

## 폐동맥 카테터가 하대정맥에서 U자 고리를 형성한 증례 1례

계명대학교 의과대학 마취통증의학교실

이용철

### A case of U-shape Looping of Pulmonary Artery Catheter in the Inferior Vena Cava

Yong Cheol Lee, M.D.

*Department of Anesthesiology and Pain Medicine,  
Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea*

#### Abstract

Pulmonary artery catheter is a useful monitoring device for the pulmonary artery pressure, pulmonary artery wedge pressure, cardiac output, and mixed venous oxygen saturation in the cardiac surgery or intensive care. However the insertion procedure brings about many complications including arrhythmia, pulmonary artery rupture, thrombosis, knotting, and entrapment. We report here on a case of fixing of the pulmonary artery catheter in the pulmonary artery lumen, which causes failure for obtaining pulmonary artery wedge pressure and misplacement and U-shape looping in the inferior vena cava in the patient underwent mitral valve replacement. The looping was corrected by simple retraction of the catheter without surgical intervention.

**Key Words :** Complications, Misplacement, Pulmonary artery catheter

---

교신저자: 이용철, 700-712 대구광역시 중구 달성로 56, 계명대학교 의과대학 마취통증의학교실

Yong Cheol Lee, M.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Keimyung University School of Medicine, 56 Dalseong-ro, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea

Tel: +82-53-250-7193 E-mail: yclee@dsmc.or.kr

## 서 론

폐동맥 카테터(pulmonary artery catheter)는 1970년에 Swan 등이[1] 소개한 이후 임상에서 유용하게 사용되고 있는 감시장치로서 중심정맥압, 폐동맥압, 심박출량, 혼합정맥혈 산소포화도, 전신 및 폐혈관 저항 등을 측정할 수 있어서 개심술이나 중환자 관리에서 유용하게 사용되고 있다[2-4].

그러나 폐동맥 카테터를 거치하는 방법은 내경정맥 또는 쇄골하정맥 천자를 통하여 카테터를 우심방에 거치하고 원위부의 기낭을 팽창시킨 뒤, 그 말단 부위로부터 측정되는 압력의 파형을 감시하면서 혈류를 따라 폐동맥에 거치한다. 이러한 방법이 다소 침습적인 방법이므로 여러가지 합병증이 발생할 수 있는데 동맥천자, 기흉 및 혈흉, 부정맥 등이 발생하며 드물게는 심실 천공, 폐동맥 파열, 삼첨판 손상, 혈전색전증, 심내막염과 같은 심각한 합병증이 발생할 수 있다[5,6]. 이 외에도 폐동맥 카테터의 꼬임, 매듭 형성, 봉합에 의한 심혈관 구조물과의 고정 등의 이유로 재수술을 받는 경우도 보고 되었다[7-9].

한편 폐동맥 카테터는 팽창된 기낭이 혈류를 따라 이동할 때 나타나는 파형을 관찰하면서 삽관하므로 비정상적인 위치에 거치되는 경우가 매우 드물기는 하지만 지금까지 하대정맥(inferior vena cava), 간정맥(hepatic vein), 심낭(pericardium), 관상정맥동(coronary sinus), 경동맥(carotid artery) 등에 잘못 거치된 경우가 보고되고 있다[10-14].

저자는 개심술을 위해 폐동맥 카테터를 거치하던 중 우심실과 폐동맥에 진입한 길이와 파형이 정상이었음에도 불구하고 카테터 말단 부위가 폐동맥 근위부 내강에 U-shape으로 고정되어서 더 이상 전진되지 않아 폐동맥쇄기압을 얻지 못하였고 폐동맥 카테터가 하대정맥으로 잘못 밀려 들어가서 고리(loop)를 형성한 것을 영상의학적 검사로 확인한 증례를 경험하였기에 이를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 증 례

63세 남자(164 cm, 55 kg)가 심한 승모판협착증(mitral valve stenosis, MS)으로 승모판막 치환술(mitral valve replacement, MVR) 를 시행받기 위해 내원하였다. 환자는 5년 전 등산 중 심한 호흡곤란이 있어 MS로 진단 받았으나 특별한 치료없이 지내다가 2달 전부터 호흡곤란이 심해져서 시행한 심초음파 결과상 심한 승모판협착증(승모판막구 면적:  $2D=0.59\text{ cm}^2$ , 압력반감기= $0.92\text{ cm}^2$  평균압력차: 12 mmHg) 진단하에 수술이 계획되었다. 과거력상 MS 외에는 특이 소견은 없었다. Morphine 3 mg, glycopyrrolate 0.2 mg, midazolam 1.5 mg을 수술 30분 전 근육주사하여 마취 전 처치를 하였으며 기본 환자 감시 장치상 수술 전 활력징후는 정상이었다. 환자 의식하에 국소마취제 침윤 후 우측 요골동맥을 천자하여 침습적 동맥압 감시(Pressure Monitoring Kit, Edwards Lifescience LLC, Irvine, USA)를 시행하였다.

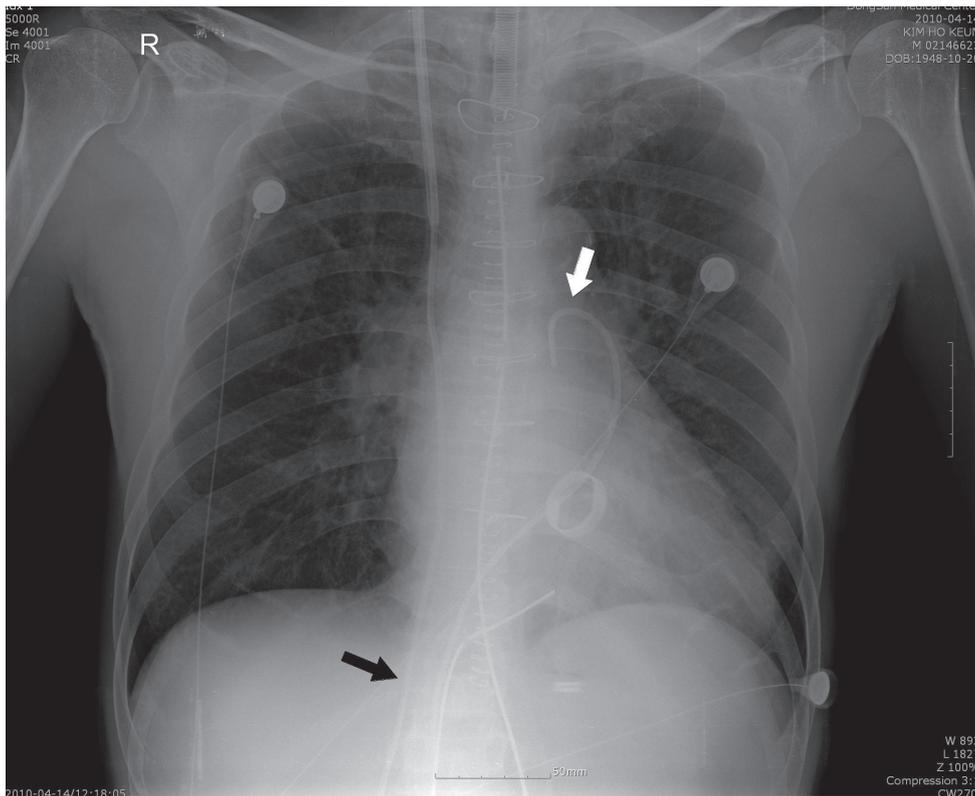
마취유도로 etomidate 14 mg, rocuronium 60 mg, remifentanil 100  $\mu\text{g}$ 을 투여하고 기관내 삽관을 시행하였으며 마취유지는 air/O<sub>2</sub>mixture (FiO<sub>2</sub> 0.6) 3 L/min, sevoflurane, remifentanil을 이용하였다. 활력징후가 안정됨을 확인하고 우 내경정맥(right internal jugular vein)을 통하여 Sheath Introducer를 거치한 후 폐동맥 카테터(Swan Ganz CCombo CCO/SvO<sub>2</sub>, Edwards Lifescience LLC, Irvine, USA)를 삽입하였다. 20 cm 삽입 후 원위부 기낭을 1.5 ml의 공기로 팽창시키고 특징적인 압력 파형을 관찰하면서 진행하였다. 카테터가 33 cm 진입 했을 때 우심실 압력 파형이 나타났고, 45 cm 진입시 폐동맥의 압력 파형이 관찰되었다. 여기서 폐동맥쇄기압(pulmonary artery wedge pressure, PAWP)을 얻기 위해 조금씩 천천히 전진시켰지만 70 cm까지 진입했음에도 PAWP 파형이 관찰되지 않고 계속 폐동맥압 파형만 일정하게 관찰되었다. 이에 카테터를 뒤로 빼서 기낭의 상태를 확인한 후 다시 한번 삽입을 시도했지만 역시 33 cm에서 우심실, 45 cm에서 폐동맥압 파형이 나타나고 더 이상 진입해도 PAWP는 관찰할 수 없었다. 이 때의 혈액학은 전신 동맥압 115/68 mmHg, 심박수 85회/분, 중심정맥압 4 mmHg, 폐동맥압 25/14 mmHg로 유지되었다.

카테터를 삽입하는 전 과정에서 아무런 저항없이 잘 전진되었고 우심실과 폐동맥에 도달한 길이도 각각 33, 45 cm로 정상이었으므로 카테터가 다른 방향으로 진행되었거나 심장 내에서 회전하거나 꼬였을 가능성은 배제하고 일단 65 cm에서 거치하기로 하고 폐동맥 고혈압 소견이 없었으므로 이완기압을 폐동맥쇄기압으로 추정하였다.

수술은 정중개흉(median sternotomy) 후 좌심방 절개(left atriotomy)를 통해 MVR (mechanical, bileaflet)을 시행하였고, 심폐우회술로 부터의 이탈(cardiopulmonary bypass weaning)도 별 문제 없이 이루어졌다.

수술 직후 집중치료실로 이송한 후 시행한 흉부 X-선 검사 사진을 관찰한 결과 폐동맥 카테터의

말단부위가 폐동맥 근위부에 고정이 되어 'U'자로 구부러져 있었고, 이로 인해 뒤따르던 카테터 부위가 하대정맥을 통하여 아래로 밀려들어가 고리를 형성하고 있었다(Fig. 1). 카테터 말단부위가 폐동맥의 내강에서 살짝 구부러지면서 'U'자 모양으로 혈관내에 끼어서 더 이상 진행이 되지 못하고 이후에 전진시킨 카테터는 모두 하대정맥으로 밀려들어갔다고 판단하고 카테터를 뒤로 당겨내었다. 카테터를 뒤로 당겨낼 때 하대정맥 부위에 있던 부분이 먼저 당겨져 나오므로 처음 약 20 cm 가량은 당겨내어도 폐동맥압 과형은 변화가 없었다. 제거된 카테터를 관찰한 결과 기낭 과열 등의 문제점이 아무것도 발견되지 않았다. 환자는 집중치료실 이송 후 6시간에 기관내 튜브를 발관하였고, 다음날 일반 병실로 이송되었다가 8일 후 퇴원하였다.



**Fig. 1.** Chest X-ray shows that the distal tip of pulmonary artery catheter fixed in the pulmonary artery lumen to inverted U-shape (white arrow), and catheter migrated into the inferior vena cava forming loop (black arrow).

## 고 찰

폐동맥 카테터에 의한 합병증은 중심정맥 천자에 의한 합병증인 동맥천자, 우심방 천공, 기흉, 혈흉, 공기 색전증, 신경손상이 있고, 폐동맥 카테터 거치에 의한 합병증인 부정맥, 폐동맥 파열, 우심실 천공, 카테터 꼬임, 비정상적 위치 등이 있다[12,14-16]. 합병증이 발생하기 쉬운 위험요소는 60세 이상, 여성, 폐고혈압, 혈액응고 장애 및 혈액응고억제제를 사용하는 경우, 카테터 경직을 초래할 수 있는 저체온, 수술 중에 카테터를 조작하는 경우, 카테터 말단부 기낭에 과도한 공기삽입 등이라고 한다[15].

폐동맥 카테터는 중심정맥 카테터와는 달리 말단의 기낭이 혈류를 따라 이동하며 나타내는 특유의 압력 파형을 관찰하면서 삽입 하므로 비정상적 위치에 거치되는 경우가 드물기는 하지만 지금까지 하대정맥, 간정맥, 심낭, 관상정맥동, 경동맥 등으로 잘못 거치된 경우가 보고되었다[10-14].

중심정맥 카테터의 경우 Muhm 등은[17] 2,580명 중 47명(1.82%)에서 비정상적 위치에 있었으며 카테터가 잘못 거치되는 요인으로는 시술자의 경험보다는 해부학적 접근 방법과 카테터의 유형이 중요하고, 좌측 중심정맥 천자 시 우측의 경우보다 비정상 위치로의 거치가 많으며, 부드러운 실리콘 카테터를 사용했을 때가 좀 더 딱딱한 카테터를 사용했을 때보다 카테터가 잘못 거치되는 경우가 많다고 하였다.

폐동맥 카테터를 올바른 위치에 거치하기 위해서는 우선 해부학적으로 적절한 접근이 필요하고, 삽입 시 카테터의 깊이는 평균값을 고려해야 된다. 만약 평균값을 벗어났음에도 불구하고 카테터 진입에 따른 전형적인 압력 파형이 나타나지 않을 경우에는 비정상 위치에 거치 되었을 가능성을 염두에 두어야 한다. 심실비대나 삼첨판부전, 폐동맥고혈압 등 동반질환 여부에 따라 다소간의 차이는 있을 수 있겠지만 평균적으로 피부에서 우심방까지의 거리는 25-35 cm, 우심실까지는 35-45 cm, 폐동맥까지가 45-55 cm이며 폐동맥쇄기압은 50-60 cm에서 관찰된다고 알려져 있다. Mark와 Slaughter는[18] 우측 내경정맥을 통해 삽입할 때 폐동맥쇄기압이 나타나는 길이는 45-55

cm로 보고하였고, Slung과 Scher는[5] 40-50 cm라고 하였다. 한국인에서 적절한 폐동맥 카테터의 그 삽입 길이는 피부로부터 약 46 cm로 알려져 있다[19]. 카테터의 비정상적 거치, 꼬임, 말림을 예방하기 위해서는 카테터를 60 cm 이상 전진해도 폐동맥압 파형을 관찰하지 못할 경우에는 반드시 풍선의 공기를 제거하고 우심방까지 후퇴하여 다시 시도할 것을 권유한다[20].

폐동맥 카테터가 하대정맥에 잘못 거치된 기존의 보고를 살펴보면 처음부터 우심실로 진입하지 못하고 하대정맥이나 간정맥을 경유하여 우심실과 폐동맥으로 진입했기 때문에 정상적인 깊이에서 우심실과 폐동맥에 진입할 수 없었다[10]. 이처럼 진입 길이에 따른 정상적인 파형을 얻을 수 없을 때는 우선적으로 카테터의 진입 방향이 정확하지 않거나 비정상적 위치에 거치됨을 생각할 수 있다. 하지만 이번 증례의 경우는 폐동맥카테터가 정상적인 깊이에서 우심방, 우심실, 폐동맥으로 진입하였으나 카테터 말단이 폐동맥으로 진입하자마자 혈관 내강에 끼어서 더 이상 전진되지 않고 고정된 경우이다. 이로 인해 폐동맥쇄기압의 파형과 수치를 얻을 수 없었고 카테터의 뒤따르던 부분이 하대정맥으로 계속 밀려 내려가게 되었다. 이런 경우의 증례보고는 아직 보고된 것이 없고 이런 경우에는 카테터가 다른 방향으로 진입했다거나 꼬임 등이 발생하였다고 추정하기가 어렵게 된다.

따라서 본 증례가 시사하는 바는 우심실과 폐동맥에 진입한 깊이가 정상임에도 불구하고 폐동맥 카테터의 끝부분이 혈관 내강에 고정됨으로 인해서 카테터가 비정상적인 위치에 거치될 수도 있음을 보여주었다. 카테터 끝부분이 어떻게 두 번의 삽입 시도에도 동일하게 폐동맥의 내강에 고정될 수 있었는가 확실한 이유를 알 수는 없지만 폐동맥 근위부에서 좌, 우 폐동맥으로 분지(bifurcation) 되는 부위에서의 특이한 해부학적 구조 때문이 아닐까 추측할 수 있겠는데, 이 환자에서 CT나 MRI를 시행하지 않았으므로 정확하게 확인하지 못한 것이 이 증례의 아쉬움으로 남는다.

본 증례에서 여러 번 계속해서 재삽입을 시도하지 않은 이유는 우심방, 우심실, 폐동맥에 진입한 길이와 파형이 완전히 정상이었고 무리하게 계속 삽입과 제거를 반복할 경우 오히려 부정맥, 카테터의 꼬임

등의 합병증을 유발할 수 있고, 심할 경우 폐동맥에 손상을 입힐 수도 있기 때문이다[21]. 또 폐동맥 췌기압을 얻기 위해서 70 cm를 초과하여 무작정 깊게 진입시키지 않았던 이유는 영상의학적으로 정확한 위치가 확인되지 않은 상황에서 폐동맥의 손상이나 경색 등이 염려되었기 때문이다. 실제 폐동맥 파열과 같은 합병증의 발생 빈도는 카테터가 원위부로 이동할수록 더 높아진다고 한다[22]. 또한 카테터가 하대정맥이나 간정맥으로 밀려들어 갔을 때 그 사실을 인식하지 못하고 오래 방치해 둘 경우 간정맥 폐쇄로 인한 증상 및 검사실 소견이 발생할 수 있다[23].

폐동맥 카테터의 위치는 원위부의 압력 및 파형을 감시하여 위치를 추정할 수는 있지만 심방이나 심실에서의 꼬임, 비정상적 위치에서의 거치를 정확하게 알아내는데는 한계가 있으므로 삽입된 카테터의 길이와 파형이 일치하지 않는 어떠한 경우라도 즉시 영상의학적 도움을 받는 것이 좋고, 수술 직후에는 반드시 단순 X-선 촬영으로 카테터의 위치나 심장 내에서의 주행을 확인하는 것이 합병증의 발견 및 조기 처치에 중요하다고 생각된다.

## 요 약

본 증례에서는 폐동맥 카테터 삽입 시 우심방, 우심실, 폐동맥까지의 길이와 파형이 정상이었음에도 불구하고 폐동맥췌기압을 얻을 수 없었는데 단순 흉부 X-선 검사를 통해서 그 원인이 카테터 말단 부위가 폐동맥 내에 고정되어서 더 이상 진입할 수 없었기 때문이란 것이 밝혀졌고 그로 인해 뒤따르던 카테터 부위가 모두 하대정맥으로 밀려 내려간 경우가 발생했다. 따라서 본 증례는 우심실과 폐동맥에 진입한 깊이가 정상일지라도 폐동맥 카테터의 끝부분이 혈관 내강에 고정됨으로 인해서 카테터가 비정상적인 위치에 거치될 수도 있음을 보여주었다.

폐동맥 카테터의 삽입은 침습적이어서 다양한 합병증을 유발하는데 심할 경우 심실 천공, 폐동맥 파열, 혈전 색전증 등이 발생할 수 있고 카테터의 꼬임이나 매듭형성, 비정상적인 거치 등도 발생할 수 있다. 폐동맥 카테터를 올바른 위치에 거치하기

위해서는 해부학적으로 적절한 접근이 필요하고, 삽입 시 카테터의 깊이에 따른 전형적인 압력 파형을 고려하여야 한다.

폐동맥 카테터의 삽입된 깊이와 파형이 일치하지 않는 경우에는 즉시 영상의학적 도움을 받는 것이 좋고 수술 직후에는 반드시 단순 X-선 검사로 카테터의 위치나 심장 내에서의 주행을 확인하는 것이 합병증의 발견 및 조기 처치에 중요하다고 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. 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;**283**:447-51.
2. Summerhill EM, Baram M. Principles of pulmonary artery catheterization in the critically ill. *Lung* 2005;**183**:209-19.
3. Jacka MJ, Cohen MM, To T, Devitt JH, Byrick R. The appropriateness of the pulmonary artery catheter in cardiovascular surgery. *Can J Anaesth* 2002;**49**:276-82.
4. Cruz K, Franklin C. The pulmonary artery catheter: uses and controversies. *Crit Care Clin* 2001;**17**:271-91.
5. Slung HB, Scher KS. Complications of the Swan-Ganz catheter. *World J Surg* 1984;**8**:76-81.
6. Kelso LA. Complications associated with pulmonary artery catheterization. *New Horiz* 1997;**5**:259-63.
7. Georghiou GP, Vidne BA, Raanani E. Knotting of a pulmonary artery catheter in the superior vena cava: surgical removal and a word of caution. *Heart* 2004;**90**:e28.
8. Thijs LG, van Heukelem HA, Bronsveld W, Teule GJ. Double intracardiac knotting of a Swan-Ganz catheter. *Br J Anaesth* 1981;**53**:672.
9. Huang L, Elsharydah A, Nawabi A, Cork RC. Entrapment of pulmonary artery catheter in a suture at the inferior vena cava cannulation site. *J Clin Anesth* 2004;**16**:557-9.
10. Kor DJ, Keegan MT, Kruse KW, Bazzell CM.

- Malposition of a pulmonary artery catheter in a patient with an inferior vena cava filter. *Anesth Analg* 2004;**99**:307.
11. Davis MS. Hepatic vein obstruction due to Swan-Ganz catheter placement. *Chest* 1994;**106**:603-5.
  12. Cardwell ME, Winter B. Pericardial placement of a pulmonary artery catheter. *Anaesthesia* 1998;**53**:290-2.
  13. Baciewicz FA, Nirdlinger MA, Davis JT. An unusual position of a Swan-Ganz catheter. *Intensive Care Med* 1987;**13**:211-2.
  14. Kanbak M, Ocal T. Inadvertent placement of pulmonary artery catheter into right carotid artery. *Can J Anaesth* 2000;**47**:460-2.
  15. Bossert T, Gummert JF, Bittner HB, Barten M, Walther T, Falk V, *et al.* Swan-Ganz catheter-induced severe complications in cardiac surgery: right ventricular perforation, knotting, and rupture of a pulmonary artery. *J Card Surg* 2006;**21**:292-5.
  16. Sise MJ, Hollingsworth P, Brimm JE, Peters RM, Virgilio RW, Shackford SR. Complications of the flow-directed pulmonary artery catheter: a prospective analysis in 219 patients. *Crit Care Med* 1981;**9**:315-8.
  17. Muhm M, Sunder-Plassmann G, Apsner R, Pernerstorfer T, Rajek A, Lassnigg A, *et al.* Malposition of central venous catheters. Incidence, management and preventive practices. *Wien Klin Wochenschr* 1997;**109**:400-5.
  18. Mark JR, Slaughter TF. Cardiovascular Monitoring. In: Miller RD, editor. *Anesthesia*. 6th ed. New York: Churchill Livingstone; 2005. p. 1301-4.
  19. Cho MW, Park SE, Yun HS. Insertion length of pulmonary artery catheter and its migration during extracorporeal circulation. *Korean J Anesthesiol* 1993;**26**:1271-7.
  20. Reich DL, Mittnacht A, London M, Kaplan JA. Monitoring of the heart and vascular system. In: Kaplan JA, editor. *Cardiac Anesthesia*. 5th ed. Philadelphia: Saunders Company; 2006. p. 399-408.
  21. Poplauskys MR, Rozenblit G, Rundback JH, Crea G, Maddineni S, Leonardo R. Swan-Ganz catheter-induced pulmonary artery pseudoaneurysm formation: three case reports and a review of the literature. *Chest* 2001;**120**:2105-11.
  22. Urschel JD, Myerowitz PD. Catheter-induced pulmonary artery rupture in the setting of cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1993;**56**:585-9.
  23. Menon KV, Shah V, Kamath PS. The Budd-Chiari syndrome. *N Engl J Med* 2004;**350**:578-85.