

## 꼭지돌기절제술 시 Epinephrine 국소 침윤에 의한 급성 폐부종 — 증례보고 —

아주대학교 의과대학 마취통증의학교실, \*가천의과대학교 길병원 마취통증의학교실

장영진\* · 민상기 · 유지영 · 김종엽

### Acute pulmonary edema after local infiltration of epinephrine during mastoidectomy — A case report —

Young Jin Chang\*, Sang Kee Min, Ji Young Yoo, and Jong Yeop Kim

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Ajou University School of Medicine, Suwon,  
\*Gil Medical Center, Gachon University of Medicine and Science, Incheon, Korea

A mixture of local anesthetic and epinephrine provides hemostasis for ear microsurgery. However, epinephrine has adverse cardiovascular effects, such as arrhythmia, pulmonary edema, and even cardiac arrest. We have experienced catecholamine-induced cardiovascular crisis, with severe hypertension, tachycardia, and acute pulmonary edema, after subcutaneous infiltration with a 2% lidocaine and 1 : 200,000 epinephrine solution. The patient recovered without any apparent sequelae after intensive care, including diuretics, steroids, and nitroglycerin for the hypertension and pulmonary edema, and a vasopressor for the subsequent hypotension. (Korean J Anesthesiol 2009; 56: 462~5)

**Key Words:** Epinephrine, Mastoidectomy, Pulmonary edema.

Epinephrine은 국소 출혈을 줄이고 수술 시야를 좋게 하기 위하여 국소 침윤하거나 출혈 부위에 도포하는 방법 등으로 여러 수술에서 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 epinephrine은 심계항진, 두통, 빈맥, 창백, 불안 등을 유발할 수 있으며, 허용범위 이상의 용량이 부적절하게 정주되어 흡수된다면 뇌출혈이나 심실 부정맥, 폐부종, 그리고 심정지까지도 일으킬 수 있다. 안전한 용량의 epinephrine을 국소 침윤한 경우에도 종종 고혈압, 심실성 부정맥, 급성 폐부종, 심정지가 발생할 수 있다는 보고가 있다[1-3]. 저자들은 심혈관질환과 폐질환의 과거력이 없는 건강한 환자에서 꼭지돌기절제술(mastoidectomy)시 국소 침윤한 epinephrine이 급성 폐부종을 일으킨 예를 경험하였기에 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

### 증례

만성중이염을 진단받은 15세, 체중 53 kg, 키 168 cm의 남자 환자가 꼭지돌기절제술과 고실성형술을 위해 입원하였다. 과거력에서 특이 사항은 없었으며 수술 전 흉부방사선 검사(Fig. 1)와 심전도 검사는 정상 소견이었으며 술 전 기본 검사실 검사도 모두 정상이었다. 마취전 투약으로 glycopyrrolate 0.2 mg과 midazolam 3 mg을 수술 30분 전에 근주하였다. 수술실 도착 후 심전도, 비침습적 자동혈압 측정기, 산소포화도 감시 장치를 부착하였다. 수술실 입실 후 혈압은 110/80 mmHg, 산소포화도는 99%였으며 심전도에서는 정상 소견을 보였다.

마취유도는 propofol 1.5 mg/kg, rocuronium 0.8 mg/kg, alfentanil 10 µg/kg, lidocaine 1 mg/kg을 정주한 후에 기관내경 7.0 mm 튜브를 기관내 거치하였고 청진과 호기말 이산화탄소 곡선으로 튜브의 위치를 확인하였다. 마취유지는 O<sub>2</sub> 1.5 L/min, N<sub>2</sub>O 1.5 L/min, sevoflurane 2.0–2.5 vol%로 하였으며, 일회호흡량 420 ml와 호흡수 12회/분으로 조절호흡을 시행하여 호기말 이산화탄소 분압을 30–35 mmHg 정도로 유지하였다. 수술을 준비하는 동안 수축기 혈압은 100–120 mmHg,

Received: September 11, 2008.

Accepted: November 28, 2008.

Corresponding author: Jong Yeop Kim, M.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Ajou University School of Medicine, San 5, Woncheon-dong, Yeongtong-gu, Suwon 442-721, Korea. Tel: 82-31-219-5574, Fax: 82-31-219-5579, E-mail: kjeop@ajou.ac.kr

Copyright © Korean Society of Anesthesiologists, 2009



Fig. 1. Chest PA taken preoperatively. It shows normal finding.



Fig. 2. Chest AP taken in the operating room. It shows hazy density at both lungs.

심박수는 90-100회/분, 산소포화도는 100%로 유지되었다. 마취유도 20분 후 1 : 200,000 epinephrine이 함유된 2% lidocaine 5 ml를 꼭지돌기 주위에 국소 침윤한 후에 심박수가 분당 160회 이상으로 갑자기 상승하였고, 혈압은 270/150 mmHg로 측정되었다. 이후 심전도에서 ST분절의 상승과 T파의 역전 소견이 보였으며 산소포화도가 90% 이하로 감소되는 소견을 보여, N<sub>2</sub>O를 중지하고 100% O<sub>2</sub>로 용수환기 하면서 산소포화도가 96%까지 증가하였고, 이 때 시행한 동맥혈가스 검사에서 pH 7.441, pCO<sub>2</sub> 29.4 mmHg, pO<sub>2</sub> 297.8 mmHg, Sat 97%로 측정되었다. 계속 100% O<sub>2</sub>로 용수 환기를 하면서 양측 폐의 호흡음을 청진하였더니 수포음이 청진되었고, 기관내 튜브를 통하여 분비물이 흘러나와 기관내 흡인을 하니 폐부종이 의심되는 거품이 많은 분홍색의 물 같은 분비물이 대량 흡인되었다. 급성 폐부종과 심근 경색 의심 하에 nitroglycerine 0.1 µg/kg/min을 지속정주하고 hydrocortison 100 mg과 furosemide 5 mg, esmolol 20 mg을 정주하였고, 흉부방사선 검사(Fig. 2)와 심장 효소 검사, 심전도 검사를 시행하였다. 처치 약 10분 후 수축기 혈압이 100-120 mmHg, 산소포화도 95%이상, 심박수는 120회 정도로 안정화되는 양상을 보였다. 100% 산소로 용수 환기를 하며 간헐적으로 기관내 흡인을 반복하던 중 15분 후 혈압이 80/50 mmHg, 심박수가 90 회/분 정도 되는 소견 보여 nitroglycerin 투여를 중단하고 phenylephrine 100 mg을 정주하였고, 혈압의 변화 없어 추가로 phenylephrine 100 mg을 정주하였다. 이후 수축기 혈압이 100-110 mmHg로 안정화되었고 산소포화도는 100%로 유지되었다. 다시 시행한 동맥혈

가스 검사에서 pH 7.407, pCO<sub>2</sub> 32.5 mmHg, pO<sub>2</sub> 515.3 mmHg, Sat 100%로 측정되었고, lactate dehydrogenase (LDH), creatinine phosphokinase (CPK), creatine kinase-MB (CK-MB), Troponin I를 포함하는 심장 효소 검사는 모두 정상 범위에 있었고, 흉부방사선 검사에서는 양측성 폐부종 소견을 보였다. Pyridostigmine 10 mg과 glycopyrrolate 0.4 mg으로 근육 이완을 역전시켰으며 마취유도 2시간 10분 후에 의식과 자발 호흡이 회복되어 기관내 튜브를 발관하고 중환자실로 옮겼다. 수술실에서의 수액 투여량은 Ringer's lactate 수액 300 ml, hydroxyethyl starch (Voluven®, Fresenius Kabi, Bad Homburg, Germany) 200 ml였고 소변량은 190ml였다.

중환자실에서 반과울러 자세로 100% 산소 5 L/min을 마스크를 통해 투여하며 환자의 환기를 도와주었으며, 이 때의 혈압은 130/70mmHg, 심박수 70회/분이었고, 산소포화도는 100%로 유지되었다. 동맥혈가스 검사에서는 pH 7.492, pCO<sub>2</sub> 30.1 mmHg, pO<sub>2</sub> 128.4 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 23.2 mmol/L, Sat 99.2%의 결과를 보였다. 심전도는 II, III aVF에서 ST분절의 상승과 T파의 역전 소견이 지속되었고, 심근 효소 검사에서 CK-MB 12.35 ng/ml, Troponin I 4.36 ng/ml로 증가된 소견을 보여 심장 초음파 검사와 핵의학영상 검사를 실시하였지만 이상 소견은 관찰되지 않았다. 중환자실 입실 2일 후에 심전도 검사에서 정상 소견을 보이며 흉부방사선 검사에서도 정상 소견(Fig. 3)을 보이고 환자의 증상과 이학적 검사에서 특이 사항 없어 일반 병실로 옮겼으며 5일 뒤 후유증 없이 퇴원하였다.

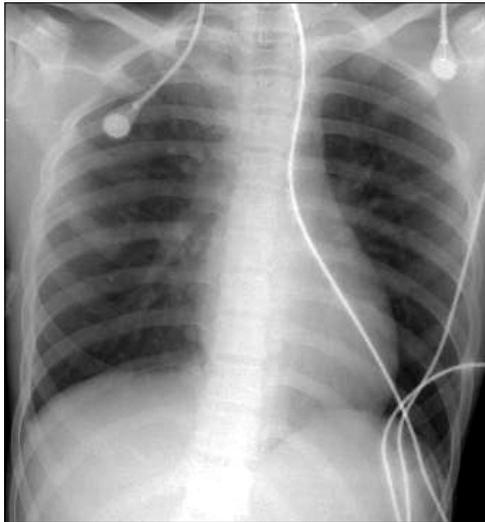


Fig. 3. Chest AP taken in the ICU. It shows normal findings.

고 찰

수술기 폐부종의 원인으로는 수액의 과부하가 가장 흔하며 그 외에 급성 심부전, 저알부민혈증, 폐혈증, 중증의 외상, 기도 폐쇄 등이 있다. 본 증례에서는 술 전 검사에서 감염이나 패혈증의 증거가 없고, 심장질환, 간질환, 신질환의 과거력이 없었으며, 마취유도 중 기도 폐쇄의 양상이 없었다. 또한 마취유도 후 수액의 과부하가 없었으며, 마취유도 20분 후에 epinephrine을 국소 침윤한 후 심한 고혈압과 빈맥, 심전도 이상을 보이며 폐부종이 발생한 것으로 미루어 보아 epinephrine에 의해 폐부종이 유발된 것으로 생각된다.

본 증례와 같이 소량의 epinephrine의 국소 침윤으로 인하여 심혈관계 부작용과 급성 폐부종이 발생한 몇몇의 보고들이 있다. Wanamaker 등은[1] 고실성형술을 시행받는 환자에서 1 : 100,000 epinephrine이 혼합된 1% lidocaine 3 ml를 피하 주사 하였는데, 심한 고혈압과 빈맥이 발생한 후 심실성빈맥과 심실세동으로 발전하여 심장율동전환(cardioversion)이 필요한 증례를 보고한 바 있다. Kim 등은[3] 편도절제술을 시행받는 환자에서 1 : 200,000 epinephrine이 함유된 2% lidocaine 5 ml를 국소 침윤하였는데, 심실 조기수축과 폐부종이 발생하여 집중 치료로 후유증 없이 회복된 예를 보고하였다. 본 증례에서는 1 : 200,000 epinephrine이 함유된 2% lidocaine 5 ml를 국소 침윤하였는데, 편도 부위에 비해 꼭지 돌기 부위는 혈관 조직이 풍부하지 못하고, 말초 혈관에서 내인성 혈관수축 작용이 있는 epinephrine의 특징을 고려하면 혈관으로 직접 흡수되는 양은 미미했을 것으로 생각된

다[4]. 또한 사용된 epinephrine의 용량은 25  $\mu$ g으로 만약에 빠르게 흡수되었을지라도 전신적인 부작용, 급성 폐부종이 나타나거나 심혈관계에 영향을 미칠 정도의 양은 아니었을 것이라고 생각한다. Epinephrine의 허용 용량은 피하 주사시 성인에서 최고치료량이 0.5-1 mg, 최소치사량이 4 mg, 최대허용량이 7-8 mg으로 알려져 있기 때문이다[5]. 특히 lidocaine을 epinephrine과 같이 사용할 경우에는 lidocaine의 epinephrine에 대한 보호 효과 때문에 epinephrine 사용의 최대 안전 용량이 증가될 수 있고[6], 본 증례에서 사용한 흡입 마취제인 sevoflurane은 epinephrine의 심근감수성을 증가시키지 않는다. 소량의 epinephrine이 심전도 이상을 일으키고 급성 폐부종을 일으킨 원인으로 두 가지를 추측해 볼 수 있다. 먼저 투여된 epinephrine이 환자의 체내에서 과감작 현상을 유발했을 가능성인데, Carter 등은[7] epinephrine을 피하 주사하고 배출된 epinephrine과 대사산물의 양을 측정하였는데, 예상치보다 2배 이상 검출되었다고 보고하며, 외부에서 투여된 카테콜라민이 내인성 카테콜라민의 과감작을 유발할 수 있음을 언급하였다. 한편, Woldorf와 Pastore는[2] 국소 침윤한 소량의 epinephrine이 급성 폐부종을 일으킨 예를 보고하면서, 흡수된 epinephrine이 좌심실 유순도를 급격하게 감소시키고, 이에 따른 좌심실압력의 상승과 폐모세혈관압(pulmonary capillary pressure)의 과도한 증가가 급성 폐부종을 유발하였다고 설명하였다.

Epinephrine에 의한 폐부종은 여러 요인에 의해 야기되고 영향을 받을 수 있다. 먼저 말초 혈관 저항의 증가와 빈맥과 심장의 이완기 충전 시간의 감소로 인해 발생할 수 있는 심부전의 영향으로 폐혈관의 압력이 증가할 수 있다. 좌심방압의 증가로 인하여 폐동맥압이 상승할 수 있으며, 결국에는 폐모세혈관계의 교질삼투압과 정수압 사이의 균형이 파괴될 수 있다. 또한, 혈관수축제에 매우 민감한 말초 혈관의 저항이 증가하여 혈관수축제에 덜 민감한 폐혈관 쪽으로 혈액이 이동할 수 있으며[8], 결과적으로는 폐모세혈관의 투과성이 증가되어 폐부종이 발생할 수 있다. 본 증례에서는 고혈압 치료를 위하여 esmolol을 투여하였는데 epinephrine과 같은 혈관수축제에 의한 증중 고혈압의 치료에 베타 아드레날린 수용체 길항제의 사용은 주의를 요한다. 혈관수축제에 의해 증가된 전신혈관저항은 심박출에 대한 저항과 좌심실 확장기말 용적과 압력을 증가시키는데 이때 베타 아드레날린 수용체 길항제를 투여하면 심박출량을 유지시키는 보상기전, 즉 심박수와 심근 수축력의 증가를 억제시키기 때문이다[9]. 그러므로 혈관수축제에 의하여 심전도 변화나 폐부종을 동반할 수 있는 증중 고혈압이 발생한 경우에는 칼슘통로차단제나 베타 아드레날린 수용체 길항제보다는 직접 혈관확장제나 알파 아드레날린 수용체 길항제가 추천된다[10]. 또한 알파 아드레날린 수용체 작용제

에 의한 고혈압 치료에 베타 아드레날린 수용체 길항제를 사용하였다면 일반적인 치료 이외에도 심근 수축력 회복을 위해 glucagon 투여를 고려할 수 있다.

Epinephrine 투여로 발생한 급성 폐부종은 급성 폐부종기, 저혈압기, 회복기의 경과를 보인다[2]. 저혈압기의 원인은 폐간질내에 체액의 집중으로 인한 상대적인 저혈량증상과 이뇨제 사용으로 인한 저혈량 상태의 진행 및 저산소성 허혈로 인한 심장의 보상적 수축 부전이다. 저혈압기의 보상을 위해서는 수액 투여 보다는 혈관수축제의 사용이 더 안전한 것으로 알려져 있다. 본 증례에서도 폐부종이 나타나고 저혈압이 발생하였는데 혈관수축제인 phenylephrine 투여로 혈압을 안정화시킬 수가 있었다.

Murakawa 등은[11] epinephrine 국소 침윤에 의해 심전도에서 ST분절의 상승과 폐부종이 발생하여 nitroglycerin과 집중 치료로 호전되었다고 하였으며, 심혈관계 부전을 예방하기 위해서는 심장기능을 유지시키고 후부하를 감소시키는 것이 중요하다고 보고하였다. 본 증례에서도 심전도에서 심근 경색을 의심할 만한 변화와 심장 효소의 증가가 관찰되었는데, nitroglycerin 투여로 호전되었으며 이후 시행한 심장 초음파 검사와 핵의학영상 검사에서 정상 소견을 보였다.

결론적으로, 일반적인 안전 용량 범위 내의 epinephrine을 국소 침윤 하였을 경우에도 비록 드문 경우이긴 하지만 과량의 epinephrine을 정맥 주사한 경우와 같이 중증 고혈압과 부정맥, 폐부종이 발생할 수 있으므로 환자의 민감성 증가와 카테콜라민 과감작에 대해서 염두해야 하며, 합병증 발생시 이에 대한 치료로 칼슘통로차단제나 베타 아드레날린 수용체 길항제보다 직접 혈관확장제나 알파 아드레날린 수용체 길항제의 사용을 우선적으로 고려해야 할 것이다.

## REFERENCES

1. Wanamaker HH, Arandia HY, Wanamaker HH. Epinephrine hypersensitivity-induced cardiovascular crisis in otologic surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1994; 111: 841-4.
2. Woldorf NM, Pastore PN. Extreme epinephrine sensitivity with a general anesthesia. *Arch Otolaryngol* 1972; 96: 272-7.
3. Kim JY, Choi SR, Lee SC, Chung CJ. Acute pulmonary edema due to local epinephrine injection during tonsillectomy: a case report. *Korean J Anesthesiol* 2004; 47: 890-3.
4. Rooke NT, Milne B. Acute pulmonary edema after regional anesthesia with lidocaine and epinephrine in a patient with chronic renal failure. *Anesth Analg* 1984; 63: 363-4.
5. Freedman BJ. Accidental adrenaline overdosage and its treatment with piperoxan. *Lancet* 1955; 269: 575-8.
6. Horrigan RW, Eger EI, Wilson C. Epinephrine-induced arrhythmias during enflurane anesthesia in man: a nonlinear dose-response relationship and dose-dependent protection from lidocaine. *Anesth Analg* 1978; 57: 547-50.
7. Carter BT, Westfall VK, Heironimus TW, Atuk NO. Severe reaction to accidental subcutaneous administration of large doses of epinephrine. *Anesth Analg* 1971; 50: 175-8.
8. Ersoz N, Finestone SC. Adrenaline-induced pulmonary oedema and its treatment. A report of two cases. *Br J Anaesth* 1971; 43: 709-12.
9. Shanks RG. Clinical pharmacology of vasodilatory beta-blocking drug. *Am Heart J* 1991; 121: 1006-11.
10. Groudine SB, Hollinger I, Jones J, DeBuono BA. New York State guideline on the topical use of phenylephrine in the operating room. The Phenylephrine Advisory Committee. *Anesthesiology* 2000; 92: 859-64.
11. Murakawa T, Koh H, Tsubo T, Ishihara H, Matsuki A. Two cases of circulatory failure after local infiltration of epinephrine during tonsillectomy. *Masui* 1998; 47: 955-62.