양측 경피적 신결석술 후 발생한 급성 폐부종

- 증례보고 -

경북대학교 의과대학 마취통증의학교실

김 지 안 · 광 경 화

Acute Pulmonary Edema after Simultaneous Bilateral Percutaneous Nephrolithotomy - A case report -

Jee Ahn Kim, M.D., and Kyung Hwa Kwak, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Percutaneous nephrolithotomy (PCNL) is currently the procedure of choice for the removal of large and complex renal calculi. With recent developments in percutaneous access technique and in equipment for the disintegration of calculi, simultaneous bilateral PCNL has become safe. However the complications include hemorrhage, extravasation and absorption of large volumes of irrigation fluid, fever, infection, colonic perforation and pneumothorax. A 46-year-old, 59 kg, female patient in our care developed acute pulmonary edema after simultaneous bilateral PCNL under general anesthesia. The preoperative chest X-ray was normal. The patient recovered following 36 hours of intensive treatment involving fluid restriction, diuretics, sedation and continuous airway pressure ventilation. (*Korean J Anesthesiol* 2007; 53: 270~3)

Key Words: bilateral percutaneous nephrolithotomy, pulmonary edema.

경피적 신결석술은 관혈적 수술에 비해 재원기간이 짧고, 피부절개가 적어 술 후 통증이 경미하며, 합병증이 적으며, 빠른 회복과 반복시행이 가능한 장점이 있어 상부 요석의 치료로 사용되고 있다. 부피가 큰 신석이 양측으로 있을 경우 과거에는 경피적 신결석술을 나누어 시행하였으나, 최근 양측 경피적 신결석술의 동시 시행의 안정성에 대한 보고와¹⁾ 신속한 결과 및 비용절감의 효과로 양측 시술이 증가되고 있다. 그러나 출혈, 관류액의 유출과 흡수, 경도의 발열 등의 흔한 합병증과 대장 천공, 장폐색 및 수흉, 기흉 등 치명적인 합병증을 동반할 수 있다.^{2,3)} 저자들은 양측 신결석을 진단받고 전신마취 하에 양측 경피적 신결석술 시행 후 발생한 폐부종 사례를 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다.

증 례

체중 59 kg, 신장 147 cm인 46세 여자 환자가 양측 신 결

석을 진단 받고 양측 경피적 신루 및 좌측 요관 부목 설치 후 보전적 치료 중 좌측 측복통이 지속되어 양측 경피적 신결석술을 위해 입원하였다. 과거병력 상 고혈압으로 경구 약물 복용 중이었으며, 이학적 검사 및 수술 1일 전 시행한 흉부 방사선 검사(Fig. 1)와 심전도 검사에서 정상소견을 나타냈으며, 일반 소변검사 상 현미경적 혈뇨 및 농뇨의 소견을 보였다. 일반혈액검사 상 혈색소 수치는 10.8 g/dl였으며, 전해질 검사 상 나트륨 141 mmol/L, 칼륨 4.8 mmol/L를 나타내었다.

수술실 도착 직후 혈압은 120/80 mmHg, 심박수는 분당 80회였으며, 맥박산소포화도는 100%였다. 마취유도를 위해 propofol 120 mg과 rocuronium 50 mg을 정주하였으며, 내경 7.0 mm의 armored tube로 기관 내 삽관을 시행하였다. 양측 폐음이 잘 청진되는 것을 확인한 후 21 cm 길이로 고정하였다. 마취유지는 O₂ 1 L/min, N₂O 1 L/min, isoflurane 1.0-1.5 vol%로 하였으며 rocuronium을 간헐적으로 정주하였다. 양와위 상태에서 비인두(nasopharynx)에 측정된 체온은 35.6°C였다. 수술을 위해 복와위로 체위변동을 하던 중 비인두에 거치된 체온 감시 장치가 빠지면서 수술 종료 시까지 체온을 측정하지 못했다. 복와위 상태에서 최대 기도내 압은 29-30 cmH₂O로 유지되었으며, 수술이 끝날 때까지

논문접수일 : 2007년 4월 12일

책임저자 : 광경화, 대구시 중구 삼덕2가 50

경북대학교병원 마취통증의학과, 우편번호: 700-721

Tel: 053-420-5864, Fax: 053-426-2760

E-mail: hwakkh@hotmail.com

Fig. 1. Normal finding in preoperative chest X-ray (PA view).

최대 기도압의 변화는 없었다. 수술은 양측 경피적 신루로 확보된 상부와 하부의 유도철선을 따라 Amplatz 신 확장기 (renal dilator)로 경로를 확대한 후 Amplatz sheath를 거치하여 양측 경피적 신절석술을 시행하였다. 수술 중 특별한 활력징후의 변화는 없었다. 수술 시간은 210분이 소요되었고, 수술 중 투여된 수액량은 하트만 용액 1,000 ml, 교질액 (volumen) 500 ml, 추정 출혈량은 400 ml였으며, 관류액으로 생리식염수 약 60 L가 사용되었다. 수술 중 수액은 수액 가온기를 사용하여 주입하였다. 수술 종료 후 복와위 자세에서 다시 비인두를 통해 거치된 체온 감시 장치로부터 감지된 체온이 33°C여서 저체온증에 대한 조치를 취하였다. 강제적 공기 가온기(forced air warmer)를 사용하여 가온을 시키면서 흡입마취제의 투여를 중단하고 100% 산소를 투여하면서 환자의 자발호흡을 유도하였다. 또한 당시 20°C였던 수술실의 온도도 상승시켰다. 수술 종료 1시간 후 체온은 36.0°C로 정상화되었고 환자도 눈을 뜨며 명료한 의식 상태를 보였으나, 분당 30회 이상의 빠른 호흡과 호흡곤란 양상을 보였다. 산소를 분당 4 L로 투여하며 보조 호흡을 하는 경우 맥박 산소포화도의 동맥혈 산소포화도가 98%를 나타냈으나, 산소투여를 중단하고 자발 호흡을 유도하자 동맥혈 산소포화도가 78%로 급격히 감소하였다. 청진 상 수포음 및 악설음이 들리고, 흉부 방사선 사진에서 양측 폐에 침윤이 나타났다. 환자의 체액 상태를 알기 위하여 우측 내경정맥을 삽관하여 측정한 중심 정맥압은 14 cmH₂O를 나타내었다. 이뇨를 촉진하기 위하여 furosemide 20 mg을 투여한 후, 발판이 어렵다고 판단되어 중환자실로 이송하여 호기말 양압 호흡으로 기계적 조절호흡법을 실시하였다. 술 후 중환자실에서 시행한 혈액 검사 상 혈색소 10.2 g/dl, 전

Fig. 2. Bilateral pulmonary edema is shown in postoperative chest X-ray (AP view).

해질 검사 상 나트륨 141 mmol/L, 칼륨 4.8 mmol/L로 수술 전과 비교하여 큰 변화는 없었으며, 알부민이 2.4 g/dl로 감소소견을 보였다. 수술 2일째 압력 보조 환기를 시행하였으며, 흉부 방사선 촬영 상 양측 폐의 호전양상을 보였으며 (Fig. 2), 청진 상 수포음 및 악설음 또한 호전되었고, 중심 정맥압은 7 cmH₂O로 감소하였다. 수술 3일째 환자는 활력징후 및 동맥혈 가스분석 상 안정화되어 발판을 시행하였으며, 특별한 임상 증상을 보이지 않아 일반병실로 이송하였다. 수술 6일째 환자는 어지럼증을 호소하였으며, 혈색소 4.7 g/dl, 혈뇨소견을 보여 응급으로 시행한 복부 전산화단층촬영에서 우측 신장에 동정맥루에 의한 혈종이 관찰되어 농축 적혈구를 수혈하였고, 수술 11일째 혈뇨가 지속되어 혈관색전술을 시행하였다. 이후 환자는 별다른 합병증 없이 수술 35일째 퇴원하였다.

고 찰

요로결석의 치료로 체외충격파 쇄석술이 일차 치료로 선택되어지고 있으나,⁴⁾ 부피가 큰 결석, 감염결석, 폐쇄와 동반된 결석, 시스틴석, 체외충격파 쇄석술이 실패한 경우, 해부학적인 기형이 동반된 경우 등에서는 경피적 신절석술이 적용되고 있다.^{5,6)} 경피적 신절석술은 경피적 신루를 통해 신경(nephroscope)으로 직접 결석을 보면서 제거하는 비침습적인 시술로, 1976년 Fernstrom과 Johansson이⁷⁾ 처음 보고한 이래 새로운 기술과 기구의 발달 및 많은 경험의 축적으로 결석의 치료로 보편화되었고 성공률도 높다. 또한 개복수술에 비해 입원 기간이 짧고, 작은 피부 절개, 술 후 동통이 경미하고 사회 복귀가 빠르며, 비교적 합병증이 적다는 장

점이 있고,⁸⁾ Netto 등도⁹⁾ 이런 장점들을 들어 개복수술에 비해 경피적 신절석술이 보다 효과적이면서 안전한 수술 방법임을 강조하였다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 결석으로의 접근이 어려운 경우나 다수 또는 큰 결석이 존재할 때 시술을 여러 차례 반복해서 시행해야 하며,¹⁰⁾ 출혈, 관류액의 유출과 흡수, 경도의 발열 등의 흔한 합병증과 대장 천공, 장폐색 및 수흉, 기흉 등 치명적인 합병증을 동반할 수 있다.^{2,3)}

과거에는 부피가 큰 신석이 양측으로 있을 경우 여러 번의 마취하에 나누어 제거하였으나, 1987년 Colon-Perez 등에 의해 처음 임상에 적용된 후 신속한 결과와 비용절감 및 환자의 수술에 대한 정신적인 부담을 감소시킬 수 있다는 장점 때문에¹¹⁾ 경험이 풍부한 술자에 의해 동시수술도 시행되고 있다.¹²⁾ 양측 신결석 치료의 동시시행에 있어서 어느 쪽을 먼저 시행할 것인가에 대한 의견은 저자에 따라 차이가 있다. Dushinski와 Lingeman은¹³⁾ 증상이 더 심한 쪽을 먼저 시행하고 양쪽의 증상이 비슷할 경우에는 더 어려운 쪽을 먼저 시행하며, 수술시간의 연장이나 다른 합병증이 발생할 경우 단계적 시술을 권고하고 있다.

Vorakitpokatorn 등은¹⁴⁾ 경피적 신절석술의 수술 중 합병증으로 저체온증(56.2%), 심혈관계 변화(57.1%), 출혈 등을 보고하였다. 특히 120분 이상의 수술시간과 20 L 이상의 관류액을 사용할 경우 저체온증 및 심혈관계 변화로 인한 합병증이 증가하며, 이런 저체온증은 마취나 근이완제의 회복을 저하시키며 강제적 공기 가온기를 사용해도 예방되지 않는다고 보고하고 있다. 경피적 신절석술 시술을 받는 환자의 경우 신장 조직 및 혈관의 손상으로 인해 관류액의 체내 흡수 가능성이 매우 높기 때문에¹⁵⁾ 관류액 사용에 대해 주의를 기울일 필요가 있다. 실제로 Malhotra 등은¹⁶⁾ 경피적 신절석술시 78%에서 관류액의 흡수가 일어나며, 28%에서 1 L 이상의 체내 흡수가 일어난다고 보고하고 있다. 특히 소아나 심폐혈관 및 신기능이 감소된 경우 관류액에 의한 체내 흡수는 더욱 증가된다. 또한 수술 시간의 증가, 출혈, 장기의 천공, amplatz sheath를 사용하지 않았을 경우 등도 관류액의 체내 흡수를 증가시키는 요인이 될 수 있다. 한편, 낮은 압력의 관류액의 사용, 수술 시간의 단축, 사용 관류액 양의 최소화를 통해 체내 흡수에 의한 합병증을 감소시킬 수 있다.¹⁷⁾

폐부종은 폐포 모세혈관 내의 수액이 누출되어 폐포 간질과 폐포로 이동하여 폐포 내 가스교환에 장애를 일으키는 질환으로 급성 폐부종을 일으키는 기전에 따라 폐모세혈관압의 증가, 혈장 교질삼투압의 감소, 모세혈관 투과성의 증가, 그리고 늑막강 내의 음압 증가 등으로 분류된다. 수술 중 폐부종의 원인으로는 수액 과부하가 가장 흔하며 그 외에 급성 심부전, 저알부민혈증, 패혈증, 중증의 외상,

기도폐쇄 등이 있다. 그 외에도 말초혈관수축제인 epinephrine이나 냉기는 말초혈관을 수축하여 정맥 환류량을 증가시켜 폐부종을 악화시킬 수 있다.¹⁸⁾ 그러나 마취 중이나 수술 중의 급성 폐부종은 이들 요인이 상호 관여하여 더욱 복잡한 기전에 의해 발생하기도 하고 그 원인의 규명이 용이하지 않는 경우가 많다.

본 증례에서 폐부종 발생의 가능성 있는 원인들로 장시간의 수술에 의한 관류액의 과다 사용 및 수술 과정에서 형성된 동정맥루를 통한 관류액의 과다 흡수, 또한 저체온에 의한 말초 혈관 수축으로 정맥 환류량이 증가되고 이로 인한 폐포 내 혈관압의 상승, 술 전 간과된 저알부민혈증에 의한 혈장 교질 삼투압의 감소 등이 원인으로 작용하였을 것으로 추정된다. 술 전 검사 상 패혈증, 신기능 이상, 술 중 심실 부전 등의 증거는 없었으며 마취 유도시와 마취 유지 중 기도폐쇄의 양상은 없었다. 폐부종 진단 후 측정된 중심 정맥압이 14 cmH₂O로 다소 높았으며, furosemide, 호기 말 양압 호흡에 의한 보조 환기 등의 치료로 호전되었으며 폐모세혈관압의 증가가 폐부종의 주요인으로 작용하였을 것으로 생각된다. 과다한 수액이 필요치 않는 수술의 특성상 수술 중 정맥로를 통해 주입된 수액에 의한 수액과다를 원인으로 보기는 어렵다. 비록 관류액의 흡수량을 측정하거나 마취시작 후 중심 정맥압, 폐혈관 삼투압을 통한 폐동맥압, 폐모세혈관폐기압 등을 측정하지 않았으므로 관류액의 흡수에 의한 폐모세혈관압의 상승이 폐부종의 원인이라 단정할 수는 없으나 장시간의 수술, 과다한 관류액의 사용 및 조직의 손상으로 다량의 관류액이 체내로 흡수되었으리라 짐작된다. 이와 더불어 수술 중 간과된 저체온증에 의한 정맥 환류량의 증가 또한 폐모세혈관압의 상승을 야기하고 악화시키는 요인으로 작용할 수 있다. 수술 전 후 혈색소 수치를 비교하였을 때 400 ml의 추정 출혈량이 있었음에도 불구하고 수술 전과 술 후 측정한 혈색소 수치에 큰 변화는 없었으며, 수술 전 후 전해질은 정상 범위를 유지하며 별다른 변화를 보이지 않았다. 이는 술 후 측정된 혈색소 수치가 마취 각성을 유도하던 중 폐부종이 의심되어 이뇨제를 투여한 후 소변이 시간당 500 ml 이상 나오는 중에 시행된 검사결과이기 때문인 것으로 추정되며, 관류액으로 생리식염수가 사용되어 관류액의 체내 흡수에도 불구하고 전해질에는 큰 변화가 없었던 것으로 보인다. 또한 수술 전 인지하지 못하였던 저알부민혈증은 혈액의 삼투압을 감소시켜 폐부종을 야기하고 악화시키는 일차적 원인이 될 수 있다. 실제로 환자는 양측 신결석 진단 후 보존적 치료 중 식욕감소와 섭취감소가 있었던 것으로 확인되었다.

의식이 있는 환자에서 간질성 폐부종이 발생하게 되면 기침, 야간성 협심증(nocturnal angina), 피로, 무력감, 소음성 호흡, 객담배출, 경정맥 파동(jugular venous pulse)등의 증상

이나 징후를 확인할 수 있다.¹⁹⁾ 그러나 전신 마취 중에는 이와 같은 증상을 진단하기 어렵고 최대기도내압의 증가, 맥박산소포화도의 감소 및 혈액학적 불안정을 보일 수 있다. 본 증례의 경우 경피적 신절석술을 시행하는 동안에는 폐부종을 의심할 만한 소견을 전혀 발견하지 못하였고 자발호흡을 유도하던 중 빠른 호흡과 호흡곤란 등의 증세가 나타나면서 합병증의 발생 가능성을 인식하게 되었다. 따라서 폐부종의 발생 시기는 정확히 파악할 수 없으나 수술 중 발생한 폐부종이 계속되는 양압 호흡으로 현저한 증상을 볼 수 없다가 수술이 끝나고 양압 호흡이 제거된 다음 흡인의 음압이 가해져 더욱 현저한 증상이 나타난 것으로 생각된다.

결론적으로 경피적 신절석술의 과정에서 발생할 수 있는 여러 가지 합병증을 정확히 인지하고, 전신마취에 의해 간과되기 쉬운 과도한 수액 흡수를 파악하기 위한 지속적인 감시 장치가 필요함을 인식하여야 한다. 특히 양측 시술에 의한 장시간의 수술과 과도한 관류액의 사용으로 인한 흉부 합병증의 발생 및 환자의 저체온증을 항상 염두에 두어야 하며 과도한 관류액의 체내 흡수를 막기 위해 사용량 및 수술 조작 시간을 줄이고 주입압력 또한 감소시키는 것이 중요하다. 이러한 부작용의 방지책으로 장시간의 수술이 예상되거나 부작용과 관련된 위험인자를 가지고 있는 환자의 경우 동맥혈 감시 장치 및 중심 정맥로를 확보하여 전해질 이상 및 중심정맥압을 감시하며, 마취의는 집도의와 지속적인 대화를 통해서 관류액의 사용을 정확하게 파악하고, 만약 과도한 수액 흡수가 예상되면 수액 주입뿐만 아니라 관류액 사용 또한 즉시 제한시켜야 하겠다.

참 고 문 헌

- Ahlawat R, Banerjee GK, Dalela D: Bilateral simultaneous percutaneous nephrolithotomy. A prospective feasibility study. *Eur Urol* 1995; 28: 116-8.
- Ghai B, Dureja GP, Arvind P: Massive intraabdominal extravasation of fluid: a life threatening complication following percutaneous nephrolithotomy. *Int Urol Nephrol* 2003; 35: 315-8.
- Goswami AK, Shrivastava P, Mukherjee A, Sharma SK: Management of colonic perforation during of percutaneous nephrolithotomy in horseshoe kidney. *J Endourol* 2001; 15: 989-91.
- Chaussy CG, Fuchs GJ: Current state and future development of noninvasive treatment of human urinary stones with extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1989; 141: 782-9.
- Castaneda-Zuniga WR, Clayman R, Smith A, Rusnak B, Herrera M, Amplatz K: Nephrolithotomy: percutaneous technique for urinary calculus removal. *AJR Am J Roentgenol* 1982; 139: 721-6.
- Ramakumar S, Segura JW: Renal calculi: Percutaneous management. *Urol Clin North Am* 2000; 27: 617-22.
- Fenstroem I, Johanson B: Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scan J Urol Nephrol* 1976; 10: 257-61.
- White EC, Smith AD: Percutaneous stone extraction from 200 patients. *J Urol* 1984; 132: 437-8.
- Netto NR Jr, Lemos GC, De Almeida Claro JF, Palma PC: Comparison between percutaneous nephrolithotomy and open stone procedures. *Int Urol Nephrol* 1988; 20: 225-30.
- Radecka E, Magnusson A: Complications associated with percutaneous nephrostomies. A retrospective study. *Acta Radiol* 2004; 45: 184-8.
- Holman E, Salah MA, Toth C: Comparison of 150 simultaneous bilateral and 300 unilateral percutaneous nephrolithotomies. *J Endourol* 2002; 16: 33-6.
- Hong SH, Kim JC, Hwang TK: Comparison of simultaneous with sequential procedure in bilateral percutaneous nephrolithotomy. *Korean J Urol* 1999; 40: 423-7.
- Dushinski JW, Lingeman JE: Simultaneous bilateral percutaneous nephrolithotomy. *J Urol* 1997; 158: 2065-8.
- Vorakitpokatorn P, Permtongchuchai K, Raksamani EO, Phetongkam A: Perioperative complications and risk factors of percutaneous nephrolithotomy. *J Med Assoc Thai* 2006; 89: 826-33.
- Gehring H, Nahm W, Zimmermann K, Fornara P, Ocklitz E, Schmucker P: Irrigating fluid absorption during percutaneous nephrolithotripsy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 316-21.
- Malhotra SK, Khaitan A, Goswami AK, Gill KD, Dutta A: Monitoring of irrigation fluid absorption during percutaneous nephrolithotripsy: the use of 1% ethanol as a marker. *Anaesthesia* 2001; 56: 1103-6.
- Kukreja RA, Desai MR, Sabnis RB, Patel SH: Fluid absorption during percutaneous nephrolithotomy: does it matter? *J Endourol* 2002; 16: 221-4.
- Chang CW, Kim AR, Jeon JK: Clinical analysis of pulmonary edema in surgical patients. *Korean J Anesthesiol* 1984; 17: 381-8.
- Hur DS, Park MH, Shin YS, Son SC, Lee JU, Kim HJ: Pulmonary edema occurred in a patient with hypothyroidism during emergence from general anesthesia. *Korean J Anesthesiol* 1998; 35: 1189-94.