

## 복부구획 증후군 환자의 마취 경험 - 증례보고 -

충북대학교 의과대학 마취통증의학교실

구 본 옥 · 김 상 태

### Anesthetic Management of a Patient with Abdominal Compartment Syndrome - A case report -

Bon Wook Koo, M.D., and Sang Tae Kim, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

Abdominal compartment syndrome (ACS) is a life-threatening emergency requiring prompt treatment. In these cases, a patient cannot ventilate effectively and oliguria can occur because of the high intra-abdominal pressure (IAP). The mortality rate is very high. Treatment is abdominal decompression and secondary closure. There are very few reports of the anesthetic management of a patient with ACS. We report a 38-year-old male patient who was diagnosed with ACS at the operating room. The IAP was measured and emergency abdominal decompression and "Bogota bag" apply were performed. The respiratory and hemodynamic parameters improved after this treatment. (Korean J Anesthesiol 2007; 52: 111~4)

**Key Words:** abdominal compartment syndrome, abdominal decompression, intra-abdominal pressure.

복강내압(intra-abdominal pressure, IAP)은 양와위에서 약 0 mmHg이며, 복부 수술 후에는 10 mmHg까지 증가할 수 있는 것으로 알려져 있고,<sup>1)</sup> 이러한 복압이 외상, 수술 혹은 염증 등과 같은 원인에 의해 비정상적으로 증가(intra-abdominal hypertension, IAH, 복부 고혈압)할 경우에 심혈관계, 호흡기계, 신장, 소화기계 및 뇌신경계에 악영향을 줄 수 있는 것으로 알려져 있다.<sup>2,3)</sup>

복강은 복근에 둘러싸여진 공간으로 일정 이상으로 압력이 증가할 경우 복부구획 증후군(abdominal compartment syndrome, ACS)이 생길 수 있으며, 이는 저산소증, 저환기, 폐뇨 등의 이차적 증상을 나타낼 수 있고 사망까지 초래할 수 있다.<sup>2)</sup>

구획 증후군(compartment syndrome)은 상하지, 머리, 가슴 및 복부 등과 같이 인체에 폐쇄된 모든 공간에서 생길 수 있는데, 상하지, 머리에 생기는 구획 증후군과 달리 ACS는 상대적으로 관심이 적었고, 그 심각성을 인지하지 못하다가 1980년대 이후 복부 고혈압과 ACS와의 관련성에 대한 연구

와 관심을 갖기 시작하였다.<sup>3)</sup>

ACS의 빈도가 그리 드물지 않은 것으로 알려져 있으며, 심혈관계 및 호흡기계 등에 미치는 영향이 커서 마취 시 고려할 요소가 많음에도 불구하고 국내에서 이 증후군의 마취 경험을 보고한 예는 거의 없었다.

저자들은 오토바이 사고로 인한 대량 출혈과 골반뼈 골절(pelvic bone fracture)로 응급 수술 중 발생한 ACS의 발생을 경험하였기에 보고하고자 한다.

### 증 례

38세 남자 환자가 오토바이 교통사고로 개인병원 경유하여 본원 응급실로 이송되었다. 과거력상 특이 소견 없었으며, 내원 당시 활력증후는 수축기 혈압 40 mmHg, 이완기 혈압 측정불가, 심박수 119회/분, 체온 36°C 측정되었으며, 반혼수(semi-coma)상태로 요도관 및 기관내 삽관 상태였으며, 코위영양관을 삽입하였다. 동맥혈 가스 분석 소견(arterial blood gas analysis, ABGA)은 산소 분당 15 L로 양압 용수 환기를 하는 상태에서 pH 7.03, PaCO<sub>2</sub> 33.5 mmHg, PaO<sub>2</sub> 199.1 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 9.1 mM/L, 맥박 산소포화도(pulse oximetry, SpO<sub>2</sub>)는 100%로 심한 대사성 산증을 나타내고 있었으며, 혈액학적 검사 소견상 혈색소 9.8 g/dl, 혈소판 165,000

논문접수일 : 2006년 8월 21일

책임저자 : 김상태, 충북 청주시 흥덕구 개신동 62번지

충북대학교병원 마취통증의학과, 우편번호: 361-711

Tel: 043-269-6232, Fax: 043-272-0264

E-mail: kimst@chungbuk.ac.kr

/mm<sup>3</sup>, 생화학적 검사 소견상 GOT/GPT 139/107 IU/L 소견을 보였다. 환자는 왼쪽 옆구리 반상출혈(ecchymosis)과 복부팽창(abdominal distension), 혈뇨를 보이고 있었다. 중심정맥도관 거치 후 생리식염수와 하트만 용액을 투여하여 혈압이 100/60 mmHg 측정되었으며 컴퓨터 전산화 단층 촬영에서 후복막 출혈(retroperitoneal bleeding)과 골반뼈 골절 의심 하에 정형외과 수술이 결정되었다. 그 동안 대사성 산증과 혈액량 감소 쇼크(hypovolemic shock)를 교정하기 위해 sodium bicarbonate, 농축 적혈구와 수액을 투여하였고, 재시행한 혈액학적 검사 소견에서 혈색소 4.3 g/dl, 혈소판 67,000/mm<sup>3</sup>로 빈혈 및 대량 수혈(massive transfusion)로 인한 혈소판 감소 소견을 보여 농축 적혈구, 신선냉동혈장 및 혈소판 농축액을 지속적으로 수혈하였다. 그 당시 혈압은 90/70 mmHg, 심박수 115회/분, 체온 36°C이었으며, ABGA는 pH 7.16, PaCO<sub>2</sub> 62.9 mmHg, PaO<sub>2</sub> 143.9 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 22.8 mM/L, SpO<sub>2</sub>는 100%로 호흡성 산증 소견을 나타냈으며, 혈색소 10.7 g/dl, 혈소판 44,000/mm<sup>3</sup>, 심전도상 동빈맥(sinus tachycardia), 흉부 방사선 검사상 양쪽 폐부종 소견을 나타내었다. 왼쪽 옆구리 반상출혈, 혈뇨는 지속적으로 있었고, 복부 팽창은 심해지는 양상이었다.

수술실 도착 당시 혈압은 90/50 mmHg, 심박수 140회/분, SpO<sub>2</sub>는 90% 측정되었으며, 마취유도는 glycopyrrolate 0.2 mg, vecuronium 16 mg, sevoflurane으로 하였고, 마취 유지는 100% O<sub>2</sub>와 sevoflurane으로 하였다. 오른쪽 요골 동맥(radial artery)에 동맥관을 거치하고, 출혈에 의한 저혈량증(hypovolemia) 의심하에 수액 투여와 수혈을 진행하면서 dopamine과 dobutamine의 점적주입을 시작하였다. 일회 환기량 600 ml, 호흡수 14회/분, F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> 1.0에서 최대흡기압력(peak inspiratory pressure, PIP) 50 cmH<sub>2</sub>O, 호기말 이산화탄소 분압(end tidal CO<sub>2</sub>, ET-CO<sub>2</sub>) 40 mmHg, SpO<sub>2</sub>는 90% 측정되어 산소화 개선을 위해 호기말 양압(positive end expiratory pressure, PEEP)을 10 cmH<sub>2</sub>O로 가해주고, 일회 환기량을 520 ml로 줄이고 호흡수를 16회/분으로 늘렸다. F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> 1.0에서 수술 중 시행한 ABGA 소견은 pH 7.23, PaCO<sub>2</sub> 60.7 mmHg, PaO<sub>2</sub> 71 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 25.8 mM/L이었으며, 지속적인 혈뇨와 횡뇨를 보여 furosemide 80 mg, 20% mannitol 100 ml를 투여하였고, 혈소판 수치 35,000/mm<sup>3</sup>로 혈소판 감소증 소견을 나타내어 추가로 농축혈소판 12 units를 투여하였다.

골절 외고정술이 끝난 후, 중환자실로 이송하기 전에 시행한 이학적 검사상 환자의 복부 및 상하지 팽창이 더욱 심해졌으며, 이로 인한 환기 장애로 ABGA 소견은 pH 7.16, PaCO<sub>2</sub> 68.5 mmHg, PaO<sub>2</sub> 58.6 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 24.7 mM/L로서 저산소혈증을 동반한 호흡성 산증 소견을 보였으며, ET-CO<sub>2</sub> 47 mmHg, PIP 60 cmH<sub>2</sub>O까지 증가하였고, 수축기 혈압 70-80 mmHg로 지속적 저혈압을 보이며 혈뇨 및 횡

뇨 증상을 보여, 복강내압 상승에 따른 복부구획 증후군이 의심되었다. 중환자실에서 보존적인 치료로 호전될 수 없다고 판단하여, 외과 의사에 연락을 취하고, 수술적인 처치가 필요한지에 대해 자문을 구하였다.

요도관을 통한 방광내압 측정을 통해 간접적으로 복강내압을 측정된 결과, 28 cmH<sub>2</sub>O로 측정되어 응급으로 외과적 복부 감압술이 결정되었고, “Bogota bag”을 이용한 봉합술이 시행되었다. 감압 후 SpO<sub>2</sub>는 86%에서 94%까지 증가하였으며, PIP도 60 cmH<sub>2</sub>O에서 36 cmH<sub>2</sub>O로 감소하여, 환기가 극적으로 좋아지는 양상을 보였다. 이 때 측정된 ABGA 소견은 pH 7.26, PaCO<sub>2</sub> 73.4 mmHg, PaO<sub>2</sub> 67.8 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 30.5 mM/L로 여전히 저산소혈증을 동반한 호흡성 산증 소견을 보였지만, 수축기 혈압은 90-100 mmHg로 복부 감압술을 시행하기 전에 비해 혈압이 약간 증가하였다.

총 수술 시간은 5시간 30분이었으며, 수술실에서 환자에게 투여된 수액은 플라즈마 용액 1,300 ml, 하트만 용액 1,900 ml, 농축 적혈구 9 units, 신선동결혈장 2 units, 농축 혈소판 12 units를 포함하여 총 7,650 ml 투여되었으며, 소변량은 870 ml이었다. 환자는 기관내 삽관을 유지한 채 중환자실로 이송되었으며, 일치성 간헐적 강제 환기(synchronized intermittent mandatory ventilation, SIMV)로 일회환기량 520 ml, 호흡수 16회/분, F<sub>I</sub>O<sub>2</sub> 0.8, PEEP 10 cmH<sub>2</sub>O로 기계 환기를 시작하였다.

이후 환자는 소변이 전혀 나오지 않아 응급 투석으로 CVVHF (continuous venovenous hemofiltration)을 시행하였으며, 복강내압이 떨어져 복부의 창상을 완전히 봉합하기까지 3번의 “Bogota bag”을 이용한 봉합술과 1번의 상행대장절제술을 시행하였으나, 장기간의 기관내 삽관으로 인한 폐렴과 급성신부전으로 인해 내원 후 30일째에 사망하였다.

## 고 찰

정상적으로 복강 내는 폐쇄된 공간이며, 여러 가지 원인에 의해 복강내압이 심하게 증가할 경우 소화기뿐 아니라, 호흡기계, 심혈관계, 신장 및 뇌신경계에 손상을 초래하여, ACS가 생길 수 있다.<sup>2,3)</sup> 복압 증가는 외상, 염증, 수술 후 복부 출혈, 급성 췌장염, 장 폐쇄증(ileus), 복강경 수술 및 복부 동맥류 파열 등과 같은 여러 원인들에 의해 일어날 수 있다. 복강내압은 요도관을 통한 방광내 압력을 통해 간접적으로 측정하는 방법이 가장 널리 사용되고 있고,<sup>4,5)</sup> 정상적으로 0-10 mmHg 정도이며, 그 이상 측정될 때 임상적으로 ACS를 의심할 수 있다.

실험동물 모델에서도 복압이 30 mmHg 이상 증가된 상태로 3시간 지속될 경우에 저산소증, 저환기, 산증, PIP의 증가 및 폐 유순도 감소 등의 소견을 보였으며,<sup>6)</sup> 복압이 25

mmHg 이상일 경우 ACS라고 진단할 수 있으며 외과적 감압술을 시행하여야 하고, 25 mmHg 이하일 경우는 내과적 치료를 먼저 시행할 것을 권유하고 있다.<sup>4,7)</sup> 이상의 연구 결과들은 대체적으로 25 mmHg 이상의 복압을 ACS를 일으킬 수 있는 IAP의 임계압력(critical pressure)으로 생각하고 있는 것으로 추정된다. 본 증례에서도 정형외과 수술이 끝난 후 중환자실로 이송직전 환자를 관찰한 결과, 복부 팽창이 심하고 복벽의 긴장도가 매우 증가되어 있으며, 이로 인해 저산소증, 저환기, PIP 증가 등과 같은 호흡기계 문제점이 나타나서, 인공호흡기를 통한 환자 처치 및 치료를 지속적으로 유지할 수 없다고 판단되어 저자들이 외과 의사에 자문을 구하고 외과적인 문제점이 있다면, 이를 해결해 줄 것을 요청하였다. 방광내압을 통한 IAP는 28 mmHg로 측정되어, 즉각적인 복부 감압술을 시행하게 되었다. 개복 후 관찰 결과, 진행되는 출혈(active bleeding)은 없었으나, 삼출성(oozing) 출혈로 인한 후복막 혈종(retroperitoneal hematoma)이 복부로 돌출(bulging)되어 있고, 장부종(bowel edema)이 심해서 일차 봉합이 불가능하여, “Bogota bag”으로 임시 봉합을 실시한 후 추후에 봉합하기로 결정하였다. 응급으로 복부 감압술을 시행한 후 저산소증, 저환기, PIP 등의 호흡기계 지표들이 많이 개선되었으며, 인공호흡기를 통한 기계적 환기가 어느 정도 가능하게 되었다.

복압이 증가할 경우 하대정맥이 눌리게 되면서 심장으로 돌아오는 혈류량이 감소하기 때문에 심장의 전부하(preload)가 감소되고, 전신 혈관 저항의 상승으로 후부하(afterload)가 증가하여 심박출량이 감소하는 경향을 보인다. 그러나 저하된 심박출량에도 불구하고 전신 혈관 저항이 상승되어 있기 때문에 정상 범위의 혈압을 보이는 경우가 많다. 또한 복강내압의 증가는 횡격막을 밀어 올림으로써 흉강내압의 상승을 일으키고, 이는 저환기 및 저산소증 등을 일으킬 수 있다. 본 증례에서는 대량 출혈로 인해 지속적으로 저혈압과 빈맥 소견을 보였으며, ACS로 인한 흉강내압 상승으로 PIP의 증가, 저산소증, 저환기 및 호흡성 산증 소견이 관찰되어, 응급으로 복부 감압술을 시행한 후 환기 장애와 저산소증이 많이 개선된 결과를 보여주었다.

IAP가 증가하면 신혈류량 감소, renin, angiotensin, aldosterone에 의한 재흡수 증가, 하대정맥과 신장 및 요관(ureter)에 직접 가해지는 압력 등에 의해 소변량이 감소한다고 알려져 있는데,<sup>8,9)</sup> 실제로 실험동물을 이용한 연구 결과에 의하면 IAP 20 mmHg 이하의 경우는 소변량 및 renin, aldosterone과 같은 호르몬의 혈중 농도에 별 변화가 없었고, 조직학적으로도 정상소견을 보이지만, 30 mmHg 이상에 도달하면 호르몬의 혈중 농도가 증가하고, 펄노를 보이며, 조직학적으로 손상된 소견을 보이는 것으로 알려져 있다.<sup>9)</sup> 본 증례에서도 수술 중에 지속적으로 펄노 및 혈노 증상을 보

였으며, 복부감압술 후에도 계속하여 소변이 나오지 않아 응급 투석으로 CVVHF를 시행하였다. 비록 복부감압술로 복압을 낮추기는 하였으나 장시간 지속된 IAP 상승으로 인해 호르몬 증가와 신장 및 요관에 생긴 조직학적 손상이 펄노를 지속시킨 것으로 생각된다. 이러한 경우에는 최대한 소변량을 유지하면서 신장을 보호할 수 있는 삼투압성 이뇨제와 furosemide를 사용하는 것이 좋다고 보고되고 있다.<sup>8)</sup> 저자들은 감압술이 시행되기 전까지 일회 환기량을 줄이고 호흡수를 늘리며 PEEP을 적용하는 형태로 기계환기를 시행하여 폐에 가해지는 부담을 최소한으로 함과 동시에 폐포 환기를 최대한으로 유지시키려 노력하였다.

또한 복압의 증가는 복강 내 장기에 공급되는 산소 및 혈류량을 감소시켜, 조직의 산증을 유발하고, 폐혈증과 다발성 장기 기능 부전증(multi-organ dysfunction syndrome)을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup>

이상과 같이 IAP의 증가와 함께 동반된 장기의 기능 저하가 있을 때 ACS이라 진단할 수 있는데, 대략 25 mmHg 이상의 IAP와 호흡기계, 심혈관계, 신장, 위장관 및 뇌신경계에 기능저하가 동반될 경우 ACS라 정의하고 있으며, 복부 외상 환자의 5.5-15%에서 발생하고, 사망률이 61%에 이르는 치명적인 증후군으로 알려져 있다.<sup>10-12)</sup>

ACS 환자의 경우 장부종, 혈종 등으로 인해 복압이 매우 증가되어 있는 상태이기 때문에 복부감압술 후에 곧바로 피부 봉합을 하기 어려운 경우가 많이 있고, 설사 피부 봉합을 하더라도 다시 IAP가 증가하기 때문에 피부 봉합을 미루는 경우가 흔히 있을 수 있다. 이 경우 단계별 봉합술(stage abdominal repair, STAR)이 널리 이용되고 있는데, 이 수술법은 피부 자극을 일으키지 않는 신소재를 이용하여 임시 봉합한 후 매 24-48시간마다 재봉합술을 시행하는 일련의 수술 방법으로서 합병증이 낮고, 복강 내부를 쉽게 관찰(secondary look)할 수 있으며, 복압을 감소시키는 장점이 있기 때문에 널리 사용되고 있다.<sup>13)</sup> 이때 임시 봉합에 사용되는 소재(material)로 망사(mesh), 지퍼(zipper), 접착테이프(adhesive sheets), “Bogota bag” 및 나이론제 접착천(velcro) 등이 사용되고 있는데, 그 중에서도 “Bogota bag”은 사용 만족도가 매우 높고, 가격이 저렴하며, 투명한 plastic bag을 사용하기 때문에 복강내부 장기의 괴사, 출혈 여부 등을 즉각 알 수 있는 장점이 많은 소재로 자주 사용되고 있다.<sup>13,14)</sup> 본 증례에서도 “Bogota bag”을 이용한 STAR 수술법을 통해 IAP를 낮추고, ACS을 개선할 수 있었다.

결론적으로 본 증례에서와 같이 마취통증의학과 의사는 수술 전, 후 복부팽만과 복부 긴장도 증가, IAP의 상승, 이로 인한 환기 및 산소화 장애, PIP 증가 및 펄노 등의 증상을 보이는 환자를 만날 수 있는데, 그 원인으로 ACS를 한번쯤 고려해 보아야 할 것이며, 방광을 통한 IAP를 측정하

여 25 mmHg 이상 나타날 경우는 수술팀 간의 조정자(coordinator)로서의 역할을 하여, 그 즉시 외과에 연락하여 응급으로 복부감압술을 시행하여야 환자의 이환률과 사망률을 줄일 수 있을 것으로 생각한다.

#### 참 고 문 헌

1. Sanchez NC, Tenofsky PL, Dort JM, Shen LY, Helmer SD, Smith RS: What is normal intra-abdominal pressure? *Am Surg* 2001; 67: 243-8.
2. Watson RA, Howdieshell TR: Abdominal compartment syndrome. *South Med J* 1998; 91: 326-32.
3. Hunter JD, Damani Z: Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome. *Anaesthesia* 2004; 59: 899-907.
4. Kron IL, Harman PK, Nolan SP: The measurement of intra-abdominal pressure as a criterion for abdominal re-exploration. *Ann Surg* 1984; 199: 28-30.
5. Iberti TJ, Lieber CE, Benjamin E: Determination of intra-abdominal pressure using a transurethral bladder catheter: clinical validation of the technique. *Anesthesiology* 1989; 70: 47-50.
6. Gudmundsson FF, Heltne JK: Respiratory changes during prolonged increased intra-abdominal pressure in pigs. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48: 463-8.
7. Ivatury RR, Porter JM, Simon RJ, Islam S, John R, Stahl WM: Intra-abdominal hypertension after life-threatening penetrating abdominal trauma: prophylaxis, incidence, and clinical relevance to gastric mucosal pH and abdominal compartment syndrome. *J Trauma* 1998; 44: 1016-21.
8. Tal R, Lask DM, Keslin J, Livne PM: Abdominal compartment syndrome: urological aspects. *BJU Int* 2004; 93: 474-7.
9. Gudmundsson FF, Gislason HG, Myking OL, Viste A, Grong K, Svanes K: Hormonal changes related to reduced renal blood flow and low urine output under prolonged increased intra-abdominal pressure in pigs. *Eur J Surg* 2002; 168: 178-86.
10. Ertel W, Oberholzer A, Platz A, Stocker R, Trentz O: Incidence and clinical pattern of the abdominal compartment syndrome after "damage-control" laparotomy in 311 patients with severe abdominal and/or pelvic trauma. *Crit Care Med* 2000; 28: 1747-53.
11. Morris JA Jr, Eddy VA, Blinman TA, Rutherford EJ, Sharp KW: The staged celiotomy for trauma. Issues in unpacking and reconstruction. *Ann Surg* 1993; 217: 576-84.
12. Mcnelis J, Soffer S, Marini CP, Jurkiewicz A, Ritter G, Simms HH, et al: Abdominal compartment syndrome in the surgical intensive care unit. *Am Surg* 2002; 68: 18-23.
13. Mohapatra B: Abdominal compartment syndrome. *Indian J Crit Care Med* 2004; 7: 26-32.
14. Myers JA, Latenser BA: Nonoperative progressive "Bogota bag" closure after abdominal decompression. *Am Surg* 2002; 68: 1029-30.