

# Un nuevo catéter para el monitoreo de las presiones pulmonares

Dres. HERNAN DOVAL, OSCAR BAZZINO y RAUL OLIVERI

## RESUMEN

Se presenta un nuevo catéter para medir las presiones pulmonares al lado de la cama del paciente. Se detalla la técnica de preparación del mismo: con un molde metálico se obtiene una doble curvatura en su extremo distal; por su interior se coloca en un fino alambre de cobre que termina en un anillo externo a 2 cm del extremo distal y que sale lateralmente unos 4 cm antes del extremo proximal.

El catéter se introduce con control electrocardiográfico obteniéndose el registro intracavitario; la presión pulmonar media se mide con una regla de presión venosa.

Ha sido utilizado en 35 pacientes, lográndose ubicarlo en la arteria pulmonar en 32 (91,5%). En 25 casos (88% se pasó a la arteria pulmonar en el primer intento y también en 25 casos dicho pasaje no produjo arritmias ventriculares.

## INTRODUCCION

En la Unidad Coronaria del Hospital Italiano se utiliza desde hace varios años, cada vez más asiduamente, el cateterismo de la arteria pulmonar realizado al lado de la cama del paciente, con el objeto de diagnosticar, cuantificar y controlar la evolución de la insuficiencia cardíaca izquierda, principalmente por infarto agudo de miocardio (1).

Se comenzó empleando catéteres muy delgados dirigidos por el flujo (2-3), luego se usó un catéter comercial \* al que se lo adelgazaba a pocos centímetros de la punta y por fin el cateterismo derecho se hizo rutinario y seguro con los catéteres balón diseñados por Swan y Ganz; se utilizó inicialmente el catéter de dos vías (4) y posteriormente el de 4 vías que permite medir el volumen minuto cardíaco por termodilución (5, 6).

Pero esto implica el empleo de materiales importados y de alto costo, con una tecnología relativamente compleja (transductores, osciloscopos, polígrafos, etc.) lo cual no permite difundir masivamente su uso.

Por tales motivos diseñamos un catéter con doble curva en su extremo distal siguiendo las indicaciones de Mäns Arborelius y colaboradores (7), construido sobre la base de un catéter ampliamente utilizado e introduciéndole un fino alambre de cobre que permite colocarlo en la arteria pulmonar por medio de un electrocardiógrafo común, y medir las presiones con una regla de presión venosa.

## MATERIAL Y METODOS

### A) Técnica para la preparación del catéter pulmonar

Para la confección del catéter preformado se utiliza como materia prima un catéter barato y difusamente comercializado \* de 2 mm de diámetro interno y de 100 cm de largo. Al mismo se le corta la punta con una leve inclinación antes del comienzo de los agujeros laterales, para así dejar un sólo orificio terminal; posteriormente se lo introduce en un molde "media caña" de bronce "ad hoc" que tiene la forma del extremo distal del catéter pero con las curvas exageradas permitiendo de esta manera que una vez retirado el mismo, quede preformado con las medidas requeridas.

Se preparan dos recipientes, una con agua en ebullición y otro con agua a temperatura ambiente. El extremo distal del catéter y su molde se introducen por completo en el recipiente con agua hirviendo, manteniéndose el resto bien derecho y sin tocar los bordes durante 30 segundos aproximadamente; se lo retira y se lo sumerge inmediatamente en agua a temperatura ambiente otros pocos segundos y luego se procede a retirar el catéter del molde, quedando éste preformado en su extremo distal.

El molde, de fácil fabricación permite preparar gran número de catéteres en muy poco tiempo, y, además, fundamentalmente, lo sistematiza, resultando todos con iguales curvaturas (Fig. 1).

\* Catéter K-31. Rivero, N. R.

Terminado el preformado de la punta se seca el catéter por fuera y por dentro con un flujo de aire.

Una vez preparada la punta del catéter, éste queda con dos curvaturas en el mismo plano: una pequeña a 20 mm de su extremo, con un radio de 4 mm (curvatura de 200°) y la curvatura mayor de alrededor de 130° a 50 mm de la curvatura de la punta (Fig. Nº 1).

El paso siguiente consiste en convertir el catéter ya preformado en catéter electrodo por medio de un alambre de cobre con cubierta siliconada de 0,18 milímetros de espesor \*\*; esto se logra soldando dicho alambre a la parte posterior de una guía flexible convencional \*\*\* que se pasa a través del catéter.

Una vez introducido el fino alambre de cobre, la parte sobresaliente de su extremo distal se quema con una pequeña llama, se lija para quitarle la cubierta y luego se tira de su extremo proximal para introducir unos centímetros dentro del catéter la parte del alambre próximo a la punta, a la que no se le ha podido quitar dicha cubierta.

El alambre descubierto ya preparado se enhebra en una aguja fina común; se introduce ésta por el extremo y se perfora de dentro hacia afuera a unos 2 cm de la punta; se tira hasta pasar todo el alambre (Fig. Nº 2 A), se da una vuelta en círculo alrededor del catéter para formar un anillo, se vuelve a pasar por debajo para hacer un lazo y se tira fuerte ajustándolo. Terminado ésto, se vuelve a introducir la aguja por el mismo agujero pero ahora de afuera hacia adentro, saliendo la punta de la aguja por el extremo distal; se corta el sobrante del alambre justo a nivel del agujero de la aguja (fig. Nº 2 B) y tirando de la punta que sobresale de dicha aguja se introducen los últimos milímetros del alambre por dentro del agujero, cerrando el lazo (fig. Nº 2 C). Luego de esta maniobra es posible que el anillo del alambre haya apretado demasiado el catéter; por lo tanto se debe introducir un dilatador con un diámetro aproximado al interno del catéter para redondear manualmente el anillo y conservar la luz de aquél.

\*\* Se utiliza alambre de cobre esmaltado para bobinar, IMSA Edflex, soldable de dos capas, de 0,18 mm de diámetro.

\*\*\* Guía de alambre flexible USCI.

Terminado su extremo distal, se enhebra en la misma aguja el alambre que sobresale del extremo proximal (unos 20 cm) y como en la maniobra anterior, se introduce la aguja perforando de dentro hacia afuera la conexión proximal, se tira hasta pasar todo el alambre (Fig. Nº 2 D), luego se cose sobre la lengüeta y se hace un lazo terminal para que no se corra; se quema la cubierta del alambre restante y se lija (Fig. Nº 2 E).

Por último se sellan con esmalte de uñas, los dos agujeros realizados por la aguja en cada uno de los extremos, impidiendo de esa manera que existan pérdidas del líquido a perfundir (Fig. 2 E y F).

Una vez terminado, el catéter preformado queda convertido en un perfecto electrodo-catéter: su extremo distal es un anillo externo y alejado de la punta, que se conecta por medio del alambre que se encuentra dentro del catéter y termina saliendo lejos del orificio de conexión; se prueba la integridad del circuito conectando ambos extremos a un sistema de prueba.

## B) Técnica del cateterismo

El paciente es conectado a un electrocardiógrafo convencional de la manera habitual. Se disecciona quirúrgicamente una vena del brazo y se introduce el catéter (ya conectado a un frasco de dextrosa en agua al 5 % por medio de una tubuladura) enderezando la punta con la mano y deslizándolo por dentro de la vena, ya con la solución perfundiendo gota a gota y el alambre del extremo proximal enrollado directamente al electrodo precordial.

Si en este momento se coloca el selector de derivaciones del electrocardiógrafo en posición V (precordial), el catéter se comportará como un electrodo intracavitario obteniéndose un electrocardiograma desde la punta del catéter sin ninguna interferencia.

Al iniciar la introducción se obtendrá una derivación parecida aVR o aVL (según se introduzca el catéter por el brazo derecho o izquierdo respectivamente); luego la onda P se hace ancha y mellada en la zona de la vena cava superior y al penetrar en la aurícula se encuentra una deflexión rápida e importante de dicha onda, siendo en la parte alta totalmente negativa, en la media isodifásica

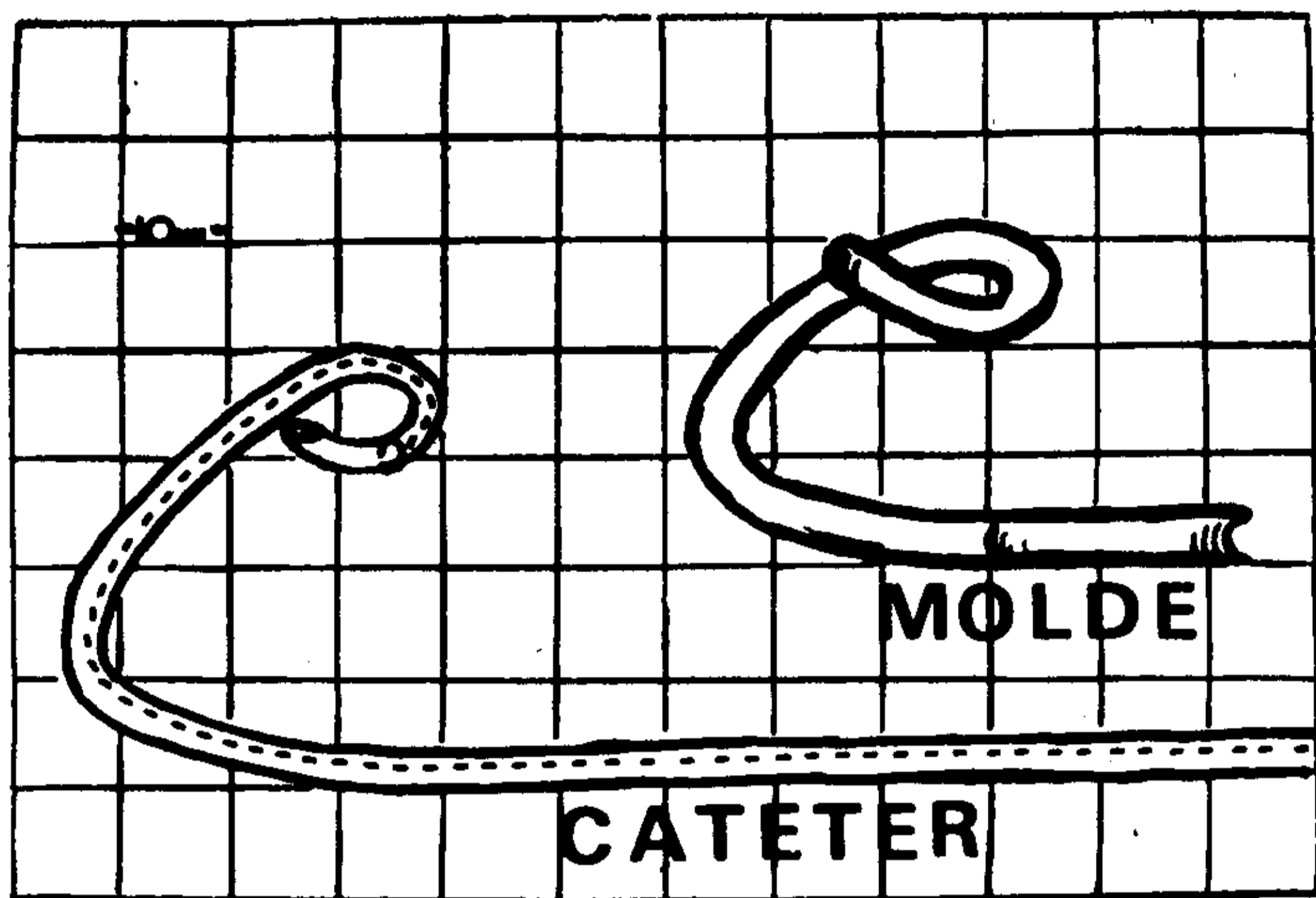


Fig. 1

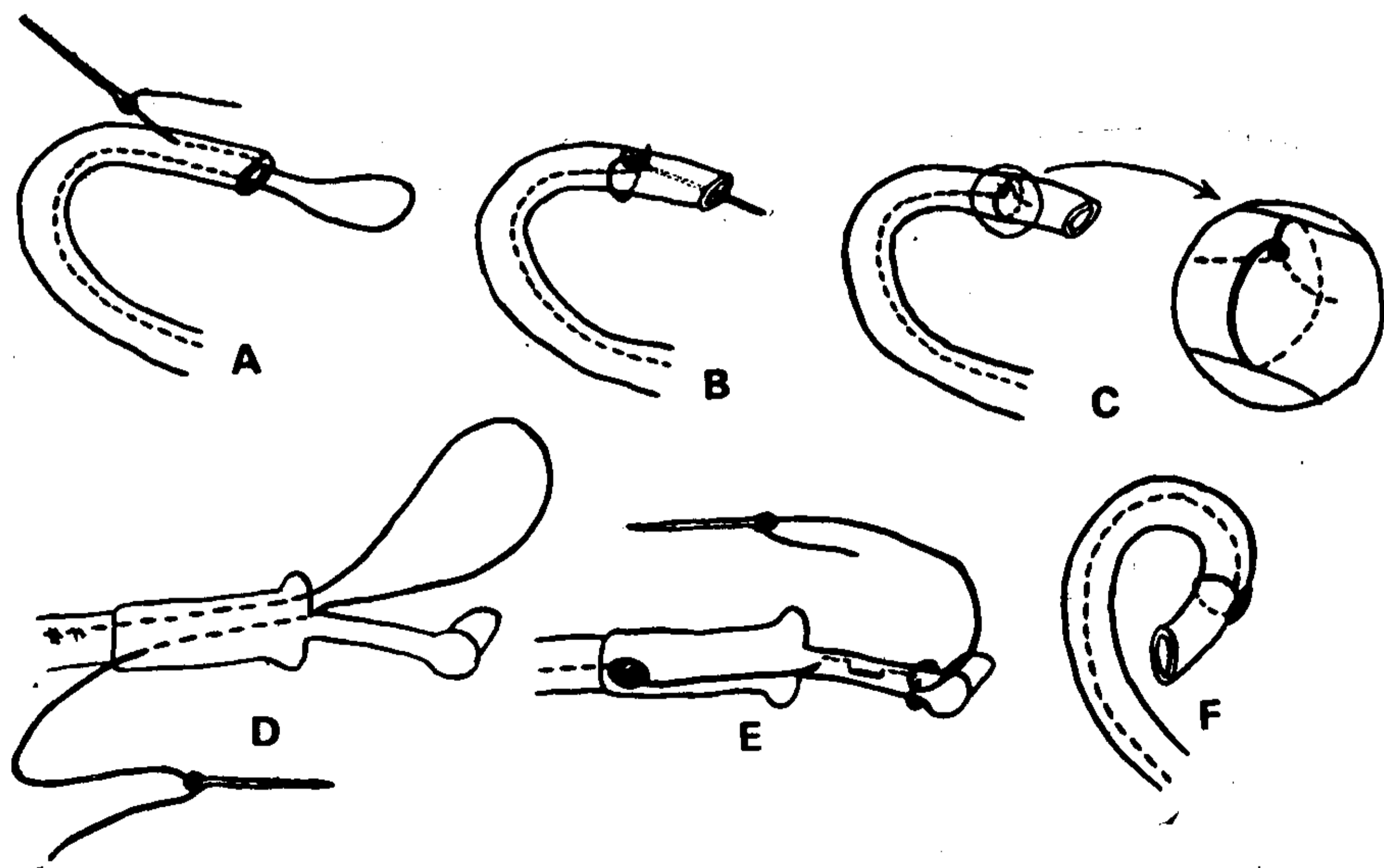


Fig. 2

y completamente positiva en la parte baja auricular (en este momento con la regla de presión venosa se puede medir simultáneamente la presión de la aurícula derecha). La entrada posterior del catéter en el ventrículo derecho es fácilmente identificable por la aparición de amplios voltajes del complejo QRS con onda P pequeña y de deflexión lenta como se observa en las derivaciones periféricas (si se tenía conectado el catéter a la regla de presión venosa se observan simultáneamente oscilaciones rápidas de varios centímetros, sincrónicas con el pulso del paciente); con la prosecución del avance del catéter se entra a la rama derecha de la arteria pulmonar y se observa una disminución del QRS que se asemeja a la derivación aVR, y una onda P negativa y ancha, habitualmente bifásica, que descarta la posibilidad que el catéter haya caído nuevamente a la aurícula derecha.

Una vez ubicado éste definitivamente, se mide la presión de la arteria pulmonar media mediante una regla convencional de presión venosa, graduada en centímetros de agua.

Existen tres métodos para convertir dicha medición en mm de Hg.

a) Se pueden dividir los centímetros de agua hallados por el factor 1,36.

b) Para evitar el cálculo anterior se pueden confeccionar tablas donde resulte posible leer inmediatamente el valor en mm de Hg al lado del valor en cm de agua.

c) Para obviar todo paso intermedio se puede construir una regla marcada en mm de Hg, (o sea cada distancia de 13,6 mm representa a 1 mm de Hg) y leer en forma directa la presión pulmonar media en mm de Hg.

## RESULTADOS

Se intentó la colocación del catéter en 35 pacientes y se logró ubicarlo en la arteria pulmonar en 32 (91,5 %).

En tres pacientes no fue posible avanzar el catéter hasta la arteria pulmonar; en uno de ellos se trató de un problema técnico ya que no pudo entrarse al tórax; los dos restantes presentaban severa insuficiencia tricuspídea con gran dilatación de la aurícula derecha.

Del análisis del trazado electrocardiográfico durante la colocación de los 32 pacientes, se observó en 25 de ellos (88 %) un pasaje fácil a la arteria pulmonar en el primer intento y un número igual (25 pacientes o sea 88 %) no tuvo ninguna arritmia; en los 7 pacientes restantes (22 %) se ubicó el catéter entre el 2º y el 4º intento y también 7 pacientes (22 %) presentaron extrasístoles ventriculares aisladas. En ningún caso se observaron arritmias graves.

## DISCUSION

El catéter presentado es barato, de fácil preparación y se coloca rápidamente en la arteria pulmonar; permite controles tan repetidos como sean necesarios por el personal de enfermería sin ningún adiestramiento especial.

Ya ha sido repetidamente publicado (1, 8, 9) que entre la presión pulmonar media y la presión capilar pulmonar ("Wedge") existe un gradiente medio de 6 mmHg en ausencia de hiperresistencia arteriolar pulmonar. Si se admite una cifra máxima de 14 mmHg para la presión capilar pulmonar, ésta se elevará a 20 mmHg cuando se mida la presión pulmonar media; cabe señalar que aún en presencia de hiperresistencia arteriolar pulmonar las variaciones de ambas presiones son simultáneas e iguales (10).

Se discutirán a continuación las características intrínsecas del catéter que lo hacen tan fácilmente manejable. La forma y las curvas hacen que el catéter no se "distraiga" en otros sistemas venosos y penetre en la aurícula derecha; su curvatura distal impide que penetre en el seno coronario y la segunda curvatura evita el pasaje a la vena cava inferior; en esas condiciones se apoya y traspone la válvula tricuspídea; una vez en el ventrículo derecho nuevamente sus dos curvaturas lo hacen muy poco traumático e impiden que se trabe en la punta; cuando pasa a la arteria pulmonar, se aloja en la rama derecha, continuación funcional del tronco pulmonar; su curvatura, ya en el lecho pulmonar, ejercen leve presión sobre las paredes del vaso impidiendo su retroceso al ventrículo y además imposibilitando su pasaje inadvertidamente a la posición "enclavada" pulmonar; cuando ello sucede con otros catéteres puede producirse un infarto hemorrágico de pulmón.

En los pacientes con insuficiencia cardíaca derecha severa, con o sin insuficiencia tricuspídea, pero que presentaban gran dilatación de la aurícula derecha, hubo dificultad o imposibilidad para ubicar el catéter en la arteria pulmonar. En esas condiciones se pierden las conveniencias técnicas del mismo y es fácil caer a la vena cava inferior o realizar bucles en la aurícula derecha; es probable que para esas condiciones sea necesario desarrollar un catéter de la misma forma pero con curvas y extremos más largos, que se puedan adaptar a las aurículas derechas dilatadas.

Si se preparara el catéter sin alambre conductor podría introducirse el mismo con la ayuda de solución de cloruro de sodio al 20 %, que lo convertiría en conductor, aunque muchas veces existen groseras interferencias en los trazados; también es factible introducirlo con la sistemática habitual del control de las presiones intracavitarias y así medir la presión diastólica pulmonar que en ausencia de hiperresistencia pulmonar se puede asumir como índice de la presión capilar pulmonar (11).

#### SUMMARY

*A new catheter for bed-side measurement of pulmonary pressures is presented.*

*Technique for its preparation is described: With a metallic mold a double curvature in its distal tip is obtained; a thin copper wire is passed through, which ends in a ring, 2 cm from the distal tip, and appears laterally 4 cm from the proximal tip.*

*The catheter is introduced under electrocardiographic control, obtaining thus the intracavitary record; mean pulmonary pressure is measured with a ruler for venous pressure.*

*It has been utilised on 35 patients. On 32 patients it was possible to introduce it in the pulmonary artery (91,5 %).*

*In 25 cases (88 %), the passage of the catheter to the pulmonary artery was performed in the first attempt.*

*In 25 cases its passage through the right ventricle, didn't produce ventricle arrhythmias.*

*Agradecemos la colaboración del Sr. Rosnar Doval por el diseño y preparación de los catéteres.*

#### BIBLIOGRAFIA

1. Bazzino, O.; Doval, H. C.; Oliveri, R.: Presiones pulmonares en el infarto agudo de miocardio. Rev. Arg. Cardiol., 41: 187, 1973.
2. Bradley, R. P.: Diagnostic right-heart catheterization with miniature catheters in severely ill patients. Lancet, 2: 941, 1964.
3. Scheinman, M. M.; Abbott, J. A. and Rapaport, E.: Clinical uses of a flow-directed right heart catheter. Arch. Intern. Med., 124: 19, 1969.
4. Swan, H. J. C.; Ganz, W.; Forrester, J.; Marcus, H.; Diamond, G. and Chonette, D.: Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. New England J. Med., 283: 447, 1970.
5. Ganz, W.; Donoso, R.; Marcus, H. S.; Forrester, J. S. and Swan, H. J. C.: A new technique for measurement of cardiac out-put by thermodilution in man. Am. J. Cardiol., 27: 392, 1971.
6. Doval, H. C.; Cagide, A.; Bazzino, O.; Oliveri, R.: Volumen minuto cardíaco por termodilución. Correlación con el método de Fick y la bomba de circulación extracorpórea, Rev. Arg. Cardiol., 42: 205, 1974.
7. Arborelius, M., Jr.; Lilja, B. and Wennberg, I. M.: Non-traumatizing percutaneous right heart catheter. Brit. Heart. J., 35: 855, 1973.
8. Lassers, B. W.; George, M.; Anderton, J. L.; Higgins, M. R. and Philip, T.: Left ventricular failure in acute myocardial infarction. Am. J. Cardiol., 25: 511, 1970.
9. Rutherford, B. D.; McCann, N. D. and O'Donovan, T. D. B.: The value of monitoring pulmonary artery pressure for early detection of left ventricular failure following myocardial infarction. Circulation, 43: 655, 1971.
10. Jenkins, B. S.; Bradley, R. D. and Branthwaite, M. A.: Evaluation of pulmonary arterial end-diastolic pressure as an indirect estimate of left atrial mean pressure. Circulation, 42: 75, 1970.
11. Kaltman, A. J.; Herbert, W. H.; Conroy, R. J.; Kossmann, C. E.: The gradient in pressure across the pulmonary vascular bed during diastole. Circulation, 34: 377, 1966.