Filho,  
Geraldo Luiz de Figueiredo, J. Antonio Marin-Neto

## RESUMEN

**Introducción:** Históricamente, el registro de las presiones intravasculares ha contribuido al desarrollo de la cardiología intervencionista. Aunque actualmente los nuevos recursos de imagen son preponderantes, la medición precisa de las presiones intravasculares sigue siendo esencial en muchos contextos de diagnóstico y de evaluación de los métodos terapéuticos intervencionistas. Describimos la utilización del sistema manométrico miniaturizado (*pressure-wire*) para la obtención de curvas de presión en cardiopatías estructurales congénitas y adquiridas. **Métodos:** Se utilizaron los sistemas RADI Analyzer® Xpress (St. Jude Medical Inc., St. Paul, Minnesota, Estados Unidos) y PressureWire® Certus durante los procedimientos con catéteres diagnósticos 5 F realizados con anestesia general y ventilación mecánica en niños. Los trazados manométricos fueron obtenidos de forma simultánea con el *pressure-wire* y el catéter 5 F en pacientes para quienes era imperativa la decisión terapéutica basada en el análisis de las presiones intravasculares y donde no era posible obtener esos datos de forma fiable por los métodos convencionales. **Resultados:** El *pressure-wire* fue utilizado para obtener las presiones intravasculares pulmonares en pacientes con colaterales sistémico-pulmonares, con estenosis angiográficas o no y con variadas cardiopatías estructurales, para la evaluación de la estenosis de las ramas pulmonares, en la localización de estenosis de los conductos quirúrgicos (por ejemplo: después de la cirugía de Rastelli), *shunts* quirúrgicos (como los de Blalock-Taussig) y en la evaluación preoperatoria de las derivaciones cavo-pulmonares. El procedimiento se realizó de forma segura, obteniéndose trazados manométricos con la calidad adecuada. **Conclusiones:** El sistema manométrico miniaturizado está consagrado en el escenario de la cardiología intervencionista como un método de diagnóstico complementario para la evaluación funcional de las lesiones coronarias. Este sistema también proporciona un método de diagnóstico complementario en diversas cardiopatías estructurales, congénitas y adquiridas.

**DESCRIPTORES:** Cardiopatías congénitas. Cateterismo cardíaco. Hemodinámica.

Hospital das Clínicas, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

## ABSTRACT

### Use of the Miniature Pressure-Wire Manometric System in Congenital and Acquired Structural Heart Diseases

**Background:** Historically, intravascular pressure recording has contributed to the development of interventional cardiology. Although new imaging resources have gained much attention, accurate intravascular pressure measurement remains essential for the diagnosis and evaluation of interventional therapy methods. We describe the use of the miniature manometric system (*pressure-wire*) to obtain pressure curves in congenital and acquired structural heart diseases. **Methods:** The RADI Analyzer® Xpress (St. Jude Medical Inc., St. Paul, MN, USA) and PressureWire® Certus systems were used in procedures with 5 F catheters under general anesthesia and ventilatory support in children. Manometric tracings were obtained simultaneously from *pressure-wire* and the 5 F catheter in patients whose therapy strategies were dependent on the analysis of intravascular pressures, and in whom was not possible to obtain them accurately by conventional methods. **Results:** *Pressure-wire* was used to obtain pulmonary intravascular pressures in patients with systemic-pulmonary collaterals with or without angiographically detected stenosis, and with different structural heart diseases, in the evaluation of pulmonary branch stenosis, in the localization of surgical conduit stenosis (e.g. after Rastelli surgery), surgical shunts (such as Blalock-Taussig) and in the preoperative evaluation of cavo-pulmonary shunts. The procedure was performed safely, and manometric tracings were obtained with an adequate quality. **Conclusions:** The miniature manometric system is well accepted as a complementary diagnostic modality for the functional assessment of coronary lesions in interventional cardiology. It is also a complementary diagnostic method in different structural, congenital and acquired heart diseases.

**DESCRIPTORS:** Heart defects, congenital. Cardiac catheterization. Hemodynamics.

**Correspondencia a:** Gustavo Caires Novaes. Avenida Bandeirantes, 3.900 - CEP 14848-900 - Ribeirão Preto, SP, Brasil.  
E-mail: gustavonovaes@hotmail.com.

Recibido el: 03/01/2014 • Aceptado el: 25/02/2014

**E**l registro de las curvas de presión para explicar las manifestaciones físicas del funcionamiento del sistema cardiovascular fue uno de los factores clave para el desarrollo de la hemodinámica moderna, tal como se aplica al estudio de la fisiología y la fisiopatología humana. Los estudios pioneros de Claude Bernard, citados por Buzzi en 1959,<sup>1</sup> llevaron a la cateterización de las cámaras cardíacas en 1847, con el registro de la presión arterial del ventrículo derecho (VD) en animales de experimentación.

Poco menos de un siglo después, tras la autoexperiencia de Forssman en 1929, los trabajos posteriores de André Courmand y de varios otros investigadores impulsaron de forma decisiva el conocimiento de la fisiopatología de las enfermedades congénitas y adquiridas a través de los registros de presión y manometría de las cámaras cardíacas derechas y de la circulación pulmonar. En paralelo, los métodos de oximetría y los análisis de las curvas de dilución de diversos indicadores fueron desarrollados para medir el gasto cardíaco y la detección y cuantificación de las derivaciones o comunicaciones (*shunts*) entre las circulaciones sistémica y pulmonar. Por la asociación de los datos manométricos a estos métodos, se hizo posible la medición de las resistencias vasculares y a nivel de las válvulas cardíacas, en condiciones normales y en presencia de defectos cardiovasculares estructurales, congénitos y adquiridos.<sup>2,3</sup>

En las últimas décadas, se ha dado enorme atención a la angiografía de contraste radiológico y a otros métodos de captación de imágenes cardiovasculares durante el cateterismo cardíaco, como, por ejemplo, la ultrasonografía intracoronaria y la tomografía de coherencia óptica. Desafortunadamente, la utilización práctica de estos avances tecnológicos se ha producido de forma simultánea a una cierta falta de interés de los cardiólogos intervencionistas por los métodos clásicos de la hemodinámica, incluyendo los registros de presión arterial, las mediciones del flujo sanguíneo y los cálculos de la resistencia vascular y de los orificios valvulares.

En el caso de las cardiopatías congénitas, la determinación de las presiones intravasculares y de las cámaras cardíacas es de particular importancia, ya que éstas son las que definen la modalidad del tratamiento a seguir porque influyen sobre la elección de la técnica quirúrgica, en ocasiones contraindicando o condicionando la terapia paliativa. En el contexto de algunas de estas enfermedades con pronóstico a veces muy reservado, los datos hemodinámicos confiables se constituyen en un aspecto diagnóstico fundamental.

La manometría se realiza convencionalmente por catéteres de diagnóstico y por sistemas para determinar la presión, basados en la columna de fluido y en un diafragma oscilométrico, que transmiten el impulso mecánico detectado en la punta del catéter convertido en señal eléctrica, que, a su vez, se transduce en un registro gráfico y con digitación electrónica. Este sistema de transducción de señales físicas está sujeto a artefactos que lo exacerban y/o lo atenúan, dando

como resultado valores de presión erróneos, ya que son inherentemente influenciados y deformados por la respuesta de frecuencia dinámica del sistema en su conjunto. Como parte de la relativa negligencia a la que actualmente está relegado el método de la manometría durante el cateterismo cardíaco, no se observa en los laboratorios en general la atención a la verificación periódica de las condiciones ideales de la respuesta dinámica del sistema de transducción de las presiones intravasculares.

El método manométrico miniaturizado es un sistema para la medición de la presión intravascular en el que se adapta un sensor de presión directamente a una guía de 0,014", similar a las guías de uso común en las angioplastias coronarias, permitiendo un registro simultáneo de los gráficos de presión arterial y comparativo entre el dispositivo y el catéter guía. Desde el año 1996, a partir de la utilización clínica de Pijls y De Bruyne,<sup>4</sup> en la evaluación funcional de las estenosis coronarias, el método se ha consolidado en la práctica de la cardiología intervencionista en diversas aplicaciones relacionadas con la medición de la reserva fraccional de flujo coronario y de la reserva vasodilatadora coronaria.

El objetivo de esta publicación es describir la utilización pionera en nuestro medio del sistema *pressure-wire* para la obtención de curvas de presión fidedignas en pacientes con cardiopatías estructurales congénitas y adquiridas, cuando son necesarios registros manométricos confiables de la circulación pulmonar, gradientes transvalvulares y estenosis de los conductos quirúrgicos o vasculares nativos.

## MÉTODOS

### Descripción del dispositivo

La descripción realizada en este artículo se refiere a los sistemas RADI Analyzer® Xpress y PressureWire® Certus (St. Jude Medical Inc., St. Paul, Minnesota, Estados Unidos), utilizados en nuestro laboratorio de cardiología intervencionista desde 2007. En las modalidades en las que los hemos utilizado, los dispositivos de manometría son cuerdas guía de 0,014" con punta *floppy*, semejante a las utilizadas en angioplastias coronarias, con un sensor de presión ubicado en la unión entre la extremidad distal más radiopaca y el cuerpo del cable, a unos 3 cm de la punta. Las guías se construyen en formato *core-to-tip* y poseen transmisión de torque con una relación cercana al 1:1. En el mercado Brasileño existe el *pressure-wire* hidrofílico Certus® (Figura 1).

El *pressure-wire* está conectado a la consola RADI Analyzer® Xpress para la transmisión de datos a través de un adaptador en la parte proximal del *guidewire*. El sistema permite medir presiones entre -30 mmHg y 300 mmHg, con una precisión de  $\pm 1$  mmHg más  $\pm 1\%$  del valor obtenido entre -30 mmHg y 50 mmHg; y  $\pm 3\%$  del valor obtenido entre 5 mmHg y 300 mmHg. La frecuencia de respuesta del sistema es de 25 Hz, lo que permite la obtención de señales con gran precisión, incluso en frecuencias cardíacas elevadas.

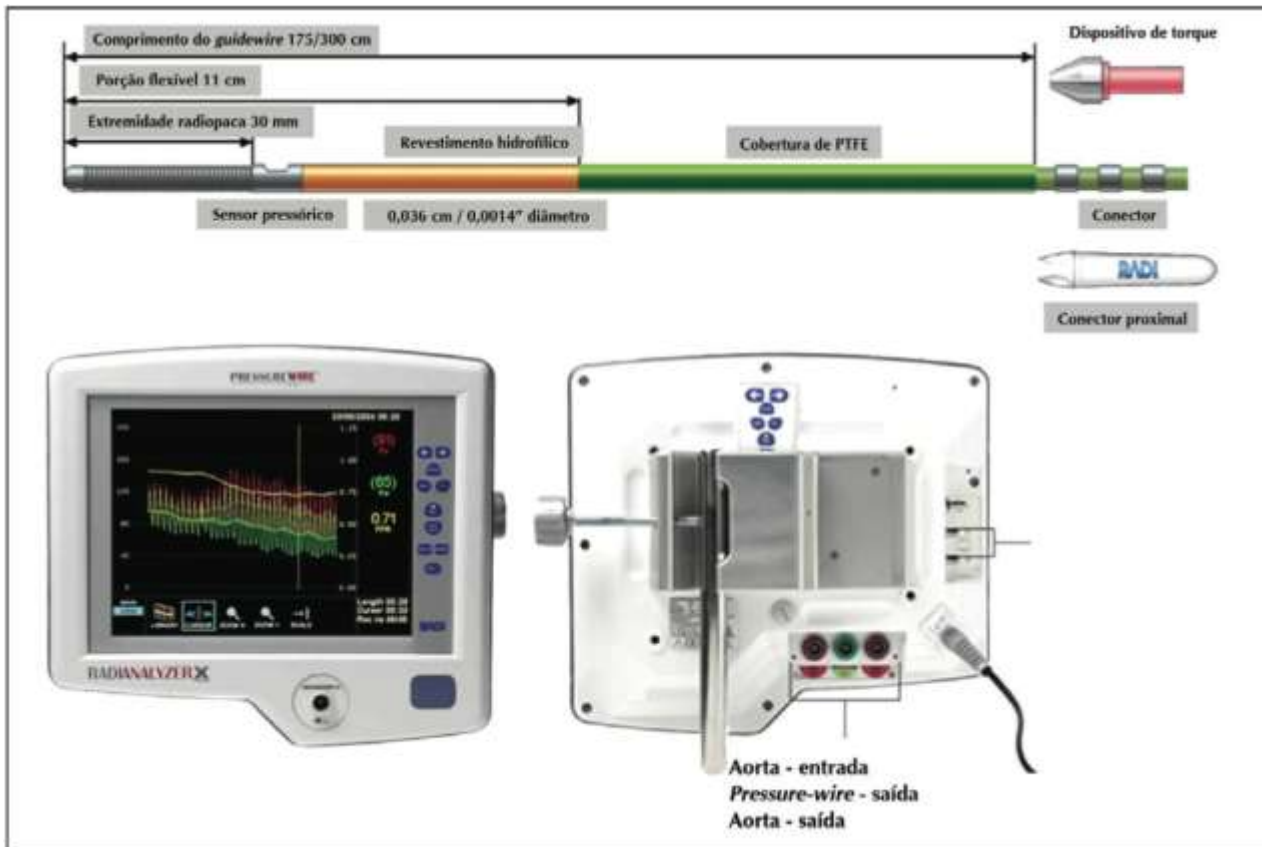


Figura 1. Radi Analyzer® Xpress (St. Jude Medical Inc., St. Paul, Minnesota, Estados Unidos) y *pressure-wire*®

La consola Radi Analyzer® tiene unas dimensiones de 29 x 12 x 31,5 cm, con un peso de alrededor de 4,4 kg (con el transformador) y opera en el rango de voltaje de 100 a 240 voltios. Idealmente, debe ser operada en ambientes climatizados a una temperatura entre 15 y 30°C y con una humedad ambiente entre 30 y 75%.

#### Descripción del procedimiento

Se seleccionaron para su inclusión en este estudio a los pacientes sometidos a cateterismo cardíaco en los que la manometría de las cámaras cardíacas o de los vasos sistémicos o pulmonares constituye un dato fundamental para la decisión terapéutica y sin posibilidades de obtención de la información de la manera habitual mediante el uso de catéteres de diagnóstico. Los pacientes no se describieron de forma individual, pero fueron agrupados de acuerdo a la indicación del cateterismo cardíaco y de acuerdo a la enfermedad de base.

Los procedimientos se realizaron utilizando catéteres de diagnóstico convencionales, a diferencia del contexto de la evaluación de la estenosis coronaria, en el que los catéteres guía son elegidos de acuerdo a la perspectiva terapéutica con angioplastia coronaria. No se comprometió la calidad de los trazados obtenidos de esta manera.

Cuando se utiliza el *pressure-wire*, la consola queda interpuesta entre el sistema convencional transductor de presión montado en la mesa de examen y el polígrafo. Existen cuatro conexiones en el monitor de la consola, una en la cara frontal y tres en la parte posterior, en las que se conectan, respectivamente, el *pressure-wire* a través del adaptador en la cara frontal; la entrada de la señal de presión captada por el catéter de diagnóstico y la columna de líquido; la salida de la señal de la presión transmitida por el catéter (polígrafo - P1); y la salida de la señal de presión del *pressure-wire* (polígrafo - P2) en la cara dorsal. Después de comprobar las conexiones, la consola es activada y el transductor de presión convencional es expuesto a la presión atmosférica y colocado en cero en ese nivel de presión para el polígrafo y la consola. Este paso es seguido por la exposición a la presión atmosférica y la calibración del *pressure-wire* después de la inmersión en solución salina, todavía en su propio sistema de empaque. La secuencia de pasos se muestra en el monitor de la consola. Cuando el dispositivo está calibrado para su uso, el *pressure-wire* se inserta en el catéter a través del conector en Y y es colocado de manera que el sensor de presión esté situado en el extremo distal del catéter para la equalización de las presiones.

La ecualización de las presiones debe realizarse después de retirar la aguja introductora (pasadora) del conector en Y, y de cerrar la válvula de éste de forma suave, sin sobrantes de contraste o de sangre en el catéter. Cualquier diferencia mínima de presión entre el catéter y el *pressure-wire* se elimina electrónicamente (ecualización). Después de la realización de las medidas presóricas, al retirar el *pressure-wire*, se realiza una nueva comprobación de la ecualización para verificar la calidad de los datos obtenidos.

Las oscilaciones de las presiones obtenidas de acuerdo con el ciclo respiratorio suelen ser minimizadas solicitando al paciente una pausa espiratoria o al anestesista, cuando el procedimiento se realiza bajo sedación y con asistencia respiratoria invasiva, como ha ocurrido en el presente estudio.

## RESULTADOS

### Pacientes con atresia pulmonar con colaterales sistémico-pulmonares

En la atresia pulmonar con comunicación interventricular (APCIV), el flujo pulmonar se mantiene a través del conducto arterioso, que se mantiene permeable, o a través de colaterales sistémico-pulmonares. Para la planificación quirúrgica, la documentación de los vasos colaterales y sus respectivas presiones intravasculares tienen una importancia fundamental, ya que la presencia de hiperflujo por vasos colaterales sin estenosis o de segmentos pulmonares con doble irrigación por colaterales y ramas de la arteria pulmonar, puede ocasionar regímenes de presión elevados y contraindicar o prever resultados adversos, de acuerdo con la estrategia quirúrgica adoptada.<sup>5</sup> La documentación exacta de las presiones intravasculares en estos trayectos es importante, tanto en pacientes en los que la planificación quirúrgica es la corrección univentricular como en aquellos en los que es biventricular.

Los vasos colaterales sistémico-pulmonares suelen ser tortuosos y de pequeño calibre, a veces con estenosis angiográficamente no demostrables debido a la superposición vascular y a la práctica rutinaria de angiografía monoplanar. En tales circunstancias, el método de *pressure-wire* permite la documentación de los vasos colaterales con estenosis proximales protectoras, así como su ausencia, de manera muy confiable, reduciendo, de este modo, los riesgos asociados con el cateterismo selectivo de estos vasos. La manipulación del *guidewire* no presenta dificultades, ya que el catéter de diagnóstico (JR 5 F, AL1 5 F o MP 5 F) se encuentra próximo al origen del vaso colateral. Por otra parte, su maniobrabilidad es excelente, acercándose a la que habitualmente se observa durante los procedimientos intracoronarios.

El uso de esta técnica tiene un aspecto positivo adicional que radica en no comprometer la única fuente de flujo sanguíneo pulmonar en algunos de estos pacientes. La Figura 2 ilustra un caso de APCIV tipo C, según la clasificación Barbero Marcial,<sup>6</sup> en que fueron cateterizados todos los vasos colaterales y documentadas las correspondientes presiones intravasculares.

### Cateterismo cardíaco pre quirúrgico de Glenn

Después de la descripción original de la cirugía de Glenn, su aplicación clínica de anastomosar la vena cava superior terminolateralmente con la arteria pulmonar fue realizada por Azzolina et al.<sup>7</sup> en el año 1972. Durante la evaluación pre operatoria del *shunt* cavo-pulmonar por etapas, es fundamental documentar las presiones intravasculares pulmonares < 15 mmHg. Frecuentemente, en un escenario de hipoplasia de las ramas pulmonares, el paciente es tratado inicialmente con un *shunt* sistémico-pulmonar del tipo Blalock-Taussig modificado y, a veces, el cateterismo selectivo de estos injertos es laborioso y no está exento de riesgos. Aun cuando es posible, las dificultades técnicas no permiten una evaluación precisa de las presiones con los catéteres convencionales. En este escenario y para proporcionar valores de presión adecuados, el método del *pressure-wire* permite obtener las curvas de forma segura, sin comprometer el flujo a través de estos *shunts*. Otro aspecto importante es que ante la presencia de anomalías en las ramas pulmonares, como resultado del *shunt* creado, la presencia del *guidewire* no interfiere con la morfología de la curva de presión y es maniobrable a larga distancia, a diferencia del catéter de diagnóstico, que generalmente no posee la maniobrabilidad apropiada para alcanzar los sitios de obstrucción. En la Figura 3, se documenta un caso de cateterismo de pre Glenn en un paciente de 8 meses de edad con *shunt* de Blalock-Taussig modificado, con diagnóstico de APCIV y en programación de corrección univentricular.

Durante la cirugía, cuando existe flujo pulmonar transvalvular, por lo general, éste se mantiene a menos que, después de realizada la anastomosis quirúrgica, la presión pulmonar se encuentre elevada. Es posible, durante la cirugía, utilizar la medida del *pressure-wire* para decidir la permeabilidad de la válvula pulmonar, aunque en nuestro servicio todavía nunca se ha realizado.

### Cateterismo cardíaco pre-quirúrgico de Fontan

La implementación de este *shunt* cavo-pulmonar total debe cumplir con los requisitos previos que se consideran esenciales para el éxito a largo plazo. Entre ellos, son fundamentales la documentación de presión pulmonar media < 15 mmHg y resistencia arteriolar pulmonar de < 4 UW/m<sup>2</sup>. Los pacientes con enfermedades cardíacas que requieren tratamiento del tipo cirugía de Fontan, pueden no tolerar incluso pequeños grados de estenosis pulmonar.<sup>8</sup> Por lo general, la cateterización pulmonar, por un *shunt* de Glenn, no presenta dificultades, pero los sistemas más precisos y libres de artefactos que interfieren en las curvas de presión posibilitan la documentación de pequeños gradientes anatómicos, que pueden pasar desapercibidos en escenarios de regímenes de presión poco elevados. De esta manera está justificada la utilización del método *pressure-wire* en tales circunstancias. La Figura 4 muestra un paciente en programación de *shunt* cavo-pulmonar total y diagnóstico de atresia pulmonar, con colateral sistémico-pulmonar para el pulmón derecho, para evaluar las conexiones interlobulares intraparenquimatosas y continuidad de las arterias lobulares con la arteria pulmonar principal.



**Figura 2.** Atresia pulmonar con comunicación interventricular del tipo C (Barbero-Marcial). (A) Cateterismo selectivo de colateral bifurcado originándose en la arteria subclavia izquierda con *pressure-wire* en posición de ecualización de presiones. (B) *Pressure-wire* en la rama izquierda de la arteria pulmonar a través de la sub-rama más estenótica del vaso colateral. (C) Colateral para el pulmón derecho, lóbulo superior. (D) Ecualización de presiones. (E) Presión intravascular en la rama izquierda de la arteria pulmonar, lóbulo inferior, con una media de 18 mmHg. (F) Presión intravascular en rama para el lóbulo superior del pulmón derecho, con un media de 21 mmHg.

La presencia de arterialización en la curva de la presión pulmonar, con un gradiente de presión de 4 mmHg entre la rama izquierda (preferencialmente perfundida por el *shunt* de Glenn) y la rama derecha de la arteria pulmonar (perfundida por el colateral aortopulmonar), angiográficamente sugiere déficit de perfusión segmentario en el pulmón derecho.

#### Cateterismo cardíaco en presencia de estenosis de ramas pulmonares

Las anomalías de las ramas pulmonares son frecuentes en las malformaciones conotruncuales, especialmente en las variantes de la tetralogía de Fallot y, en especial, en la atresia pulmonar. Dichas estenosis puede ser congénitas o consecuencia de procedimientos quirúrgicos del tipo Blalock-Taussig para la unifocalización de ramas (Rastelli), por fibrosis o por torsión en el sitio de la anastomosis. A veces, estas estenosis en ausencia de hipertensión pulmonar significativa, son difíciles de evaluar mediante la ejecución del procedimiento manométrico convencional, con *pull-back* del catéter.

En este escenario, las mediciones simultáneas de la presión distal a la estenosis, con el *pressure-wire*, y en el tronco pulmonar con el catéter, permiten la identificación de pequeños gradientes y también estudiar vasos de difícil acceso con el método convencional.

El caso clínico de la Figura 5 muestra un paciente de cuatro años de edad y diagnóstico de atresia pulmonar con defecto en el septo auriculoventricular (AV) no balanceado, sometido a una cirugía de Blalock-Taussig convencional con un año de vida y a otro *shunt* de Blalock-Taussig modificado con tres años, después de una sospecha de estenosis del primer *shunt* por evaluación no invasiva, sin confirmación por angiografía. Se ha documentado por el método de *pressure-wire* la estenosis de la rama izquierda, que se trató con stent y con la oclusión del *shunt* central.

#### Cateterismo cardíaco en el post-operatorio de cirugía con implante de tubo ventrículo derecho-tronco pulmonar

La cirugía de reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho (VD), habitualmente se realiza por la interposición de tubos ventrículo derecho-tronco pulmonar

(VD-TP) con válvula o no, que con frecuencia se calcifican en el post-operatorio tardío, evolucionando hacia una estenosis adquirida. Generalmente, la medida de la presión sistólica del VD y distal al tubo es suficiente para el diagnóstico; sin embargo, cuando están presentes estenosis en las ramas,

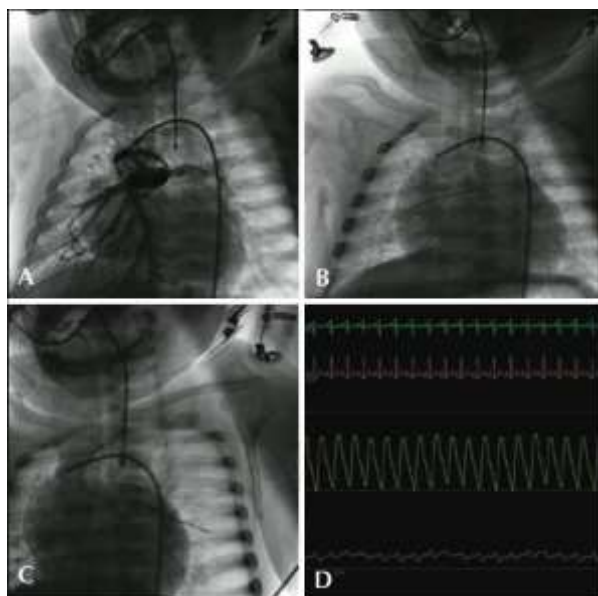
la documentación del nivel de obstrucción y la importancia de cada una de ellas, se ve facilitada en gran medida por la utilización del *pressure-wire*. Otro aspecto relevante es que la ubicación de los gradientes en las anastomosis proximales, distales o a nivel valvular, a veces se ve obstaculizada por los movimientos bruscos del catéter, resultantes del flujo turbulento en estas áreas. El *pressure-wire* también hace que sea más fácil y confiable llevar a cabo el procedimiento en estas condiciones.

### DISCUSIÓN

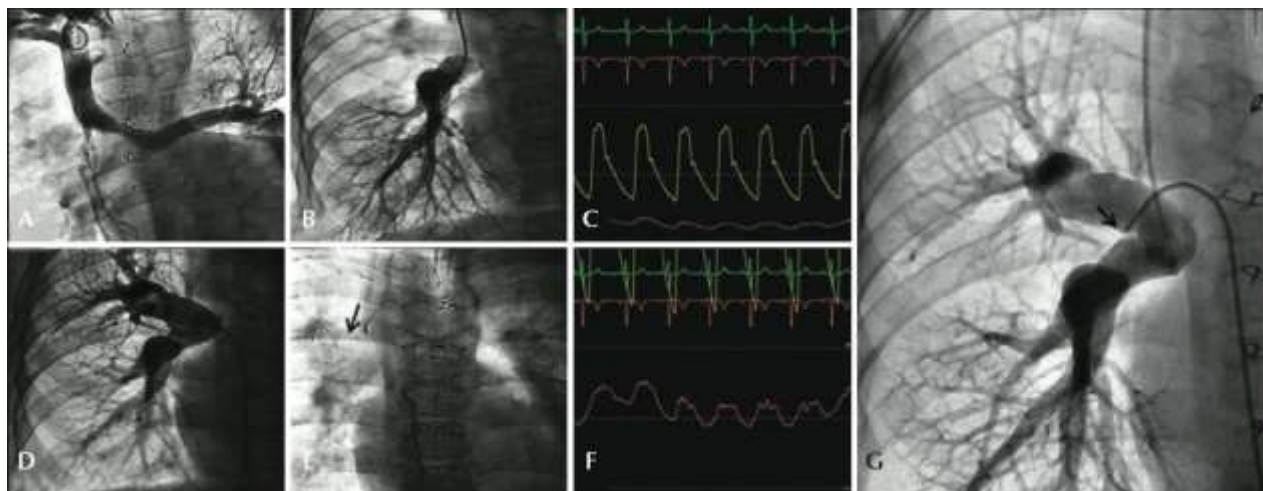
El sistema manométrico, que emplea el *pressure-wire* para la evaluación funcional de la estenosis coronaria, se ha estandarizado, esencialmente, para determinar la reserva fraccional de flujo coronario. En este sentido, el método ha ganado una aceptación gradual por su gran practicidad en las más diversas situaciones, desde lesiones en el tronco coronario izquierdo, estenosis focales en serie, bifurcaciones e incluso en la presencia de afinamientos difusos de las arterias coronarias.<sup>9</sup>

En el presente trabajo extendemos el concepto de practicidad del método manométrico basado en el uso del *pressure-wire* a diversas aplicaciones para pacientes portadores de cardiopatías congénitas y adquiridas. Las aplicaciones prácticas derivadas de este concepto, por lo tanto, se expandieron a partir de su utilización en nuestro laboratorio de hemodinámica y cardiología intervencionista, en el contexto específico de la atresia pulmonar, como se ha descrito recientemente por Haddad et al.<sup>10</sup>, demostrando la viabilidad y seguridad de la técnica en diez pacientes pediátricos.

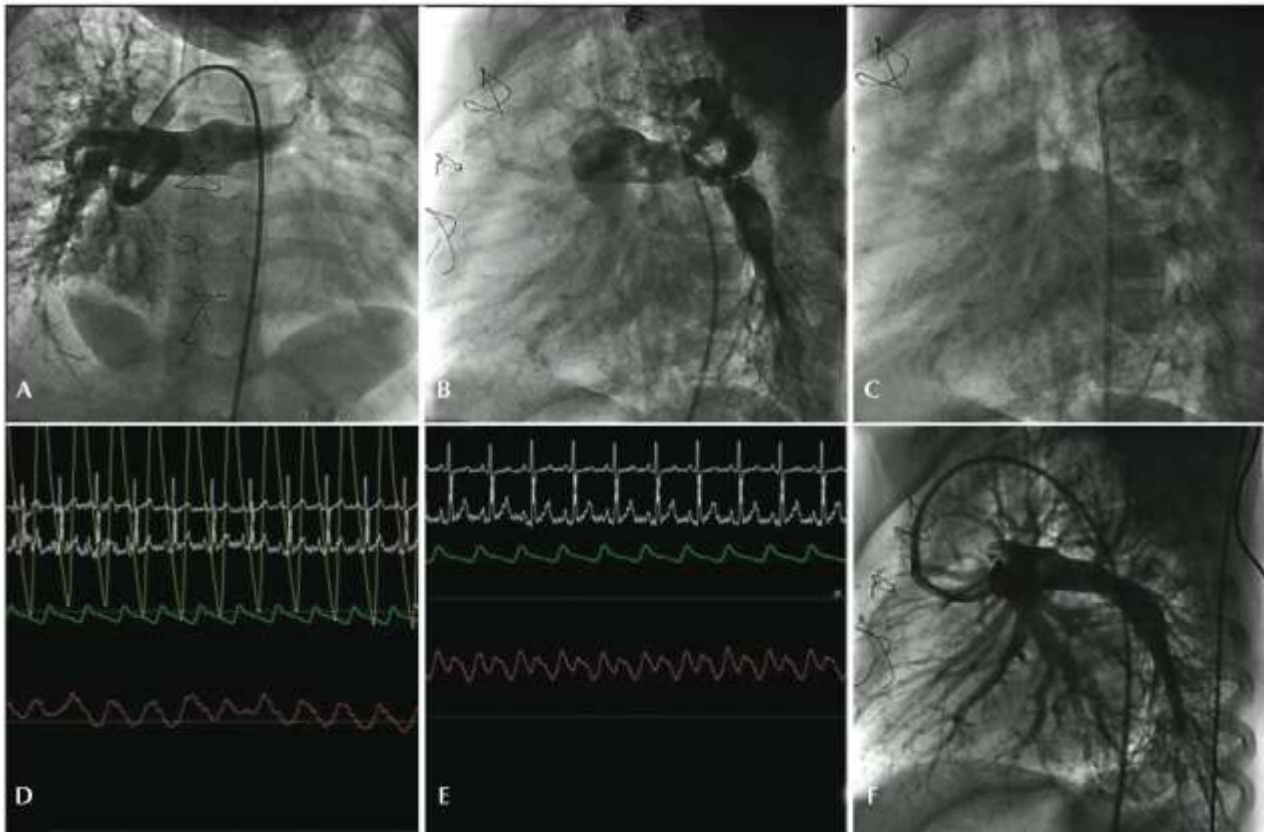
Las curvas de presión obtenidas con los catéteres de diagnóstico con frecuencia presentan artefactos que causan reverberación y atenuación como *ringing*, *overshooting* y *damping*, que limitan la adquisición de valores de presión precisos.



**Figura 3.** Paciente con atresia pulmonar con comunicación interventricular sometido a un *shunt* de Blalock-Taussig modificado. (A) Arteriografía pulmonar con inyección por *shunt* de Blalock-Taussig. (B) *Pressure-wire* colocado a través del tubo CORE-TEX® en la rama derecha de la arteria pulmonar. (C) *Pressure-wire* en la rama izquierda de la arteria pulmonar. (D) Curvas de presión arterial aórtica y pulmonar simultáneas, con presión intravascular pulmonar media de 11 mmHg en ambas ramas.



**Figura 4.** Cateterismo pre Fontan. (A) Anastomosis bidireccional de Glenn con flujo preferencial al pulmón izquierdo. (B) Angiografía selectiva de la rama derecha de la arteria pulmonar a través del conducto en la cirugía de Glenn. (C) Presiones aórtica y de la rama izquierda de la arteria pulmonar, en una escala de 100 (rama izquierda de la arteria pulmonar de 10 mmHg). (D) Colateral aortopulmonar para el lóbulo superior derecho. (E) *Pressure-wire* en el vaso colateral. (F) Presión intravascular en la rama derecha de la arteria pulmonar obtenida con el *pressure-wire* (media de 14 mmHg) en la escala de 25 mmHg. (G) Angiografía con catéter de Berman para ocluir el vaso colateral, mostrando toda la irrigación del pulmón derecho a través de la arteria pulmonar.



**Figura 5.** Paciente con dos *shunts* centrales con hiperflujo pulmonar y estenosis de la rama izquierda. (A) *Shunt* de Blalock-Taussig modificado. (B) *Shunt* de Blalock-Taussig convencional. (C) *Pressure-wire* en la rama izquierda de la arteria pulmonar. (D) Manometría de la rama derecha de la arteria pulmonar con catéter MP 5 F (presión media de 25 mmHg en una escala de 50 mmHg). (E) Manometría de la rama izquierda de la arteria pulmonar distal (presión media de 17 mmHg en una escala de 25 mmHg). (F) Implante de stent en la rama izquierda de la arteria pulmonar con oclusión del *shunt* de Blalock-Taussig.

En tales circunstancias, el diagnóstico de gradientes venosos significativos se convierte en impracticable, con el agravante de que, en esta parte del sistema circulatorio, incluso pequeños gradientes pueden tener mucha relevancia clínica. El sistema manométrico basado en el uso de *pressure-wire*, debido a que es un dispositivo que mide la presión sin la necesidad de diafragmas y columnas de líquido, permite que los valores de presión sean registrados con mayor precisión y sin artefactos en los diferentes contextos discutidos aquí. El sistema manométrico con *pressure-wire*, ha permitido en nuestro laboratorio de hemodinámica y cardiología intervencionista la obtención de presiones intravasculares pulmonares y en conductos vasculares nativos o resultantes de una intervención quirúrgica, de manera segura y con menos riesgo en comparación con la técnica habitual utilizada, como se ejemplifica en los casos descritos.

Otro aspecto potencial muy importante es la utilización del *pressure-wire* como una herramienta para el cálculo del flujo a través de un conducto. Las nuevas versiones de PressureWire® Certus y de la consola RAD1 Analyzer® Xpress permiten la medición del flujo y la estimación del gasto mediante termodilución.

En los pacientes con cardiopatías que cursen con aumento del flujo sanguíneo pulmonar, no es posible aplicar el principio de Fick para la cuantificación adecuada. Además, eventualmente, los casos con atresia pulmonar y colaterales sistémico-pulmonares y/o ductus arterioso persistente, son rotulados, superficialmente, como portadores de hiperflujo pulmonar. Sin embargo, en teoría, puede verse lo contrario mediante la cateterización selectiva de todos los vasos colaterales y la medición de la suma de los flujos a través de éstos, ya que el resultado puede llegar a ser un verdadero hiperflujo pulmonar. Esto también permitiría la estimativa de la resistencia pulmonar individual de todos los segmentos de pulmón perfundidos. Vale la pena subrayar el carácter especulativo de esta condición, que necesita de datos aún no disponibles en la literatura para dicha documentación.

## CONCLUSIONES

En nuestra práctica reciente de cateterismo cardíaco diagnóstico de diversas enfermedades congénitas y adquiridas, el método manométrico miniaturizado utilizando el *pressure-wire* se ha vuelto virtualmente indispensable en diferentes contextos.

Es un importante método de diagnóstico complementario, no solamente en casos en los que existe dificultad para la utilización de los medios habituales para adquirir presiones intravasculares, sino también en los casos de rutina en la medida que permite trazados con menos defectos. El registro de curvas de presión simultáneas y sin la necesidad de dos punciones vasculares o catéteres de mayor diámetro, permite evaluar de forma satisfactoria las estenosis con repercusión hemodinámica significativa en diferentes contextos clínicos y post-quirúrgicos. También es previsible la futura expansión de su utilización con otras finalidades de diagnóstico complementario.

### CONFLICTO DE INTERESES

No hay.

### FUENTE DE FINANCIAMIENTO

No hay.

### REFERENCIAS

1. Buzzi A. Claude Bernard on cardiac catheterization. *Am J Cardiol.* 1959;4:405.
2. Mullins CE. *Cardiac catheterization in congenital heart disease: pediatric and adult.* Massachusetts: Blackwell; 2006
3. Sibley DH, Millar HD, Hartley CJ, Whitlow PL. Subselective measurement of coronary blood flow velocity using a steerable Doppler catheter. *J Am Coll Cardiol.* 1986;8(6):1332-40.
4. Pijls NH, De Bruyne B, Peels K, Van Der Voort PH, Bonnier HJ, Bartunek J, et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary artery stenosis. *N Engl J Med.* 1996;334(26):1703-8.
5. Gosse-Wortmann L, Yoo SL, Van Arsdell G, Chetan D, Macdonald C, Benson L, et al. Preoperative total pulmonary blood flow predicts right ventricular pressure in patients early after complete repair of tetralogy of Fallot and pulmonary atresia with major aortopulmonary collateral arteries. *J Thorac Car-diovasc Surg.* 2013;146(6):1185-90.
6. Croti UA, Barbero-Marcial M, Jatene MB, Riso AA, Tanamati C, Aiello VD, et al. Classificação anatômica e correção cirúrgica da atresia pulmonar com comunicação interventricular. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2001;16(4):321-36.
7. Azzolina G, Eufrate S, Pensa P. Tricuspid atresia: experience in surgical management with a modified cavopulmonary anastomosis. *Thorax.* 1972;27(1):111-5.
8. Sievert H, Qureshi SA, Wilson N, Ziyad M Hijazi ZM, editors. *Percutaneous interventions for congenital heart disease.* London: Informa Healthcare; 2007.
9. Pijls NH, Seis JW. Functional measurement of coronary stenosis. *J Am Coll Cardiol.* 2012;59(12):1045-57.
10. Haddad JL, Novaes GC, Figueiredo GL, Lemos DC, Macedo LG, Lago IM, et al. Use of the pressure wire method for measuring pulmonary arterial pressures in patients with pulmonary atresia. *Cardiol Young.* 2014 Jan 15:1-8. [Publicado electrónicamente antes de la versión impresa]