

소아에서 Fogarty 카테터를 이용한 일측폐 환기 마취 경험

유수봉, 강효석, 임지훈, 김두식, 류시정

고신대학교 의과대학 마취통증의학교실

Anesthetic Experience of One-Lung Ventilation in Children using Fogarty Catheter as Bronchial Blocker - a case report -

Soo-Bong Yoo, Hyo-Seok Kang, Ji-Hoon Lim,
Doo-Sik Kim, Sie-Jeong Ryu

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

Abstract

Thoracic surgery may be greatly facilitated by causing selective atelectasis of the lung being operated on (one-lung ventilation anesthesia). But the tube used for one-lung ventilation is greater outer diameter than conventional endotracheal tube when compare to each other with same inner diameter, so in some young children it is impossible to one-lung ventilation using double lumen tube or bronchial blocker tube because of narrow vocal cord. We performed one lung ventilation anesthesia using conventional endotracheal tube and Fogarty catheter as a bronchial blocker in 11-year old women who received lung biopsy surgery and left lower lobectomy.

Key words : Fogarty Catheter, One-lung Ventilation

서 론

수술 기술이나 마취 기술의 발달과 더불어 장비의 발달은 점점 어려운 수술도 가능하게 한다. 일측폐 마취도 마취 장비의 발전과 환자 감시 장치의 발전으로 가능하게 되었으며 이제는 보편적인 마취 방법이 되었다.¹⁾

일측폐 환기 마취는 폐수술 마취 관리 시 가장 특기할 만한 사항으로 양측 폐를 분리시킨 상태에서 한쪽 폐만의 환기를 시행하는 것을 의미하며 이중관 튜브(double-lumen tube)나 기관지 차단기(bronchial blocker)를 이용한 기관지 차단법, 단일공 기관지 차단기 튜브(Univent[®], Fuji system cooperation, Japan) 등이 임상에서 흔히 사용된다.^{2,3)} 그러나 일측폐 마취에 사용되는 튜브는 일반적인 기관내 삽관에 사용되는 튜브에 비해 외경이 크고 특히 성문이 좁은 소아에서 이중관 튜브나 기관

지 차단 튜브는 더 작은 크기를 선택해야 하기 때문에 기도저항이 증가하고 더욱이 일측폐 환기를 시행하면 기도저항은 더 증가하게 된다. 또한 가장 작은 크기의 튜브도 소아에서 사용이 불가능한 경우가 있다. 성인에서는 일반 기관내 삽관 튜브와 Fogarty catheter를 이용한 일측폐 마취의 보고는 많지만^{4,6)} 소아에서는 많지 않다.⁷⁾ 본원에서는 전이성 폐암으로 폐엽절제술(lobectomy)을 위하여 일측폐 마취가 필요한 11세 여자 환자에서 일반적인 기관내 삽관에 사용되는 튜브와 혈전제거에 사용되는 Fogarty catheter를 기관지 차단기로 사용하여 성공적인 일측폐 마취를 시행하였기에 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

증 례

환자는 키 127 cm, 몸무게 29 kg이었으며 1년전 골육종으로 진단받고 골 생검(bone biopsy) 수술을 받은 기왕력이 있는 11세 여자 환자로 수술당시 기관내 삽관 튜브

교신저자 : 류 시 정
주소 : 602-702, 부산광역시 서구 압남동 34번지
고신대학교 의과대학 마취통증의학교실
TEL : 051-990-6265
E-mail : siejeong@ns.kosinmed.or.kr

로 5.0이 사용되었다. 최근 전이성 폐암으로 진단받고 흉강경하 조직검사 및 좌하 폐엽절제술(left lower lobectomy)이 계획되었으며 수술을 위하여 일측폐차단 마취가 필요하였다. 본원에서는 일측폐차단 마취를 위하여 이중관 튜브나 Univent 튜브를 사용하고 있으나 최소 크기가 각각 32F와 6.5로 상기 환자에서는 적용하기 힘들 것으로 예상하고 삽관 튜브로는 일반 마취에 사용되는 기관 튜브를 사용하고 차단기로서 Univent에 있는 차단기(blocker)를 분리하여 일측폐차단 마취에 사용하기로 계획하였다.

술전 전처치로 glycopyrrolate 0.2 mg을 투여하였고, 마취유도는 pentothal sodium 125 mg, remifentanyl 25 ug, rocuronium 25 mg으로 하였다. 일측폐 환기와 차단기를 튜브내로 넣기 때문에 기도저항의 증가를 고려하여 가능한 한 삽관 가능한 가장 큰 튜브를 선택하기 위하여 5.5부터 차례로 기관내 삽관을 시도하였다. 6.5는 후두를 통과하지 못하였고 6.0은 약간의 저항은 있었지만 기관내 삽관이 되었다. 일회 호흡량 300 ml, 호흡횟수 13회/분, 흡기:호기 비율 1:2로 조절 호흡을 하였으며 기도내압은 16 cmH₂O로 측정되었다. 차단기를 튜브 안으로 넣기 위하여 굴곡성 기관지경 검사에 사용되는 연결관(swivel)을 연결하고 Univent에서 준비한 차단기를 연결관을 통하여 튜브 안으로 넣으니 기도저항이 30 cmH₂O 이상으로 증가하여 일측폐차단을 시도하기조차 어려웠다. 차단기의 굽기가 튜브의 크기에 비해 너무 커서 기도 저항이 과도하게 증가하여 Univent 튜브의 차단기를 이용한 일측폐 마취가 불가능하였다. 차단기로서 굽기가 좀 더 가늘고 기장이 있어 차단이 가능한 기구로서 혈전제거에 사용되는 Fogarty 카테터를 생각하였다. 4F Fogarty 카테터를 삽관 튜브안으로 넣으니 기도저항이 20 cmH₂O로 약간 증가하였으나 호기말 이산화탄소 감시기의 파형에서 흡기 및 호기 폐쇄소견을 보이지 않아 일측폐 차단에도 문제가 없을 것으로 생각하였다. 좌측 일측폐 차단을 위하여 삽관 튜브를 좌측으로 90° 회전하여 Fogarty 카테터가 좌측으로 들어갈 수 있게 하였다.

Fogarty 카테터를 좌측 주기관지에 위치시키기 위해 양측의 폐를 청진하면서 조금씩 Fogarty 카테터를 진행시켰다. 간헐적으로 Fogarty 카테터의 풍선을 부풀려서 양측 폐를 청진하여 좌측폐의 청진음이 감소하는지를 확인하고자 하였고, 양측 폐 모두 청진음이 들릴때는 풍선에 바람을 모두 뺀 후 조금 더 전진시켜 좌측폐로 거치하고자 하였다. 어느 정도 전진한 시점에서 좌측폐의 청

진음이 들리지 않는 것을 확인하고 자세 변화 동안 카테터의 움직임을 고려하여 0.5 cm 더 밀어 넣고 위치를 고정하였다. 우측 측와위로 체위를 바꾸고 다시 청진하여 왼쪽 폐의 청진음이 완전히 들리지 않는 것을 확인하였다. 조절 호흡 동안 Fogarty 카테터가 거치된 연결관의 port주위로 가스가 새는 것을 방지하기 위하여 port주위를 면반창고로 막았다. 카테터 풍선으로 좌측 기관지를 막고 왼쪽 폐의 허탈을 만든 후 일측 폐환기를 시행하면서 수술을 진행하였다.

일측 폐환기 중에는 FiO₂ 100%, 일회 환기량 250 ml, 호흡수는 분당 15회, I:E Ratio 1:2로 맞추어 조절호흡을 시켰다. 이 때 최대 기도내압은 22 cmH₂O 내외, 호기말 이산화탄소농도 30-31 mmHg, 산소 포화도 100%로 수술 조작 중에도 큰 변동 없이 잘 유지되었다. 좌하엽의 적출 후에는 더 이상 일측 폐환기가 필요하지 않아 일측폐환기를 종료하기 위해 Fogarty 카테터를 제거하였고 그 후 수술이 종료되는 시점까지 양측폐환기를 하였다. 수술이 끝난 후 자발호흡이 완전히 돌아오고 의식이 돌아옴을 확인한 후에 삽관 튜브를 발관하였고 회복실로 이송하였다. 회복실에서 환자의 의식, 호흡, 활력징후가 완전히 정상으로 회복됨을 확인한 후 일반병실로 이송하였다. 환자는 수술 후 5일 째에 별다른 합병증 없이 퇴원하였다.

고 찰

일측폐 마취는 기도저항 증가, 기관지 분지의 파열⁸⁾, 폐-환기 불균형에 의한 저산소혈증의 가능성 등 생리적인 불리함에도 불구하고⁹⁾ 한쪽 폐의 환기를 중단함으로써 폐를 정지 상태로 만들어 좋은 수술환경을 제공하기 때문에 임상에서 흔히 시행하는 마취방법이다.¹⁾

일측폐 마취를 위해서는 특수한 기관내 삽관 튜브가 필요하며 이중관 튜브, 기관지 차단기 튜브(Arndt or Cohen tube), 단일공 기관지 차단기 튜브(Univent[®]) 등이 사용된다. 그러나 이중관 튜브는 최소 크기가 28 F로 제조회사 간에 약간의 차이가 있지만 외경이 약 9 mm에 해당하며 가장 작은 Univent 튜브 3.5번(내경이 3.5 mm에 해당)은 외경이 7.5/8 mm에 해당한다. Univent 튜브는 차단기(blocker)가 들어있는 관이 별도로 있어 튜브의 모양이 한 개의 완전한 원이 아니라 크고 작은 두 개의 관이 합쳐 있어 외경을 두 가지로 표시하고 있다. 일반 기관내 삽관용 튜브는 내경이 6 mm인 경우 외경이 8.2 mm

다. 그러므로 기도나 성문의 크기가 8-9 mm가 되지 않는 소아에서는 이중관 튜브나 Univent 튜브를 사용할 수가 없다. 또한 가장 작은 크기인 3.5번 Univent 튜브를 사용하기 위해서도 최소한 내경이 6 mm의 일반 삽관용 튜브가 들어가야 가능하다. 따라서 일측폐 마취를 위한 이중관 또는 Univent 튜브의 사용은 튜브 내경의 감소로 인해 기도저항의 증가를 막을 수 없다. 특히 소아에서 약간의 기도 내경의 감소도 큰 기도저항의 증가를 일으킬 수 있다.

기도저항은 공기의 흐름에 따라 다르며 결흐름(laminar flow)의 경우 튜브 내경 반지름의 4제곱에 반비례하며 소용돌이 흐름(turbulent flow)인 경우에는 반지름의 5제곱에 반비례한다.¹⁰⁾ 소아에서 기관 튜브의 내경이 6 mm에서 3.5 mm이 되면 기도저항은 8-14배 정도 증가하게 되지만 성인에서는 튜브의 내경이 8 mm에서 5.5 mm로 감소하더라도 기도저항은 약 4-6배 증가하게 되어 같은 정도(2.5 mm 감소)의 튜브 내경이 감소하더라도 성인보다 소아에서 기도저항이 더 크게 증가한다. 또한 일측폐 차단술을 시행하면 기도저항은 더욱 증가하게 된다. 그러므로 소아에서는 가능하면 기도내경의 감소를 적게 하는 방법이 필요하다.

강유진 등은⁷⁾ 이중관이나 기관지 차단기 튜브가 들어가지 않는 소아에서 일반 삽관용 튜브로 삽관하고 Fogarty 카테터를 튜브 외측을 통하여 넣고 몇 번의 시행착오를 한 다음 일측폐 마취를 성공적으로 시행하였다고 보고하였다. 본 저자는 강유진 등과는 달리 Fogarty 카테터를 튜브 안으로 넣어 일측폐 마취를 성공적으로 시행하였는데 강유진 등의 방법에 비해 튜브 내경의 감소는 있지만 상대적으로 큰 튜브를 선택할 수 있으므로 튜브 내경의 감소효과를 상쇄할 수 있고 튜브 외측으로 넣을 때 발생할 수 있는 성대나 주위 조직의 손상을 방지할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 강유진 등의 방법은 수술 중 차단기가 위치에서 벗어나면 다시 시행하기 어려운 단점이 있지만 저자의 방법은 기관지 차단기 튜브를 사용하여 일측폐 환기를 하는 방법과 유사하여 이미 기관지 차단기 튜브에 익숙한 마취과 의사는 Fogarty 카테터를 쉽게 원하는 방향으로 넣을 수 있을 것으로 생각한다. 상기 환자에서는 기관내 삽관 튜브를 고정하지 않은 상태에서 좌측으로 90° 회전하여 튜브의 끝이 좌측을 향하게 하여 Fogarty 카테터를 밀어 넣고 청진기로 확인한 결과 좌측 폐가 차단된 것을 확인할 수 있었다. Fogarty 카테터는 이중관 튜브의 연결관을 사용하여 기관지경을 넣는 구멍

으로 넣었는데 여기에서 공기 누출이 생길 수 있는데 이는 입구 주위를 테이핑으로 해결하였다.

일측폐 차단술의 가장 정확한 확인 방법은 굴곡성 기관지경으로 직접 확인하는 것인데 본원에 있는 기관지경은 지름이 4.1 mm로(Olympus LF-2) Fogarty 카테터가 들어있는 튜브안으로 들어가지 않아 직접 확인하는 방법은 불가능하였다. 그러나 일측폐 환기는 청진기를 이용하여 양쪽 폐 호흡음을 비교함으로써도 확인 가능하고 또한 소아에서는 좌, 우측 가슴 확장을 눈으로 확인함으로써 일측폐 차단술을 예측할 수 있다.¹¹⁾ 저자도 청진으로 양쪽 폐 호흡음이 확실히 차이가 나고 좌, 우 가슴 확장도 눈으로 확인할 정도로 차이가 나서 일측폐 차단술이 잘 되었다고 확신하고 수술을 진행하도록 하였으며 수술 중에도 차단술이 잘 되었음을 흉강경을 통하여 확인 하였다.

수술 시야를 좋게 하기 위해서는 일측폐 차단술을 한 후 차단된 폐를 허탈(collapse)을 시키는 것이 필요한데 기관지 차단기 튜브의 경우에는 기관지 차단기의 흡인 구멍을 통하여 흡인을 함으로써 가능하다. 그래서 처음에는 기관지 차단기 튜브에 있는 차단기를 분리하여 일반 삽관용 튜브 안으로 넣어 일측폐 차단술을 하려고 하였는데 차단기의 굵기가 너무 굵어 기도압이 18 mmH₂O에서 30 mmH₂O 이상으로 증가하여 사용할 수 없었고 대신으로 가는 Fogarty 카테터를 생각하게 되었다. 그러나 Fogarty 카테터에는 흡인구가 없으므로 흡인에 의한 폐 허탈이 불가능 하였는데 이 문제는 인공호흡기를 끄고 호흡회로 연결을 분리시킨 상태에서 흉강 내시경 구멍을 통하여 50 cc 주사기를 사용하여 공기를 500 cc를 흉강 안에 직접 주입함으로써 폐 허탈 문제를 해결하였다.

색전 제거를 위한 Fogarty 카테터는 2 F에서 6 F까지 다양한 크기가 있어 일측폐 마취를 위한 차단기로 사용할 때 기관내 삽관 튜브의 크기에 따라 다양한 선택이 가능한 장점이 있다. 그러나 카테터의 끝이 막혀 있고 흡인구가 없어서 직접 폐 허탈을 시킬 수 없으며 차단 기낭(balloon cuff)은 저용적 고압력의 구조를 가지고 있어서 기관지 점막에 과도한 압력이 전달될 수 있는 단점이 있다. 기존에 제품화된 기관지 차단기로 Arndt 기관지 차단기와 Cohen 기관지 차단기는 고용적 저압력의 기낭으로 기도점막의 손상은 줄일 수 있으나 차단기의 크기가 커 튜브의 내경이 7.5 mm는 되어야 한다.¹²⁾

소아에서 일측폐 차단술을 위하여 일반 삽관용 튜브를 직접 기관지까지 밀어 넣는 방법도 있다.¹³⁾ 그러나 이 방법은 기관지(bronchus)의 크기가 기관(trachea) 크기보다

작아 기관지내 삽관을 위해서는 더 작은 크기의 튜브를 선택해야 하고 특히 우측 기관지내 삽관이 필요한 경우 우측 상엽(upper lobe)은 기관용골(trachea carina) 가까이에서 분지가 되기 때문에 우측폐 환기를 위하여 삽관튜브를 우측 기관지내로 넣으면 튜브 기낭에 의해 상엽으로 가는 분지는 쉽게 막혀버리는 단점이 있다.

결론적으로 일측폐 마취가 반드시 필요한 수술에서 이중관 튜브나 기관지 차단기 튜브의 사용이 어려운 경우나 소아와 같이 성문이 좁은 환자에서 기관지 차단기로서 Fogarty 카테터는 일측폐 마취를 하는데 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각한다.

children. Korean J Anesthesiol 40: 824-828, 2001

참고문헌

- 1) Benumof JL and Alfery DD: Anesthesia for thoracic surgery. In: Anesthesia, 4th ed, Edited by Miller RD: New York, Churchill Livingstone, 1994, 1689-1690
- 2) Amar D, Desiderio DP, Heerdt PM, Kolker AC, Zhang H, Thaler HT: Practice patterns in choice of left double-lumen tube size for thoracic surgery. Anesth Analg 106:379-383, 2008
- 3) Garcia-Guasch R, Campos JH, Granell M, Pena JJ: Applications for bronchial blocker in thoracic surgery. Rev Esp Anesthesiol Reanim 54:547-555, 2007
- 4) Nam SH, Oh HK, Hong PH: One-lung anesthesia using Fogarty catheter. Korean J Anesthesiol 15: 340-347, 1982
- 5) Choi EM, Bang KS, Kim IS, Jung SW, Yoon YJ, Shin KM: One-lung ventilation using a Fogarty catheter in a patient with tracheostomy after pharyngectomy and laryngectomy. Korean J Anesthesiol 49: 111-113, 2005
- 6) Youn BY, Yang HK, Kim KY, Lee C, Lee SC, Ham BM, Kim KW: One-lung anesthesia of bronchoplasty using Fogarty catheter. Korean J Anesthesiol 21: 663-666, 1988
- 7) Kang YJ, Lim YG, Kim GH: One-lung ventilation in a pediatric patient. A case report. Korean J Anesthesiol 48:104-107, 2005
- 8) Belyamani L, Kabiri H, Kamili ND: Tracheal rupture after intubation with a right double lumen tube. Can J Anaesth 55:192-194, 2008
- 9) Benumof JL: Isoflurane anesthesia and arterial oxygenation during one-lung ventilation. Anesthesiology 64: 419-422, 1986
- 10) Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ: Clinical Anesthesiology, 4th ed, McGraw-Hill, 2006, 546
- 11) Cauldwell CB: Induction, maintenance, and emergence. In: Pediatric anesthesia, 3rd ed, edited by Gregory GA: New York, Churchill Livingstone. 1994, 234-235
- 12) Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK: Clinical Anesthesia, 5th ed, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2006, 831
- 13) Han SY, Chung YH, An TH, Yu BS: One-lung anesthetic experience for video-assisted thoracoscopic surgery in two