

미세 후두현미경술시 윤상갑상막천자를 통한 고빈도 제트환기법

중앙대학교 의과대학 이비인후과학교실

양훈식 · 김용주 · 김춘길

= Abstract =

High Frequency Jet Ventilation via Cricothyroid Membrane Puncture under Microlaryngoscopic Surgery

Hoon Shik Yang, M.D., Yong Ju Kim, M.D., Chun Gil Kim, M.D.

*Department of Otolaryngology, College of Medicine,
Chung Ang University, Seoul, Korea*

High frequency jet ventilation(HFJV) via cricothyroid membrane puncture controls frequency of ventilation as 20–200/min and pursues adequate gas exchange. HFJV was known to have advantages such as improvement of PaO₂, lesser barotrauma, stable hemodynamic effects, good operative field and lesser movement of head.

The purpose of this study was to clarify the advantages of HFJV in cases of microlaryngeal surgery which operating time was expected even within 30 minutes.

Twenty–eight patients were divided two groups; 1)control group : general endotracheal intubation anesthesia. 2)experimental group : HFJV via cricothyroid membrane puncture with intravenous anesthesia, frequency 40/min, I/E ratio 40%, driving pressure 40 psi.

We analyzed blood pressure, arterial blood gas, score of general condition and recovery time after operation.

In conclusion, HFJV via cricothyroid membrane puncture had a good score of general condition and rapid recovery of consciousness, although some accumulation of PCO₂ and elevation of blood pressure.

Key Words : High frequency jet ventilation · Cricothyroid membrane puncture · Microlaryngoscopic surgery

서 론
가 상기도의 수술과 개흉술에 성공적으로 적용한 이후로 더욱 이용범위를 넓혀 동맥류 제거술³⁾, 혈 고빈도 제트환기법은 1977년 Klain과 Smith²⁾ 관 문합을 위한 미세수술⁴⁾, 쇄석술을 위한 마취⁵⁾

등 여러 분야에서 이용되고 있다.

고빈도 제트환기법(high frequency jet ventilation)은 기도에 공급하는 공기를 제트식으로 분사하여 환기횟수를 생리적 기준치의 4배이상으로서 20-200회/분이 되게하는 인공호흡법⁶⁾이다.

이는 혈중 산소화의 증진⁷⁾, 폐의 압력손상감소, 혈액학적 안정성, 분비물제거의 용이성, 자발호흡의 억제에의한 호흡기간의 안정성과 상기도 수술시 수술시야가 넓다는 장점이 있어 마취뿐만 아니라 중환자의 호흡관리에도 널리 적용되고 있는 분야이다.

이비인후과영역의 상기도 수술은 최근 레이저를 이용하는 수술이 증가하고 있고 대부분 30분 이내에 수술을 마칠 수 있어 이용빈도가 증가하고 있으나 마취초기에 발생할 수 있는 혈압의 불안정성, 공기흡입량의 측정이 어려워 동맥혈내의 산소나 이산화탄소의 분압의 안정적 유지를 위한 환기의 조절이 쉽지않다는 점과 아직은 정맥마취에 의존해야 함으로써 마취심도의 조절이 어렵다는 점이 제기되어 왔다.

이에 저자들은 30분 이내로 수술시간이 예상되는 28명의 환자를 대조군과 실험군으로 나누어 대조군에게는 고식적 기관내 삽관에 의한 마취를하고, 실험군에게는 운상갑상막 천자를 통한 고빈도 제트환기법을 시행하여 마취 유도전과 마취 유도후의 혈압과 평균동맥압을 비교하여 혈압상승의 변화를 관찰하고 동맥혈 가스분석을 통해 마취유도전과 마취유도후 PH와 PCO₂의 변화를 비교 관찰함으로써 혈액학적 안정성 여부를 파악하고자 하였고 수술종료후 환자의 전신상태및 환자가 의식을 회복할 때까지 걸리는 시간을 측정함으로써 비교적 짧은 수술시간이 예상되는 경우에도 고빈도 제트환기법을 시행하는 것이 바람직한지의 여부를 알아보하고자 본 연구를 시행하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1993년 1월부터 1994년 12월까지 중앙대학교 의과대학 이비인후과 교실을 내원하여 미세 후두경술을 실시했던 환자중 수술시간이 30분 이내로

Table 1. Classification of diseases

	Frequency(%)
Laryngeal nodule	14(50%)
Laryngeal polyp	5(18%)
Intubation granuloma	2(7%)
Laryngeal ca.	5(18%)
Hypopharyngeal ca.	2(7%)

예정되어있던 환자 28명을 설정하여 대조군과 실험군으로 나누어 대조군 14명에게는 경구기관내 삽관을 통한 간헐적 양압호흡을 시행하였고 실험군 14명에게는 운상갑상막 천자를 통한 고빈도 제트환기법을 시행하였다.

대상환자 28명(남 19명, 여 9명)의 평균연령은 42세 였으며 질환별로는 후두결절이 14명(50%), 후두폴립 5명(18%), 삼관 육아종 2명(7%), 후두종양 5명(18%), 하인두종양 2명(7%)이었으며 (Table 1) 마취유도후 수술종료시까지의 평균 소요시간은 27분이었다.

2. 연구방법

모든 대상환자에서 마취 전처치로 atropine과 analgesics을 수술실 도착 1시간전에 각각 근육주사 하였으며 수술실 도착 후 실험군에서는 1% lidocaine 을 국소 마취하여 운상갑상막 천자(14gauge)를 시행한후에 thiopental sodium 5mg/kg을 정주하여 의식을 소실시켰고 succinylcholine 1mg/kg을 정주한후 정맥마취를 시행하여 고빈도 제트환기기를 분당호흡수 40회, 흡기율 40%, 추진압 40psi로 조절하였다. 대조군에서는 thiopental sodium과 succinylcholine을 정주한 후 O₂와 N₂O를 1:1로 enflurane을 1.5-2.5%로 흡입 시키면서 일회 호흡량 10ml/kg, 분당 호흡수 10회로 조절하였다.

대상환자에게 비침습적 자동혈압측정기를 이용하여 마취유도전, 마취유도 직후 1분, 마취유도후 5분, 15분에 혈압을 측정하여 대조군과 실험군을 비교하였고(compared with control and experi-

mental group) 실험군과 대조군에서 마취유도전과 마취유도후 15분에 동맥혈가스분석을 실시하여 비교하였다(compared with preinduction and postinduction). 회복실 도착후 환자의 전신상태를 파악하기위해 환자의 움직임, 호흡상태, 순환상태, 의식정도, 안면색등의 요소를 0점, 1점, 2점의 등급으로 나누어 가장 양호한 상태를 10점 만점으로 하여 실험군과 대조군을 비교하였으며 수술종료후부터 회복실 도착후 환자가 스스로 머리를 들수 있을 때까지 걸리는 시간을 의식의 완전회복기간으로 판단하여 실험군과 대조군을 비교하였다(compared with control and experimental group).

본 연구에서는 t-test를 이용하여 p 값이 0.05 미만인 것을 유의한 값으로 채택하였다.

결 과

1. 혈압과 평균 동맥압의 변화(Table 2)

(1) 수축기 혈압은 대조군과 실험군에서 마취유도직후 151.4, 148.2로 증가하였으나 5분후에는 121.1, 133.5로 감소 하였고 15분후에는 119.6, 144.7로 두 군 사이의 수축기 혈압은 마취유도 15분후에만 실험군에서 의미있게 증가함을 알수 있었다($p < 0.05$).

(2) 이완기 혈압은 대조군과 실험군에서 마취유도직후 98.3, 87.2로 증가 하였고 마취유도 5분 후에는 76.0, 86.3으로 감소 하였다. 마취유도 15분 후에는 77.8, 93.8로 실험군에서만 증가하였으며 두 군 사이의 이완기 혈압은 마취 유도후 5분, 15

Table 2. Changes of blood pressure(Mean \pm SD)

	Preinduction	Postinduction 1min	5min	15min
sBP(mmHg)				
C	139.8 \pm 15.85	151.4 \pm 17.1	121.1 \pm 14.3	119.6 \pm 16.5
E	139.3 \pm 16.85	148.2 \pm 30.75	133.5 \pm 30.88	144.7 \pm 21.05*
dBP(mmHg)				
C	81.2 \pm 9.3	98.3 \pm 14.5	76.0 \pm 10.5	77.8 \pm 16.8
E	80.1 \pm 11.09	87.2 \pm 21.16	86.3 \pm 22.62*	93.8 \pm 15.58*
MAP(mmHg)				
C	100.1 \pm 12.3	115.6 \pm 12.6	90.3 \pm 9.6	91.2 \pm 16.9
E	101.2 \pm 12.80	102.5 \pm 14.65	102.4 \pm 26.55*	103.8 \pm 19.55*

C:control, E:experimental

*Compared with control and experimental group($p < 0.05$)

Table 3. Changes of arterial blood gas(Mean \pm SD)

	PH	PCO2(mmHg)	PO2(mmHg)
Preinduction			
C	7.42 \pm 0.02	40.7 \pm 3.6	102.9 \pm 14.2
E	7.43 \pm 4.08	40.9 \pm 6.47	96.0 \pm 14.93
Postinduction			
C	7.48 \pm 0.08*	33.1 \pm 6.9*	270.1 \pm 60.0*
E	7.40 \pm 0.11	45.05 \pm 16.55	482.3 \pm 87.34*

C:control, E:experimental

* Compared with preinduction and postinduction

분에서 실험군에서 의미있는 증가를 나타냈다($p < 0.05$).

(3) 평균 동맥압은 대조군과 실험군에서 마취유도 직후 115.6, 102.5로 증가 하였고 마취 유도후 5분, 15분에 실험군에서 의미있는 증가를 보였다 ($p < 0.05$).

2. 동맥혈 가스분석(Table 3)

(1) PH는 마취 유도전 대조군과 실험군에서 7.42, 7.43에서 마취유도 15분후에는 7.48, 7.40으로 변화 하였으며 마취 유도에 따른 PH의 변화는 대조군에서는 의미있게 증가($p < 0.05$)한 것으로 나타났으나 실험군에서의 의미는 없는 것으로 나타났다.

(2) PCO₂는 대조군과 실험군에서 마취전 40.7, 40.9에서 마취유도후에 대조군에서는 33.1로 의미 있는 감소를 보였으며($p < 0.05$) 실험군에서는 45.05로 증가 하였으나 마취유도전후의 차이는 의미 없는 것으로 나타났다. PO₂는 마취유도전 102.9, 96.0에서 마취유도후 270.1, 482.3으로 증가하였다.

3. 수술종료후 환자의 전신상태및 의식회복까지의 시간(Table 4, Table 5).

(1) 회복실 도착후 환자의 전신상태는 실험군에서 7.57점, 대조군에서는 7.07점으로 윤상갑상막 천자를 통한 고빈도제트환기법을 시행한 경우의 전신상태가 양호한 것으로 판단되었다($p < 0.05$).

(2) 환자 스스로 머리를 들 수 있다고 판단된 의식회복까지 걸리는 시간은 실험군에서는 19.64minutes, 대조군에서는 24.3minutes로 역시 고빈도제트환기법에 의한 경우가 훨씬 빠른 회복시간

Table 4. Scores of general condition at recovery room(Mean±SD)

	Score
C	7.07±0.91
E	7.57±0.85*

C:control, E:experimental

* Compared with control and experimental.

을 보인 것으로 나타났다($p < 0.05$).

4. 부작용

실험군 14례중 1례에서 수술도중 피하기종이 발생되어 즉시 수술을 중지하였으며 아무런 합병증없이 회복되었다.

고 찰

고빈도 환기는 임상마취에 적용되는 기계적인 호흡관리 방법의 한 형태로서 동물의 종과 연령에 따라서 호흡수의 차이가 있으므로 그 정의가 명확하지는 않으나 일반적으로 정상 일회 환기량 보다 적은 일회 환기량을 이용하는 환기법으로 환기횟수가 정상 호흡수의 4배 이상인 경우이며 폐손상과 체순환의 장애가 적으면서 적절한 폐포환기를 이룰수 있는 특징이 있다⁸⁾. 고빈도 환기법은 1960년대 말에 이르러 임상에 적용되기 시작하였으며 1967년에 고빈도 양압환기법이 이용되었고 1972년에는 Lunkenheimer등에 의하여 고빈도 진동환기법이 소개 되었다⁹⁾. 또 Klain과 Smith는 1977년에 개에서 14gauge 정맥주사용 카테터를 경피적으로 기관내 삽입한 후 분당 20-200회 빈도로 가스를 주입하여 적절한 가스교환이 일어나는 것을 고빈도 제트환기법이라고 명명하였다⁵⁾. 본 연구에서는 박등¹⁾의 실험에서 호흡빈도를 40회/분에서 100회/분까지 매 10회/분씩 증가시키고 흡기율을 10%에서부터 50%까지 10%씩 증가시키고, 추진압을 10psi부터 50psi까지 10psi까지 증가시켰던 결과를 토대로 정상 동맥혈 가스 분압을 적절히 유지할 수 있었던 호흡빈도 40회/분, 흡기율 40%, 추진압 40psi로 고정시켰던 값을 선택하여 적용하였다.

고빈도 제트환기는 대류에 의한 환기가 적은 반

Table 5. Duration until head lift(Mean±SD)

	Duration(min)
C	24.3±7.28
E	19.64±5.35*

C:control, E:experimental

* Compared with control and experimental.

면 가스확산으로 환기/관류율을 균등하게 하므로 기도내의 최고압이 낮아 기도내압에 의한 압력상해가 적고¹⁰⁾ 혈압, 심박출량, 심장의 충만압과 같은 혈액학적 변화를 억제하는 효과가 있어 만성 폐쇄성 폐질환에서와 같이 환기/관류율의 불균형으로 산소화에 변화가 있을때 고빈도 환기를 사용하면 폐내섀트(intrapulmonary shunt)를 현저하게 감소시켜서 산소화율을 개선시킨다고 알려져있다¹¹⁾. 또한 교감신경계의 심장 원심성 활동을 증가시키고 심박수의 압력 반사조절의 변화가 적어 폐의 흡기, 호기시 발생하는 움직임이 적으므로 결과적으로 뇌, 폐의 위치 변화가 적어서 중환자나 수술환자의 호흡관리영역에서 기관지경검사, 후두경검사에 쓰이고 흉부수술, 혈관접합을 위한 미세수술에 적합하며 쇄석술과 기관지홍막루 수술및 두개내압이 상승한 환자, 여러장기의 기능부전증 환자와 성인성 호흡곤란증후군의 관리에 이용되는 것으로 알려져 있다.¹²⁾

고빈도 제트환기의 단점은 환기중 흡입공기량의 측정이 어려워서 원하는 PaCO₂를 유지하기 위한 환기의 조절이 쉽지않고¹³⁾ 1991년에 Raffae와 LeDuc이 흡입마취제를 사용하였다는 보고가 있었으나 아직까지는 정맥마취에 의존할 수 밖에 없고 전신 흡입마취를 사용한 경우에는 다량의 마취 가스 소모로 인하여 수술실이 오염될 수 있다는 점이다.

이비인후과 영역에서 고빈도 제트환기를 사용한 경우에는 수술시야의 방해가 적고 환자의 움직임이 적어 미세후두경술에 적합하고¹⁸⁾ 후두나 하인두 종양등의 종물폐쇄에 의한 기관내 삽관이 힘든 경우에도 기관절개술을 시행하지 않고 경피적 기관천자에 의한 고빈도 제트환기법을 사용함으로써 조직 생검이 용이할 수 있어 많은 이용이 되고있다. 미세 후두경술의 레이저 사용¹⁷⁾시에도 유용한 마취방법으로 알려져 있고 Depierraz¹⁴⁾는 경피적 기관천자에 의한 고빈도 제트환기법을 심각한 기도폐쇄가 있던 유아에 적용하여 좋은 효과를 거두었으며 Schragl¹⁵⁾은 후두종양으로 급성호흡부전이 있었던 환자에게 고빈도 제트환기법을 적용함으로써 호흡부전을 교정후 효과적으로 후두적출술을 시행할 수 있었다. 또한 기관주위의 협착이 심했던 환자에서 고빈도 제트환기법을 사용하던중 호기 가스의

배출이 안되어 점차적으로 가스의 축적에 의한 압력상해와 순환부전을 보였던 경우와 또한 이를 예방할 수 있는 방법을 기술한 보고도 있었다.¹⁶⁾

경피적 기관천자에 의한 고빈도 제트환기법을 시행할 경우 폐기종이나 기흉 또는 미주신경 유도성 심혈관 부전이 올 수 있으므로 이에 대한 각별한 주의 또한 필요하며¹⁴⁾ 마취과의 협조아래 적절한 호흡빈도와 흡기율 그리고 추진압을 선택하여 미세 후두경술에 고빈도 제트 환기법을 이용함으로써 앞으로 좋은 결과가 있으리라 생각된다.

결 론

본 연구에서는 30분 이내로 수술시간이 예정되어 있던 28명의 환자를 대상으로 과거의 기관내 삽관에 의한 마취방법과 윤상갑상막천자를 통한 고빈도 제트환기법을 미세후두경술에 이용 비교하여 봄으로써 혈압과 평균동맥압의 변화와 동맥혈가스분석에 따른 PH와 PCO₂의 변화, 그리고 회복실 도착후 환자의 전신상태및 의식의 완전회복까지 걸리는 시간을 측정하여 관찰함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 수축기 혈압은 마취 유도 15분후 실험군에서 대조군에 비해 증가를 보였고(p<0.05) 이완기 혈압은 마취유도 5분, 15분후에 실험군에서 의미있는 증가를 나타냈으며 평균 동맥압도 마취 유도 5분, 15분후에 실험군에서 증가함을 알 수 있었다(p<0.05).

2) 동맥혈가스 분압을 마취전과 마취후로 나누어 관찰하여 보았을때 PH는 마취유도후 대조군에서 의미있는 증가를 나타냈고 PCO₂는 대조군에서 마취유도후 의미있는 감소를 보였으며 (p<0.05) 실험군에서 PCO₂의 증가는 있었으나 임상적 의미는 없는 것으로 나타났다. PO₂는 대조군과 실험군에서 증가하였으나 이는 FiO₂의 증가에 따른 것이다.

3) 회복실 도착후 환자의 전신상태뿐 아니라 의식회복까지 걸리는 시간은 정맥마취제에 의존한 고빈도 제트환기법을 이용한 실험군에서 좋은 결과를 보였으며(p<0.05) 이는 윤상갑상막천자를 통해 공급되는 O₂의 양과 수술시간에 따른 정맥마취제

의 양을 적절히 조절할 수 있어 수술종료 후 환자의 빠른 의식회복을 보일 수 있었던 것으로 생각된다.

4) 수술중 피하기종이 1레에서 발생하였으나 곧 회복되었으며 폐기종이나 심폐혈관부전등의 다른 합병증 소견은 관찰 할수 없었다.

이상의 결과로 30분 이내의 소요시간을 예상하는 미세 후두경술시 윤상갑상막 천자에 의한 고빈도 제트환기법을 시행하고자 할 경우에는 마취과와의 협조아래 적절한 호흡빈도와 호흡을 그리고 추진압을 선택하여야하고 마취후 발생할 수 있는 혈압상승과 호기 가스의 부적절한 배출로 인한 PCO₂ 증가를 고려하여 수술을 시행한다면 윤상갑상막천자에 의한 고빈도 제트환기법은 적절한 수술시야의 확보와 기관절개술과 같은 다른 수술적 처치가 필요없다는 점, 공급되는 산소의 양과 정맥마취제의 양을 적절히 조절함으로써 수술종료후 환자가 빠른 의식회복을 보인다는 점에서 이비인후과 영역에 앞으로 보다 효과적으로 이용될 수 있는 분야라고 생각되어진다.

References

1. 박범동·조형상 : 고빈도제트환기에서 흡기율과 호흡빈도및 추진압이 분시환기량에 미치는 영향. *한국의과학* 23:137-145,1991
2. Klain M, Smith RB : *High frequency percuteaneous transtracheal jet ventilation*. *Crit Care Med* 5:280-287, 1977
3. Goder G, Bertrand M, Coriat P : *High frequency jet ventiaition during one lung ventilation in patients undergoing resection of aortic aneurism by thoracic incision*. *Anesthesiology* 65 : A486, 1986
4. Lobo DP, Brauer FS, Ciobanu M : *High frequency jet ventilation in superficial temporal artery to middle cerebral artery anastomosis*. *Anesthesiology* 61 : A319, 1984
5. Schulte J, Kochs E, Meyer WH : *Improved efficiency of extracorporeal shock wave lithotripsy during hightfrequency Jet ventilation*. *Anesthesiology* 63 : A177, 1985
6. Chiaranda M, Giron GP : *High frequency jet ventiaition*. *Piccin/Ishiyaku Euromerica Imc* : 3-4, 1985
7. Kolton M, Cattran CB, Kent G : *Oxygenation during high frequency ventilation compared with conventional mechnical ventilation in two models of lung injury*. *Anesth Analg* 18 : 113-118, 1982
8. Chiaranda M, Giran GP : *High frequency jet ventiaition p3-10*, *Piccini, Ishiyaka*, 1985
9. Lukenheimer PP, Frank II, Keller H : *Application of transtracheal pressure oscillations as a modificaliton of diffusion respiration*. *Br J Anaesth* 44 : 627-634, 1972
10. Todd MM, Tontant SM, Sapiro HM : *The effect of high frequency positive pressure ventilation on intracranial pressure and brain surface movement in cats*. *Anesthesiology* 54:476, 1982
11. Butler WJ, Bohn DJ, Bryan AC : *Ventiaition by high frequency oscillation in human*. *Anesth Analg* 59 : 577-580, 1980`
12. Frese AB : *High frequency ventilation*. *33th Annual Refresher Course Lectures* 198, p 26
13. Tamsma TJA, Spoelsta AJG : *Gas flow distribution and tidal volume during distal high frequency jet ventiaition in dogs*. *Acta Anaesth Scand* 33(supplement) 90 : 75-78, 1989
14. Depierraz B, Ravussin P, Brossard E : *Percutaneous transtracheal jet ventiaition for paediatric endoscopic laser treatment of laryngeal and subglottic lesion*. *Canadian Journal of Anaesthesia* 41(12):1200-1207, 1994
15. Schral E, Donner A, Grasl MC : *Ventilation during tracheotomy in extensive, 90% laryngeal stenosis using superimposed high*

- frequency jet ventilation via the jet laryngoscope. Laryngo-Rhino-Otologie 74(4):223-226, 1995*
16. Yong SS, Wang SJ, Lin SY : *An urgent technique of applying high frequency jet ventilation in patients with extreme periglottic stenosis. Acta Anaesthesiology Sinica 33(1):63-68, 1995*
17. Husnsaker DH : *Anesthesia for microlaryngeal surgery :The case for subglottic jet ventilation. Laryngoscope 104(Suppl 65) : 1-30, 1994*
18. Braverman I, Schel JY, Halimi P : *Complication of jet ventilation during microlaryngeal surgery. Annals of Otology, Rhinology & Laryngology 103:624-627, 1994*