

잠금장치가 되어있는 Datex-Ohmeda S/5 Avance에서의 마취가스 누출

성현석 · 박상진 · 김인성

영남대학교 의과대학 마취통증의학교실

An Unexpected Vapor Leakage from Locked Vaporizer

Hyun Seok Seong, Sang Jin Park, In Seong Kim

Department of Anesthesia and Pain medicine, College of Medicine,
Yeungnam University, Daegu, Republic of Korea

— Abstract —

One of the most popular types of vaporizer mounting systems is Selectatec, as it possesses a simple detachment mechanism. Detachable units can loosen between the vaporizer and anesthetic machine, which can cause vapor leakage. A locking system was subsequently developed to prevent this issue; however, we report a case of an unexpected vapor leakage from a locked vaporizer.

Key Words : Anesthesia, Closed circuit, Anesthetics, Inhalation

서 론

마취기술과 장비 면에서 많은 발전이 이루어지면서 과거에 사용되던 enflurane, isoflurane에 이어 sevoflurane이나 desflurane 같은 새로운 흡입마취제가 도입되었다. 이에 각각의 마취제에 맞는 기화기 역시 필요하나 가격대비 효율성 측면에서 마취기마다 모든 종류의 기화

기를 장착하기는 어렵기 때문에 필요에 따라 탈부착이 가능하도록 마취기와 기화기 간에 다양한 고정 장치가 개발되어 있다.

이중 Datex-Omeda사에서 개발된 selectatec은 별다른 도구의 사용 없이 마취기에 기화기를 손쉽게 탈부착할 수 있고 기화기 장착 시에는 마취 가스의 누출이 생기지 않도록 고안된 장점 때문에 널리 사용되고 있다. 하지만 기화

기를 탈부착하는 과정에서 발생하는 실수로 인해 누출이 발생하는 경우가 있으며, 이러한 경우 환자에게 치명적인 위험을 초래할 수 있다.

저자들은 마취기에 seletatec 고정방식으로 장착된 desflurane 기화기로 마취를 하던 중 예상치 못한 기화기와 마취기 사이의 마취가스 누출을 경험하였기에 이를 보고하는 바이다.

증 례

50세 남자 환자로 우측 대장암을 주소로 내원하여 전신마취 하에 우측부분 대장절제술을 받기로 예정되었다. 체중과 신장은 57.7 kg, 158.4 cm이었고 특별한 병력은 없었다. 수술 전 검사상 흉부단순촬영에서 기관지염 소견을 보이는 것 외에는 다른 이상 소견은 발견되지 않았다.

마취 전 투약은 시행하지 않았다. 수술에 사용할 마취기 (Datex-Ohmeda S/5 Avance, Datex-Ohmeda, Inc. Madison WI 53707-7750, USA) 는 당일 아침에 양압 및 음압누출검사를 통해 이상이 없음을 확인한 상태였으나 대상 환자

마취를 위해 사용하고자 하는 desflurane 기화기 (D-vapor S 2000, Drager medical AG & Co. KG, 23542 Lubeck, Germany)가 장착되어 있지 않았다. 이에 desflurane 기화기를 장착하고 잠금장치 후 기화기의 농도 조절 다이얼이 정상적으로 움직여지는지 확인하였다 (Fig. 1). 환자가 이미 수술방에 입실하여 대기하고 있어 배기밸브를 잠그고 환자에게 연결되는 Y관의 입구를 손으로 막은 다음 산소분출 밸브를 작동하여 호흡회로 내로 30 cmH₂O의 압력을 가하는 양압누출검사를 시행하여 누출이 없음을 확인하였다. 환자에게 마취유도 전 100% O₂ 6 L/min로 호흡하도록 하였고 thiopental sodium 을 250 mg 정주하였다. 환자의 의식 소실을 확인하고 각각 3L/min의 N₂O와 O₂, desflurane 6 vol%로 용수환기를 시행하였다. 그러나 호흡량이 제대로 차지 않고 환기에 어려움이 있어 N₂O의 투여를 중단하고 산소 유량을 12 L/min 이상으로 증가시켰으나 여전히 호흡량이 차는 속도가 느렸다. 이에 전신마취기 내부의 누출이 의심되어 이산화탄소 흡수제 연결부분, 가스 제거관, piston drive 등을 급히 확인하였으



Fig. 1. The vaporizer can be turned “ON” when the mismatched locking lever is maintained at the “Lock” position. The vaporizer on the left is Sevoflurane and the one on the right is Desflurane.



Fig. 2. Right vaporizer is locked. But uneven line between two vaporizers in the center of the figure shows mismatched position of locked vaporizer.

나 이상을 발견할 수 없었다. 이에 다른 마취기로의 교체를 위해 환자를 마취에서 회복시키기 하였다. 간헐적인 산소 분출을 통해 호흡낭을 채워 가면서 환자에게 마스크 환기를 시키자 자발호흡과 함께 의식이 회복되었으며 회복 과정 중에 환자의 활력징후나 맥박산소 포화도는 이상이 없었다. 문제의 마취기를 다른 마취기로 교체한 후 별다른 문제 없이 수술을 종료할 수 있었다.

누출이 있어 교체된 전신마취기는 양압 누출검사 결과 별다른 문제가 없었으나, 음압누출검사에서는 호흡낭이 급격히 채워지는 등 다량의 누출이 있는 것으로 보였다. 마취기 제작사 담당자가 이산화탄소 흡수제 연결부분, 가스 제거관, piston drive 등을 재차 확인하였으나 별다른 이상소견을 발견하지 못하였다. 마취기를 분해한 후 정밀 검사를 진행하려던 중 수술 시작 전에 desflurane 기화기를 새로 장착하였다는 사실을 인지하였다. 이에 desflurane 기화기의 장착 상태를 정밀 점검하였다. 그 결과 잠금장치가 되어 있고 기화기의 다이얼도 정상적으로 작동하였지만, 기화기 뒤에 위치한 잠금장치가 옆에 장착된 sevoflurane 기화기의 잠금장치에 비해 미세하게 기울어진 채로 맞물려 있는 것을 발견하였다 (Fig. 2). 이에 저자들은 desflurane 기화기를 분리하여 잠금장치가 sevoflurane 기화기와 완전히 일치하게 맞물리도록 장착하였다. 그 뒤 시행한 양압 및 음압 누출검사에서는 별다른 가스누출 소견을 보이지 않았으며 이후 실제 수술 중 마취에서도 특별한 문제가 발생하지 않았다.

고 찰

기화기를 마취기에 고정시키는 방법으로는 selectatec, Drager, Plug-in, Cagemount 방식 등이 있는데 이 중에서 기화기의 탈착이 쉬운 selectatec 방식이 주로 선호된다.¹ 이처럼 selectatec 방식의 사용빈도가 증가함에 따라 역설적으로 이 방식을 이용한 기화기와 마취기 사이에 가스 누출이 발생하였다는 사례 역시 보고되고 있으며, 그 원인으로서는 기화기가 제 자리에 정확하게 고정되지 않은 경우,^{3,4} 기화기를 마취기에 장착한 후 잠금장치를 하지 않은 채로 농도조절 눈금판을 돌린 경우,^{5,6} 그리고 작은 이물질이 기화기와 마취기의 연결장치 사이에 끼인 경우 등이 있었다.⁷ 본 증례에서 사용된 마취기는 수술 시작 전에 양압 및 음압 누출 검사를 통해 이상이 없음이 확인되었으며 첫 번째 수술이 별다른 문제 없이 종료된 상태였다. 두 번째 수술인 본 증례의 환자를 마취하기에 앞서 desflurane 기화기를 마취기에 장착하고 잠금장치를 한 후 양압 누출 검사로 가스누출이 없음을 확인하였다. 앞의 수술을 마칠 때까지는 마취기에 별다른 문제가 없었으나 본 증례인 두 번째 수술에서는 마취가스의 누출이 발생한 것으로 보아 두 번째 수술 전에 장착한 desflurane 기화기가 마취기에 부정확하게 연결된 것이 그 원인으로 생각된다.

Desflurane과 sevoflurane 같은 새로운 마취 약제의 도입에 따라 마취기에 이들 약제의 전용 기화기 오장착으로 인한 마취가스 누출 사고가 발생하고 있다. 이러한 사고를 방지하기 위해서는 사용자가 기화기를 마취기에 정확히 부착하는 방법을 숙지하고 있어야 하며 동시에 정확한 장착을 담보할 수 있는 기계적 안전장치 역시 반드시 필요하다. 마취제를 채우거나 농도조절 눈금판을 돌릴 때 기화기가 움직여져

서 가스가 누출되지 않도록 기화기와 마취기의 연결상태를 고정해주는 잠금장치가 대표적인 안전장치라 할 수 있다. 저자들 역시 기화기가 마취기에 부정확하게 장착되었을 경우 당연히 잠금장치가 작동하지 않을 것으로 생각하였다. 하지만, 본 증례에서는 특이하게도 기화기가 마취기에 부적절하게 장착되어 다량의 마취가스가 누출되는 상황임에도 기화기와 마취기의 정확한 연결을 담보하는 잠금장치가 되어 있었다. 또한, 기화기의 장착부위와 기화기가 정위치에 위치하였는지 옆의 다른 기화기와 비교해 볼 수 있는 상호차단장치가 마취기 깊숙이 위치하고 있어서 기화기가 미세하게 기울어져 장착되어 있음을 발견하기가 더욱 어려웠다. 이처럼 예기치 못한 마취기의 가스 누출은 환자에게 치명적인 위험을 초래할 수 있으므로 기화기가 마취기에 정확하게 장착되지 않아도 잠금장치가 작동될 수 있다는 점을 기화기 제조회사에서 충분히 공지해야 하고 기화기가 마취기에 정확히 장착되었는지를 쉽게 확인할 수 있는 안전장치의 개발 역시 시급하게 이루어져야 할 필요가 있다고 생각된다.

마취기의 누출은 양압 누출 검사와 음압 누출 검사를 통해 그 유무를 확인할 수 있다. 양압 누출 검사는 배기밸브를 잠그고 Y 관의 입구를 막은 다음 산소분출 밸브로 호흡회로 내의 압력이 30 cmH₂O가 되도록 한 후 10초간 압력이 유지되는지를 보는 검사로 단시간에 손쉽게 시행할 수 있는 반면에 본 증례에서처럼 역류저지밸브가 있는 마취기에 적용하면 기화기와 같은 마취기 내부의 저압력회로에 존재하는 누출은 확인할 수 없다. 음압 누출 검사는 마취기의 전원과 유량계 조절 밸브, 기화기를 잠그고 혼합 신선가스 공급부에 흡인구를 연결

한 후 흡인구를 쭈그러들게 하고 10초 동안 흡인구가 부풀어 오르는지 여부를 관찰하는 것으로, 양압 누출 검사와 달리 역류저지밸브의 유무와 관계없이 마취기 내부의 저압력회로에 누출이 있는지 확인할 수 있는 검사 방법이다.² 따라서 본 증례에서도 desflurane 기화기를 새로 장착한 후 양압 누출 검사뿐만 아니라 음압 누출 검사까지 시행하였다면 정확한 누출 부위를 모른다 하더라도 마취기 내부에 가스누출이 있음을 인지하고 새로운 마취기 교체 등의 적절한 조치를 취하여 안전한 마취를 시행할 수도 있었다는 점에서 아쉬움이 남는다.

결론적으로 본 증례에서는 기화기와 마취기의 정확한 연결을 담보하는 잠금장치가 되어 있었음에도 기화기가 미세하게 기울어져서 다량의 마취가스 누출이 발생하였다. 따라서 마취과 의사는 기화기에 잠금장치가 되어 있더라도 오장착에 의한 가스 누출이 발생할 수 있음을 인지하고 기화기가 마취기에 정확히 위치하였는지 확인하는 과정이 필요하다고 생각된다. 또한, 시간적 제약이 있더라도 양압 누출 검사뿐만 아니라 음압 누출 검사를 마취 시행 전에 반드시 시행하여 마취기 내부에 존재할지 모르는 가스 누출을 사전에 인지하고 대처할 수 있어야겠다.

참 고 문 헌

1. Lee SY, Suh SH, Cho JH, Lim JA, Lee KM, Woo NS. An unexpected vapor leakage from unlocked vaporizer (Penlon Sigma Delta Anesthetic Vaporizer): a case report. Korean J Anesthesiol 2006;51:230-2. Korean.
2. Hong KH. Monitoring and anesthesia record. In: Korean Society of Anesthesiologist, editors.

- Anesthesiology and pain medicine. Seoul: Ryo Moon Gak; 2003. p.76-8.
3. Lewis SE, Andrews JJ, Long Gw. An unexpected penlon sigma elite vaporizer leak. *Anesthesiology* 1999;90:1221-4.
 4. Lum ME, Ngan Kee WD, Robinson BJ. Fault in a selectatec manifold resulting in awareness. *Anaesth Intensive Care* 1992;20:501-3.
 5. Macleod DM, Mcevoy L, Walker D. Report of vaporizer malfunction. *Anaesthesia* 2002;57: 299-300.
 6. Garstang JS. Gas leak from TEC 5 isoflurane vaporizer. *Anaesthesia* 2000;55:915.
 7. Wilkinson D, Curtis C. A strange leak from the anaesthetic machine. *Anaesthesia* 2002;57: 1038-9.