

고빈도 진동 환기가 동맥혈의 호흡성 가스에 미치는 영향

영남대학교 의과대학 내과학교실

도준영 · 이재익 · 이관호 · 김영조 · 정재천 · 이현우

영남대학교 의과대학 생리학교실

이석강

서 론

경기도 고빈도 환기법(transtracheal high frequency ventilation)은 자발호흡수(15-20회/분)와는 뚜렷이 다른 고빈도의 환기회수(600-1,200회/분)와 통상의 1회 환기량의 1/5정도의 적은 1회 분출량(stroke volume; SV)으로서 가스교환을 정상으로 유지시키는 인공호흡법이다¹⁻⁶). 환기빈도와 분출량의 기도내 전달 양식에 따라 고압가스에 의한 특수변(pneumatic valve)을 사용해서 고속기류를 단속적으로 60-110회/분의 빈도로 기도내에 분출하는 고빈도 양압환기법(high frequency positive pressure ventilation; HFPPV), 고압 가스원에서 jet류를 전자변, pneumatic valve, 회전변을 통해서 8-15Hz(400-900회/분)의 빈도로 분출하는 고빈도 Jet환기법(high frequency jet ventilation; HFJV)과 고빈도 진동환기법(high frequency oscillatory ventilation; HFOV)등으로 분류된다⁷). HFOV은 진동원으로 금속제 piston-cylinder를 이용한 sine파 발생장치로서 진동빈도는 5-30Hz(300-1,800회/분), 1회 분출량을 체중당 3-5 ml와 기도내압을 5-10CmH₂O로 하는 조

건하에서 인공호흡을 유도하고 신선한 외기의 공급과 폐내가스의 배출경로서 bias flow를 사용한다.

1973년 Lunkenheimer⁸) 등은 개를 사용한 실험에서 기관삽관내로 14-15CmH₂O의 압으로서 100% 산소를 일정한 량 흡입시키면서 기관삽관의 구강단에 장착한 막성진동장치로서 기관내에 진동을 일으키고(20-50Hz), 기관내압을 14CmH₂O, 압변동을 3CmH₂O 전후로 하여 환기시킨 결과 동맥혈의 CO₂ 분압은 26-40mmHg, 산소분압은 45-490mmHg로 유지됨을 관찰하고 이것을 oscillatory diffusion에 의한 진동호흡법으로 명명할 것을 제안한 바 있다.

Bohn⁹)은 진동수를 높일수록 CO₂ 배출은 증가되나 사람의 경우는 200회/분, 개에서는 2,000회/분이 한계 진동수(critical frequency)이며, 동일한 1회분출량에 대해서 한계 진동수 이상으로 증가시켜도 CO₂의 배출에는 변동이 없다고 하였다⁹⁻¹³).

그리고 한계진동수 범위내에서는 가스교환 효율은 1회분출량과 진동수의 곱에 비례해서 증감한다고 하였다.

저자들은 본 연구실에서 제작한 HFV의 일종인 HFJV을 사용하여 실험동물을 대상으로

* 본 논문은 1986년 문교부대학 부속연구소 학술연구 육성비로 연구되었음.

환기, 환기역학, 혈액학 및 동맥혈의 호흡성 가스의 변동에 관한 성적을 이미 발표한 바 있으며¹⁴⁻¹⁶⁾, 같은 연구의 일환으로서 금번에 HFOV 기계를 제작하여 고양이를 대상으로 한 실험에서 고빈도 진동환기가 동맥혈의 호흡성 가스에 미치는 영향을 관찰하여 그 성적을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험동물은 체중 2.8-3.2Kg(평균 2.9Kg)의 건강하고 고양이 9마리를 암수 구별없이 사용하였으며, 마취는 secobarbital을 증류수에 용해시켜 체중 Kg당 15mg을 정맥주사하였고, 호흡근마비는 pancuronium sodium(mioblock)을 체중 Kg당 0.1mg을 정맥주사하여 유도하였으며, 필요에 따라 Kg당 0.05mg을 수시로 추가하였다.

마취후 자발호흡동안 실험대위에 앙와위로 고정하고, 기관절개를 시행, 내경 4mm의 기도삽관으로 기도를 확보하였다.

16G catheter를 좌측 대퇴동맥내로 삽입하여 혈압 측정 및 동맥혈가스분석을 위한 채혈에 이용하였다.

혈액가스분석은 Corning사 제품인 165/2 PH/blood gas analyzer를 사용하여 측정하였다.

고빈도 환기는 진동원으로서 본 연구실에서 제작한 금속제 피스톤-실린더 장치로서 정현파(sine wave)를 생성할 수 있는 고빈도 진동환기법을 사용하였다.

일회분출량(stroke volume)과 진동빈도는 다양하게 조절하게 되어 있으나 일회분출량은 3, 6, 9 및 12 voltage, 진동빈도는 5, 10, 15, 20 및 25Hz를 사용하였다.

일회분출량은 본 연구실에서 실시한 예비 실험에서 3, 6, 9 및 12 voltage에서 용량으로 환산했을 때 각각 9, 11, 13 및 16cc에 해당되

었다.

Bias flow는 압축기에 생성되는 실내공기를 이용하였으며, 공기량은 분당 3, 6, 9 및 12L로 변화시켜 사용하였다.

자발호흡시의 동맥혈 가스 분석은 secobarbital로 마취된 상태에서 측정하였으며, 진동빈도의 변동에 따른 PaCO₂를 알아 보고자, mioblock으로 자발호흡을 중지시키고 bias flow와 일회분출량을 각각 6L/분과 6 voltage로 고정시킨후, 진동빈도를 5, 10, 15, 20 및 25Hz로 변화시켜 각각 15분동안 고빈도 진동환기를 시킨후 동맥혈 호흡성 가스를 측정 하였고, 매 실험마다 진동빈도의 적용순서를 달리하여 순서에 따른 영향을 적게 하였다.

5, 10, 15, 20, 및 25Hz의 각 진동빈도 범위 내에서 PaCO₂에는 변화가 없음을 관찰한 후 진동빈도를 15Hz로 고정시키고, 일회분출량을 3, 6, 9 및 12voltage로 변화시키고, 각 군에서 bias flow를 3, 6, 9 및 12L/분으로 나누어 각각 15분씩 고빈도 진동환기를 시행후 동맥혈 가스를 분석 비교하였다.

Table 1. PaCO₂ changes according to frequency at 6 voltage of stroke volume and 6L/min of bias flow in HFOV.

frequency(Hz)	PaCO ₂ (mmHg)
control	36.8± 4.4
5	27.0± 4.3*
10	24.8± 4.0*
15	27.9± 6.1*
20	28.2± 6.2*
25	26.9± 3.4*

Control means the spontaneous respiration at anesthetized state.

* p<0.01

결 과

고빈도 진동환기시 동맥혈의 산소분압은 진동빈도를 15Hz(900회/분)로 고정시킨 상태에서 1회 분출량을 3 voltage에서 12 voltage까지 높이고 각 voltage에 따른 bias flow를 분당 3L에서 12L까지 증가시켜도 큰 변동없이 93.8±15.4mmHg 내지 111.5±18.2mmHg로 정상범위를 유지하였다. 그리고 자발호흡시의 PaCO₂의 평균치는 36.8±4.4mmHg였다.

진동빈도에 따른 PaCO₂의 변화는 일회분

출량과 bias flow를 각각 6 voltage와 6L/분으로 고정하였을 때, 5, 10, 15, 20, 및 25Hz의 빈도에 대한 PaCO₂의 평균치는 각각 27.0±4.3 mmHg, 24.8±4.0mmHg, 27.9±6.1mmHg, 28.2±6.2mmHg, 26.9±3.4mmHg로서, 자발호흡시의 PaCO₂치인 36.8±4.4mmHg에 비해 뚜렷이 낮았으나(p<0.01), 5Hz에서 25Hz로 단계적으로 진동빈도를 증가시켜도 PaCO₂는 큰 변동이 없었다(Table 1).

진동빈도를 15Hz로 고정시킨 상태에서 일회분출량과 bias flow에 따른 동맥혈 가스의 변화는 일회분출량을 3, 6, 9 및 12 voltage의

Table 2. PaO₂ and PaCO₂ changes according to stroke volume and bias flow at frequency of 15Hz.

stroke volume	bias flow (L/min)	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	mean PaCO ₂ (mmHg)
3V (9cc)	3	100.9±16.3	33.7±7.8	32.99±8.58
	6	93.8±15.4	33.7±8.2	
	9	101.4±12.1	31.2±8.2	
	12	94.7±15.1	33.1±9.3	
6V (11cc)	3	103.8±22.5	22.9±6.4	22.12±6.22*
	6	102.7±18.7	21.7±6.4	
	9	103.6±18.9	21.2±5.8	
	12	99.5±15.4	22.7±5.7	
9V (13cc)	3	105.1±16.2	20.4±6.3	20.13±6.49*,#
	6	111.5±18.2	21.1±6.1	
	9	113.0±14.1	19.2±5.8	
	12	106.1±17.2	19.8±7.3	
12V (16cc)	3	108.1±17.6	17.7±7.1	17.12±6.25*,##
	6	115.2±19.1	16.7±5.8	
	9	107.2±16.7	16.8±5.7	
	12	102.4±20.9	17.2±5.9	

* p<0.01 vs. 3 voltage of S.V

p<0.01 vs. 6 voltage of S.V

p<0.01 vs. 9 voltage of S.V

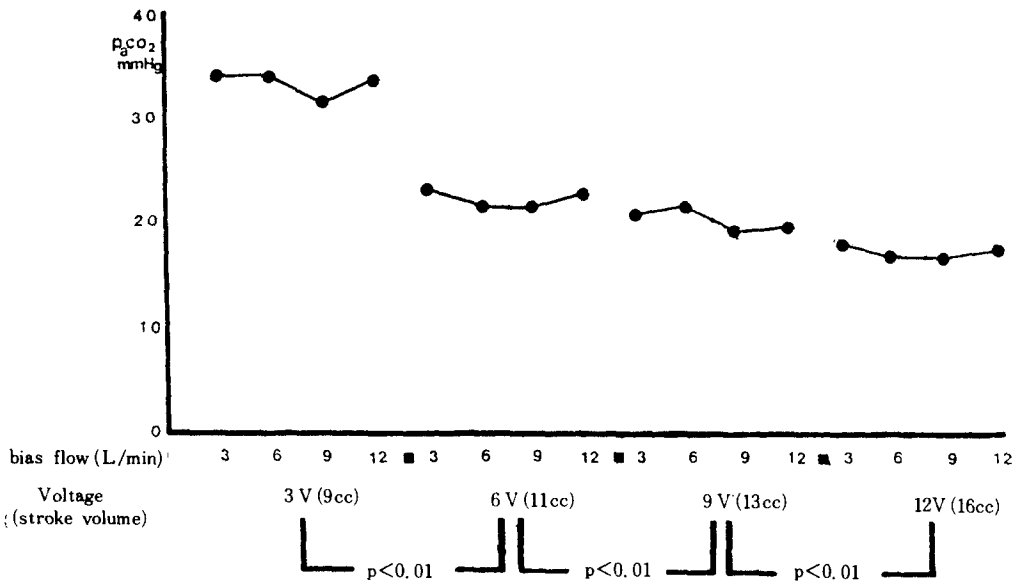


Fig 1. Relation of PaCO₂, bias flow and stroke volume(voltage).

4군으로 나누어 각 voltage에 따른 bias flow를 3, 6, 9, 및 12L/분으로 증가 흡입시켜도 PaCO₂의 변화는 없었다.

그러나 일회분출량을 3, 6, 9, 및 12 voltage로 증가시켰을 때는 bias flow와 무관하게 PaCO₂는 유의하게 감소하였다.

각 voltage의 PaCO₂는 각각 32.99±8.58 mmHg, 22.12±6.22mmHg, 20.13±6.49 mmHg, 17.12±6.25mmHg로서 1회 분출량을 증가시키에 따라 Table 2 및 Fig. 1과 같이 PaCO₂가 현저히 감소하였다.(p<0.01)

이상의 성적으로 미루어 보아 고빈도 진동 환기시 동맥혈의 CO₂분압은 진동 빈도와 bias flow의 양과는 일정한 관계가 없었고 1회 분출량의 변동과는 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

고 찰

고빈도 환기법은 전통적 인공호흡(conventional mechanical ventilation ; CMV)에 비

해, 적은 일회분출량과 많은 호흡빈도를 사용하여, 폐의 환기를 정상적으로 유지할 수 있는 환기방법이며¹⁻⁶⁾ 전통적 인공호흡시에 생길 수 있는 높은 호기종말기도압(positive end expiratory pressure:PEEP)과 높은 흉강내압에 의한 폐의 압손상 혹은 혈액학적장애와 같은 합병증을 줄이기 위해 사용될 수 있는 방법이다.

특히 고빈도환기법은 낮은 호기 종말기도압과 흉강내압으로도 정상적인 가스교환을 유지할 수 있는 생리적인 이점때문에 폐의 압손상이 합병되기 쉬운 폐용압율이 감소된 infant respiratory distress syndrome, adult respiratory distress syndrome, 기관지-흉막루등의 치료에 효과적으로 사용되고 있다^{4,9,10)}.

고빈도환기는 호흡빈도와 공기전달방식에 따라 대개 다음과 같은 4가지 종류로 분류될 수 있는데, 고빈도양압환기(high frequency positive pressure ventilation ; HFPPN), 고빈도 Jet 환기(high frequency jet ventilation ; HFJV), 고빈도 진동환기(high frequ-

ncy oscillation ventilation) 등은 임상에서도 효과적으로 사용되고 있고, 고빈도 흉벽 진동법(high frequency chest wall oscillation)은 아직까지 실험적으로 연구되고 있다.

폐의 환기상태를 반영하는 동맥혈의 CO₂분압은 체내 탄산가스 생성이 일정한 경우 폐포 환기량에 의해 결정되므로, 이론적으로는 고빈도환기에서 사용되는 사강량보다 적은 일회환기량으로는 호흡빈도에 관계없이 폐환기가 이루어지지 않을 것으로 생각되나, 실제로 고빈도환기에서는 사강량이하의 일회환기량으로도 정상적인 동맥혈가스분압유지가 가능한 것으로 알려져 있다.

생리적으로 가스교환은 주로 큰 기도에서 일어나는 대류(convection)현상과 세기관지에서 일어나는 확산(diffusion)으로 이루어지는데, 고빈도환기에서의 환기 기전은 두 현상의 중간 형태로서 가스혼합이 증가하는 기류형태가 유발되는 가증된 분산(augmented dispersion)과정에 의해서 환기가 이루어진다^{20, 21)}.

고빈도 Jet 환기법시에서는 동맥혈 CO₂ 분압은 주로 일회분출량과 환기빈도에 좌우되며, 일회분출량이 더 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다^{16, 21, 22)}.

본 교실에서는 고빈도 환기법의 일종인 고빈도 Jet 인공호흡기를 제작하여 사용한 동물 실험에서 고빈도 Jet 인공호흡이 환기, 환기역학, 혈액학 및 동맥혈 가스 분압의 변동에 미치는 영향을 관찰한 성적을 이미 발표한 바 있으며¹⁴⁻¹⁶⁾, 환기상태를 반영하는 동맥혈의 CO₂ 분압의 결정인자는 일회분출량, 실제로 흡입된 분시환기량, 기도 및 늑막강압차와 호흡빈도등이며, 이중 주된 인자는 일회분출량인 것으로 결론을 내린바 있다⁵⁾.

고빈도 진동환기법은 다른 고빈도 환기와는 달리 첫째, 사강량보다 더 적은 일회분출량을 사용하며, 둘째 다른 고빈도환기법보다 더 많

은 진동빈도를 사용하며 (900-2, 400회/분), 세째 폐를 주기적으로 팽창(inflation), 수축(deflation)시키지 않으며, 네째 폐의 자발 환기기전과는 무관하게 가스교환을 아룩할 수 있는 특성이 있으며 특히 폐의 환기기전에 장애가 있는 질환에 응용되고 있다.

1972년 Lunkenheimer등⁸⁾은 무호흡상태의 개를 사용한 실험에서 기관삽관내로 14-15 CmH₂O의 압으로서 100% 산소를 일정한 양으로 흡입시키면서 기관삽관의 구강단에 장착한 막성진동장치로서 기관내에 진동(20-25 Hz)을 일으키고 기도내압을 14CmH₂O로, 압변동을 3CmH₂O 전후로 하여 환기시킨 결과 동맥혈의 CO₂분압은 26-46mmHg, 산소분압은 45-490mmHg로 유지되었다고 하였으며 산소분압은 진동빈도에 큰 영향을받지 않았으나, CO₂분압은 진동빈도와 일회분출량에 영향을 받는다는 것을 보고하였다. 이들은 이러한 환기기전을 oscillatory diffusion에 의한 진동호흡법으로 명명할 것을 제안한 바 있다.

Bohn등⁹⁾은 금속제 피스톤-실린더 장치로서 기계적으로 일회분출량, 15mL, 진동빈도, 5-10 Hz의 진동파를 기관내에 부하한 실험견에서 동맥혈가스분압이 정상으로 유지되었고, 15 Hz의 진동빈도에서는 실내공기에서도 정상범위에 있었음을 보고하였다.

Butler등¹⁹⁾은 처음으로 사람에서 80mL의 일회환기량과 진동빈도 15Hz로 정상적인 동맥혈 산소 및 CO₂ 분압을 유지할 수 있었다고 하였다.

고빈도 진동환기법에서 동맥혈 CO₂ 분압의 결정에 관여하는 요인으로는 Slutsky등²⁰⁾은 일회분출량과 진동빈도와 관계가 있다고 하였고, Solway등²³⁾, Goldstein등²⁴⁾, 그리고 Weinmann등²⁵⁾은 고빈도진동환기법에서 동맥혈 CO₂분압은 진동빈도보다는 일회분출량에 더 영향을 받는다고 하였다.

이와 같이 고빈도진동환기시에 폐환기에

영향을 주는 요소로 일회분출량과 진동빈도와 관계는 어느정도 규명되어 있다.

고빈도진동환기법이 다른 고빈도환기법과 다른 점으로 bias flow를 들 수 있는데, 고빈도진동환기시에는 매진동때마다 기도내의 신선한 공기의 고갈을 막기 위해 bias flow의 공급이 필요할 뿐 아니라 호기의 배출경로로서도 중요하다. 따라서 이 bias flow가 폐환기에 미치는 영향도 고려되어야 할 것으로 생각되나, 아직까지 bias flow가 폐환기에 미치는 효과에 대한 연구는 드문 듯하다^{9,10,26)}.

이에 저자들은 고빈도진동환기에서 bias flow가 폐환기에 미치는 영향을 알아보고자 본 연구를 실시하였다.

저자들의 실험에서는 고빈도진동환기법에서 동맥혈 CO₂ 분압에 영향을 미치는 인자는 일회분출량과 bias flow가 일정한 경우에는 (일회환기량 ; 11cc, bias flow 6L/min)진동빈도를 5Hz에서 25Hz까지 높여도 동맥혈 CO₂ 분압은 큰 변동이 없었고, 진동빈도가 고정된 경우에는 (15Hz ; 900회/분) 동맥혈 CO₂ 분압은 bias flow의 증가와는 무관하였고 주로 일회분출량의 증가와 관계가 있었다.

본 실험에서는 동맥혈의 CO₂분압과 bias flow의 변동과는 상관관계가 없었던 것은 다른 보고자들의 성적과는 상이하나, 이는 실험대상 및 방법의 차이에 기인한 것으로 추정되며, 앞으로 bias flow의 양, bias flow가 공급되는 기도의 위치와 bias flow의 습도등과도 관련 지워 더 규명되어져야 할 것으로 사료된다.

요 약

고빈도 진동환기가 동맥혈의 가스분압에 미치는 영향을 알아보고자 저자들은 9마리의 고양이를 대상으로 진동빈도, 일회분출량 및 bias flow를 다양하게 변화시켜 아래와 같은 결과를 얻었다.

- 1) 일회분출량과 bias flow를 고정시킨 후 진동빈도를 점차 증가시켜도 PaCO₂의 변동은 없었다(Table 1).
- 2) 진동빈도를 고정시킨 후 일회분출량과 bias flow를 변화시켜 관찰하였던 바 PaCO₂는 bias flow의 변화와는 상관관계가 없으나, 일회분출량의 변화와는 유의한 상관관계가 있었다($p < 0.01$)(Table 2, Fig. 1)
- 3) PaCO₂는 진동빈도를 15Hz로 고정시킨 상태하에서는 1회 분출량 및 bias flow를 증가시켜도 큰 변동없이 정상으로 유지되었다(Table 2).

이상의 결과로 고빈도 진동환기법에서 PaCO₂의 결정인자는 진동빈도와 bias flow와는 무관하였고 일회분출량과는 상관 관계가 있음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Cournand A, Motley HL, Werko L, Richard DW : Physiological studies of the effects of intermittent positive pressure breathing on cardiac output in man, *Am J Physiol* 152 : 162-74, 1948.
2. Morgan BC, Crawford EW, and Guntheroth WG : The hemodynamic effects of changes in blood volume during intermittent positive pressure ventilation. *Anesthesiology* 30 : 297-305, 1969.
3. Scharf SM, Caldini P, and Ingram RH : Cardiovascular effects of increasing airway pressure in the dog. *Am J Physiol* 232(1) : 35-43, 1977.
4. Sjostrand V : High-frequency positive pressure ventilation(HFPPV) : a review. *Crit Care Med* 8 : 345-364, 1980.
5. Carlon GC, Pierri MK, Ray C, Kretan

- V : Hemodynamic and respiratory variable with high frequency jet ventilation (HFJV) synchronized with heart rate. *Crit Care Med* 9 : 163, 1981.
6. Szele G, and Shahvari MBG : Comparison of cardiovascular effects of high frequency ventilation and intermittent positive pressure ventilation in hemorrhagic shock. *Crit Care Med* 9 : 161, 1981.
 7. Hamilton LH, Neu J, and Calkins JM : High frequency ventilation. 1986
 8. Lunkenheimer PP, Keller H, and Frank I, Dickhut HH, and Fuhrman C : Application of transtracheal pressure oscillations as a modification of "Diffusion Respiration". *Br J Anesth* 44 : 627, 1972.
 9. Bohn DJ, Butler W, Froese AB, and Bryan AC : Ventilation by high frequency oscillation, *Fed Proc* 38 : 951, 1979.
 10. Rossing TH, Slutsky AS, Lehr JL, Drinker PA, Kamm R, and Drazen JM : Tidal volume and frequency dependence of carbon dioxide elimination by high frequency ventilation. *N. Engl J Med* 305 : 1375, 1981.
 11. Bourgain, JL, Mortimer AJ, and Sykes MK : Carbon dioxide clearance during high frequency jet ventilation(HFJV), *Perspective in High Frequency Ventilation*, Martinus Nijhoff, Boston, 1983, 98.
 12. Calkins, JM, Waterson CK, Quan SF, Militzer HW, Conahan TJ, Otto CW and Hameroff SR : Effects of high frequency jet ventilation design operational variables upon arterial blood gas tensions, *Perspectives in High Frequency Ventilation*, Martinus Nijhoff, Boston, 1983, 71.
 13. Klain M : Gas exchange in high frequency ventilation : an experimental study, *Perspectives in High Frequency Ventilation*, Martinus Nijhoff, Boston, 1983, 158.
 14. 김태년, 김영조, 정재천, 이준하, 이석강 : 고빈도 Jet 환기의 혈액학적 영향에 관한 연구, *대한내과학회잡지*, 34(6) : 781-788, 1988.
 15. 이경희, 안재희, 김태년, 정재천, 이현우, 이상학, 이준하 : 고빈도 Jet 환기법에 의한 인공호흡시 폐환기에 미치는 인자에 관한 연구. 37(1) : 95-103, 1989. *대한내과학회잡지*
 16. 안재희, 노진우, 이경희, 김태년, 이관호, 정재천, 이현우, 이상학, 이준하 : 고빈도 환기법에서의 기도 및 폐포압의 변화, *대한내과학회잡지* 게재예정.
 17. Chang HK, and Harf A : High frequency ventilation : A *Rev Resp Physiol* 57 : 135-152, 1984.
 18. Wetzel RC and Gioia FR : High frequency ventilation. *Pediatric Clin Nor. Am* 34 : 15-38, 1987.
 19. Butler WJ, Bohn DJ, Bryan AC, and Froese AB : Ventilation by high frequency oscillation in humans. *Anesth Analg* 59 : 577, 1980.
 20. Slutsky AS, Drazen JM, Ingran RH, et al. : Effective pulmonary ventilation with small volume oscillations at high frequency. *Scand* 209 : 609, 1980.
 21. Rossing TH, Slutsky AS, Lehr J, et al. : The influence of tidal volume on CO₂ output during high frequency ventilation in dog. *Am Rev Resp Dis* 1981 : 124 (4) : part. 2 : 203, 1981, Abstract.
 22. Rossing TH, Slutsky AS : CO₂ elimination by high frequency oscillation in

- dogs-effects of histamine injection. *J Appl Physiol* 53 : 1256-1262, 1983.
23. Solway J, Gavriely N, Kamm RD, Drazen JM, Ingram RH, and Khoo MCK : Intraairway gas mixing during high frequency ventilation. *Cic Press, Inc. J Appl Physiol* 55 : 343, 1984.
24. Goldstein D, Slustsky AS, Ingram RH, Westerman P, Venegas J, and Derazen J : CO₂ elimination by high frequency ventilation (4-10Hz) in normal subjects, *Am Rev Respir Dis* 123 : 251, 1981.
26. Suwa K, and Tagami M : Ventilatory volume and pressure required for oscillatory ventilation in dogs. *Jap J Physiol* 32 : 443, 1982.

-Abstract-

Factors influencing arterial CO₂ tension in cats during high frequency oscillation ventilation

Jun Young Do, Jae Yick Lee, Kwan Ho Lee, Yeung Jo Kim
Jae Chun Chung, and Hyun Woo Lee

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

Suck Kang Lee
*Department of Physiology
College of Medicine Yeungnam University
Taegu, Korea*

High frequency ventilation(HFV) is a new ventilatory technique that uses very small tidal volume(less than the anatomic dead space)and high frequency, and classified 4 distinct types according to frequency and mode of gas delivery.

The mechanism of gas transport of high frequency oscillation ventilation(HFOV) is somewhat different to other types of HFV.

To evaluate the determinants of PaCO₂ in HFOV, a study was done with a HFOV on 9 cats, and the results are :

- 1) PaCO₂ was not correlated with frequency at the constant stroke volume(6 volume) and bias flow (6L/minutes).
- 2) PaCO₂ was correlated with stroke volume but not with bias flow under the constant frequency(15Hz/min) and bias flow(3 to 6L/min).

From above results, the main determinant of PaCO₂ on artificial ventilation with HFOV was stroke volume, but further study between flow, the site of delivery to the airway and humidification of bias flow and CO₂ elimination is required in future research.