

una adecuada perfusión del árbol pulmonar y evidenciando hipoplasia de la rama pulmonar izquierda (figura B y vídeo 2 del material suplementario). El paciente pasó a la unidad de cuidados intensivos, pero no fue posible extubarlo por hiperflujo pulmonar, por lo que se realizó un nuevo cateterismo a los 12 días del anterior, en el que se observó el crecimiento de ambas ramas pulmonares (figura C y vídeo 3 del material suplementario). Se procedió a la embolización de colaterales con coils Interlock (Boston), que fue exitosa, lo cual permitió extubar al paciente y darle el alta a los 20 días del segundo procedimiento. Tras 6 meses de seguimiento, el paciente se encontraba asintomático, con saturación arterial de oxígeno del 82% a la espera de una derivación cavopulmonar parcial.

El tratamiento de la atresia pulmonar con comunicación interventricular con arterias pulmonares hipoplásicas y colaterales aortopulmonares mayores continúa siendo un desafío. El abordaje quirúrgico convencional es una fístula sistémico-pulmonar central, que en pacientes neonatos de bajo peso puede implicar complicaciones mayores, como la obstrucción o trombosis de la fístula, hiperflujo pulmonar o infección<sup>1</sup>. Otra alternativa quirúrgica es la hemicorrección, que conlleva el uso de circulación extracorpórea y una mayor morbilidad.

Por otro lado, la perforación valvular por radiofrecuencia con implante de stent en el tracto de salida del ventrículo derecho mediante hemodinámica se ha convertido en una alternativa válida para el tratamiento de pacientes con atresia pulmonar, aunque se ha asociado con necesidad de cirugía en el seguimiento hasta en un 33–75% de los casos<sup>3</sup>. Las complicaciones descritas con más frecuencia en relación con esta técnica son la perforación de la pared cardiaca y la fractura o dislocación del stent, entre otras<sup>4</sup>.

La estrategia híbrida evita el uso de circulación extracorpórea, al tiempo que es más segura y rápida que el procedimiento intervencionista, puesto que permite una adecuada inspección anatómica, así como una actuación temprana del cirujano cardiovascular en caso de incidencias. Otras ventajas que ofrece son la disminución del tiempo de fluoroscopia y que no existe la limitación de peso en pacientes neonatos<sup>5</sup>. Así pues, se puede concluir que la perforación valvular con implante del stent por vía transventricular mediante esternotomía media es una técnica de paliación efectiva, especialmente para prematuros de bajo peso, que ofrece resultados equiparables a otras estrategias terapéuticas con menos morbilidad hospitalaria y una adecuada supervivencia a largo plazo (tabla del material suplementario) y consigue un adecuado desarrollo del árbol arterial pulmonar para realizar una cirugía correctora en un segundo tiempo a un paciente de más edad y peso<sup>6</sup>.

## MATERIAL SUPLEMENTARIO



Se puede consultar material suplementario a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2017.09.027>

Gertrudis Parody-Cuerda<sup>a,\*</sup>, Félix Coserria-Sánchez<sup>b</sup>, Alejandro Adsuar Gómez<sup>c</sup>, Juan Antonio García-Hernández<sup>d</sup>, Begoña Manso-García<sup>b</sup> y A. Reza Hosseinpour<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Sección de Cirugía Cardiovascular, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

<sup>b</sup>Sección de Cardiología Pediátrica y Hemodinámica Infantil, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

<sup>c</sup>Servicio de Cirugía Cardiovascular, Área del Corazón, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

<sup>d</sup>Servicio de Cuidados Críticos y Urgencias Pediátricas, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: [gerparcue@gmail.com](mailto:gerparcue@gmail.com) (G. Parody-Cuerda).

On-line el 7 de noviembre de 2017

## BIBLIOGRAFÍA

- Watterson KG, Wilkinson JL, Karl TR, Mee RBB. Very small pulmonary arteries: central-end-to-side shunt. *Ann Thorac Surg*. 1991;52:1132–1137.
- Medrano C, Guía JM, Rueda F, Moruno A. Actualización en cardiología pediátrica y cardiopatías congénitas. *Rev Esp Cardiol*. 2009;62:39–52.
- Zampi JD, Hirsch-Romano JC, Goldstein BH, Shaya JA, Armstrong AK. Hybrid approach for pulmonary atresia with intact ventricular septum: early single center results and comparison to the standard surgical approach. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2014;83:753–761.
- Cools B, Boshoff D, Heying R, Rega F, Meyns B, Gewillig M. Transventricular balloon dilation and stenting of the RVOT in small infants with tetralogy of Fallot with pulmonary atresia. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2013;82:260–265.
- Park JY, Seo DM, Shin HJ, Kim SJ, Son JS. Hybrid procedure for pulmonary atresia with ventricular septal defect in a low birth weight neonate. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;46:56–59.
- Zampi JD, Armstrong AK, Hirsch-Romano JC. Hybrid percutaneous pulmonary valve perforation and right ventricular outflow stent placement: a case report of a premature, 1.3-kg neonate with tetralogy of Fallot and pulmonary atresia. *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. 2014;5:338–341.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2017.09.027>  
0300-8932/

© 2017 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### Cuantificación volumétrica de flujo coronario mediante catéter de infusión monorraíl: experiencia inicial



### Volumetric Quantification of Coronary Flow by Using a Monorail Infusion Catheter: Initial Experience

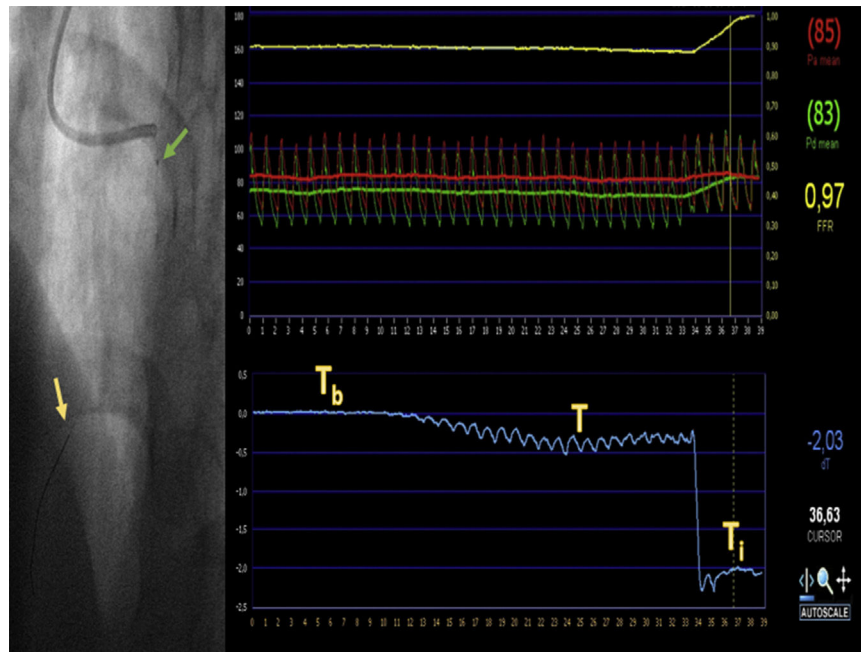
Sr. Editor:

Actualmente el flujo coronario absoluto se puede determinar de manera invasiva mediante termodilución, gracias a un nuevo microcatéter monorraíl de diseño específico que permite una mezcla homogénea y continua de suero salino a temperatura ambiente con la sangre intracoronaria<sup>1</sup>. Este microcatéter (Ray-flow; Hexacath) presenta 4 orificios en su extremo distal; el orificio terminal distal queda ocluido por la propia guía, lo que permite una

infusión homogénea<sup>1</sup>. Mediante el principio de termodilución, y con la ayuda de una guía intracoronaria con sensor térmico y un software específico (RadiView; Abbott), se podría determinar cuantitativamente el volumen de sangre intracoronario máximo por unidad de tiempo mediante la fórmula:

$$Q_b = 1,08 T_i / T Q_i$$

donde  $T_i$  es la temperatura de la solución salina en la salida del catéter,  $T$  es la temperatura de la mezcla de sangre y salino en un segmento coronario distal y  $Q_i$  es el flujo de salino conocido a través del microcatéter<sup>1</sup> (figura). De este modo se podría llegar a estimar cuantitativamente tanto el flujo coronario máximo (FCM) como la resistencia coronaria mínima dependiente del territorio irrigado, dado que esta es el cociente entre la presión y el flujo coronario, que son conocidos.



**Figura.** Ejemplo de medición de flujo coronario absoluto. A través de un catéter guía, se cruza una guía intracoronaria con doble sensor de presión y temperatura hasta el segmento distal de la arteria descendente anterior (flecha amarilla). Enhebrado sobre esa guía, se avanza el microcatéter Rayflow hasta el segmento proximal de la arteria (flecha verde). Tras conectar el extremo proximal del microcatéter a una bomba de infusión, se inicia la perfusión intracoronaria de suero salino a un flujo conocido y a temperatura ambiente. En la consola se puede observar en tiempo real la temperatura basal ( $T_b$ ) y el descenso de la temperatura tras el inicio de la infusión ( $T$ ). Tras un descenso paulatino, se produce un descenso estable de la temperatura intracoronaria; en este momento, se retira el sensor de temperatura hasta introducirlo en el microcatéter para conocer la temperatura de infusión ( $T_i$ ). De este modo se puede cuantificar el flujo coronario máximo para esa arteria mediante la fórmula  $Q_b = 1,08 T_i / T Q_i$ , donde  $Q_i$  es el flujo de infusión de salino programado. Durante el registro, son detectadas simultáneamente la señal de presión aórtica (línea roja) y de la arteria coronaria distal (línea verde) lo que permite estimar simultáneamente la reserva fraccional de flujo (línea amarilla) y la resistencia microvascular mínima correspondientes al territorio interrogado mediante la fórmula:  $R = P_d / Q_b$ , donde  $P_d$  es la presión intracoronaria distal y  $Q_b$ , el flujo coronario absoluto. Esta figura se muestra a todo color solo en la versión electrónica del artículo.

Se incluyó prospectivamente a 14 pacientes sin lesiones coronarias angiográficamente significativas (estenosis < 30% del diámetro luminal por angiografía cuantitativa). La indicación de coronariografía de la mayoría (11 pacientes) era clínica de angina de esfuerzo con test de provocación de isquemia positivo (6) o no concluyente (5), y 3 pacientes presentaban disfunción ventricular con sospecha de etiología isquémica. Previa obtención de consentimiento informado, se realizó una valoración funcional intracoronaria de la arteria descendente anterior de todos ellos. A través de un catéter-guía de 6 Fr, se cruzó una guía con doble transductor de temperatura y presión (Certus, Abbott Vascular). Se obtuvieron parámetros fisiológicos basales y tras hiperemia máxima utilizando una perfusión de adenosina a dosis de 140  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  a través de vena periférica antecubital. Posteriormente se avanzó el microcatéter sobre la guía presión/temperatura, para situar su extremo distal en un segmento proximal de la arteria y a través de este infundir salino a temperatura ambiente (18 ml/min) con la ayuda de una bomba de infusión. Tras la consecución de una bajada de temperatura estable, se retiró la guía con el transductor de temperatura hasta la punta del microcatéter para determinar la temperatura de infusión (figura). Todos los valores se obtuvieron de manera automática y se guardaron con el software específico RadiView (Abbott), que después permitió su análisis.

De los 14 pacientes (media de edad,  $66 \pm 8$  años), 5 (36%) eran mujeres y había 3 (21%) diabéticos, 10 (71%) hipertensos, 5 (36%) dislipémicos y 2 (14%) fumadores. El tiempo medio entre la introducción del catéter guía y el final de la medición fue  $8,6 \pm 6$  min. La obtención de un descenso de temperatura estable se consiguió de media a los 7,6 s desde el inicio de la infusión. El FCM obtenido fue una mediana de 153 [intervalo intercuartílico, 114-179] ml/min,

con unas resistencias medianas de 619 [396-689] UW (tabla). La infusión de salino presentó una tendencia hacia valores de reserva fraccional de flujo menores que los obtenidos mediante infusión de adenosina intravenosa (medianas, 0,89 frente a 0,84;  $p = 0,09$ ). Se

**Tabla**

Descripción de los diferentes parámetros hemodinámicos intracoronarios obtenidos

Paciente	Pd/Pa	RFC	IRM	RFFa	RFFs	FA (ml/min)	RCM (UW)
1	0,98	2,0	18	0,93	0,93	159	605
2	0,93	2,6	14	0,89	0,78	112	830
3	0,96	2,9	40	0,86	0,82	117	823
4	0,98	1,7	25	0,93	0,84	160	351
5	0,94	3,2	11	0,91	0,83	180	444
6	0,97	4,4	20	0,99	0,99	130	632
7	0,94	1,3	34	0,96	0,88	108	667
8	0,96	2,5	10	0,86	0,83	176	464
9	0,91	1,2	13	0,91	0,92	201	411
10	0,96	2,1	28	0,76	0,81	115	653
11	0,97	5,1	9	0,84	0,84	190	253
12	0,96	3,6	12	0,89	0,81	179	266
13	0,90	1,4	28	0,89	0,87	101	718
14	0,98	4,4	15	0,88	0,80	147	675
Media	0,95	2,7	20	0,88	0,86	148	557

FA: flujo absoluto coronario; IRM: índice de resistencia microvascular; Pd/Pa: cociente entre presión media intracoronaria y presión media aórtica; RCM: resistencias coronarias mínimas; RFC: reserva de flujo coronario; RFFa: reserva fraccional de flujo inducida farmacológicamente; RFFs: reserva fraccional de flujo inducida mediante infusión de salino intracoronario.

produjo una discrepancia en la clasificación de las lesiones como funcionalmente significativas (tomando como punto de corte una reserva fraccional de flujo  $\leq 0,80$ ) en un 14% de los pacientes. En 1 paciente se produjo una oclusión arterial aguda transitoria, que se resolvió espontáneamente sin complicaciones<sup>2</sup>.

Nuestra serie confirma la factibilidad de la medición cuantitativa de parámetros funcionales de flujo intracoronario mediante la infusión de salino a temperatura ambiente a través de un catéter específico y la técnica de termodilución en una población de pacientes sin lesiones coronarias angiográficamente significativas. Mediante este nuevo método, parece factible por primera vez la determinación cuantitativa del FCM y las resistencias coronarias mínimas. Se ha confirmado la capacidad de la infusión intraarterial de salino a temperatura ambiente para inducir vasodilatación en ausencia de adenosina<sup>3</sup>. Hasta ahora no existen referencias en seres humanos sobre los valores del FCM y las resistencias coronarias mínimas. Serán necesarios nuevos estudios para establecer sus valores normales y las implicaciones de sus alteraciones en diferentes situaciones patológicas.

Fernando Rivero, Teresa Bastante, Javier Cuesta, Marcos García-Guimaraes, Ramón Maruri-Sánchez y Fernando Alfonso\*

Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de La Princesa, IIS-IP, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

\* Autor para correspondencia:  
Correo electrónico: [falf@hotmail.com](mailto:falf@hotmail.com) (F. Alfonso).

On-line el 7 de noviembre de 2017

## BIBLIOGRAFÍA

1. Van 't Veer M, Adjedj J, Wijnbergen I, et al. Novel monorail infusion catheter for volumetric coronary blood flow measurement in humans: in vitro validation. *EuroIntervention*. 2016;12:701-707.
2. Garcia-Guimaraes M, Rivero F, Cuesta J, Alfonso F. Iatrogenic coronary artery dissection induced during invasive absolute coronary blood flow measurement: optical coherence tomography findings. *EuroIntervention*. 2017;13:364-365.
3. De Bruyne B, Adjedj J, Xaplanteris P, et al. Saline-induced coronary hyperemia: mechanisms and effects on left ventricular function. *Circ Cardiovasc Interv*. 2017. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004719>.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2017.10.009>

0300-8932/

© 2017 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Velocidad de la onda de pulso y presión arterial central: valores normales y de referencia en personas mayores en España



### Pulse Wave Velocity and Central Blood Pressure: Normal and Reference Values in Older People in Spain

#### Sr. Editor:

Va en aumento el interés por la velocidad de onda del pulso (VOP) y la presión aórtica central sistólica (PACS) como marcadores del riesgo de enfermedad cardiovascular que van más allá de la presión arterial (PA) convencional (braquial)<sup>1,2</sup>. La velocidad de onda del pulso estima la rigidez arterial, y la PACS es representativa de la PA «verdadera» en los órganos principales. Hoy se puede estimar ambos parámetros de manera fiable con métodos oscilométricos que utilicen manguito<sup>3</sup>; sin embargo, su utilidad clínica está limitada por la escasez de datos sobre los valores normales.

En 2 grandes estudios internacionales se ha presentado un conjunto de valores normales de la VOP y la PACS<sup>4,5</sup>, pero en ninguno de ellos se han incluido datos de España. Así pues, este es el primer estudio en que se presentan valores normales de estos parámetros en adultos mayores de España.

Los datos se obtuvieron de 1.824 adultos no ingresados de edad  $\geq 65$  años que participaron en la tercera oleada del estudio Seniors-ENRICA, una cohorte establecida en España entre 2008 y 2010, en la que se obtuvieron datos de PACS y VOP de 2014 a 2015<sup>6</sup>. Los participantes dieron su consentimiento por escrito y el estudio fue aprobado por el comité de ética de investigación clínica del Hospital La Paz.

Los análisis de lípidos y glucosa en ayunas se realizaron en un laboratorio central. Los participantes refirieron las enfermedades cardiovasculares diagnosticadas. La diabetes se definió por un valor de glucosa  $\geq 126$  mg/dl, un diagnóstico previo o un tratamiento actual; la dislipemia, por colesterol total  $\geq 240$  mg/dl, colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad  $\geq 160$  mg/dl, colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad  $\leq 40$  mg/dl (varones) y  $\leq 50$  mg/dl (mujeres), triglicéridos  $\geq 250$  mg/dl, un diagnóstico previo o un tratamiento actual.

La PA braquial, la PACS y la VOP se determinaron en condiciones estandarizadas y empleando un dispositivo oscilométrico validado

(Mobil-O-Graph 24 h PWA, I.E.M., Stolberg, Alemania; Mediscan, España)<sup>3</sup>. Se utilizó para el análisis la media de las últimas 3 de 4 determinaciones. La hipertensión se definió como una PA sistólica media braquial  $\geq 140$  mmHg, una PA diastólica  $\geq 90$  mmHg o un tratamiento actual.

De los 1.824 participantes, se dispuso de datos completos válidos respecto a las variables del estudio (figura del suplemento) de 1.544. De estos, se excluyó a 946 por estar en tratamiento para la hipertensión o la dislipemia o tener diabetes o una enfermedad cardiovascular previa<sup>4,5</sup>. De los 598 restantes, 263 eran normotensos; 129 de ellos no tenían factores de riesgo cardiovascular (dislipemia no tratada o tabaquismo actual) y constituyeron la «población normal», y 134 tenían otros factores de riesgo cardiovascular. Estos 134 participantes, junto con los pacientes hipertensos no tratados y sin ( $n = 180$ ) o con ( $n = 155$ ) otros factores de riesgo cardiovascular, constituyeron la «población de referencia».

Los datos normales se expresan en percentiles, estratificados según la edad y el sexo. Los análisis se realizaron con el programa SPSS v. 21.

La media de edad de los participantes fue 72,9 años (el 57,7% mujeres) (tabla 1). Los valores medios del índice de masa corporal, la glucosa, los lípidos y la presión arterial fueron mayores en la población de referencia. Las distribuciones de la VOP y la PACS no cumplieron los criterios de normalidad y mostraron asimetría hacia la derecha, con una curtosis moderada. En la población total, la mediana de la VOP fue 10,2 m/s, y superior en la población de referencia que en la población normal (10,3 frente a 10,1 m/s;  $p = 0,042$  con la prueba de Mann-Whitney y  $p < 0,001$  con la prueba de Wald-Wolfowitz), así como en las mujeres (10,3 frente a 10,1 en los varones;  $p = 0,049$ ), y en los de edad  $\geq 75$  años (11,6 frente a 10,0 en los menores de 75 años;  $p < 0,001$ ) (tabla 2). La mediana de la PACS fue 116,6 mmHg, y más alta en la población de referencia ( $p < 0,001$  con ambas pruebas no paramétricas); este patrón se mantuvo al estratificar el análisis por edad y sexo. La coincidencia entre las mediciones se aproximó a un grado alto (coeficientes de correlación intraclase en las 3 poblaciones tanto para la VOP como para la PACS,  $\sim 0,61-0,67$ ).

En nuestro estudio, los valores de presión aórtica central sistólica fueron menores (mediana,  $\sim 117$  mmHg) que las de los ancianos de una base de datos mundial (mediana,  $\sim 126$  mmHg)<sup>5</sup>. Aunque en el grupo combinado internacional se utilizaron técnicas