

Monitoreo de las presiones de la arteria pulmonar

Catéter de Swan-Ganz

Parte I

Aina Lauga* y Alfredo D'Ortencio**

Introducción

Antes de la disponibilidad de los dispositivos para el monitoreo hemodinámico invasivo usados en la cabecera del paciente, sólo contábamos con la clínica para determinar la función cardíaca y seleccionar el tratamiento.

Los signos y síntomas son expresiones de alteraciones fisiopatológicas que ocurren frente a una enfermedad, debiendo descartarse los distintos diagnósticos diferenciales para llegar al diagnóstico definitivo y decidir la conducta terapéutica. Por ejemplo, disnea, taquipnea y sonidos pulmonares adventicios pueden sugerir una patología pulmonar, cardíaca o sanguínea. El edema pulmonar (EP) cardiogénico es la manifestación secundaria, y en ocasiones tardía, de una disfunción ventricular izquierda severa. Pudiendo existir una diferencia de varias horas entre la instalación de la patología y la presentación de los hallazgos clínicos, como así también, la resolución del problema y la desaparición de los síntomas y signos. Por ejemplo, la evidencia auscultatoria y radiográfica de un EP cardiogénico puede persistir por varias horas después de la reducción de la presión de aurícula izquierda (AI) y de la presión capilar pulmonar (PCP) a sus valores normales, como expresión del aumento de la presión de fin de diástole (PFD) del ventrículo izquierdo (VI).

La diferencia entre el momento de aparición o resolución del evento patológico, y la aparición de signos clínicos y síntomas es particularmente notable en los pacientes críticos, presentando por lo general cambios muy rápidos en su función cardiovascular debido a su inestabilidad hemodinámica.

*Jefa de Enfermería.

Instituto Argentino de Diagnóstico y Tratamiento. Bs. As. Argentina.

** Médico Cardiólogo. Jefe de Cardiología y Director UDH del Instituto "Dr. Angel Roffo". Facultad de Medicina. UBA. Buenos Aires. Rep. Argentina.

Correspondencia: Lic. Aina Lauga
Jefatura de Enfermería.

Instituto Argentino de Diagnóstico y Tratamiento.
Marcelo T de Alvear 2346.
1122 - Buenos Aires. Rep. Argentina.
E-mail: ainalau@yahoo.com.ar

Trabajo recibido: 20/10/2006

Trabajo aprobado: 07/03/2007

Insuf Cardiac 2007; (Vol 2) 1:5-11

En 1962, la introducción del monitoreo de la presión venosa central (PVC) fue el primer paso en el control hemodinámico a la cabecera del paciente¹. En ausencia de patología de la válvula tricúspide (VT), la PVC se correlaciona con la PFD del ventrículo derecho (VD). Por lo tanto, el estado del volumen intravascular y la función del VD pueden ser evaluados certeramente a través de la medición continua o intermitente de la PVC (Fig. 1).

Se asumió entonces, inicialmente que la PFDVI podría ser comparada con las medidas de la PVC, porque se suponía que había una relación muy cercana entre las presiones de llenado de ambos ventrículos. Sin embargo, se demostró posteriormente que la PVC se correlacionaba escasamente con la PFDVI (Fig. 1); existía todo un sistema vascular entre ellos: arteria pulmonar (AP), arteriolas pulmonares, capilares pulmonares (CP), venas pulmonares, AI, válvula mitral (VM).

Como el VI es el principal impulsor de la sangre, el monitoreo correcto de sus presiones de llenado y función son esenciales en el manejo de los pacientes críticos²⁻⁵.

Entonces, para realizar un diagnóstico preciso, el cateterismo de las cavidades cardíacas dependió del uso de catéteres semi-rígidos^{6,7} que requerían control fluoroscópico⁸⁻¹¹ y experiencia en su manejo. Pero, posiciones no habituales o anómalas de los grandes vasos, asociadas con dilataciones cardíacas, rotaciones o malformaciones congénitas planteaban dificultades, aún para hemodinamistas experimentados^{12,13}. Por ello, un escalón fundamental en el monitoreo hemodinámico fue el invento de los catéteres con un balón inflable en su extremo guiados por el flujo sanguíneo y diseñados para uso experimental¹⁴ y clínico¹⁵⁻¹⁹ sin fluoroscopia. Esta técnica, además de poder realizarse sin demasiada complejidad, evita la formación de coágulos y la aparición de arritmias ventriculares durante su introducción, a diferencia de otros métodos.

Catéter de Swan-Ganz

El desarrollo y la aplicación clínica de un catéter en la AP dirigido por flujo y con un balón en la punta por Swan y Ganz²⁰, en 1970, proporcionó un medio relativamente simple, seguro, rápido y preciso para medir la PFDVI, estimado por la presión de enclavamiento en una arteriola pulmo-

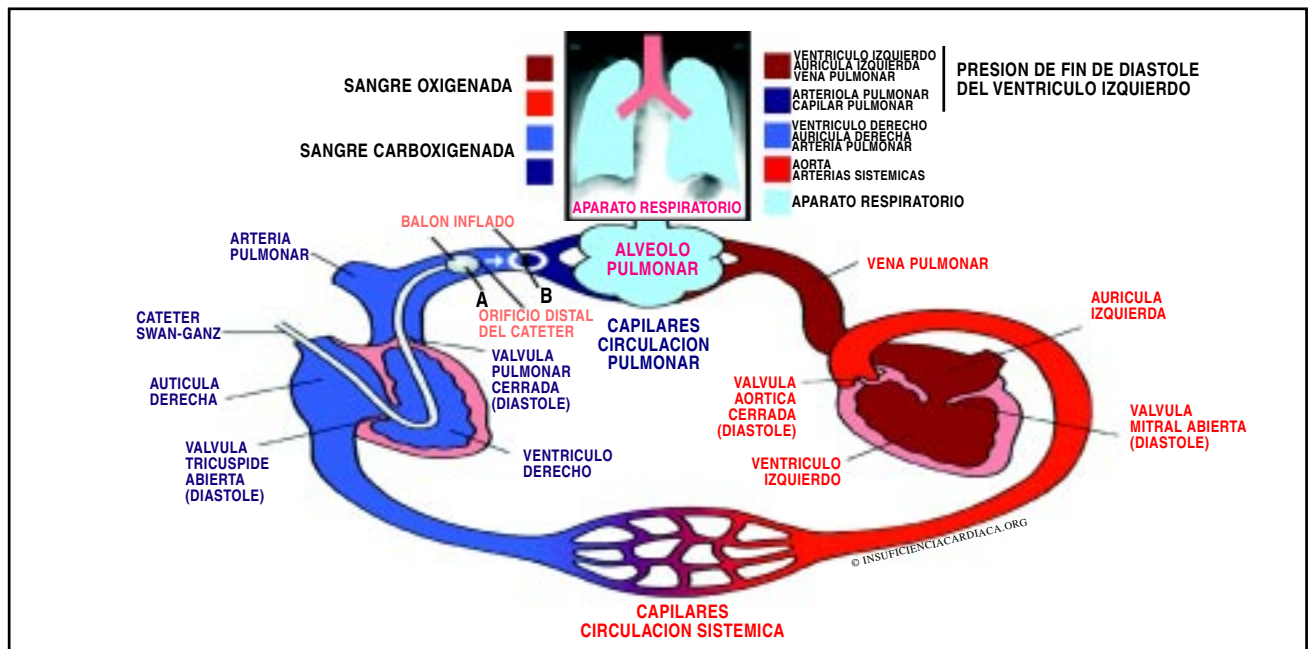


Figura 1. Monitoreo hemodinámico invasivo: posición del catéter de arteria pulmonar en cavidades derechas. A: balón del catéter inflado en arteria pulmonar. B: Balón del catéter inflado en posición de enclavamiento (*wedge*): el orificio distal del catéter recibe información directa de la presión diastólica del ventrículo izquierdo. La presión capilar pulmonar (de enclavamiento) refleja la presión de fin de diástole del ventrículo izquierdo, siendo un indicador fundamental de la función cardíaca (precarga).

nar (*wedge*) o PCP (en ausencia de valvulopatía mitral y de estenosis de venas pulmonares), así como las presiones sistólica y diastólica de la AP (Fig. 2). Las anomalías que afectan el corazón derecho y/o la circulación pulmonar, no impiden la evaluación de las presiones

de llenado del VI y su función. Por cierto, el catéter en la AP, hace posible distinguir el EP cardiogénico del no cardiogénico y establecer un diagnóstico hemodinámico diferencial para el tromboembolismo pulmonar (TEP) masivo. Se han producido muchas modificaciones al catéter origi-

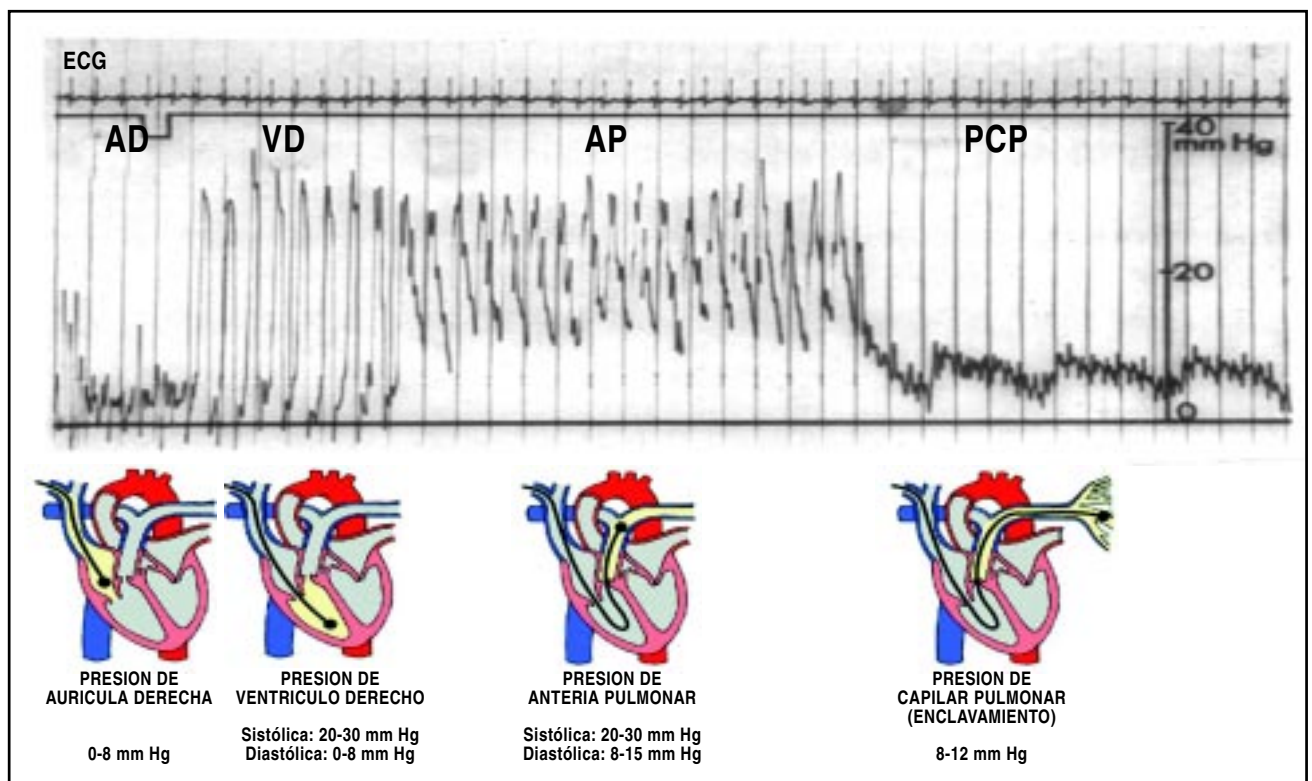


Figura 2. Características y valores normales de las presiones de cavidades derechas (AD, VD, AP y PCP) durante la introducción del catéter de arteria pulmonar (Swan-Ganz). AD: Aurícula derecha. VD: Ventrículo derecho. AP: Arteria pulmonar. PCP: Presión capilar pulmonar.

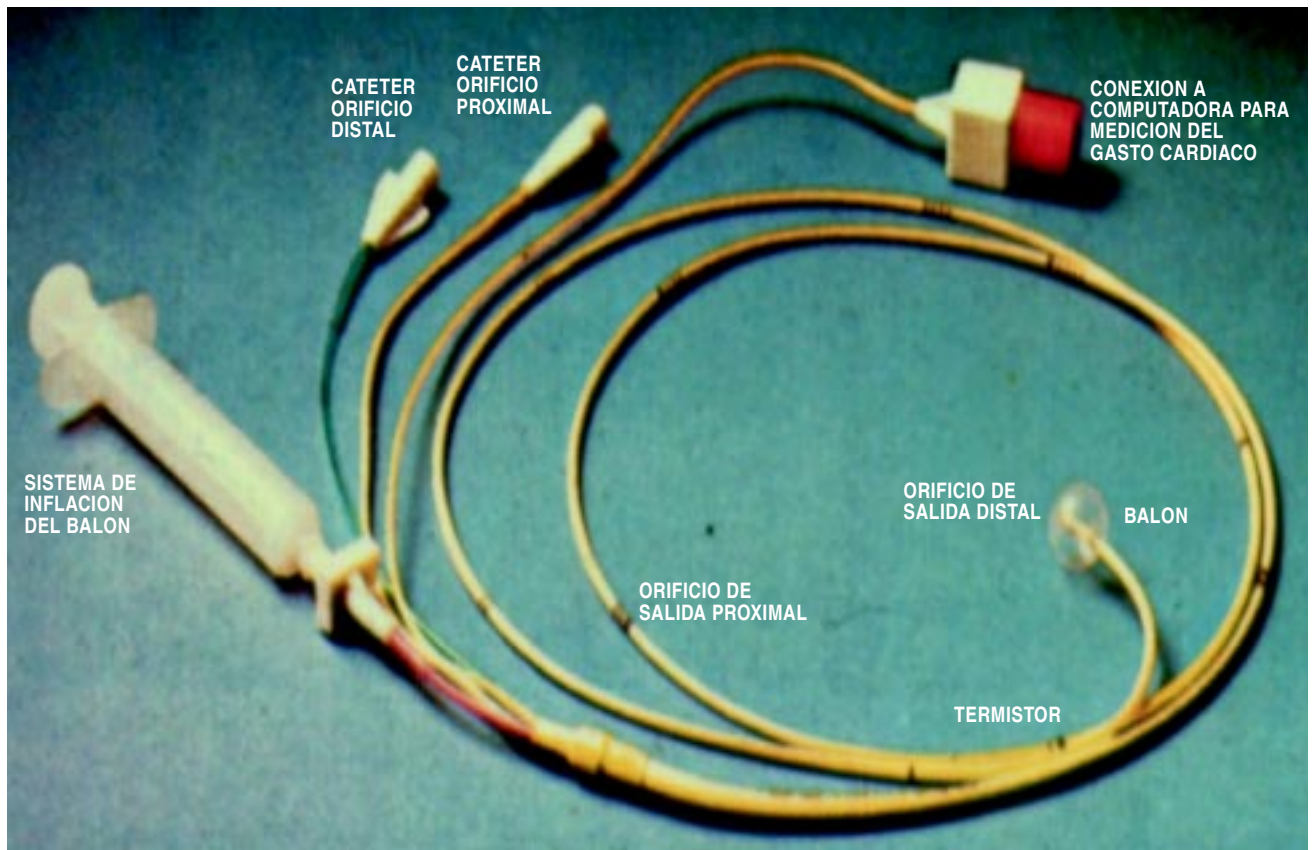


Figura 3. Catéter de arteria pulmonar (Swan-Ganz) de 4 lúmenes (el más utilizado).

nal^{21,22}. Actualmente, se puede monitorear continua o intermitentemente el gasto cardíaco²³ (GC), determinar la fracción de eyección (FE) del VD, medir en forma continua la presión de aurícula derecha (AD) y la saturación de oxígeno de la sangre venosa mixta, así como marcapasear la aurícula o el ventrículo (Fig. 3). Las resistencias vasculares sis-

témicas (RVS) y pulmonares²⁴, el consumo y transporte de oxígeno, la diferencia arteriovenosa de oxígeno y la fracción de *shunt* intrapulmonar²⁵ se pueden obtener a través de mediciones hemodinámicas y de gasometría arterial²⁶.

Sin embargo, el beneficio clínico potencial de estos dispositivos de monitorización depende de la habilidad del profesional para insertar el catéter y mantenerlo en el lugar adecuado, de su capacidad para obtener e interpretar las mediciones hemodinámicas, de correlacionar la información con los datos clínicos y de laboratorio e integrar toda la información para llevar a cabo una terapéutica adecuada.

Fundamento

Los catéteres con un balón inflado en su extremo distal son llevados por la circulación sanguínea por arrastre y guiados desde las grandes venas intratorácicas hacia la AD y de allí atravesando la VT al VD, y a través de la válvula pulmonar (VP) a la AP (Fig. 4). El balón inflado, que protruye sobre la punta misma del catéter como un salvavidas, protege de este modo a la misma de chocar con el endocardio (ya sea a causa de la manipulación o por efecto de los latidos cardíacos), merced a una superficie amplia y suave, previniendo la aparición de arritmias y/o evitando dañar al endocardio. El registro de la PCP puede lograrse desde una AP grande sin necesidad de enclavar el catéter. Es más, una vez enclavado el balón y tomada la presión *wedge* o de enclavamiento se debe desinflar el balón y dejarlo flotando en la AP. Si esta presión *wedge* no difiere en más de 6 mm Hg de la presión diastólica de la AP, será de referencia como PCP y

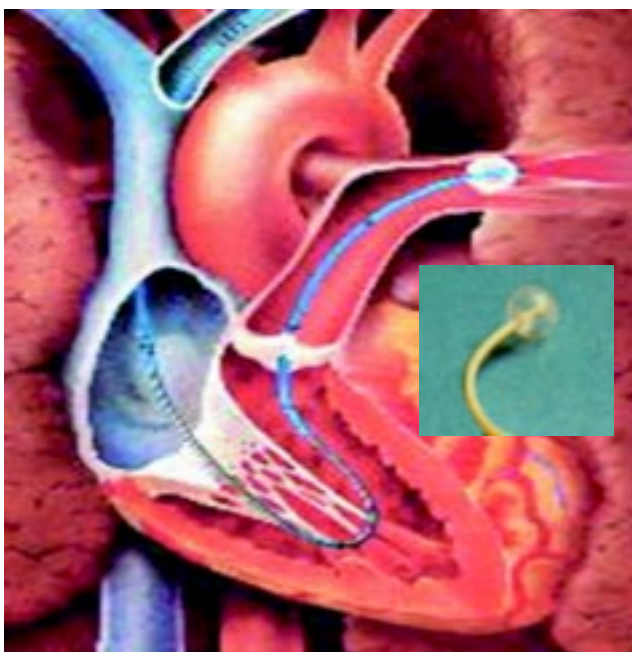


Figura 4. Catéter de Swan-Ganz con balón inflado en la arteria pulmonar.

así evitar complicaciones como por ejemplo un infarto pulmonar por dejar olvidado el balón enclavado e inflado. La presión de la AP puede obtenerse de la misma posición sin mayor manipulación.

Indicaciones para la cateterización de la arteria pulmonar

No existen reglas absolutas que definan la necesidad de un catéter de Swan-Ganz (SG). Generalmente, se indica en pacientes en los que las presiones, los flujos y los volúmenes circulantes requieren un manejo preciso e intensivo²⁷. Los objetivos terapéuticos basados en la información obtenida son:

- 1- Mejorar el GC y la oxigenación tisular.
- 2- Aliviar o prevenir las anomalías pulmonares como el EP de tipo cardiogénico.
- 3- Evaluación de la función cardiovascular y la respuesta a la terapia en pacientes con:
 - Infarto de miocardio complicado (IAM)²⁸⁻³⁴.
 - Shock cardiogénico.
 - Insuficiencia cardíaca congestiva (ICC) severa (miocardiopatía, pericarditis constrictiva)³⁵⁻³⁸.
 - Alteraciones estructurales agudas (ruptura del septum interventricular).
 - Disfunción del VD.
 - Lesiones valvulares (regurgitación mitral aguda).
 - Taponamiento cardíaco.
 - Monitoreo perioperatorio del paciente de cirugía cardiovascular.
 - Toda clase de shock.
- 4- Evaluación del estado pulmonar y respuesta a la terapéutica en pacientes con:
 - EP cardiogénico o no cardiogénico.
 - TEP.
 - Insuficiencia respiratoria aguda.
 - Hipertensión pulmonar (HTP) para diagnóstico y tratamiento.
- 5- Evaluación de requerimiento de fluidos en pacientes con:
 - Trauma multisistémico severo.
 - Grandes quemados.
 - Sepsis.
- 6- Monitoreo perioperatorio de pacientes sometidos a cirugía mayor, siendo portadores de patología de alto riesgo^{39,40}.
- 7- Evaluación de pacientes obstétricas con eclampsia, complicada con hipertensión refractaria, oliguria y/o EP.

Contraindicaciones y consideraciones especiales

No existen contraindicaciones absolutas. Sin embargo, el monitoreo hemodinámico invasivo no se justifica en el caso que la patología del paciente no puede ser modificada o corregida con medicación, no siendo decisivo para realizar un diagnóstico diferencial ni fundamental para la toma de una conducta terapéutica. Las contraindicaciones relativas incluyen⁴¹⁻⁴³:

- 1- Pacientes con coagulopatías severas o terapia trombolítica

ca, por el riesgo de hemorragia durante y después del acceso venoso.

- 2- Pacientes con VT protésica, porque el catéter puede dañarla o causar el mal funcionamiento de la misma.
- 3- Pacientes con marcapasos endocárdicos, porque el catéter de SG puede alterar la ubicación del mismo o anudarse alrededor de él.
- 4- Pacientes con una enfermedad vascular severa o por la presencia de vasos sanguíneos tortuosos. La anomalía de las paredes vasculares sistémicas y/o pulmonares también implica un alto riesgo de daño o ruptura de las mismas.
- 5- Pacientes con HTP por la incidencia de ruptura de la AP, que es mayor en aquellos vasos distendidos y friables, o en aquellos que presentan altas presiones pulmonares.
- 6- Pacientes con una deficiencia en el sistema inmunológico como en el caso de: embarazo, falla renal, síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) o congénita, por el aumento del riesgo de sepsis asociada al catéter.
- 7- Pacientes que están en lugares que no cuentan con profesionales entrenados en la colocación del catéter, así como, en la interpretación y manejo de las presiones intravasculares y datos hemodinámicos.

Una consideración especial en la colocación de este tipo de catéteres son los pacientes con una hipotensión sistémica severa o un bajo GC. La disminución del flujo sanguíneo a través del corazón derecho, hace difícil el desplazamiento y la adecuada ubicación del catéter. En estos pacientes, es necesario mejorar el estado circulatorio con el aporte de volumen (para mejorar la precarga) o con medicación inotrópica. A veces, es necesario colocar al paciente en posición de Azoulay (posición en decúbito supino con los brazos y piernas levantados) para optimizar el retorno venoso central. En otros casos, es necesaria la colocación de este catéter bajo control radioscópico (Fig. 5).

Tipos de catéteres para la arteria pulmonar

Los catéteres para la AP están disponibles en varios tamaños, ya sea que se utilicen para pacientes pediátricos o adultos.

El catéter de SG (*Flow Directed Catheter, Edwards Laboratories, Santa Ana, California, EE.UU.*) está constituido (Fig. 3) de cloruro de polivinilo y tiene un cuerpo flexible que se ablanda aún más con la temperatura del cuerpo. Posee un balón a 1 ó 2 mm de la punta. El catéter común es de 110 cm de largo y de 5 ó 7 French (F) de diámetro externo. Los volúmenes de inflado del balón van de 0,5 a 1,5 ml y el diámetro de los mismos de 8 a 13 mm. Ambos tamaños tienen 2 lúmenes: uno pequeño para inflar el balón y uno más grande que se abre en la punta del catéter y que sirve para registrar presiones y tomar muestras de sangre. El catéter de calibre 7 F tiene una curvatura preformada en su extremo distal a fin de facilitar su pasaje por el VD. Para cateterismos pediátricos hay disponibles catéteres más cortos (de 60 cm de largo) y en diámetros de 4 y 5 F. Existen catéteres de triple lumen (7 F: 110 cm de largo), con orificio proximal y distal que permiten la medición simultánea de la pre-

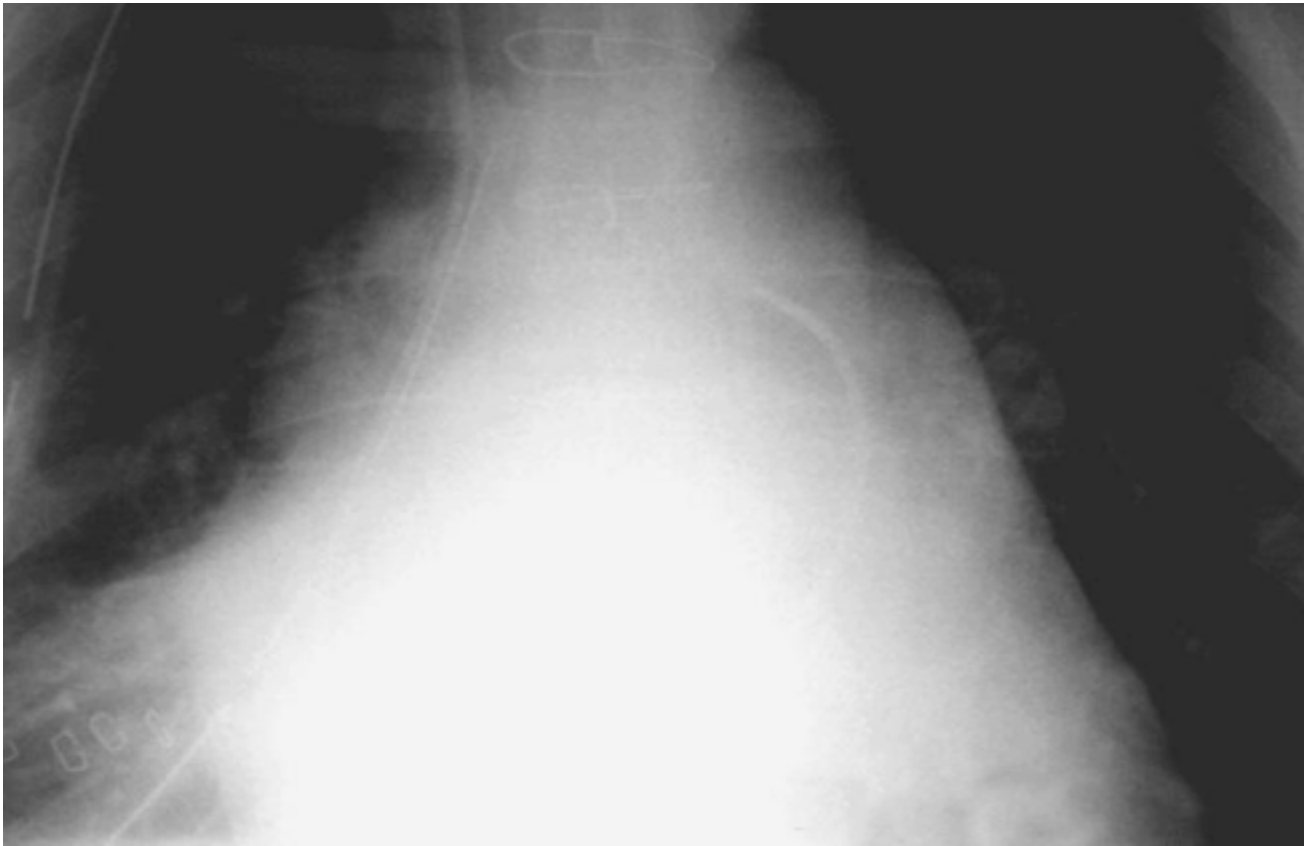


Figura 5. Rx de tórax de paciente con colocación de catéter en arterial pulmonar y *shock* cardiogénico.

sión de AD y de AP y capilar pulmonar⁴⁴⁻⁵⁰.

En todos los catéteres, el balón se halla montado en tal forma que cuando se lo infla con más de 0,8 ml de gas, protruye por encima y alrededor de la punta del catéter. El catéter es radioopaco y puede ser visualizado por fluoroscopia si es necesario.

El catéter presenta marcas cada 10 cm, constituidas en bandas estrechas de color negro de 1 a 4, o sea de 10 a 40 cm, la marca de los 50 cm es una banda más gruesa que las anteriores y después de ésta se van agregando bandas finas nuevamente para los 60, 70, 80 y 90 cm, esto ayuda a determinar la ubicación de la punta del catéter.

Actualmente, la disponibilidad de catéteres es sumamente amplia. Hay catéteres de dos lúmenes, de cuatro, (es el que se usa más frecuentemente), los hay de 5 lúmenes (tienen una vía proximal adicional para administración de fluidos) y el catéter de fibra óptica que mide continuamente la saturación de sangre venosa mixta. También, está el que tiene incorporados 5 electrodos que se pueden utilizar para marcapasear al paciente o el que tiene un lumen adicional para la introducción de un catéter marcapasos temporario y aquél que puede calcular la fracción de eyección del VD por medición de los volúmenes de fin de sístole y fin de diástole. En la actualidad, se cuenta con un catéter que informa continuamente sobre el GC por termodilución.

El catéter de SG de cuatro lúmenes, que es el más utilizado para el paciente adulto, se presenta en tamaños de 5 y 7 F. La vía distal recorre la longitud del catéter y se abre en la punta del mismo. Esta vía distal mide las presiones de AP y

la del capilar pulmonar enclavado. Se pueden obtener muestras de sangre venosa mixta por esta vía cuando la punta del catéter está posicionada en la AP.

No se debe administrar ningún tipo de soluciones hiperosmolares o drogas por esta vía, ya que la infusión de este tipo de soluciones en la AP puede causar daños o reacciones tisulares severas.

La vía que permite el inflado del balón termina dentro de éste. La vía proximal termina en un orificio que se abre aproximadamente a 30 cm de la punta del catéter. Esta vía se ubica en la AD cuando la punta del catéter se encuentra en la AP.

La vía proximal se puede utilizar para medir las presiones de la AD, administrar líquidos intravenosos y electrolitos, algún tipo de medicamentos, tomar muestras de sangre de la AD e inyectar las soluciones para determinar el GC por termodilución^{51,52}.

La vía proximal no debería usarse para infundir drogas vasoactivas y/o inotrópicas, mientras se realizan las mediciones por termodilución, ya que el paciente recibiría de este modo minibolos de medicamentos cardiovasculares altamente activos en cada determinación del GC.

La vía del termistor, tiene una cuerda termosensible, que termina aproximadamente a 4 ó 5 cm de la punta del catéter. La porción terminal de esta cuerda, se ubica en una AP principal, cuando el catéter está correctamente ubicado. La conexión de esta vía del catéter con una computadora de volumen minuto, permite determinar el GC después de la inyección de una solución fría por la variación de la temperatura de la sangre.

Efectos de la caterización pulmonar en el alta del paciente

Si bien, el catéter pulmonar ha sido un avance muy importante en la disponibilidad de datos fisiológicos para el diagnóstico y manejo de los pacientes gravemente enfermos, podemos preguntarnos⁵³⁻⁵⁷:

¿El monitoreo hemodinámico reduce la estadía en el centro de salud?

¿Reduce el costo de la atención del paciente?

¿Reduce la morbilidad y la mortalidad de los pacientes?

No hay ningún estudio que documente los beneficios de la colocación de los catéteres de AP. El problema no está en la colocación del catéter, sino en cómo se usa.

El profesional que utilice este dispositivo debe:

1- Tener una técnica impecable en la preparación del catéter para su inserción y manejo.

2- Ser capaz de interpretar las ondas hemodinámicas, los datos fisiológicos y sus relaciones con el problema clínico subyacente.

3- Tener conciencia de los errores y fallas que se pueden producir en el sistema.

4- Entender que la vigilancia debe ser continua para ajustar la terapéutica a las necesidades del paciente.

Debemos entender que el uso de este tipo de catéteres no tiene un efecto positivo en el tratamiento del paciente, si no se utiliza apropiadamente, si los datos obtenidos no son ciertos o son malinterpretados y si las acciones terapéuticas no se toman en el momento apropiado.

Referencias bibliográficas

1. Wilson JN, Grow JB, Demong CV, Prevedel AE, Owens JC. Central venous pressure in optimal blood volume maintenance. *Arch Surg* 1962 Oct;85:563-78.
2. Connors AF Jr, Speroff T, Dawson NV, Thomas C, Harrell FE Jr, Wagner D, Desbiens N, Goldman L, Wu AW, Califf RM, Fulkeron WJ Jr, Vidaillet H, Broste S, Bellamy P, Lynn J, Knaus WA. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. SUPPORT Investigators. *JAMA* 1996; 276:889-897.
3. Díaz-Alersí R. Efectividad del Swan-Ganz en el tratamiento del paciente crítico. Un ensayo clínico controlado. *Revista Electrónica de Medicina Intensiva* 2005;5(8):888.
4. Hall JB. Searching for evidence to support pulmonary artery catheter use in critically ill patients. *JAMA* 2005;294:1693-1694.
5. Shah M, Hasselblad V, Stevenson LW, Binanay C, O'Connor CM, Sopko G, Califf RM. Impact of the pulmonary artery catheter in critically ill patients. Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. *JAMA* 2005;294:1664-1670.
6. Lategola M, Rahn H. A self-guiding catheter for cardiac and pulmonary arterial catheterization and occlusion. *Proc Soc Exp Biol Med* 1953;84:667.
7. Duffy B. The clinical use of polyethylene tubing for intravenous therapy. *Ann Surg* 1949;130:929-936.
8. Hermosura B, Vanagas L, Dickey M. Measurement of pressure during intravenous therapy. *JAMA* 1966;195:321.
9. Lund GB, Trerotola SO, Scheel PFJ, et al. Outcome of tunneled hemodialysis catheters placed by radiologists. *Radiology* 1996;198:467-472.
10. Mauro M, Jaques P. Radiologic placement of long-term central venous catheters: a review. *J Vase Interv Radial* 1993;4:1271-1273.
11. Mauro MA. Interventional radiology placement of central venous catheters. *Hosp Physician* 1996;32:55-59.
12. Hoshal V. Total intravenous nutrition with peripherally inserted silicone elastomer central venous catheters. *Arch Surg* 1975;110:644-646.
13. Chrisman H, Omary R, Nemcek A, Ryu R, Saker M, Vogelzang R. Peripherally inserted central catheters: guidance with use of US versus venography in 2.650 patients. *J Vase Interv Radial* 1999; 10:473-475.
14. Fife WJ, Lee BS. Construction and use of self-guiding right heart and pulmonary artery catheter. *J Appl Physiol* 1965;20:148.
15. Dotter CT, Straube KR. Flow guided cardiac catheterization. *Am J Roentgen* 1962;88:27.
16. Bradley RD. Diagnostic right heart catheterization with miniature catheters in severely ill patients. *Lancet* 1964;2:P41.
17. Carr I, Wells B. Coaxial flow-guided catheterization of the pulmonary artery in transposition of the great arteries. *Lancet* 1966;2:318.
18. Winkler JB, Duprey R. Pulmonary angiography using a flow-guided catheter. Construction and applications. *Radiol Techn* 1967;39:23.
19. Scheinman MM, Abbott JA, Rapaport E. Clinical uses of a flow-directed right heart catheter. *Arch Intern Med* 1969;124:19.
20. Swan HJ, Ganz W, Forrester J, Marcus H, Diamond G, Chonette D. Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 1970 Aug 27;283(9):447-51.
21. Steele P, Davies H: The Swan-Ganz catheter in the cardiac laboratory. *Br Heart J* 1973;35:647.
22. Ganz P, Swan HJC et Grossman W. Balloon-Tipped Flow-Directed Catheters. *Cardiac Catheterization and Angiography* (Grossman W Editor). Lea & Febiger, Philadelphia 1985, pp. 88-100.
23. Grossman W. Blood Flow Measurements: The Cardiac Output. *Cardiac Catheterization and Angiography* (Grossman W Editor). Lea & Febiger, Philadelphia 1985, pp. 101-117.
24. Grossman W. Clinical Measurement of Vascular Resistance and Assessment of Vasodilator Drugs. *Cardiac Catheterization and Angiography* (Grossman W Editor). Lea & Febiger, Philadelphia 1985, pp. 135-142.
25. Grossman W. Shunt Detection and Measurement. *Cardiac Catheterization and Angiography* (Grossman W Editor). Lea & Febiger, Philadelphia 1985, pp. 155-172.
26. Hathaway R. The Swan-Ganz catheter: a review. *Nurs Clin North Am* 1978;13(3):389-407.
27. Scott ML, Webre DR, Arens JF, Ochsner JL. Clinical application of a flow-directed balloon-tipped cardiac catheter. *Am Surg* 1972;38(12):690-6.
28. Swan HJC, Ganz W. The use of balloon-tipped, flow-directed catheter in monitoring patient with acute myocardial infarction. In Corday E, Swan HJC (eds): *Myocardial Infarction*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1973.
29. Mond HG, Hunt D, Sloman G. Haemodynamic monitoring in the coronary care unit using the Swan-Ganz right heart catheter. *Br Heart J* 1973;35:235.
30. Cohen MG, Kelly RV, Kong DF, et al. Pulmonary artery catheterization in acute coronary syndromes: Insights from the GUSTO IIb and GUSTO III trials. *Am J Med* 2005; 118: 482-488.
31. Añón Elizalde JM. Catéter de Swan-Ganz en el síndrome coronario agudo. *Revista Electrónica de Medicina Intensiva* 2005;5(11):913.
32. Gore JM, Goldberg RJ, Spodick DH, et al. A community-wide assessment of the use of pulmonary artery catheters in patients with acute myocardial infarction. *Chest* 1987;92:721-727.
33. Zion MM, Balkin J, Rosenmann D, et al. Use of pulmonary artery catheters in patients with acute myocardial infarction. Analysis of experience in 5841 patients in the SPRINT Registry. *SPRINT Study Group*. *Chest* 1990;98:1331-1335.
34. Salazar E, Gil M, Ramirez A, Pieniak M. Hemodynamic evaluation in acute myocardial infarct. Application to the treatment of contractile insufficiency syndromes of the left ventricle. *Arch Inst Cardiol Mex* 1976;46(4):414-32.
35. Binanay C, Califf RM, Hasselblad V, O'Connor CM, Shah MR, Sopko G, Stevenson LW, Francis GS, Leier CV, Miller LW; ESCAPE Investigators and ESCAPE Study Coordinators. Evaluation study of congestive heart failure and pulmonary artery catheterization effectiveness: the ESCAPE trial. *JAMA* 2005; 294(13): 1625-1633.
36. Díaz-Alersí R. El Swan-Ganz en la insuficiencia cardíaca congestiva. *Revista Electrónica de Medicina Intensiva* 2005;5(10):899.
37. Won C, Kuschner WG. Pulmonary artery catheter effectiveness in congestive heart failure. *JAMA* 2006;295(10):1121.
38. Stevenson et al. Pulmonary artery catheter effectiveness in con-

- gestive heart failure - Reply. *JAMA* 2006;295:1122.
39. Polanczyk CA, Rohde LE, Goldman L, Cook EF, Thomas EJ, Marcantonio ER, Mangione CM, Lee TH. Right heart catheterization and cardiac complications in patients undergoing noncardiac surgery: an observational study. *JAMA* 2001;286(3):309-14.
 40. Marcelino P, Germano N, Marum S, Fernandes AP, Ribeiro P, Lopes MG. Haemodynamic parameters obtained by transthoracic echocardiography and Swan-Ganz catheter: a comparative study in liver transplant patients. *Acta Med Port* 2006;19(3):197-205.
 41. Gauntlett Beare P, Myers JL. *Enfermería Medico-Quirúrgica*. Vol. 2. Elsevier Science España, 2002.
 42. Grif Aspach JA. *Cuidados intensivos de enfermería en el adulto*, México, Mc Graw - Hill, 2001.
 43. Urden LD, Lough ME, Stacy KM. *Cuidados intensivos en enfermería*. Harcourt Brace, España, 2003.
 44. Kelly DT, Krovetz LJ, Rowe RD. Double-lumen flotation catheter for use in complex congenital cardiac anomalies. *Circulation* 1971;44:910.
 45. Stanger P, Heymann MA, Hoffman JIE, Rudolph AM. Use of Swan-Ganz catheter in cardiac catheterization of infants and children. *Am Heart J* 1972;83:749.
 46. Black JFS. Floating a catheter into the pulmonary artery in transposition of the great arteries. *Am Heart J* 1972;84:761.
 47. Jones SM, Miller GAH. Catheterization of the pulmonary artery in transposition of the great arteries using a Swan-Ganz flow-directed catheter. *Br Heart J* 1973;35:298.
 48. Johnson CD. Value of the Swan-Ganz balloon catheter in the diagnosis of transposition of the great arteries in an adult. *Bol Asoc Med P R* 1976;68(11):292-5.
 49. Rautenburg HW, Menner K, Wagner HJ. Intracardiac pressure measurements with the gradjean microcatheter method in children. *Monatsschr Kinderheilkd* 1970;118(6):301-303.
 50. Gaissmaier U, Klaus D, Sadowski P, Gauss D, Trubestein G. Grandjean's microcatheterization for right heart sounding. *Med Klin* 1971;66(46):1558-1564.
 51. Branthwaite MA, Bradley RD. Measurement of cardiac output by thermodilution in man. *J Appl Physiol* 1968;24:434.
 52. Ganz W, Donoso R, Marcus HS, Forrester JS, Swan HJC. A new technique for measurement of cardiac output by thermodilution in man. *Am J Cardiol* 1971;27:392.
 53. Dalen JE, Bone RC. Is it time to pull the pulmonary artery catheter? *JAMA* 1996; 276: 916-918.
 54. Harvey S, Stevens K, Harrison D, Young D, Brampton W, McCabe C, Singer M, Rowan K. An evaluation of the clinical and cost-effectiveness of pulmonary artery catheters in patient management in intensive care: a systematic review and a randomized controlled trial. *Health Technol Assess* 2006(29):iii-iv, ix-xi, 1-133.
 55. Moran JL, Peisach AR, Solomon PJ, Martin J. Cost calculation and prediction in adult intensive care: a ground-up utilization study. *Anaesth Intensive Care* 2004;32(6):787-97.
 56. Ip SP, Leung YF, Ip CY, Mak WP. Outcomes of critically ill elderly patients: is high-dependency care for geriatric patients worthwhile? *Crit Care Med* 1999;27(11):2351-7.
 57. Ely EW, Evans GW, Haponik EF. Mechanical ventilation in a cohort of elderly patients admitted to an intensive care unit. *Ann Intern Med* 1999 Jul 20;131(2):96-104.