

수동조절형 제트환기장치(Manujet)의 개발 및 임상적용 : 전향적 연구

순천향대학교 의과대학 부천병원 이비인후과학교실,¹ 순천향대학교 의과대학 의학과²
권기남¹ · 김규훈¹ · 문일하¹ · 이유재¹ · 유혜진² · 태기연² · 이승원¹

= Abstract =

Development Of Manually Controlled Jet Ventilation (Manujet) and It's Clinical Application : A Prospective Study

Ki Nam Kwon, MD¹, Kyu Hun Kim, MD¹, Il Ha Moon, MD¹, Yu Jea Lee, MD¹,
Hye Jin Yu², Ki Yeon Tae² and Seung Woon Lee, PhD¹

¹Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon Hospital, Bucheon; and ²Soonchunhyang University College of Medicine, Cheonan, Korea

Background and Objectives : Previous jet ventilation is not becoming more common because of high price, making loud noise, and causing a movement of the vocal cords due to the jet stream. So we designed a new type of manually controlled jet ventilation using previous laryngoscope and introduced it's clinical application. **Materials and Method** : A prospective study involved 20 patients all having undergone surgical intervention under new type of manually controlled jet ventilation from June 2009 to January 2011. The prospective study was to assess the vital sign and operative and postoperative complications. **Results** : The Manually Controlled Jet Ventilation were performed in 20 patients. 50% of the patients have Post-located laryngeal lesion, 20% with tracheal stenosis, 20% with glottic cancer biopsy and laser cordectomy, 10% with postglottic stenosis. **Conclusion** : Manually Controlled Jet Ventilation (Manujet) can be used for airway surgery.

KEY WORDS : Jet ventilation · Airway · Laryngoscopy.

서 론

제트환기는 장비가 고가이면서, 큰 소음을 일으키고, 수술 시에 고속의 제트 기류에 의한 수술 목표부위 떨림 등의 문제로 많이 보편화되지 않았다. 이에 저자는 기존에 사용하는 수동 제트 기구와 후두경을 이용하여 수술 중 제트환기의 멈춤과 작동이 자유로워 수술 부위의 떨림이 없는 새로운 수동 조절형 제트 환기장치를 고안하였고, 이의 임상 적용 결과를 소개하고자 한다.

논문접수일 : 2011년 11월 16일
심사완료일 : 2012년 01월 16일
책임저자 : 이승원, 420-767 경기도 부천시 원미구 중동 1174
순천향대학교 의과대학 부천병원 이비인후과학교실
전화 : (032) 621-6440 · 전송 : (032) 621-5440
E-mail : lsw0922@schbc.ac.kr

대상 및 방법

1. 대 상

2009년 6월부터 2011년 1월까지 Manujet을 이용하여 제트 환기수술을 받은 20명을 대상으로 하였다. 전체적인 환자의 연령은 4세부터 80세까지였고, 남녀 비는 7 : 3이었다(Table 1). 시행된 수술 및 병변은 성대용종, 피열후두개주름의 종양, 접촉성 육아종 등 후두의 후방병변이 10명(50%), 기관 협착이 4명(20%), 성문암의 조직 검사 및 레이저 성대절제술이 4명(20%), 후성문협착이 2명(10%)이었다(Table 2).

본 연구는 순천향대학교 부천병원 임상시험심사위원회의 연구승인을 받고 시작하였다. 연구대상에 대해 정해진 윤리적 고려를 위반하지 않았고 대상자 본인과 보호자에게 연구에 대해서 설명하고 동의서를 취득하였다(SCHBC_IRB_09_61).

2. 수술 방법

기존의 후두경에 자체 제작한 메탈 캐놀라(metallic cannula)를 장착한 뒤, 마취의가 수술 상태에 따라 수동으로 제트환기를 조절하면서 수술을 진행하였다. 수술 중의 평균 산소포화도, 최저 산소포화도, 혈압, 심전도 등의 생체징후의 안정도, 수술 후의 합병증 등의 항목을 전향적으로 조사하였다.

마취 유도 및 유지에는 정맥 마취제인 프로포폴(Propofol)을 4~12 mg/kg/hr의 용량으로 지속적 점적정주 하였고 흡입 마취제로는 세보플루란(Sevoflurane) 또는 데스플루란(Desflurane) 흡입액을 사용하여 전신마취를 시행 하였다.

Table 1. Postoperative outcomes

	Mean±SD	Minimal-Maximum
Female : Male	6 : 14	
Age (yrs)	47.9±20.1	(4-80)
Mean Jet Ventilation pressure	16.5±13.7	(5-70)
Supraglottic Jet Ventilation Only	2.4±0.5	(1.5-3.5)
With Subglottic Jet Ventilation	80% (16/20)	
O ₂ Saturation drop during procedure	5% (1/20)	

Table 2. Indication of Manujet™

Post-located layrngeal lesion	10 (50.0%)
Vocal fold polyp	6 (30%)
Arytenoid mass	2 (10%)
Contact granuloma	2 (10%)
Tracheal stenosis	4 (20%)
Glottic cancer biopsy & LASER cordectomy	4 (20%)
Postglottic stenosis	2 (10%)

수술 기구는 Holinger type의 후두경(the Holinger type ant. commissurelaryngoscope)과 Sataloff 후두경(Microfrance, Medtronic Xomed, MN, USA)을 사용하였다. 메탈 캐놀라를 고정하는 어댑터는 2가지를 사용했는데, 하나는 저자가 주문 제작한 것이고(Fig. 1), 다른 하나는 기존에 상품화 되어 있는 어댑터(8661P Karl Storz, Germany)이다(Fig. 2).

전신마취 시에 흡입마취는 메탈 캐놀라에 수동 제트 기구(Hand triggered emergency jet injector, Manujet™, VBM Medizintechnik Germany)를 연결하여 시행하였다.

제트 기류가 기도의 방향과 일치하도록 하였으며, 제트 기류의 유속은 15~20 breaths/mins이고, FiO₂(fraction of inspired oxygen)는 보통 1.0이 되도록 하였으며, 레이저 수술 시에는 0.3~0.4를 유지하도록 하였다.

제트 환기는 보통 상후두 제트 환기를 이용하였으나, 수술 부위가 메탈 캐놀라에 가려지거나 혹은 후두경의 방향과 일치하지 않는 각도일 때는 exchange catheter로 하후두 제트 환기를 이용하였다.

수술 후 생체징후를 측정하고, 단순 흉부 방사선 검사를 시행하였다.

결 과

평균 연령은 48세, 평균 수술 시간은 16.5분이었고, 제트 환기의 평균 압력은 2.4 bar이었으며, 상후두 제트 환기와 하후두의 제트 환기의 비율은 4 : 1이었다(Table 1).

평균 수술시간은 16.5+13.7분, 수술 중 평균 산소포화도는

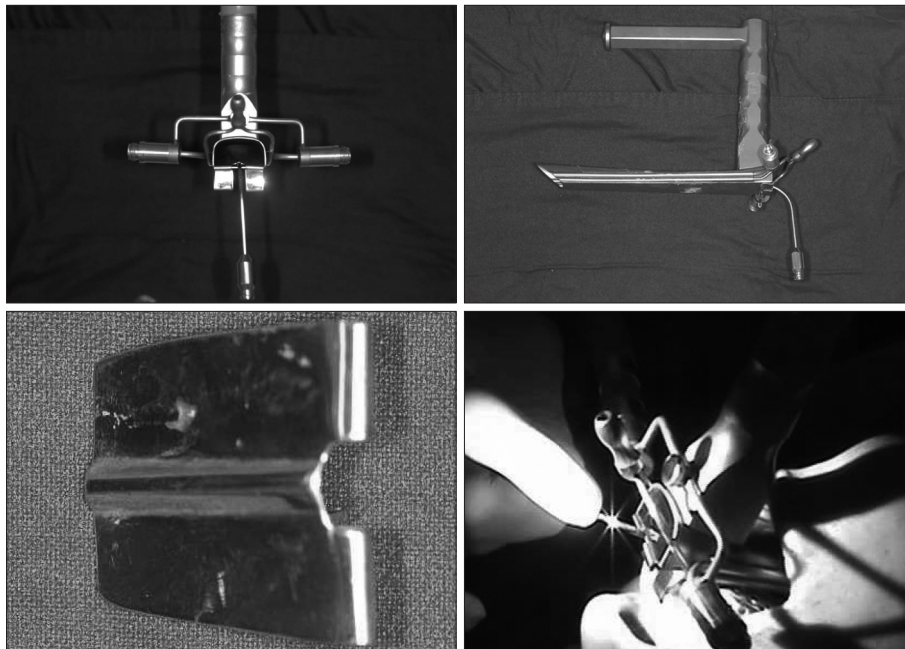


Fig. 1. Self-made Adaptor for metal cannula.

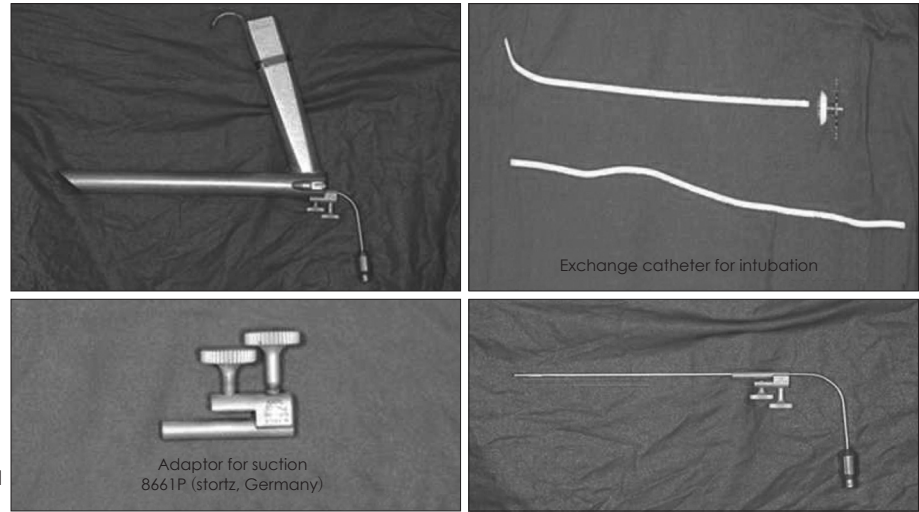


Fig. 2. Various adaptors for metal cannula.

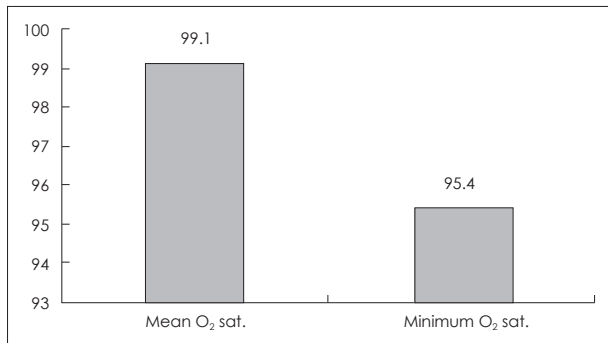


Fig. 3. Oxygen saturation during procedures.

99.1±1.6%, 최저 산소포화도는 95.4±4.9%였다(Fig. 3). 1명을 제외하고는 모든 수술 중에 안정된 생체징후를 보였으며 수술 후, 수술과 관련된 기흉, 기종격동, 폐기종 등의 주요합병증 소견을 보이지 않았다. 수술 중 산소포화도의 저하를 보인 1명은 기저질환으로 기관협착증과 폐렴이 있었던 환자로 술 후 큰 문제가 발생하지 않았다.

고 찰

유순도가 낮은 작은 내경의 관을 통해 50 psi 정도의 압력으로 기류를 통과 시키면 관에 직각으로 음압이 발생하여 20 L/min의 지속적인 기류가 생기고, 관의 선단에서는 특징적인 제트류가 발생한다.¹⁾ 이때 제트류의 운동 에너지는 기도내에 존재하는 비운동성 가스들을 말초기도로 이동시켜 가스교환이 가능하게 한다. 이를 Venturi 환기 혹은 Venturi 제트 환기라고 하는데, 1967년 Sanders가 산소나 공기, 혹은 마취가스가 기관지경으로 통과하여 마취시킬 수 있는 기구를 고안하였다.^{1,2)} 이후 이러한 제트환기는 Erichsson(1974년)과 Sjostrand(1977년)에 의해 후두경과 기관지경에 적용되었다.^{1,3)} 내경이 작은 관을 통

하여 환기시키는 것이므로 내경이 큰 기관내 튜브에 의하여 수술 시야가 가려지는 후두경하 후두 수술과 기관 수술에 유용하게 사용되고 여러 증례에서 그 안정성을 보고 하였다.⁴⁾

수동 제트 기구(Hand triggered emergency jet injector)중 하나인 Manujet™(VBM Medizintechnik Germany)은 응급상황 시 기관천공(tracheal puncture) 등을 통한 기도확보 후에 인공호흡기(mechanical ventilator)를 대신하는 기구이다. 산소나 압축공기와 함께 사용되도록 고안되었고, 압력호스가 제공되는데, 호흡압력과 통기의 횟수는 환자의 상태를 고려하여 의사가 수동으로 조절할 수 있다. 기존의 후두수술에 사용하는 인공호흡기를 통한 제트 환기와 달리 수동조절이 가능하므로 환기의 작동과 멈춤이 자유로워 수술부위의 떨림이 없는 장점이 있다. 또한 기존 제트환기 시 가슴 되지 않는 건조한 고압의 제트류의 사용에 따른 점막의 과도한 건조로 인해 수술 후 인후통이 야기될 수 있으며 고빈도 제트 환기로 복부 팽만의 빈도가 증가하여 이에 따른 위역류, 위액 흡인 등의 합병증을 일으킬 수 있다고 보고되고 있다.^{5,6)} 하지만 본 연구에서 Manujet™을 이용한 제트환기는 수동조절용이라는 것이 장점으로 작용하여 이러한 합병증 등이 없었다.

제트환기를 시행하였을 때 발생할 수 있는 합병증으로 기존의 폐질환이나 제트환기 배출로의 차단으로 인한 기흉, 피하기종 등의 압력과 관련된 손상이 중요하다. 압력에 의한 손상의 빈도는 5% 이내로 대부분의 관찰자에서 보고되고 있다. 이의 원인으로서는 호흡장치의 기계적인 요인에 의한 것이 아니라, 폐 실질 자체의 변화에 의해 발생한다고 보고하고 있다.^{6,7)} 본 연구에서도 1명의 환자에서 수술 중 산소포화도의 저하를 보였는데, 이 환자의 경우도 기저질환으로 기관협착증과 폐렴이 있었다.

제트 환기로 인해 생길 수 있는 기타 합병증으로 하기도와 폐

실질로의 압, 감염 등의 질병 전파, 성대 경련 등의 원인으로 인한 성대 폐쇄 혹은 기타 다른 원인으로 인한 호흡부전 등이 있다.

Sataloff 후두경은 두개의 광학장치와 두개의 흡입관을 갖고 있어 수술시야가 밝고, 후두경의 근위부가 넓어 전연합부 후두경(anterior commissure laryngoscope)으로 사용이 가능하며, 후두의 미세피판술에도 유용하다. Sataloff 후두경에 직경 2~3 mm의 메탈캐놀라를 자체 제작한 어댑터로 고정하여 제트환기에 사용하였다. 시야를 가리지 않는 장점이 있지만, 제트 환기의 압력이 높아질 때 제트류에 의해 수술 중 어댑터가 흔들리는 단점이 있어 흡입관을 후두경에 고정하는 어댑터(8661P Karl Storz, Germany)를 함께 사용하였다. 수술 부위가 메탈 캐놀라에 가려지거나 혹은 후두경의 방향과 일치하지 않는 각도인 경우 하후두 제트환기를 시행하였다. 하후두 제트환기에는 기관내삽관튜브를 교체할 때 사용하는 exchange catheter를 사용하였다. Exchange catheter는 가늘어서 시야를 가리지 않고, 또한 연성이 높아 여러가지 형태로 자유롭게 구부릴 수 있어 유용하였다.

결 론

저자들은 기존의 수동조절형 제트환기장치를 이용하여 개발한 제트환기장비를 이용하여 후두와 기관 수술에 사용하였다. 수술시간이 짧은 수술에서 유용하였고, 특히 수술 중에 환기

의 작동과 멈춤이 자유로워 수술 부위의 떨림이 없는 장점이 있었다. 주로 후두뒤쪽 병변, 기도협착의 내시경 확장술 등에서 안정된 수술을 가능하게 하였고, 수술 중 대부분의 환자에서 생체 징후는 안정적이었으며, 제트 환기와 관련된 합병증은 관찰되지 않았다. 저자들은 앞으로 기관 스텐트(tracheal stent), 소아의 후두기관 수술(laryngotracheal surgery), 레이저 수술 등에 적용시켜 나갈 예정이다.

중심 단어 : 제트환기·기도·후두수술.

REFERENCES

- 1) Darrell HH. *Anesthesia for Microlaryngeal Surgery: The Case for Subglottic Jet Ventilation. Laryngoscope 1994;104(8 Pt 2 Suppl 65): 1-30.*
- 2) Kim HJ, Lee KH, Kim HK. *The Change in Arterial Blood Gases during High Frequency Jet Ventilation via Weerda Distending Operating Laryngoscope. Korean J Otolaryngol 1997;40(12):1808-13.*
- 3) Aloy A, Schachner M, Cancura W. *Tubeless translaryngeal superimposed jet ventilaton. Eur Arch Otorhinolaryngol 1991;248(8):475-8.*
- 4) Lock RL, Audenaert SM, Richardson CH, Haydon RC. *Ventilation by metal suction catheter during tracheal laser surgery performed on a premature infant. Laryngoscope 1994;104(2):226-8.*
- 5) Ramanathan S. *Difficult intubation in the obsteric patient. Curr Rev Clin Anesth 1991;12(10):77-84.*
- 6) Chang JL, Meeuwis H, Bleyaert A, Babinsky M, Petruscakl J. *Severe abdominal distension following Jet ventilation during general anesthesia. Anesthesiology 1978;49:216.*
- 7) Ossoff RH. *Laser safety in otolaryngology head and neck surgery: Anesthetic and educational considerations for laryngeal surgery. Laryngoscope 1989;suppl 48:1-26.*