환아에서 마취 유도 후 발생한 무기폐

- 증례보고 -

경희대학교 의과대학 마취통증의학교실

윤 문 성 · 박 성 욱 · 신 옥 영

Atelectasis after the Induction of Anesthesia in a Healthy Child -A case report-

Moon Sung Yoon, M.D., Sung Wook Park, M.D., and Ok Young Shin, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, Kyunghee University, Seoul, Korea

Atelectasis or lung collapse is a relatively common complication following surgery in anesthetized patient with respiratory tract symptoms, but may rarely occur in normal healthy patients. Children differ from adult in terms of neck and airway anatomy and physiology. Thus, we should pay more attention to pediatric patients with respiratory tract symptoms. This report describes a healthy pediatric patient with no respiratory symptoms who developed left upper lobar collapse just after the induction of general anesthesia. (Korean J Anesthesiol 2005; 48: 194~7)

Key Words: anesthetic induction, atelectasis, pediatric patient.

호흡기계 증상이 있는 환자에서는 수술 중이나 수술 후에 폐합병증의 예방을 위한 수술 전 평가가 매우 중요하며 평가 결과에 따라 수술을 연기해야 하는 상황에 처할 수도 있다.¹⁾ 마취유도 시나 수술 중에는 흡입마취제 또는 정맥마취제의 영향으로 인한 심박출량의 감소, 근이완제의 사용 그리고 양와위로 야기되는 횡격막의 이동 등이 복합적으로 작용하여 호흡기계 부작용의 가능성은 증가하게 되고, 그 중에서도 무기폐의 발생이 가장 많이 보고되고 있다.²⁻⁴⁾ 특히 소아는 성인과는 다른 호흡기계의 해부학적 특성으로 인하여 기도 폐쇄가 잘 오게 된다. 또한 상기도 감염 증상이 있는 소아 환자의 마취 시에는 기도 점막이 쉽게 상처 받을 수 있고 부종이 있을 수 있으며 분비물의 양도 증가 될 수 있을 뿐 아니라 상기도 감염이 하부 기도로 전파될 수 있다. 상기도 감염 증상이 있는 소아 환자들은 전신마취 시 후두경련, 저산소증과 무기폐의 발생 위험이 높기 때문에 마취 및 수술이 취소되거나 적어도 3주 이상 연기가 필요하다.^{5,6)} 이런 이유로 소아 환자들은 마취 전 방문 시 철저한 이학적 검사와 검사소견의 고찰이 이루어져야 하고

기도의 이상 유무를 정확히 판단해야 한다.

저자들은 과거력이나 수술 전 검사 상 특이소견이 발견 되지 않은, 고막환기관 삽입술이 계획된 소아 환자에서 마취유도 후 발생한 무기폐를 경험하여 이를 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

증 례

신장 103 cm, 체중 15 kg인 5세 남아로 한 달 전부터 시작된 청력장애를 주소로 내원하여 아급성 중이염 진단 하에 고막환기관 삽입술을 받게 되었다. 과거력상 호흡기계 질환 등의 기왕력은 없었고 수술을 받은 과거력도 없었다. 이학적 검사에서 수포음이나 천명음도 없었고 수술 전 일반 혈액 검사, 생화학 검사, 소변 검사, 흉부 방사선 검사 및 심전도 검사상 이상 소견은 없었다.

수술 당일 환아의 불안을 감소시키기 위해 보호자가 수술실 입구까지 동행하였다. 수술실에서 마취전투약으로 atropine 0.15 mg을 정주하였고, 심전도 전극, 맥박 산소 포화도 측정기와 비침습적 혈압계를 환아에게 부착하였다. 마취유도를 위해 propofol 30 mg과 1% lidocaine 10 mg을 정주하였다. 환아의 의식소실을 확인한 후 근이완을 위해 rocuronium 15 mg을 정주한 뒤 O₂ 5 L/min와 desflurane 6 vol%를 흡입시키면서 용수호흡을 시행하였다. 환아의 근이완이

논문접수일 : 2004년 8월 20일

책임저자 : 신옥영, 서울시 동대문구 회기동 1번지

경희의료원 마취통증의학과, 우편번호: 130-702

Tel: 02-958-8597, Fax: 02-958-8580

E-mail: oys47@yahoo.co.kr

Fig. 1. Chest AP view in operation room shows a left upper lobe atelectasis with mediastinal shifting to left.

충분한지 확인하고 내경 4.5 mm의 튜브로 기관내 삽관을 시행하였다. 후두경술과 튜브의 삽관을 시행하는 과정에서 기도흡인의 증거는 없었으며, 삽관 후 청진상 양측 폐에서 호흡음이 균일하게 들리는 것을 확인하고 튜브를 환아에게 고정한 후 재차 호흡음을 청진하여 튜브의 위치를 확인하였다.

마취유지를 위해 desflurane 4 vol%, N₂O와 O₂를 각각 2 L/min로 투여하였으며 용수호흡에서 마취기를 통한 기계호흡으로 전환하였는데 그 순간 환아의 좌측 흉곽의 움직임이 현저히 감소되어 있는 것이 발견되었고 이에 청진을 시행한 결과 호흡음도 감소되어 있었다. 즉시 O₂ 4 L/min와 desflurane 4 vol%만을 투여하면서 양압 환기를 포함한 용수호흡을 시행하였으며, 기도내 분비물에 의한 증상으로 추정하고 기관내 흡인을 하였으나 소량의 분비물만 흡인되었다. 그러나 환아는 좌측 흉곽의 움직임이 감소되어 있고 호흡음이 감소한 증상은 호전을 보이지 않았으며 활력 징후는 변화 없이 정상치를 보이고 맥박 산소 포화도 역시 98% 이상 유지되었다.

이후 시행한 간헐적인 튜브내 흡인과 양압 환기에도 불구하고 흉곽의 움직임과 호흡음의 개선이 보이지 않아 흉부 방사선 검사를 시행하였다. 흉부 방사선 사진상 좌상엽에 무기폐가 발생되었고 종격동이 좌측으로 이동된 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1).

이에 이비인후과 의사와 상의하여 수술을 연기하고 환아를 각성시키기로 하였다. 각성시키는 과정에서 환아의 좌측 흉곽을 두드리면서 흡인을 반복하고 양압 호흡을 시행하였

Fig. 2. Chest PA view after recovery shows an improved left upper lobe atelectasis and disappeared mediastinal shifting.

다. 마취유도 후 약 10분 정도가 지나 환아를 각성시키는 과정에서 점차 좌측 흉곽의 움직임과 호흡음의 개선을 나타내어 흡인과 양압 호흡을 반복적으로 시행하였다. 양측 흉곽의 움직임과 청진상 양측 폐의 호흡음이 균등해진 뒤, pyridostigmine 4 mg과 atropine 0.3 mg을 정주하여 근이완을 역전시키고 자발 호흡이 충분히 돌아온 후 발관을 시행하였다.

환아는 각성 후에 호흡기계 증상을 보이지 않았으며 그 후 소아과에 자문을 의뢰하여 항생제 치료와 보조요법을 받았고 6시간이 지난 후 촬영한 흉부 방사선 사진에서 무기폐는 사라지고 다른 병변 소견도 관찰되지 않았다(Fig. 2). 환아는 한 달 후 수술 계획을 잡은 뒤 통원치료를 하기로 하고 2일째 퇴원하였다. 퇴원 후 환아는 특별한 처치 없이 정상적으로 지냈고 한 달 뒤에 계획대로 수술을 하였으며 당시 호흡기계 이상 증상이나 마취나 수술에 관련된 이상은 보이지 않았다.

고 찰

컴퓨터 단층 촬영으로 확인한 바에 의하면 전신마취 중에는 정맥마취제나 흡입마취제의 사용과 근이완제의 사용여부에 관계없이 환자의 90%에서 무기폐가 발생하고, 무기폐는 마취 중 일어나는 부적절한 가스교환의 주요한 원인이 된다.²⁾ Hedenstierna는³⁾ 계획된 수술시에도 3-4%에서, 응급수술인 경우 20% 이상의 환자에서 수술 후 폐합병증을 보고하였고 Ding과 White는⁴⁾ 건강한 외래환자에서 마취유

도 후 폐합병증을 경험하였다. Gunnarsson 등은⁷⁾ 건강한 성인 환자에서 전신마취 중 발생하는 무기폐는 흡연력과 성별의 영향을 크게 받지 않고 연령이 증가한다고 해서 무기폐의 발생이 증가하는 것은 아니라고 보고하였다. 마취유도나 회복 시 출혈 등에 의한 무기폐의 발생은 비교적 빈번하나 마취유도 시 기도내 분비물에 의한 무기폐나 폐허탈은 드물게 보고되고 있고⁸⁾ 분비물에 의한 무기폐가 발생한 환자의 대부분은 호흡기계 증상이 있었다.⁹⁾ 그러나 건강한 폐를 가진 경우에도 기관내 분비물에 의한 폐허탈이 보고된 바 있다.¹⁰⁾

소아는 낮은 정적 탄성압, 낮은 탄성되됨으로 인한 소기도 허탈의 용이성, 높은 폐쇄용적, 그리고 성인보다 낮은 절대적인 기도직경 등 청장년의 폐기도계와는 다른 특징을 가진다.^{5,6)} 뿐만 아니라 호흡기계 감염의 빈도가 높고, 호흡기계 감염이 발생한 후 6주 이내에 전신마취를 시행할 경우 기도폐쇄, 후두경련, 반사성 기관지협착, 기도내 분비물 증가 그리고 무기폐 등의 호흡기계 부작용이 발생하기 쉽다.¹¹⁾

Tait와 Knight는¹²⁾ 신생아에서 20세 이하의 환자들을 대상으로 한 후향적 연구를 통해 상기도 감염이 있는 환자들의 경우, 수술 전 호흡기계 증상 정도나 기관내 삽관 여부에 관계없이 수술 중 호흡기계 부작용의 발생 빈도는 상기도 감염이 없는 환자들과 비슷하다고 보고하였다. Levy 등도¹³⁾ 고막절개술을 시행받는 소아 환자를 대상으로 한 연구에서 상기도 감염이 있었던 소아 환자와 상기도 감염이 없었던 소아 환자 사이에 수술 중 호흡기계 부작용의 발생 빈도의 차이는 없었고, 다만 저산소증을 보이는 경우는 전자에서 많이 발견되었다고 하였다. 또한 Rolf와 Cote는¹⁴⁾ 상기도 감염 증상이 있는 소아 환자들은 상기도 감염 증상이 없는 소아 환자들과 비교하여 후두경련이나 산소포화도의 감소 등, 호흡기계 관련 증상에서 차이가 없었다고 주장하고 있다. 이는 호흡기계 증상이 있는 소아 환자의 전신마취가 그렇지 않은 소아 환자의 전신마취와 차이가 없는 것이 아니라, 건강하고 호흡기계 증상이 없는 소아 환자라 할지라도 전신마취 중에는 호흡기계 부작용이 충분히 발생할 수 있고 호흡기계 증상이 없었다고 안심하거나 호흡기계 감시를 소홀히 해서는 안된다는 점을 보여준다.

전신마취 중에 발생하는 무기폐의 원인으로는 기도내 이물, 혈액응고물, 기관내 분비물 등의 흡인과 일측 폐환기, 기관내 과도한 흡인에 의한 음압의 형성, 그리고 부교감신경계의 상대적 우세에 의한 폐허탈을 들 수 있다. 또한 환기가 저하된 상태에서 100% 산소의 투입으로 인한 denitrogenation도 폐포 내 총 공기량이 감소하여 무기폐를 더 조장할 수 있다고 한다.¹⁵⁾ Lee 등은¹⁶⁾ 반사성 후두경련으로 광범위한 폐허탈을 경험하였고, Hong은¹⁷⁾ 기도내 점액성 분비물

에 의한 무기폐를 경험하였으며 이는 소아 환자의 전신마취 중 발생하는 무기폐의 가장 흔한 원인이 된다고 주장하였다.

저자들이 환아의 무기폐가 발생한 원인을 정확히 밝혀낼 수는 없었으나 본 증례에서 추정할 수 있는 요소들은 다음과 같다. 우선 폐 허탈이 좌상엽에 국한되어 발생한 것으로 보아 부교감신경계의 상대적 우세에 의한 폐 허탈은 제외될 수 있다. 다음으로 일측 폐 환기의 가능성을 들 수 있으나 이는 기관내 삽관 후 청진으로 올바른 위치를 확인하였고 튜브를 고정된 후에도 재확인했을 뿐 아니라 무기폐가 발생한 후 촬영한 흉부 X-선 사진에서도 튜브의 위치는 적절하였기 때문에 일측 폐 환기는 배제할 수 있다고 생각된다. 본 환아의 무기폐가 발생한 원인을 점액성 분비물에 의한 것이라고 가정한다면, 마취 전처치가 전신마취유도 직전에 행해짐으로 인해 기관내 삽관에 의한 기도 분비물의 생식억제가 효과적으로 이루어지지 않았기 때문일 것이다. 또한 증례에서 마취기를 작동시키고 일회의 기계호흡이 이루어진 직후부터 환아의 좌측 흉곽의 움직임과 호흡음이 감소되었는데, 이는 마취기와 관련된 환기회로의 역학적인 요인도 무기폐의 발생에 기여한 것으로 추정할 수 있으리라 사료된다. Lyons 등은¹⁸⁾ 부모의 흡연을 포함한 간접흡연도 전신마취를 시행하는 소아 환자의 호흡기계 부작용의 원인이 될 수 있다고 하였고 이 경우 수술 중보다 각성 후 회복실에서의 호흡기계 합병증에 더 큰 영향을 준다고 주장하였다. 본 증례에서 환아의 부모는 흡연력이 없었고 환아는 회복 후 특이한 호흡기계 증상을 보이지는 않았으나, 전신마취를 하게 되는 소아 환자들의 경우 간접흡연의 영향을 받을 수 있음을 간과해서는 안 될 것이다.

전신마취 중 발생할 수 있는 호흡기계 부작용은 무엇보다 예방이 중요하다. 경미한 호흡기계 증상이 있거나 최근에 상기도 감염을 앓은 기왕력이 있는 소아 환자를 대면했을 경우, 담당 마취과 의사는 수술을 진행해도 될지 아니면 연기해야 할지 결정해야 하는 상황에 직면하게 되는데, 실제로 소아 환자들이 경미한 호흡기계 증상을 가지고 있더라도 이를 발견하기란 쉬운 일이 아니며 수술실에 들어오기 전 걱정과 불안으로 인해 울게 되는 소아 환자들의 경우는 더욱이 그러하다. 이로 인해 마취과 의사는 빈번하게 텔레마에 빠지고 만다.¹⁹⁾ 그럼에도 불구하고 Rolf와 Cote는¹⁴⁾ 경미한 상기도 감염이 있는 소아 환자들의 경우 수술 중 폐 합병증이 발생하더라도 후유증이 없고 치료가 쉽기 때문에 비교적 안전한 마취가 가능하다고 하였다. 이러한 경우에는 보다 세심하고 엄격한 감시가 필요한 것은 당연하다. Rusca 등은²⁰⁾ 전신마취유도 중 호기말 양압환기를 적용하면 무기폐의 발생을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 산소화를 증진시켜 기관내 삽관 전에 탈산소화나 저산소증에 대한 안전영역을

크게 해줄 수 있다고 하였다. Rothen 등은²¹⁾ 마취유도 시 산소농도를 100%로 적용시켰을 때와 비교하여 산소농도를 30%로 낮게 적용시켰을 때 동맥혈 산소분압에 영향을 주지 않으면서 무기폐의 발생정도가 적었음을 확인하였다. 또한 무기폐의 가장 흔한 원인이 기도내 점액성 분비물임을 감안한다면 마취 전처치도 무기폐의 예방에 큰 비중을 차지한다고 볼 수 있다.

이러한 예방법에도 불구하고 마취유도나 마취 중에 무기폐가 발행한다면, 가능한 신속하게 원인을 찾아야 필요한 조치와 치료를 하고 치료에 필요한 수기 등을 숙지해야 한다. 호기말양압이나 지속적 양압기도압을 적용시키면 전신마취 중 허탈된 폐포의 확장을 돕게 되고 무기폐의 치료에 도움이 된다.²²⁾ 마취 중 발생한 무기폐의 원인이 기관내 분비물이라 판단되어 기관내 흡인을 시행할 경우에는 흡인 카테테르의 직경이 기관내 튜브 내경의 반 이하의 것을 사용하고 흡인시간도 20초 이내로 제한해야만 수기로 인한 무기폐나 폐허탈의 진행을 막을 수 있다.¹⁵⁾

결론적으로 상기도 감염 등의 호흡기계 증상이 없는 소아 환자라도 무기폐를 포함한 호흡기계 부작용은 발생할 수 있으며, 철저한 환자감시로 조기발견과 조기치료가 이루어져야 하겠다.

참 고 문 헌

1. Kil HK, Kim JI, Roh JH, Chung JW, Lee JH: Pulmonary lobar collapse after the induction of anesthesia. *Korean J Anesthesiol* 2003; 45: 415-8.
2. Hedenstierna G, Rothen HU: Atelectasis formation during anesthesia: causes and measures to prevent it. *J Clin Monit Comput* 2000; 16: 329-35.
3. Hedenstierna G: Alveolar collapse and closure of airways: regular effect of anesthesia. *Clin Physiol Funct Imaging* 2003; 23: 123-9.
4. Ding Y, White PF: Lung collapse after induction of anesthesia in healthy outpatient. *Anesthesiology* 1994; 80: 689-90.
5. Morgan, Jr GE, Mikhail MS, Murray MJ, Larson, Jr CP: *Clinical anesthesiology*. 3rd ed. New York, The McGraw-Hill. 2002, pp 849-63.
6. The Korean Society of Anesthesiologists: *Anesthesia*. Seoul, Koonja Publishing Inc. 2002, pp 1931-5.
7. Gunnarsson L, Tokics L, Gustavsson H, Hedenstierna G: Influence of age on atelectasis formation and gas exchange impairment during general anesthesia. *Br J Anaesth* 1991; 66: 423-32.
8. Skouteris CA, Mylonas AI, Galanaki EJ, Algelopoulos AP: Acute bronchial obstruction after nasotracheal intubation: Report of a case. *J Oral Maxillofac Surg* 2002; 60: 1188-92.
9. Cho HK, Oh SC, Park SR, Shin YS, Yoon SH, Lee JU: Atelectasis and ventricular tachycardia after induction of anesthesia. *Korean J Anesthesiol* 1995; 28: 594-7.
10. Seifert RD, Starsnic M, Zwillenberg D: Acute obstruction of the left mainstem bronchus following an attempted nasotracheal intubation: an unusual case report. *Anesthesiology* 1985; 62: 799-800.
11. Van der Walt J: Anaesthesia in children with viral respiratory tract infection. *Paediatr Anaesth* 1995; 5: 257-62.
12. Tait AR, Knight PR: Intraoperative respiratory complications in patients with upper respiratory tract infections. *Can J Anaesth* 1987; 34: 300-3.
13. Levy L, Pandit UA, Randel GI, Lewis IH, Tait AR: Upper respiratory tract infections and general anaesthesia in children. *Anaesthesia* 1992; 47: 678-82.
14. Rolf N, Cote CJ: Frequency and severity of desaturation events during general anesthesia in children with and without upper respiratory infections. *J Clin Anesth* 1992; 4: 200-3.
15. Lee SM, Oh YS, Yum KW: Acute massive lung collapse after endotracheal intubation during induction. *Korean J Anesth* 1989; 22: 585-9.
16. Lee SC, Lin YS, Lin KJ, Wang MH: Reflex bronchospasm-induced acute massive pulmonary collapse: case report. *Anesth Prog* 1988; 35: 244-6.
17. Hong ND: Bronchial obstruction by mucoid impaction-a frequent cause of atelectasis: case report. *Z Erkr Atmungsorgane* 1978; 150: 71-5.
18. Lyons B, Frizelle H, Kirby F, Casey W: The effect of passive smoking on the incidence of airway complications in children undergoing general anaesthesia. *Anaesthesia* 1996; 51: 324-6.
19. Martin LD: Anesthetic implications of an upper respiratory infection in children. *Pediatr Clin North Am* 1994; 41: 121-30.
20. Rusca M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Hedenstierna G, Spahn DR, et al: Prevention of atelectasis formation during induction of general anesthesia. *Anesth Analg* 2003; 97: 1835-9.
21. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Reber A, Hedenstierna G: Prevention of atelectasis during general anaesthesia. *Lancet* 1995; 345: 1387-91.
22. Tusman G, Bohm SH, Tempura A, Melkun F, Garcia E, Turchetto E, et al: Effect of recruitment maneuver on atelectasis in anesthetized children. *Anesthesiology* 2003; 98: 14-22.