

폐동맥카테터의 좌심방 절개부위로의 봉합으로 인한 고정(Entrapment)

연세대학교 의과대학 ¹마취통증의학교실 및 ²마취통증의학연구소

심재광¹ · 나성원¹ · 김홍선¹ · 곽영란^{1,2}

Left Atriotomy Entrapment of Pulmonary Artery Catheter during Mitral Valve Replacement

Jae-Kwang Shim, M.D.¹, Sungwon Na, M.D.¹, Hong-Sun Kim, M.D.¹, and Young-Lan Kwak, M.D.^{1,2}

¹Department of Anesthesiology and Pain Medicine and ²Anesthesia and Pain Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

A 51-yr-old man underwent mitral valve replacement and tricuspid valve repair due to mitral and tricuspid regurgitation under cardiopulmonary bypass. The pulmonary artery (PA) catheter was inserted easily via right internal jugular vein and functioned well until the end of surgery. The surgery was uneventful and patient's hemodynamics were stable both in the operating room and intensive care unit. All PA catheter functions were normal, but the balloon rupture was suspected because it was unable to obtain pulmonary capillary wedge pressure. On attempted removal of the PA catheter at the next day, considerable resistance was encountered and pulmonary artery tracing was dampened. A followed-up chest X-ray revealed the catheter to be in the right pulmonary artery without evidence of knotting. Suture related entrapment was suspected, and on reoperation, PA catheter was found to be sutured at the left atriotomy site. The PA catheter was removed under cardiopulmonary bypass and revealed a hole between proximal port and thermal filament. (Korean J Anesthesiol 2006; 50: 315~8)

Key Words: complication, entrapment, pulmonary artery catheter, surgical removal.

폐동맥카테터는 심폐기능의 진단과 감시에 유용한 감시 장치로써, 특히 최근에 개발된 폐동맥카테터는 좌, 우심장의 펌프기능 및 혼합정맥혈산소포화도를 동시에 측정할 수 있어 심장수술을 시행 받는 환자에서 많이 사용되고 있다.¹⁻⁶ 그러나 폐동맥카테터는 삽입과정이 침습적이라 여러 가지 합병증이 나타날 수 있으며 이는 일시적 부정맥부터⁷ 심장의 전도장애,⁸ 판막손상⁹ 또는 폐경색과 출혈까지¹⁰ 매우 다양하다. 또한 폐동맥카테터의 꼬임, 매듭, 심장구조물과의 엉킴 또는 심장과의 봉합 등의 이유로 수술 후 폐동맥카테터의 제거가 어려워 재수술을 시행받은 증례들도 보고된 바 있다.¹¹⁻¹³ 폐동맥카테터는 심장 내에서 앞쪽 측면에 주로 위치하기 때문에 심장봉합 중 함께 봉합된다면 대부분 우심방에 봉합되며 좌심방에 봉합되는 경우는 극히 드물다.¹⁴ 저자들은 승모판막폐쇄부전과 삼첨판막폐쇄부전으로 승모판막치환술 및 삼첨판막류성형술을 시행받은 환자

에서 삽입한 폐동맥카테터가 좌심방 봉합과정에서 같이 봉합되었으나 이를 알지 못하고 수술 후 폐동맥카테터 제거를 시도 중 이를 발견하여 재수술을 통해 폐동맥카테터를 제거한 증례를 경험하였기에 이를 보고하는 바이다.

증례

체중 60 kg, 신장 160 cm의 51세 남자 환자가 승모판막 및 삼첨판막폐쇄부전을 진단받아 승모판막치환술과 삼첨판막류성형술을 시행받기로 계획되었다. 과거력상 15년간 주 5-6회, 소주 2-3병을 복용하였고 이로 인한 알코올성 간경변이 있었다. 수술 전 평가에서 심전도상 심박수 80회/분 정도의 심방세동(atrial fibrillation) 외에 특이 소견 없었다.

특별한 마취전처치는 하지 않았으며 환자가 의식이 있는 상태에서 국소마취 하에 요골동맥을 천자하여 직접 전신동맥압을 감시하였으며, 우측 내경정맥을 통해 폐동맥카테터를 삽입하였다. 폐동맥카테터의 삽입은 한 번에 쉽게 이루어졌으며 삽입 중 특별한 일은 일어나지 않았다.

이후 전신동맥압, 중심정맥압과 폐동맥압을 파형과 함께 지속적으로 관찰하면서 마취유도를 하였으며, 유도 직후부

논문접수일 : 2005년 12월 2일

책임저자 : 곽영란, 서울시 서대문구 신촌동 134

연세의료원 마취통증의학과, 우편번호: 120-752

Tel: 02-2228-8513, Fax: 02-364-2951

E-mail: ylkwak@yumc.yonsei.ac.kr

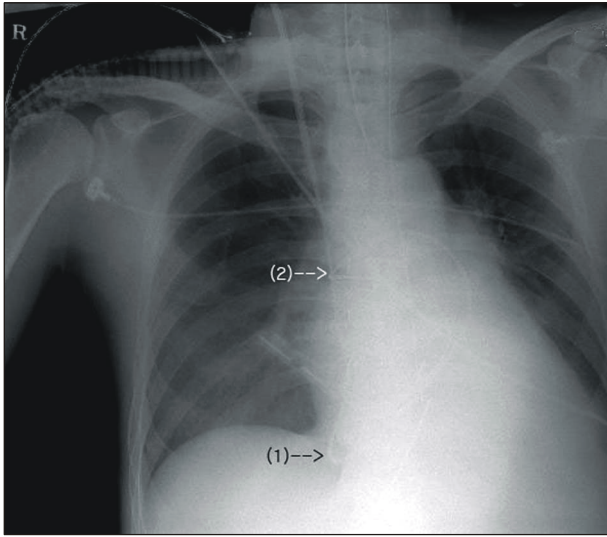


Fig. 1. Chest radiography taken after the withdrawal of pulmonary artery was failed. Distal part of pulmonary artery catheter was in right pulmonary artery (arrow 2). Portion of catheter formed acute angle near right atrial free wall (arrow 1). Pulmonary artery catheter entrapment by suturing at this site was suspected.

터 인공심폐기를 이용한 체외순환을 시작할 때까지 생체징후는 전신동맥압 100/60 mmHg, 심박수 75회/분 및 폐동맥압 40/10 mmHg로 안정된 소견을 보였다. 체외순환 하에 승모판막치환술과 삼첨판막륜성형술을 시행하였고 총 체외순환 시간은 3시간 25분이었다. 승모판막치환술은 심방사이교량으로의 별도의 절개에 의하여 이루어졌으며 체외순환 종료 후 전신동맥압 110/40 mmHg, 심박수 70회/분, 폐동맥압 34/12 mmHg 으로 생체징후가 유지 되었으며 폐동맥압 파형도 정상이었다. 체외순환 종료 후 관찰한 경식도초음파상 인공승모판막의 기능은 정상이었으며 삼첨판막역류는 관찰되지 않았다. 좌, 우심실의 크기와 기능 또한 정상범위 내에 있었고 특이소견은 관찰되지 않았다.

중환자실로 이송 후 전신동맥압은 정상범위 내에 있었으며, 중심정맥압 8-10 mmHg, 수축기폐동맥압 32-41 mmHg 및 이완기폐동맥압 12-16 mmHg가 정상적인 파형과 함께 관찰되었다. 지속적으로 측정된 심박출량은 5.5-7.8 L/m² 이었다. 수술 다음 날 환자의 생체징후는 안정적으로 유지되었고 다른 특이사항 없어 폐동맥카테터를 제거하고자 하였으나 저항이 느껴지며 뒤로 빠지지 않았다. 이에 시행한 흉부 X-선상에서 경미한 폐간질 부종이 있는 것 외에 폐동맥카테터의 꼬임이나 매듭 등은 관찰되지 않았다. 폐동맥카테터의 원위부 침부는 우측 폐동맥에 위치하고 있었으나 폐동맥카테터가 우심방 하부에서 예각(acute angle)을 이루고 있으면서, 근위부는 팽팽하게 당겨진 소견이 관찰되었



Fig. 2. Photograph of the distal portion of the pulmonary artery catheter in this case. A suture has been placed through the hole created by the left atriotomy stitch to more clearly demonstrate the hole in the catheter. The hole was created at 25.5 cm from distal end of the pulmonary artery catheter between proximal port and thermal filament.

다(Fig. 1). 이에 폐동맥카테터가 우심방에 봉합되었을 것을 의심하고 재수술에 들어갔다. 수술실에 도착해서 측정된 폐동맥압은 19/12 mmHg로 측정되었으나 꺾어진 모습(dampened wave)의 폐동맥압 파형이 관찰되었다.

마취 후 삽입한 경식도심초음파 상에서 폐동맥카테터가 우심방 내에서 팽팽하게 당겨져 있는 소견이 관찰되었으나 카테터와 우심방 또는 폐동맥이 봉합되어 있는 소견은 관찰되지 않았다. 개흉 후 외과의가 심장을 촉지하였으나 폐동맥카테터가 봉합된 것으로 의심되는 확실한 부위는 발견하지 못하였다. 이에 흉부 X-선 사진의 소견으로 미루어 체외순환 후 정맥캐놀라를 제거하는 과정에서 하대정맥캐놀라 삽입 부위의 봉합 시 폐동맥카테터가 같이 봉합되었을 가능성을 생각해 이 부분의 봉합을 풀었으나 폐동맥카테터는 여전히 움직이지 않았다. 이에 주치의가 심장의 후벽까지 다시 촉지해 본 결과 승모판막치환술을 위해 좌심방에 절개하였던 부위를 봉합한 곳에서 폐동맥카테터가 촉지됨을 발견하였다. 좌심방 절개 부위 확인을 위해 체외순환을 시행하였으며 좌심방의 봉합부분을 제거해나가는 과정에서 좌심방봉합사가 폐동맥카테터를 뚫고 지나가 폐동맥카테터가 좌심방 절개부위에 봉합된 것을 확인할 수 있었다. 이를 풀고 나서 폐동맥카테터를 움직일 수 있었으며 폐동맥압의 파형이 정상적으로 회복되었다. 제거된 폐동맥카테터를 살펴본 결과 폐동맥카테터의 원위부로부터 25-26 cm 사이의 폐동맥카테터에 바늘이 관통한 구멍이 관찰되었다(Fig. 2). 이후 특별한 문제없이 체외순환과 수술을 종료하였으며 환자는 다시 중환자실로 이동되었다. 수술 다음 날 병실로 옮

겨졌으면 별 문제 없이 퇴원하였다.

고찰

폐동맥카테터가 심장, 대정맥 또는 폐동맥 등에 고정되는 (entrapment) 것은 매우 드문 합병증이지만 이를 알지 못하고 무리한 제거를 시도하면 심장파열, 폐동맥파열, 심장압진 등의 중대한 합병증을 초래할 수 있다.^{14,15)} 이러한 폐동맥카테터가 심장내에 고정되는 합병증은 주로 개심술을 시행받는 환자에서 보고되었는데,¹⁴⁻¹⁸⁾ 심장의 해부학적 구조에 따라 삽입된 폐동맥카테터가 흔히 우심방의 전외측에 위치하기 때문에 체외순환을 위해 대정맥캐놀라가 삽입되었던 부위를 봉합할 때 함께 봉합되는 일이 가장 많다.¹⁴⁻¹⁷⁾ 이는 Kaplan 등이¹⁷⁾ 12년 동안 심장수술을 위해 폐동맥카테터를 삽입한 15,244 명의 환자들을 대상으로 한 심장구조물에 봉합되었던 합병증에 대한 후향적 고찰결과에서 확인할 수 있다. 연구에 따르면 총 10명의 환자에서 폐동맥카테터의 entrapment가 발생하였는데, 그중 4예가 대정맥캐놀라 삽입과 관련되어, 3예는 우심방 절개부위의 봉합과 관련되어, 2예는 우심실의 구조물과 관련되어 발생하였고 1예에서 좌심방 절개부위의 봉합과 관련된 entrapment가 발생하여 폐동맥카테터가 좌심방에 봉합되는 일은 극히 드물다는 것을 알 수 있다. 이 외에 폐동맥카테터의 entrapment에 관한 보고들 중 좌심방에서 폐동맥카테터가 고정되었던 경우는 Vucins 등이¹⁸⁾ 좌심방의 vent 절개부위의 봉합 중 폐동맥카테터가 함께 봉합되었던 증례가 있다.

봉합에 의한 폐동맥카테터 고정은 본 증례에서와 같이 흉부 X-선 상에서 꼬임이나 매듭이 관찰되지 않으면서 폐동맥카테터가 후진되지 않는 경우에 의심해 볼 수 있다. 특히 폐동맥카테터가 당겨진 상태에서 흉부 X-선 촬영을 시행하였을 때 매듭이나 꼬임 없이 우심방에서 카테터가 일직선으로 뻗어 있는(catheter straightening) 모양이 관찰되면 봉합에 의한 폐동맥카테터 고정을 의심할 수 있다.¹⁹⁾ 본 증례에서도 꼬임이나 매듭없이 카테터가 우심방 하방에서 예각을 이루고, 그 근위부는 당겨져 있는 소견이 관찰되어 봉합에 의한 폐동맥카테터 고정을 진단할 수 있었다. 수술실 경식도심초음파 상에서 Block 등이¹⁹⁾ 보고한 것과 같이 우심방 내에 일직선으로 뻗어 있는 폐동맥카테터 모양을 관찰할 수 있었다. 흉부 X-선 소견 상 카테터가 예각을 이루는 위치로 미루어 하대정맥캐놀라 삽입부위에서 봉합이 발생한 것을 의심하였으나, Wang 등이¹⁴⁾ 보고한 것과 같은 폐동맥카테터와 우심방이 봉합되어 있는 특징적인 경식도심초음파 소견은 관찰할 수 없었는데, 결국 수술대에서의 확인 결과 폐동맥카테터는 좌심방에 봉합되어 있었다.

폐동맥카테터와 심장구조물의 봉합은 봉합사가 폐동맥카

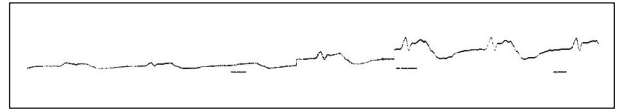


Fig. 3. Pulmonary artery wave form before and after the left atriotomy suture was removed at reoperation. Pulmonary artery wave was dampened during pulmonary artery catheter entrapment and then retrieved after the left atriotomy suture was removed.

테터를 감고 있는(encircle) 경우와 바늘이 심장구조물과 카테터를 함께 통과하여 완전한 봉합이 이루어진 경우로 나눌 수 있으며,¹⁸⁾ 본 증례는 후자에 해당한다. 전자의 경우 재수술을 시행하지 않고 경피적 방법으로 폐동맥카테터를 제거한 증례보고도 있으나,^{18,20)} 본 증례에서와 같은 경우에는 재수술이 불가피하며 특히 좌심방이 포함된 경우는 체외순환 하에서 외과적으로 폐동맥카테터를 제거하는 것이 안전하다. 폐동맥카테터가 심장내에 고정되어 있을 때 무리하게 카테터를 당기는 것은 심장구조물의 파열을 초래할 수 있으므로 카테터가 움직이지 않을 때는 흉부 X-선 촬영을 시행하여 꼬임이나 매듭의 유무 등 원인을 확인한 후 적절한 제거 방법을 선택하는 것이 가장 중요하다.^{13,18)}

본 증례에서는 폐동맥카테터의 침부로부터 25-26 cm 위치(근위부주입구[proximal port]와 발열필라멘트[thermal filament] 사이)의 폐동맥카테터의 바깥쪽을 바늘이 관통한 관계로 중심정맥압은 정상적으로 관찰되었으며 심박출량도 측정되었으나 풍선의 팽창이 이루어지지 않았는데 이때까지는 폐동맥카테터가 봉합에 의해 고정된 것을 의심하지 않았었다. 폐동맥카테터를 제거하기 위해서 당기기 전까지는 폐동맥압도 정상과형으로 관찰되었으나 카테터가 당겨진 이후로는 폐동맥압의 파형이 꺾어진 모습으로 관찰되었는데 이는 봉합된 부위가 당겨지면서 원위부의 파형이 제대로 전달되지 못했기 때문으로 생각된다. 이후 카테터의 봉합되었던 부위가 풀어지자 폐동맥압 파형은 다시 정상으로 관찰되었다(Fig. 3). 본 증례에서와 같이 우심방에 위치한 폐동맥카테터를 좌심방 봉합 시 같이 봉합하는 일은 일어나기가 매우 어려우나 체외순환 중 심장이 허탈(collapse)되어 있는 상태에서는 우심방과 좌심방의 절개 부위가 매우 가깝게 위치하며, 재가온에 의해 폐동맥카테터가 부드러워져 있어서 폐동맥카테터를 통과하는 순간에 외과의가 별다른 저항을 느낄 수 없어¹⁸⁾ 이러한 합병증이 생길 수도 있다.

본 증례에서와 같이 봉합에 의해 폐동맥카테터가 고정되는 것과 관련된 합병증을 최소화시키기 위해서는 수술종료 전에 이를 발견하는 것이 가장 중요하다. 이를 위해서는 체외순환 종료 전에 폐동맥카테터를 뒤로 5-10 cm 정도 후진시켜 보아서 움직임에 장애가 없는가를 반드시 확인하는

것이 필요하다.^{14,15,17,18)} 그러나 이러한 방법으로는 폐동맥카테터의 고정을 조기에 진단할 수는 있으나 예방은 할 수 없으므로 체외순환 전에 폐동맥카테터를 심장 바깥쪽으로 후진시켜 놓는 방법이 제안되기도 하였다.²¹⁾ 또한 수술 후 이러한 고정을 발견하였을 때 무리하게 카테터를 제거하려는 시도는 심장과열과 환자의 사망과 같은 중대한 결과를 초래할 수 있으므로 절대로 피해야 하며,^{13,18)} 원인에 따른 경피적 또는 외과적 제거 방법을 선택하는 것이 필요하다.

결론적으로 저자들은 판막수술을 위해 폐동맥카테터를 삽입한 환자에서 수술 중 좌심방 절개부위에 폐동맥카테터가 함께 봉합되었으나 이를 알지 못하고 수술 후 폐동맥카테터를 제거하는 과정에서 뒤늦게 폐동맥카테터의 고정을 발견하여 재수술과 체외순환을 시행하였던 증례를 경험하였으며, 이러한 중대한 폐동맥카테터 삽입의 합병증을 최소화시키기 위해서는 체외순환 종료 전에 폐동맥카테터를 5-10 cm 뒤로 후진시켜 보면서 폐동맥카테터의 움직임에 장애가 없는가를 반드시 확인하는 것이 필요하다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Swan HJC, 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. 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: 635-42.
3. Kwak YL, Oh YJ, Jung SM, Yoo KJ, Lee JH, Hong YW: Change in right ventricular function during off-pump coronary artery bypass graft surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 25: 572-7.
4. Steingrub JS, Celoria G, Vickers-Lahti M, Teres D, Bria W: Therapeutic impact of pulmonary artery catheterization in a medical/surgical ICU. *Chest* 1991; 99: 1451-5.
5. Connors AF Jr, Speroff T, Dawson NV, Thomas C, Harrell FE Jr, Wagner D, et al: The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *SUPPORT Investigators. JAMA* 1996; 276: 889-97.
6. Sandham JD, Hull RD, Brant RF, Knox L, Pineo GF, Doig CJ, et al: A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high-risk surgical patients. *N Engl J Med* 2003; 348:

- 5-14.
7. Shaw TJ: The Swan-Ganz pulmonary artery catheter. Incidence of complications, with particular reference to ventricular dysrhythmias, and their prevention. *Anaesthesia* 1979; 34: 651-6.
8. Strasberg B, Berkowitz CE, Rosen KM: Right bundle branch block reflecting balloon inflation of Swan-Ganz catheter. *Chest* 1982; 81: 368-9.
9. Ettinghausen SE, Pearlman SH, Brandstetter RD: Tricuspid valve erosion from Swan-Ganz catheter. *Chest* 1981; 80: 509-10.
10. Pepe LA, Haffajee CI, Markis JE, Ockene IS, Paraskos JA, Dalen JE: Fatal pulmonary hemorrhage after use of the flow-directed balloon-tipped catheter. *Ann Intern Med* 1979; 90: 344-7.
11. Thijs LG, van Henkelem HA, Bronsveld W, Teule GJ: Double intracardiac knotting of Swan-Ganz catheter. *Br J Anaesth* 1981; 53: 672.
12. Voci G, Gazek FA, Burris AC, Zatuchni J: Retrieval of entrapped and knotted balloon-tipped catheters from the right heart. *Ann Intern Med* 1980; 92: 638-9.
13. Schwarz KV, Garcia FG: Entrapment of Swan-Ganz catheter around an intracardiac structure. *JAMA* 1977; 237: 1198-9.
14. Wang HJ, Wang SS, Liao CS: Transesophageal echocardiographic diagnosis of intracardiac entrapment of a Swan-Ganz catheter in open heart operation. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17: 277-9.
15. 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.
16. Asteri T, Tsagaropoulou I, Vasiliadis K, Fessatidis I, Papavasi-Liou E, Spyrou P: Beware Swan-Ganz complications. Perioperative management. *J Cardiovasc Surg* 2002; 43: 467-70.
17. Kaplan M, Demirtas M, Cimen S, Kut MS, Özyay B, Kanca A: Swan-Ganz catheter entrapment in open heart surgery. *J Card Surg* 2000; 15: 313-5.
18. Vucins EJ, James JR, Grum CM: Vent stitch entrapment of Swan-Ganz catheters during cardiac surgery. *Anesth Analg* 1984; 63: 772-4.
19. Block PC: Snaring of a Swan-Ganz catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1976; 71: 917-9.
20. Heo IY, Choi IC, Sim JY, Cho MW: Knotting of pulmonary artery catheter in cardiac transplantation. *Korean J Anesthesiol* 1999; 37: 341-5.
21. Huang GS, Wang HJ, Chen CH, Ho ST, Wong CS: Pulmonary artery rupture after attempted removal of a pulmonary artery catheter. *Anesth Analg* 2002; 95: 299-301.