



El estudio hemodinámico: indicaciones del cateterismo derecho e izquierdo en el diagnóstico y seguimiento de la hipertensión pulmonar

Antonio Amaro Cendón

Servicio de Cardiología, Complejo Hospitalario Universitario de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España

RESUMEN

Palabras clave:
Cateterismo cardiaco
Resistencias vasculares
Vasorreactividad

La hipertensión arterial pulmonar (HAP) es una categoría de la hipertensión pulmonar, e incluye la presencia de presión media de la arteria pulmonar mayor de 25 mmHg en reposo, con presión capilar pulmonar enclavada normal (menor de 15 mmHg), y resistencias vasculares pulmonares superiores a 3 unidades Wood.

Es un diagnóstico de exclusión, debiendo excluirse enfermedad pulmonar, enfermedad tromboembólica, enfermedad del ventrículo izquierdo y enfermedad valvular cardiaca.

Todos los pacientes en los cuales se sospecha presenten una HAP por medios no invasivos, deberían de ser sometidos a un cateterismo del corazón derecho antes de iniciar su tratamiento. Se medirá la presión de la arteria pulmonar, la presión de enclavamiento en capilar pulmonar, la resistencia vascular pulmonar y realizar pruebas de vasorreactividad pulmonar y medir el gasto cardiaco.

Prueba de vasorreactividad pulmonar: se usan el óxido nítrico inhalado y adenosina o epoprosterenol intravenosos.

Se considera una respuesta positiva la reducción de 10 mmHg de la presión media de la arteria pulmonar o alcanzar una presión media de la arteria pulmonar menor de 40 mmHg, con aumento o sin modificación del gasto cardiaco.

Únicamente el 10% de los pacientes con HAP reúne estos criterios en la prueba.

Los pacientes con respuesta positiva probablemente también responderán de forma sostenida a los bloqueadores de los canales del calcio.

La prueba no se debe emplear en pacientes con HAP secundaria a enfermedad cardiaca izquierda, enfermedad pulmonar o embolismo pulmonar.

© 2011 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Hemodynamic study: indications for right- and left-sided catheterization in the diagnosis and follow-up of pulmonary hypertension

ABSTRACT

Keywords:
Cardiac catheterization
Vascular resistance
Vasoreactivity

Pulmonary artery hypertension (PAH) is a category of pulmonary hypertension consisting of mean pulmonary artery pressure greater than 25 mmHg at rest, with normal pulmonary capillary occlusion pressure (less than 15 mmHg) and pulmonary vascular resistance greater than 3 Wood units. The diagnosis of PAH is made through the exclusion of other disorders, including pulmonary, thromboembolic, left ventricular and valvular heart disease.

All patients with PAH suspected on the basis of non-invasive tests should undergo right-sided catheterization before treatment is started, with measurement of pulmonary artery pressure, pulmonary capillary wedge pressure, and pulmonary vascular resistance. Pulmonary vasoreactivity and cardiac output should also be measured.

To test pulmonary vasoreactivity, inhaled nitric oxide and intravenous adenosine or epoprosterenol are used. A reduction of 10 mmHg in mean pulmonary arterial pressure or achieving a mean pulmonary artery pressure of less than 40 mmHg, with no change or an increase in cardiac output, is considered a positive response. These criteria are met by only 10% of patients with PAH undergoing this test. Patients with a positive response will probably also show a sustained response to calcium channel blockers. This test should not be used in patients with PAH secondary to left cardiac disease, pulmonary disease or pulmonary embolism.

© 2011 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: antonio.carlos.amaro.cendon@sergas.es (A. Amaro Cendón).

La hipertensión arterial pulmonar (HAP) es una categoría de la hipertensión pulmonar e incluye la presencia de presión media de la arteria pulmonar mayor de 25 mmHg en reposo, con presión capilar pulmonar enclavada normal (menor de 15 mmHg), y resistencias vasculares pulmonares superiores a 3 unidades Wood¹⁻³.

La presión arterial pulmonar aumentada no está siempre en relación con enfermedad vascular pulmonar. En la población general es mucho más frecuente el aumento de la presión pulmonar secundario a enfermedad cardiovascular que a enfermedad vascular pulmonar. También aumenta la presión en la arteria pulmonar en las situaciones en las que existe un flujo pulmonar elevado, como en el ejercicio, embarazo, anemia, sepsis, síndrome portopulmonar o tirotoxicosis^{4,5}. En general, el diagnóstico de HAP es un diagnóstico de exclusión, debiendo descartarse enfermedad pulmonar, enfermedad tromboembólica, enfermedad del ventrículo izquierdo y enfermedad valvular cardíaca.

Tras establecer la sospecha de HAP por estudios no invasivos, es necesaria la realización de un estudio hemodinámico invasivo para definir el diagnóstico definitivo.

El cateterismo cardíaco derecho hoy en día constituye el patrón de oro para el diagnóstico de HAP. En el mismo deberemos medir las presiones y las resistencias en el sistema pulmonar. Se debe realizar un cateterismo del hemicorazón derecho a los pacientes en los que se ha diagnosticado HAP y se planea iniciar tratamiento. Está indicada la realización de un cateterismo izquierdo y coronariografía si existen factores de riesgo cardiovasculares, como diabetes, hipertensión arterial sistémica, hipercolesterolemia o tabaquismo.

Es un procedimiento invasivo y con morbimortalidad, aunque en los centros con experiencia el riesgo es bajo. La tasa de complicaciones es alrededor del 1,1%, en general en relación con el acceso vascular (hematoma, hemotórax, etc.), y más raramente arritmias, hipotensión por reacción vagal o secundaria a la realización de pruebas con vasodilatadores. La mayoría de estas complicaciones se soluciona in situ y son poco graves. La tasa de mortalidad en relación con el procedimiento es del 0,05%.

Hay que tener en cuenta las limitaciones del estudio. Se realiza en condiciones no basales: en reposo y en un medio hostil, por lo que los resultados podrían no ajustarse estrictamente a las condiciones presentes durante el ejercicio. En el momento actual es difícil técnicamente realizar un cateterismo cardíaco completo mientras se realiza ejercicio físico. Están en desarrollo sistemas implantables que permiten monitorear las presiones pulmonares de forma continua.

Para que los resultados del cateterismo cardíaco sean valorables, es imprescindible establecer un protocolo escrupuloso en su realización: selección de los catéteres a emplear, vías de acceso, medición de las curvas de presión, toma de muestras y realización de pruebas de vasorreactividad (tabla 1).

Tabla 1
Protocolo del estudio hemodinámico en hipertensión arterial pulmonar

Saturación de oxígeno: VCS, VCI, AD, VD, AP
Presión en aurícula derecha
Presión en el ventrículo derecho
Presión en arteria pulmonar: sistólica, diastólica y media
Presión de enclavamiento pulmonar, AI o tdVI
Gasto/índice cardíaco
Resistencia vascular pulmonar
Presión sistémica
Frecuencia cardíaca
Respuesta al test agudo vasodilatador

AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; AP: arteria pulmonar; tdVI: presión telediastólica del ventrículo izquierdo; VCI: vena cava inferior; VCS: vena cava superior; VD: ventrículo derecho.

Catéteres

Se utilizan catéteres de distinto tipo, cada uno de ellos con ventajas e inconvenientes:

- Rígidos y preformados, tipo Cournand, Lehman, etc. tienen la ventaja de poseer una gran luz interior, por lo que la determinación de las presiones es más fiable, y, como desventaja, que su uso debe de ser cuidadoso por el riesgo de provocar perforaciones.
- Flexibles y con balón distal para ser dirigidos por flujo sanguíneo. En general, son fáciles de usar y además suelen portar termistores para la determinación del gasto cardíaco por termodilución. Como inconvenientes, su propia flexibilidad los hace poco manejables en corazones muy dilatados o con insuficiencia tricúspide grave, y la luz interior es menor, por lo que las mediciones tensionales son menos seguras.

Vías de acceso

Las vías de acceso son múltiples, venas del antebrazo, subclavia, yugular y femoral, y arteria radial y femoral. Se debe individualizar y utilizar la que sea más adecuada para cada enfermo y en las que el operador tenga más experiencia.

Oximetrías y manometrías

Se tomarán muestras de sangre para determinar la saturación de oxígeno en ambas venas cavas, aurícula y ventrículo derechos, arteria pulmonar y sangre arterial.

A la hora de medir las presiones en el circuito vascular, es clave establecer un punto cero de referencia, que generalmente es la mitad del tórax. Se debe medir la presión en la aurícula y el ventrículo derechos, en la arteria pulmonar principal y sus ramas, y la presión de enclavamiento en el capilar pulmonar. La presión capilar pulmonar enclavada se asume como similar a la de la aurícula izquierda (en ausencia de enfermedad venooclusiva) y debe medirse al final de la espiración de un ciclo respiratorio normal, estableciendo la media en 3 ciclos consecutivos. Se deben obtener registros enclavando el catéter en distintos lugares de ambas ramas de la arteria pulmonar. En los pacientes que presentan enfermedad cardíaca asociada, con ortopnea o con factores de riesgo asociados, se debe medir la presión telediastólica del ventrículo izquierdo.

Gasto cardíaco

El gasto cardíaco se mide aplicando el principio de Fick, bien por termodilución o bien midiendo el consumo de oxígeno. En el primer caso utilizamos como indicador el calor, y un catéter con sensores adecuados, y en el segundo debemos medir el consumo de oxígeno y la diferencia arteriovenosa de oxígeno en la sangre. La correlación entre ambos sistemas es buena, excepto en situaciones de muy bajo gasto o con insuficiencia tricúspide grave, situaciones en las que deberemos emplear el segundo sistema.

Resistencias vasculares

La resistencia vascular es la resistencia ofrecida por el lecho vascular al flujo sanguíneo. Se mide en unidades Wood, que es una unidad híbrida, mmHg/l/min, o en unidades absolutas: dina/s/cm⁻⁵ (unidad Wood × 80). El cálculo es una extrapolación de la ley de Poiseuille, que cual establece, en un circuito, la relación entre la caída de presión, la longitud del tubo y el radio del mismo. Las formulas que se emplean se expresan en la figura 1.

En condiciones normales, si no hay cortocircuito arteriovenoso, el gasto sistémico y el pulmonar son iguales.

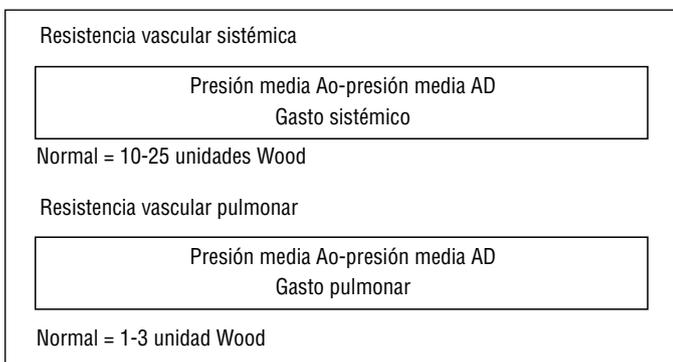


Figura 1. Fórmulas para el cálculo de resistencias vasculares. AD: aurícula derecha; Ao: aorta; AP: arteria pulmonar; CP: capilar pulmonar. Presión en mmHg; gasto en l/min.

Pruebas de vasorreactividad pulmonar

Tanto para la orientación terapéutica como para el pronóstico de la enfermedad es fundamental analizar la respuesta en las presiones pulmonares a agentes vasodilatadores selectivos, como la prostaciclina, óxido nítrico o la adenosina (tabla 2).

Normalmente, se realiza durante el mismo procedimiento del cateterismo diagnóstico.

No está demostrada la seguridad en el uso de otros agentes en el examen agudo, como bloqueadores de los canales del calcio, nitroprusiato sódico o nitratos.

Está en discusión la definición de respuesta positiva. Las guías de ESC/ACCP la definen como la reducción de 10 mmHg de la presión media de la AP o alcanzar una presión media de AP menor de 40 mmHg, con aumento o no modificación del gasto cardiaco. El documento de consenso de la ACCF/AHA considera como positiva una reducción del 20% en la presión arterial pulmonar o las resistencias vasculares pulmonares.

Únicamente el 10% de los pacientes con HAP reúnen estos criterios en la prueba. Los pacientes con respuesta positiva probablemente también responderán de forma sostenida a los bloqueadores de los canales del calcio, y es este grupo de pacientes el único que deberían tratar con estos fármacos.

La prueba no se debe emplear en pacientes con HAP secundaria a enfermedad cardiaca izquierda, enfermedad pulmonar o embolismo pulmonar.

Epoprosterenol

Se administra por vía intravenosa en dosis progresivas, monitorizando continuamente la presión pulmonar y la presión sistémica. Se interrumpe la infusión en caso de descenso de la presión arterial sistémica (< 95 mmHg de la presión arterial sistólica) o si se consigue vasodilatación pulmonar significativa (< 20% de disminución de la presión arterial pulmonar media).

Los efectos adversos más frecuentes son: náuseas, vómitos, cefalea, hipotensión, enrojecimiento facial, dolor torácico, ansiedad, bradicardia, disnea, dolor abdominal, mialgias, taquicardia.

Tabla 2

Fármacos y dosis para la prueba de vasorreactividad pulmonar

Droga	Vía	Vida Media	Dosis	Incremento	Duración
Epoprosterenol	IV	3 min	2-12 ng/Kg/min	2 ng/Kg/min	10 min
Adenosina	IV	5-10 seg	50-350 mg/Kg/min	50 mg/Kg/min	2 min
Óxido nítrico	Inha	15-30 seg	10-20 ppm		5 min

Adenosina

La adenosina administrada en la arteria pulmonar es una buena alternativa a la prostaciclina por su vida media corta (segundos), lo que permite un test de vasorreactividad más rápido y cómodo. Los efectos adversos más frecuentes son la disnea, el dolor torácico y la bradicardia.

Óxido nítrico

El óxido nítrico se administra por inhalación (mascarilla ajustada o tubo endotraqueal) a una dosis de 80 partes por millón. La gran ventaja de este fármaco es que la prueba puede realizarse en 5 min y prácticamente sin efectos secundarios. Sin embargo, la administración de óxido nítrico es compleja por la necesidad de dispositivos especiales para la medición de la concentración del óxido nítrico y del dióxido de nitrógeno en el aire exhalado, no disponibles en la mayoría de los centros.

En conclusión, el estudio hemodinámico tiene un papel clave en el diagnóstico de la HAP pulmonar, particularmente por permitir descartar la hipertensión pulmonar secundaria a elevación de presiones izquierdas y por ayudar en la selección del tratamiento farmacológico.

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses.

Bibliografía

- Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J*. 2009;30:2493-537.
- ACCF/AHA 2009 Expert Consensus Document on Pulmonary Hypertension: A Report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents and the American Heart Association Developed in Collaboration With the American College of Chest Physicians; American Thoracic Society, Inc.; and the Pulmonary Hypertension Association. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:1573-619.
- Sáenz de la Calzada C, coordinador, Sánchez Sánchez V, Velázquez Martín T, et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en tromboembolismo e hipertensión pulmonar. *Rev Esp Cardiol*. 2001;54:194-210.
- Pulmonary hypertension. En: Braunwald's: Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. 8th ed. W.B. Saunders Company; 2008.
- Hemodynamic principles. En: Grossman's Cardiac, Catheterization, Angiography, And Intervention. 7th ed. Lippincott Williams&Wilkins; 2005.