전신 마취 유지 중에 발생한 기관지 경련

- 증례보고 -

가톨릭대학교 의과대학 대전성모병원 마취통증의학과교실, *대전성모병원 마취통증의학과

오세철 · 손운숙 · 남신우* · 윤건중

Bronchospasm during the Maintenance of General Anesthesia - A case report -

Sae Cheol Oh, M.D., Youn Suk Son, M.D., Shin Woo Nam, M.D.*, and Keon Jung Yoon, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Daejeon St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea, Daejeon; *Sun General Hospital, Daejeon, Korea

Although a bronchospastic attack is common during the induction and emergence of general anesthesia, it is quite rare during maintenance of it. We experienced a severe case of a bronchospasm in a male patient during the maintenance of general anesthesia. His past medical history indicated no risk factors for the bronchospasm except for heavy smoking. He suffered from poor ventilation, hypercarbia and a pneumothorax that occurred abruptly, 2 hours after inducing general anesthesia. Ten hours later, he recovered his normal respiratory function without any respiratory complication. This case highlights the possibility of a bronchospasm during the maintenance of general anesthesia. (Korean J Anesthesiol 2005; 49: 532~7)

Key Words: bronchospasm, general anesthesia, hypercarbia, maintenance.

전신 마취 중에 발생하는 기관지 경련은 주로 기관지 천식이나 만성 폐쇄성 폐질환처럼 기관지에 염증 반응을 기존에 갖고 있는 경우에서 흔히 발생하고, 기관지경, 후두경 혹은 외과적인 자극 등으로 유발될 수 있으며,¹⁾ 주로 마취 유도 혹은 종료 시에 발생하나 드물게 마취 유지 중에도 발생한다. 기관지 경련 발생 시 적절한 치료를 할 경우 대부분 후유증을 남기지 않고 정상으로 회복되나, 경우에 따라서는 심각한 뇌 손상이나 사망에 까지 이르기도 한다.

본 증례의 경우 과거력 상 과도한 흡연 외에 기관지 경련을 유발할 만한 소인이 없는 환자에서 전신 마취 후 두 시간 만에 발생한 기도 저항 증가로 인한 환기 장애, 과탄산혈증 및 양측 폐부의 과팽창 등을 경험하였기에 보고하는 바이다.

증례

54세 남자 환자가 내원당일 생긴 좌완 통증을 주소로 내

원하였다. 환자는 공사장에서 작업도중 5 m 높이에서 추락하면서 상기 주소가 발생하였고, 내원 당시 좌완의 골절부위 움직임 및 심한 부종이 있었으며, 단순 방사선검사 상 좌측 상완 골 간부(humerus shaft)골절이 확인됐다.

환자의 과거력 상 기관지 천식 등 호흡기 질환은 없었으며, 약물에 대한 알러지 반응 및 수술 받은 기왕력도 없었다. 내원 당시 환자는 3년 전부터 금연상태였으나 이전에 과거 흡연력은 75 packs/yr였고, 평소 가래도 많은 편이었으나 최근 상기도 감염을 앓은 과거력은 없었다.

환자의 신장은 184 cm, 체중은 85 kg이었고, 내원당시 활력증후는 140/90 mmHg, 78 beats/min, 20 rates/min, 36.7°C이었으며 의식은 명료하였고, 응급실 진찰 결과 정형외과 이외 신경외과, 외과, 흉부외과적인 문제는 없었다. 환자 혈액학적 검사 상 혈색소치는 14.2 g/dl, 헤마토크리트 42.7%, 혈소판은 213,000/mm³이었으며, 그 외 혈액 검사 상 간기능, 신기능, 전해질, 혈액응고 반응, 심전도 검사 및 단순 흉부 방사선 등도 정상이었다(Fig. 1). 모든 검사 후 응급으로 골수내장 고정술(IM nailing)을 하기로 하였고, 환자가 원하여 전신 마취를 하였다.

수술실 도착 당시에 우측 상완에 18 G로 전해질 수액을 단 정맥로가 확보돼 있었고, 마취 전 혈압계, 심전도, 맥박 산소 측정기 및 foley catheter를 설치하였다. 마취 유도 전 혈

논문접수일 : 2005년 5월 27일

책임저자 : 오세철, 대전광역시 중구 대흥2동 520-2

가톨릭대학교 의과대학 대전성모병원 마취통증의학과
우편번호: 301-723

Tel: 042-220-9046, Fax: 042-242-3500

E-mail: oscane@naver.com

Fig. 1. Preoperative chest PA.

Fig. 3. Nonspecific finding of post operative chest AP in ICU.

Fig. 2. Intraoperative chest AP show emphysematous change without pneumothorax on Lt. chest.

Fig. 4. Nonspecific finding of post-extubation chest AP in ICU.

압은 150/80 mmHg, 심박수는 82 beats/min, 호흡수는 20 rates/min, 체온은 36.7°C이었으며 말초 혈액 산소포화도는 97%이었고, 마취 유도는 thiopental sodium 450 mg, succinylcholine 100 mg, fentanyl 50 μ g 및 lidocaine 60 mg을 투여한 뒤 신속히 기관 내 삽관을 하였다. 삽관 뒤 양측 흉부에서 들리는 호흡음은 정상이었으며 기관 내 분비물 제거를 위해 흡인한 결과 분비물은 거의 없었고, 수술 체위는 양와위를 취했다.

마취의 유지는 N₂O와 O₂를 분당 2 L씩 투여하였고, 흡입 마취제로는 enflurane을, 근이완제 vecuronium 6 mg을 투여하였다. 마취유도 후 활력 증후는 정상범위였고, 분당 호흡량은 9 L/min였으며, 약 30분 이내에 전해질 수액을 약 750 ml투여한 후 이어서 교질 용액인 pentastach(제일펜타스판주 10%™, 제일약품, 한국) 500 ml를 투여하기 시작하였다. 마

취유도 후 15분 만에 수술은 시작되었고, 수술 시작 후 약 2시간이 지나도록 혈압은 120-110/80-70 mmHg, 심박수는 80-70 beats/min이었으며 말초 혈액 산소포화도는 99%였다. 수술 시작 후 약 2시간이 경과할 때에 vecuronium 2 mg을 추가로 투여하였고, 그 후 약 15분만에 인공호흡기에 경보음이 울리기 시작하였다. 당시 기도 내압이 30 cmH₂O이상으로 측정되어 호흡음 청진을 하였으나 호흡음이 거의 들리지 않았고, 즉시 보조 환기로 전환하였지만 환기가 호전되지 않아서 thiopental sodium 300 mg, succinylcholine 100 mg을 투여하였다. 하지만 환기 장애가 지속되어 fentanyl 50 μ g과 vecuronium 2 mg을 다시 추가로 투여하였으나 환기에 대한 호전은 없었으며, 당시 혈압은 138/85 mmHg, 심박수는 88 beats/min, 말초 혈액 산소포화도는 환기 장애 발생 직후 92%까지 일

시적으로 떨어졌다가 이후 97-99%를 유지하였다. 그 후 보조 환기도 어려워져 enflurane을 유지하면서 100%산소와 AMBU bag을 이용한 환기로 전환하여 기관내압 측정은 불가능 하였지만 기관 내 저항은 별 변화가 없었고, 당시 환자의 활력 증후는 혈압이 150-140/80-70 mmHg, 심박수는 100-80 beats/min으로 비교적 안정적이었으며 말초 혈액 산소포화도는 99%였다.

AMBU bag으로 전환한 후에도 환기 장애가 지속되어 일시적으로 수술을 중지시키고 직접 동맥압 측정을 위해 요골 동맥을 천자하였다. 동맥혈 가스 분석 상 pH 7.08, PaCO₂ 83 mmHg, PaO₂ 145 mmHg, HCO₃⁻ 25.1 mM, SaO₂ 97%였으며, 응급 단순 흉부 방사선 상 기흉을 의심할 만한 소견은 없었으나, 양측 폐부의 공기 음영이 증가되어 있었으며 양측 횡경막이 약간 내려와 있는 상태를 보였고(Fig. 2), 서서히 복부가 팽만해지기 시작했다. 이에 복강 내 출혈을 의심하여 응급 개복수술을 하기로 결정하였고, 한편으로는 환기 장애 개선을 위해 aminophylline 250 mg을 정주한 후 지속적으로 0.5 mg/kg/h의 속도로 투여하였다. 개복 결과 복강 내 출혈은 없었으나 횡경막이 심하게 복부쪽으로 밀려 내려온 상태였고 좌측 횡경막이 부분적인 파열로 공기가 새는 것이 확인되어 외과적인 봉합 후 수술을 끝내고 좌측 흉부에 흉관을 삽입하였으며, 삽관 후 흉관의 기능은 정상 을 보였으나 누출되는 혈액과 공기는 소량이었다. 그 후에도 환기 장애가 지속되어 pofol (propofol 1 % W/VTM, 동국 제약, 한국) 150 mg을 정주 하였으나 환기 호전의 효과는 없었고, 환기 장애 발생 1시간 후의 동맥혈 가스 분석 상 pH 6.98, PaCO₂ 108 mmHg, PaO₂ 258 mmHg, HCO₃⁻ 26.1 mM, SaO₂ 99%, 혈압은 170-150/80-90 mmHg, 심박수는 100-80 beats/min, 말초 혈액 산소포화도는 99%였다. 더 이상 수술진행이 어렵다고 판단하여 Solumedrol 1,000 mg을 투여한 뒤 환자를 중환자실로 이송하기로 하였으며, 중환자 실로 옮기기 전 pyridostigmine 15 mg과 glycopyrrolate 0.4 mg 및 naloxone 0.4 mg을 투여하였고, 당시 동맥혈 가스 분

석 상 pH 6.86, PaCO₂ 162 mmHg, PaO₂ 245 mmHg, HCO₃⁻ 29.7 mM, SaO₂ 99%를 보였다.

중환자실로 이송 후 인공호흡기를 장착하였고 조절환기 (CMV)방식, 호흡수 18 rates/min, 일회 호흡량(tidal volume) 500 ml, 흡입산소농도(FiO₂) 0.6, 호기말 양압(PEEP) 4 cmH₂O로 설정하였다. 중환자실 이송 후 환자의 호흡음은 거칠었지만 환기 상황은 호전됐으며, 중환자실 내원 15분 만에 실시한 동맥혈 가스분석 결과 pH 6.96, PaCO₂ 97.8 mmHg, PaO₂ 199 mmHg, HCO₃⁻ 22.4 mM, SaO₂ 98%를 보였고, 단순 흉부 방사선 상 특이 소견은 발견되지 않았다(Fig. 3). 중환자실에서는 소염 진통제 및 midazolam 3 mg/h씩 투여 하였고, solu-cortef 100 mg을 3차례에 걸쳐 투여하였다. 그 후 환자의 환기 상태는 지속적인 호전을 보이며 환기 장애 발생 10시간 만에 동맥혈 가스 분석 상 pH 7.34, PaCO₂ 25 mmHg, PaO₂ 177 mmHg, HCO₃⁻ 14.1 mM, SaO₂ 99%를 보여 발관한 후 내과 호흡기 전문의에게 의뢰하였으나 호흡음은 깨끗하였고, 특별히 호흡부전을 유발할 만한 요인은 없었고 단순 흉부 방사선 상 특이한 소견은 발견되지 않았다(Fig. 4). 3일 후 폐 기능 검사 상 1초내 강제 호기량(FEV₁) 2.36 L, 강제 폐활량(FVC) 2.56 L로 mild restrictive pattern 외에는 특이 소견이 없었고, 환자는 5일 후 부위 마취하에 수술을 무사히 마치고 입원 3개월만에 특별한 합병증 없이 퇴원하였다.

고 찰

기관지 경련은 마취 중에 발생할 수 있는 합병증의 하나로 대부분의 경우에는 특별한 문제를 유발하지 않지만, 일부 보고에²⁾ 의하면 마취 중 발생한 합병증에서 호흡기 관련 후유증이 가장 많았으며, 이들 호흡기계 합병증 중에서 기관지 경련이 차지하는 비율은 5%였다. 하지만 기관지 경련으로 인한 심각한 합병증을 유발했던 경우를 조사한 결과 사망과 뇌 손상이

Table 1. Time-Serial Arterial Blood Gas Analysis

	Attack	10 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	8 h	10 h (ext.)	POD #2
pH	7.08	7.01	6.98	6.92	6.86	6.96	7.22	7.32	7.34	7.38
PaCO ₂	83	108	108	134	162	97.8	51	28	25	31
PaO ₂	145	104	258	262	245	199	102	210	177	96
BE	-5	-3	-5.6	-4.5	-3.9	-9.6	-5.7	-11	-11	-4.2
HCO ₃ ⁻	25.1	28	26.1	28.2	29.7	22.4	21.5	15	14.1	19
SaO ₂	97	93	99	99	99	98	99	99	99	97

pH: hydrogen ion concentration, PaCO₂: partial pressure of arterial carbon dioxide, PaO₂: partial pressure of arterial oxygen, BE: base excess, HCO₃⁻: bicarbonate, SaO₂: oxygen saturation, min: minute, h: hour, ext.: extubation, POD: post operation date.

생긴 경우가 각각 70%와 18%인 것으로 보고하였다. 특히 이들 환자에서 기관지 경련의 75%는 마취 유도 혹은 종료 시 발생했지만, 약 25%에서는 마취 유지 중에도 발생하였다. 이들 중에 과거에 기관지 천식을 앓았던 경우가 32%였고, 만성 폐쇄성 폐질환 혹은 흡연의 기왕력이 있었던 경우가 11%였다. 하지만 50%에서는 과거력 상 기관지 경련을 일으킬 만한 위험인자를 갖고 있지 않았던 것으로 밝혀졌다.

기관지 경련에서 가장 흔한 임상적 증상은 과탄산혈증이다(Table 1, Fig. 5). 기관지 경련은 폐의 환기를 어렵게 하여 폐포 내의 이산화탄소를 대기로 배출하는데 많은 장애를 유발한다. 따라서 혈중 이산화탄소의 농도는 지속적으로 증가하게 된다. 다음으로 환자는 저산소증을 보일 수 있다. 하지만 산소의 경우는 외부에서 일방적으로 폐포를 통하여 혈중으로 이동하기 때문에, 비록 기도 내 저항이 증가한다고 해도 외부에서 높은 압력으로 산소를 밀어주면, 기도 내 저항을 이기고 산소는 폐포로 이동하여 혈중 산소 분압을 유지함으로써 저산소증을 보이지 않을 수 있다. 하지만 폐포 환기/관류 불균형을 유발할 만한 병변이 있거나, 혈압 하강에 따른 폐 모세 혈관으로의 관류 감소가 있는 경우에는 환자가 저산소증을 보일 수 있다. 본 환자의 경우 전신 마취 후에 별 문제 없이 수술을 진행하던 중 약 2시간 만에 갑작스런 기도 저항 증가로 인한 환기 장애로 혈중 이산화탄소의 분압이 증가하기 시작하였고 혈중 산소의 포화도는 기도 내압 증가 초기에 일시적으로 92%까지 감소한 뒤 97-99%로 회복하였다. 이는 증가된 기도 저항을 이기기 위해 강한 압력으로 외부에서 산소를 공급한 결과 혈중으로 산소의 이동에는 큰 문제가 없었지만, 폐포에 쌓인 이산화탄소는 기도 저항을 이길 만한 압력이 폐포에서 생기지 않아, 결국 지속적인 혈중 이산화탄소의 분압 상승을 보인 것으로 사료된다.

한편 기관지 경련이 심한 정도에 따라 Auto-PEEP현상을 보이는데, 이로 인해 폐포의 크기는 점점 증가하게 되고, 폐 실질 및 흉곽은 과도하게 팽창하며, 폐의 유순도는 감소하게 된다. 본 환자의 경우 환기 장애 발생 후 증가한 기도 내압을 이기기 위해 외부에서 AMBU bag을 이용한 과도한 압력으로 환기 시도를 강행한 결과, 폐포는 과도한 Auto-PEEP이 걸리면서 팽창하였고, 결국 폐포가 터지면서 기흉과 함께 횡경막이 심하게 복부 쪽으로 이동하며 일부 횡경막이 파열된 것으로 사료된다.

그 외에도 환자에 따라서는 저혈압을 보일 수도 있는데, 이는 환자가 저혈량(hypovolemia)일 경우 혹은 흉곽 내압의 증가로 venous return이 감소할 경우 볼 수 있다. 본 환자의 경우에는 수술실 입실 당시 환자의 혈색소 수치가 정상 범위였고, 마취 직후 전해질 용액과 교질 용액을 미리 투여한 상태여서 환자가 저혈압을 유발할 만큼 저혈량은 아니었기

Fig. 5. Serial changes in blood gas analysis. pH: hydrogen ion concentration, PaCO₂: partial pressure of arterial carbon dioxide, PaO₂: partial pressure of arterial oxygen, BE: base excess, HCO₃⁻: bicarbonate, SaO₂: oxygen saturation, min: minute, h: hour, ext.: extubation, POD: post operation date.

때문에, 기흉이 생길 만큼 심각한 흉곽 내 압력 증가에도 불구하고 저혈압을 보이지 않았던 것으로 생각한다.

기관지 경련의 치료로는 우선 마취의 깊이를 증가시키는 것이다. 마취제와 근 이완제를 투여하면 흉곽 내압의 감소와 venous return을 증가시키며, 기관지 경련 시 흔히 동반되는 기침이나 기침요동(bucking) 등 기도내압을 증가시킬 수 있는 요인을 완화시킬 수 있다. 본 환자의 경우 처음 기관 내 저항 증가로 환기 장애가 발생할 당시에는 기관지 경련에 의한 환기 장애를 의심할 만한 천명음(wheezing) 등이 들리지 않아 단순히 마취가 낮아서 환자가 깨어남으로써 생긴 일시적인 환기 장애로 생각하여 thiopental sodium과 succinylcholine을 투여하였다. 하지만 상기한 약물의 투여로 마취는 깊어졌으나 환기 장애의 개선은 보이지 않았으며 동맥 가스 분석 상 과탄산혈증과 정상 산소 분압을 확인하고 기관지 경련에 의한 환기 장애로 생각하였다. 둘째로 마취의 깊이를 깊게 하는 것 외에 환기 장애 개선을 위해서 기관지 확장제를 사용할 수 있다. 먼저 β -adrenergic제제로서 0.1% epinephrine 0.1-0.5 mg을 피하주사 할 경우에는 빈맥과 부정맥 등이 나타날 수 있다는 점을 고려해야 한다. 또한 선택적인 β_2 -adrenergic제제로 albuterol을 사용할 수 있는데 주사용으로 시판중인 제제는 아직 없고 nebulizer용으로, 흡인 시 5-6분 뒤에 효과를 나타내기 시작하여 30-60분 뒤에 최고의 효과를 나타낸다. 그 외 methylxanthines계통의 약물 중에 대표적인 aminophylline을 쓸 수 있다. 이는 기관지 천식의 치료에 표준요법으로 사용되고 있으나, 치료범위(therapeutic range)가 좁고 수술 중 치료적 효율성(periooperative therapeutic efficacy)이 떨어지는 것으로 알려져 있다.³⁾ 셋째로 작용기전은 명확치 않지만 corticosteroid 중에서 hydrocortisone 2 mg/kg을 주사할 경우 효과를 볼 수 있다고 하지만,⁴⁾ 효과가 느려 약효가 나타나기까지는 몇 시간이 필요하다. 넷째로 propofol이 기관지 천식 환자에서 기관 평활근의 이완 효과에 대한 보고가 있으나,⁵⁾ 일부에서는 anaphylactoid반응을 유발함으로써 기관지 경련을 유발할 수도 있다고 알려져 있다.⁶⁾ 그 외 anticholinergic제제로 glycopyrrolate을 사용할 수 있으나 치료보다는 예방적 효과가 있는 것으로 알려져 있고 사용 시에는 0.5-1.0 mg까지 사용할 수 있으며,⁷⁾ 기관지 경련 당시에는 분무기(nebulizer)로 사용할 수 있다고 한다.⁸⁾

한편 최근 일부 보고에 의하면 기관지 경련 환자에서 $MgSO_4$ 의 효과에 대한 보고가 있다. $MgSO_4$ 는 Ca^{2+} 에 의한 기관지 평활근의 수축을 억제하는 기전에 작용함으로써, 기관 평활근을 이완시키는 효과가 있다.⁹⁾ 이 약제는 기관지 경련이 심하여 일상적인 β_2 -adrenergic agonist 또는 steroid에 반응을 보이지 않을 경우 사용할 수 있으며,¹⁰⁾ $MgSO_4$ 2 g을 1 g/min의 속도로 신속히 투여하는 것이 효과적이고, $MgSO_4$ 를 단독으로 투여하는 것보다는 선택적인 β_2 -adrenergic agonist를

병행하여 투여하는 것이 환자의 예후에 좋다고 한다.¹¹⁾

본 환자의 경우 선택적인 β_2 -adrenergic agonist제제의 사용을 고려해 볼 수 있었으나 분무기를 용이하게 장착할 수 있는 마취기도 아니었고 마취의 사용경험 부족 등으로 실제로 사용하지는 못하였다. 그 외 β -adrenergic제제로 epinephrine도 사용해 볼 만 했을 것으로 생각하며, 정맥 마취제 중에서 강력한 기관지 확장을 유발하는 ketamine의 사용도 고려해 볼만했던 것으로 생각한다.

이런 모든 치료제에도 반응을 하지 않을 경우 조기에 중환자실로 옮겨서 호흡기 환자 전용 인공호흡기를 달아주는 것도 고려해 볼 만하다. 특히 환자의 상태가 급격한 호흡부전 양상을 보이면서 분당 최대 환기량이 15 L를 넘거나, 최대 기도압(peak airway pressures)이 50 cmH₂O를 넘을 경우에는 critical care type ventilator를 사용함으로써 적절한 CO₂ 및 O₂를 유지할 수 있다.¹²⁾ 본 환자의 경우 도 수술실에서는 어떤 치료에도 반응을 보이지 않다가 중환자실 이송 후 호흡기 환자 전용 인공호흡기를 장착한 후 환기 장애가 개선된 것으로 보아 이런 치료법도 고려해 볼만 할 것으로 생각한다.

결론적으로 기관지 경련은 전신 마취 유도나 종료 시만 아니라 마취를 유지하던 중에도 생길 수 있다. 따라서 마취 의는 마취 유지 중에도 늘 환기 상태의 적정성을 확인할 필요가 있으며, 기관지 경련으로 환기 장애가 발생 시에는 적절한 약제의 투여와 적당한 환기 유지 및 상황에 따라서는 중환자실로 옮겨 호흡기 환자 전용 인공호흡기를 부착하는 것도 고려해 볼 만한 방법이 될 수 있다.

참 고 문 헌

1. Lebowitz PW: Emergencies complicating anesthesia. In: Clinical Anesthesia Procedures of the Massachusetts General Hospital. 3rd ed. Edited by Firestone LL: Boston, Little Brown. 1988, pp 470-80.
2. Cheney FW, Posner KL, Caplan RA: Adverse respiratory events infrequently leading to malpractice suits. Anesthesiology 1991; 75: 932-9.
3. Stirt JA, Sullivan SF: Aminophylline. Anesth Analg 1981; 60: 587.
4. Barnes PJ: Mechanisms of action of glucocorticoids in asthma. Am J Respir Crit Care Med 1996; 154: S21-7.
5. Eames WO, Rooke A, Wu R, Bishop MJ: Comparison of the effects of etomidate, propofol, and thiopental on respiratory resistance after tracheal intubation. Anesthesiology 1996; 84: 1307-11.
6. Laxenaire MC, Bermejo E, Vautrin D, Gueant JL: Life-threatening anaphylactoid reactions to propofol (diprivan®). Anesthesiology 1992; 77: 735-8.
7. Gal TJ, Surratt PM: Atropine and glycopyrrolate effects on lung mechanics in normal man. Anesth Analg 1980; 60: 85.
8. Litwack K, Saleh D, Schultz P: Postoperative pulmonary compli-

- cations. Crit Care Nurs Clin North Am 1991; 3: 77-82.
9. Corbridge TC, Hall JB: The assessment and management of adults with status asthmaticus. Am J Respir Crit Care Med 1995; 151: 1296-316.
10. Skobeloff EM, Spivey WH, Mcnamara RM, Greenspon L: Intravenous magnesium sulfate for the treatment of acute asthma in the emergency department. Journal of the American Medical Association 1989; 262: 1210-3.
11. Noppen M, Vanmaele L, Impens N, Schandevyl W: Bronchodilating effect of intravenous magnesium sulfate in acute severe bronchial asthma. Chest 1990; 97: 373-6.
12. Schapera A, Marks JD, Minagi H, Goodman P, Katz JA: Perioperative pulmonary function in acute respiratory failure: Effect of ventilator type and anesthetic gas mixture. Anesthesiology 1989; 71: 396-402.
-