

용수조절호흡이 폐포환기 정도에 미치는 영향

영남대학교 의과대학 마취과학교실

서정국 · 서일숙 · 김홍대

서 론

전신마취의 입문시 임상에서 제일 처음 배우게 되는 실기중의 하나는 수술중 무호흡 상태인 환자에게 환기를 유지시켜 주는 용수조절호흡법을 익히는 것이다. 현재에 이르러서는 많은 마취용 인공호흡기의 보급으로 용수조절호흡법이 의미를 잃어가고 있으나 마취과학을 전공하는 의사에게는 용수조절호흡법을 능숙하게 익혀두는 것이 가장 기본이 되고 중요한 실기라고 사료된다. 그러나 용수조절호흡법은 시행하는 사람의 임의에 따라 유지되기 때문에 각 개인의 수기에 따라 폐포환기량이 크게 달라질 수 있다. 따라서 본 교실에서는 용수조절호흡법의 적합성을 알아보기 위하여 마취수련을 시작하는 전공의들의 용수조절호흡에 의하여 유지되는 전신마취중인 환자의 동맥혈을 가스분석하여 폐포환기의 적합성을 전신마취전의 치와 비교 연구하였던바 다음과 같은 결과를 얻었기에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 대 상

1984년 9월 1일부터 11월 30일 까지 본 영남대학교 의과대학 부속병원에서 시행한 수술환자 중 술전 X-선 검사, 심전도 검사, 소변 검사, 혈액 검사, 동맥혈 가스 분석 등의 결과가 정상 범위이고 전신마취시 폐포환기에 영향을 미치지 않는다고 사료되며 환자가 양와위 자세를 취하는 수술로서 미국 마취과학회 환자상태 분류법으로 Class 1 또는 2에 해당하는 전신마취 환자 30명을 대상으로 하였다. 성별은 남자가 13례 여자가 17례이었다. 연령분포는 20세에서 68세로 평균 39.4 ± 14.6 세 이었다. 체중은 34kg에서 65kg으로 평균 54.5 ± 6.7 kg이

다. 과별로는 일반외과 9례, 부인과 6례, 정형외과 5례, 이비인후과 5례, 성형외과 3례, 안과 2례이었다 (Table 1).

Table 1. Distribution of patient of department, age and sex

Age	GS	GY	OS	ENT	PS	OPHTH	total	
	M F	M F	M F	M F	M F	M F	M F	M F
20-29	1 1	1 2		2 1	1		2	6 5
30-39		1 1	1					1 2
40-49		1 3	1	1		2		1 7
50-59	3 1		1 1	1				4 3
60-69	1							1
total	5 4	6 4	1 3	2 2	1 2		2	13 17
	9	6	5	5	3		2	

2. 방 법

가. 마취전 동맥혈 채취

수술 전날 마취전 방문시 요골동맥 또는 대퇴동맥에서 heparin으로 처리된 2ml 용량의 유리 주사기와 21gauge의 주사침을 이용하여 동맥압에 의하여 혈액이 주사기로 밀려 들어오는 것으로서 동맥혈임을 확인한 후 1.5~2.0ml의 혈액을 채취하였고 극소량이나마 공기가 존재시에는 즉시 배출시킨 후 주사침의 끝에 고무 마개를 꽂아 공기와의 접촉을 차단시킨 후 곧바로 동맥혈가스분석실로 보내어 검사하였다. 동맥혈가스분석기는 Corning사의 pH 178 Blood Gas Analyzer를 이용하였다.

나. 전신마취중 동맥혈 채취

전신마취 유도후 용수조절호흡 시행 약 30분 후에 마취전과 같은 방법으로 동맥혈 채취를 시행하였다.

다. 전신마취 방법

전신마취 유도 30분 전에 atropine sulfate 0.5 mg, hydroxyzine hydrochloride 50mg, meperidine hydrochloride 50mg을 근주하였고 마취유도는 100

% 산소로 보조호흡을 실시하면서 2.5% thiopental sodium을 체중 kg당 5mg을 정주하고 수면상태에 이른것을 확인한 후 곧 succinylcholine을 체중 kg당 1mg을 정주하여 근이완이 충분히 이루어졌을 때 삽관을 시행하였고 산소와 N₂O를 각각 분당 2.5ℓ씩, halothane 또는 enflurane을 1.0%, 2.0%를 각각 투여하여 마취를 유지하였으며 수술을 위한 근이완제로서는 비탈분극성인 pancuronium을 체중 kg당 0.07mg을 정주하였다. 전신마취는 반폐쇄식 회로 방법을 이용하여 용수조절호흡을 실시하였다. 이때의 용수조절호흡방법은 가능한 한 마취를 담당하는 의사의 호흡수와 일치시켜서 회수를 유지하도록 하였고 1회 환기량은 환자의 체중 kg당 7~8ml 정도도하여 혈중가스분압이 정상 범위가 유지되도록 용수조절호흡을 시행시켰다.

성 적

1. pH는 마취전에는 pH 7.41±0.02로 정상 범위에 있었으나 용수조절호흡중에는 pH 7.48±0.03으로서 경미한 알칼리증이 유발되었으며 이는 통계학적으로 의미있는 변화를 보였다(Table 2), (Fig. 1).

2. PaCO₂와 HCO₃⁻는 마취전에는 각각 PaCO₂ 39.8±2.8mmHg, HCO₃⁻ 25.2±1.8mEq/l로 정상 범위에 있었으나 용수조절호흡중에는 각각 PaCO₂ 29.9±2.9mmHg, HCO₃⁻ 22.2±2.4mEq/l로서 과환기 상태를 나타내었으며 이는 통계학적으로 의미있는 변화를 보였다(Table 2), (Fig. 2), (Fig. 3).

3. PaO₂와 O₂ saturation은 마취전에는 각각 PaO₂ 92.5±4.0mmHg, O₂ saturation 96.9±1.0%로 정상 범위에 있었으나 용수조절호흡중에는 각각 PaO₂ 270.0±28.7mmHg, O₂ saturation 99.6±0.2%로서 통계학적으로 의미있는 변화를 보였다(Table 2), (Fig. 4), (Fig. 5).

고 찰

정상인에서 호흡은 호흡중추에 의하여 조절되며 정상적인 자발호흡때는 PaCO₂가 40mmHg 전후로

유지되도록 호흡이 이루어진다. 그러나 전신마취시는 수술을 위한 근이완제 투여로 호흡근이 마비되거나 흡입마취제나 마약 투여에 의하여 호흡중추가 억압되거나 또는 과환기로 호흡중추에 대한 이산화탄소의 자극을 제거하므로써 호흡억제나 무호흡이 유발되므로^{1,2)} 생명을 유지시켜주기 위하여는 적절한 량의 폐포환기가 이루어져야 하는데 이러한 폐포환기의 유지를 위하여는 용수적이나 기계적으로 보조호흡이나 조절호흡을 시행하게 되며 용수조절

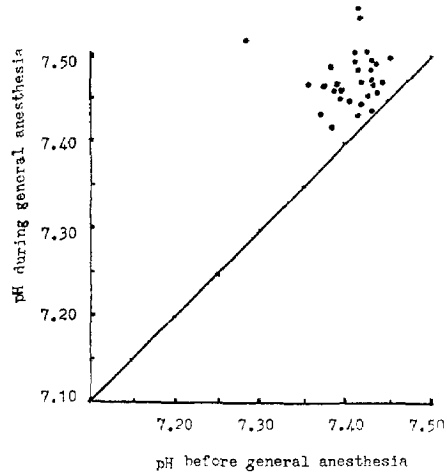


Fig. 1. Distribution of pH before and during general anesthesia.

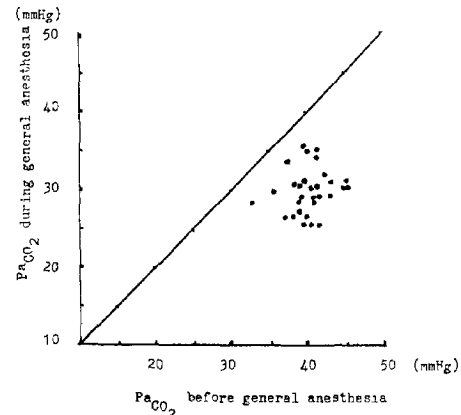


Fig. 2. Distribution of PaCO₂ before and during general anesthesia.

Table 2. Arterial blood gas analysis before and during general anesthesia

	pH	PaCO ₂ (mmHg)	HCO ₃ ⁻ (mEq/l)	PaO ₂ (mmHg)	φ SaO ₂ (%)
before general anesthesia	7.41±0.02	39.8±2.8	25.2±1.8	92.5±4.0	96.9±1.0
during general anesthesia	7.48±0.03*	29.9±2.9*	22.2±2.4*	270.0±28.7*	99.6±0.2*

φ: arterial O₂ saturation.

*: p<0.05.

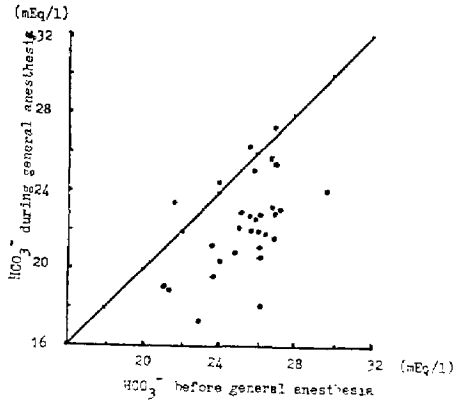


Fig. 3. Distribution of HCO_3^- before and during general anesthesia.

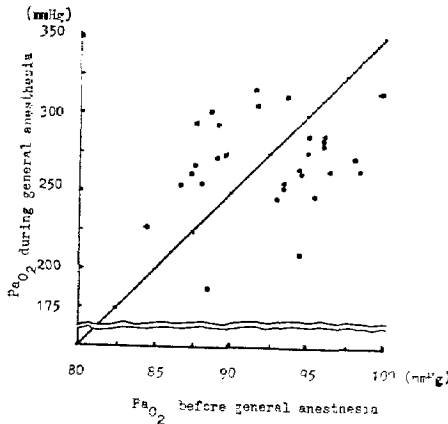


Fig. 4. Distribution of PaO_2 before and during general anesthesia.

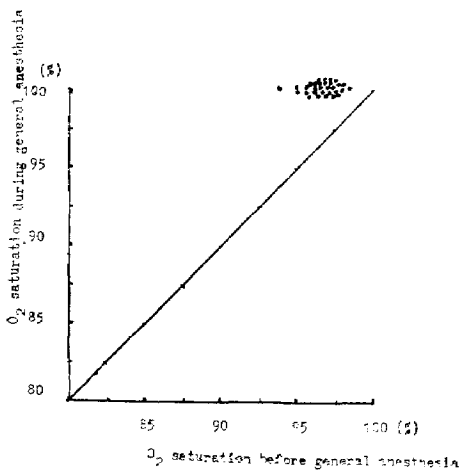


Fig. 5. Distribution of O_2 saturation before and during general anesthesia.

호흡은 술자의 임의에 의하여 환기가 이루어지기 때문에 대부분의 경우 과환기 경향을 보이게 된다.

과환기는 비록 정상 상태는 아니나 저환기보다는 더 안전한 것으로 여겨지는데,^{3,4} 과환기 때는 많은 량의 산소가 공급될 수 있고, 흡입마취제가 충분히 공급되어 마취유지가 원활할 수 있고, PaCO_2 의 감소로 인하여 neostigmine의 심근에 대한 효과가 극소화되며, 중증도의 과환기는 조직의 저산소증이나 대사성 산증을 더 심화시키지는 않으며, 저혈압시 발생된 파이산화탄소혈증을 치료할 수 있으며, 무기폐의 발생 빈도가 감소된다. 그러나 과도한 량의 과환기는 폐포 손상을 일으킬 수 있고, 저혈량 상태에서는 기도 내압을 증가시켜 저혈압을 더 심화시킬 수 있으며, 또한 세포외액의 칼륨 이온의 고갈, 뇌척수액의 pH 감소, 혈액내 lactate/pyruvate ratio의 증가, 뇌혈류량의 감소 등을 초래할 수 있다. 뇌혈류량은 PaCO_2 의 영향을 크게 받는데, PaCO_2 가 증가되면 뇌혈관의 이완으로 혈류량이 증가되거나 감소시는 뇌혈관의 수축으로 혈류량이 감소되는데 PaCO_2 가 20-80mmHg 사이에서는 혈류량이 2ml/min/mmHg PCO_2 정도의 변화를 보이나⁵ PaCO_2 가 20mmHg 이하시는 뇌혈류량이 1/2로 감소되어 뇌허혈이 초래될 수도 있다.⁶⁻⁹ 그러므로 정상인에서는 25-35mmHg를 유지하는 것이 가장 안전하다고 한다.¹⁰ 또한 제왕절개술시의 과환기는 저이산화탄소혈증을 초래하여 태아질식의 원인이 될 수 있는데 산모의 PaCO_2 가 17mmHg 이하시 신생아는 심한 산증을 보여 호흡의 발현이 늦어질 수 있고 임신부의 혈중 pH가 7.66 이상시에는 제대정맥의 pH는 7.10으로 심한 산증을 보인다고 한다.^{11,12} 또 계속적인 과환기로 인한 전신마취후의 무호흡기간이 연장됨은 잘 알려진 사실이다.

한편 폐내 shunt는 정상인에서는 심박출량의 2-5%이나¹³ 전신마취시는 무기폐의 발생으로 10-15%로 증가되므로 산소의 투여 농도를 33% 이상으로 하여야 한다.¹⁴ 그러나 너무 고농도의 산소 투여는 흡수성 무기폐가 발생될 수 있는데 이는 질소보다 산소가 확산이 더 잘되기 때문이다. 또 건강인에게 100%의 산소를 장시간 흡입시키면 산소중독증이 발생될 수 있으므로 전신마취시 일반적인 산소투여 농도는 33-50%정도가 안전하다고 한다.^{15,16}

이산화탄소는 산소보다 확산계수가 20배 크며^{17,18} PaCO_2 와 폐포환기량과의 상관 관계는 반비례한다.¹⁹ 그러므로 폐포환기량의 적절성은 PaCO_2 의 측정으로서 판단할 수 있으며²⁰ 과환기의 경우는 Pa

CO₂의 저하로 호흡성 알칼리증을 유발시킨다. 본 연구에서도 전공의들의 용수조절호흡시 환자에게 적절한 범위내의 폐포환기량을 유지시킬려는 노력에도 불구하고 PaCO₂는 29.9±2.9mmHg로 과환기 상태를 보였다. 따라서 환자에게 적절한 범위내의 폐포환기량 유지를 의식하지 않는 임의의 용수조절호흡은 더 심한 PaCO₂의 감소를 초래할 수 있을 것으로 생각되며, 본 교실의 전공의들의 용수조절호흡은 뇌혈류량이나 기타 생체내에 크게 영향을 미치지 않는 범위인 것으로 사료된다.

요 약

전신마취 30례에서 전공의들의 마취중 용수조절호흡이 폐포환기량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 등척혈의 가스를 분석하였던바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 용수조절호흡중의 PaCO₂의 평균치는 29.9±2.9mmHg로 마취전의 PaCO₂ 39.8±2.8mmHg에 비하여 통계학적으로 의미있는 감소를 보였다.

2. 용수조절호흡중의 pH와 HCO₃⁻의 평균치는 각각 pH 7.48±0.03, HCO₃⁻ 22.2±2.4mEq/l로 마취전의 pH 7.41±0.02, HCO₃⁻ 25.2±1.8mEq/l에 비하여 통계학적으로 각각 의미있는 증가와 감소를 보이고 있으며 이는 정도의 호흡성 알칼리증을 나타내었다.

3. 용수조절호흡중의 PaCO₂와 O₂ saturation의 평균치는 각각 PaO₂ 270.0±28.8mmHg, O₂ saturation 99.6±0.2%로 마취전의 PaO₂ 92.5±4.0mmHg, O₂ saturation 96.9±1.0%에 비하여 통계학적으로 의미있는 증가를 보였다.

결론적으로 본 교실의 전공의들에 의한 전신마취시의 용수조절호흡은 환자에게 적절한 범위내의 폐포환기량을 유지시킬려는 노력에도 불구하고 정도의 과환기 상태를 나타내었으나 뇌혈류량이나 기타 생체내의 생화학적 변화에 크게 영향을 미치는 범위는 아니었다.

참 고 문 헌

- Churchill-Davidson, H.C.; A practice of anesthesia. 5th ed., W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1984, p. 67.
- 곽일용; 임상마취의 실제. 교문사, 서울, 1973, p. 62.
- Atkinson, R.S., Rushman, G.B., and Lee, J.A.: A synopsis of anesthesia. 9th ed., Wright. PSG., Bristol, 1982, pp. 82-83.
- Vickers, M.D., Schnieden, H., and Wood-Smith, F.G.: Drugs in anesthetic practice. 6th ed., Butterworth, London, 1984, p. 295.
- Dripps, R.D., Eckenhoff, J.E., and Vandam, L.D.: Introduction to anesthesia. 6th ed., W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1982, p. 334.
- Wolman, H., Smith, T.C., and Stephen, G.W.: Effects of extremes of respiratory and metabolic alkalosis of cerebral blood flow in man. J. Appl. Physiol., 24: 60-64, 1968.
- Harp, J.R., and Wollman, H.: Cerebral metabolic effects of hyperventilation and deliberate hypotension. Br. J. Anaesth., 45: 256-258, 1973.
- Cohen, P.J., Alexander, S.C., and Smith, T.C.: Effects of hypoxia and normocarbica on cerebral blood flow and metabolism in man. J. Appl. Physiol., 23: 183-186, 1967.
- Smith, A.L., and Wollman, H.: Cerebral blood flow and metabolism: effects of anesthetic drugs and techniques. Anesth., 36: 375-379, 1972.
- Cotrell, J.E., and Turndorf, H.: Anesthesia and neurosurgery. Mosby Co., St. Louis, 1980, p. 153.
- Lichtiger, M., and Moya, F.: Introduction to the practice of anesthesia. 2nd ed., Harper and Row Co., Hagerstown, 1978, p. 341.
- Atkinson, R.S., Rushman, G.B., and Lee, J.A.: A synopsis of anesthesia. 9th ed., Wright. PSG., Bristol, 1982, p. 81.
- Saphiro, B.A., Harrison, R.A., and Walton, J.R.: Clinical application of blood gases. 3rd ed., Year Book Medical Publisher Inc., Chicago, 1982, p. 86.
- Lichtiger, M., and Moya, F.: Introduction to the practice of anesthesia. 2nd ed., Harper and Row Co., Hagerstown, 1978, p. 387.
- Atkinson, R.S., Rushman, G.B., and Lee, J.A.: A synopsis of anesthesia. 9th ed., Wright. PSG., Bristol, 1982, p. 811.

16. Lichtiger, M., and Moya, F.: Introduction to the practice of anesthesia. 2nd ed., Harper and Row Co., Hagerstown, 1978, p.478.
17. Atkinson, R.S., Rushman, G.B., and Lee, J.A.: A synopsis of anesthesia. 9th ed., Wright. PSG., Bristol, 1982, p.64.
18. Dripps, R.D., Eckenhoff, J.E., and Vandam, L.D.: Introduction to anesthesia. 6th ed., W.B. Saunder Co., Philadelphia, 1982, p.436.
19. Dripps, R.D., Eckenhoff, J.E., and Vandam, L.D.: Introduction to anesthesia. 6th ed., W.B. Saunders Co., 1982, p.432.
20. Saphiro, B.A., Harrison, R.A., and Walton, J.R.: Clinical application of blood gases. 3rd ed., Year Book Medical Publisher Inc., Chicago, 1982, p.72.

—Abstract—

Effects of Manually Controlled Ventilation on Gas Exchange during General Anesthesia

Jung Kook Suh, Ill Sook Suh, and Heung Dae Kim

*Department of Anesthesiology
College of Medicine, Yeungnam University
Taegu, Korea*

In the beginning of anesthetic training, one of the clinical practices that anesthetists have to learn is manually controlled ventilatory techniques. The popularity of manually controlled ventilatory techniques has been gradually decreased with increased use for anesthetic ventilators. However it is important and basic for the anesthetists to master manually controlled ventilatory techniques skillfully. Recently, we analyzed the arterial blood gas in 30 cases before and during general anesthesia, and studied the effects of the manually controlled ventilation on the pulmonary gas exchange.

The results were as follow;

- 1) Mean value of PaCO₂ during the manually controlled ventilation, 29.9 ± 2.9 mmHg was decreased statistically comparing with that of PaCO₂ before the anesthesia, 39.8 ± 2.8 mmHg.
- 2) Mean values of pH and HCO₃⁻ during the manually controlled ventilation were 7.48 ± 0.03 , 22.2 ± 2.4 mEq/l, respectively and values before the anesthesia were 7.41 ± 0.02 , 25.2 ± 1.8 mEq/l, respectively.
- 3) Mean values of PaO₂ and O₂ saturation during the manually controlled ventilation were 270.0 ± 28.8 mmHg, $99.6 \pm 0.2\%$, respectively and values before the anesthesia were 92.5 ± 4.0 mmHg, $96.9 \pm 1.0\%$ respectively.

These results indicates that manually controlled ventilation at our department of anesthesiology produced mild hyperventilatory state. However these were no significant changes in cerebral blood flow and other biochemical parameters.