후두마스크 기낭내 공기 주입량이 기낭내압 및 환기에 미치는 영향

서울대학교 치과대학 치과마취학교실

김 현 정

= Abstract =

The Effect of Cuff Volume of Laryngeal Mask Airway on Cuff Pressure and Ventilation

Hyun Jung Kim, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Korea

Background: The cuff inflation of laryngeal mask airway(LMA) with excessive volume of air may injure soft tissue and nerves around hypopharynx because of high cuff pressure. But it is not well known about adequate cuff volume of LMA. The cuff inflation of LMA in hypopharynx accomodate pharynx, so various injection volume may differ in sealing effect. This may influence ventilation. This study was proposed to investigate the effect of cuff volume on cuff pressure and ventilation when LMA inserted.

Methods: Fifteen male patients were inserted with #4 LMA, fifteen female patients were inserted #3 LMA. For male patients, 10, 20, 30 and 40 ml of air were injected into cuff of LMA and 10, 15, 20 and 25 ml for female patients. Cuff pressure, minute ventilation and airway pressure were randomly measured.

Results: Volume of injected into cuff and cuff pressure of LMA were closely related. But minute ventilation and airway pressure were not related with injected air volume of LMA.

Conclusion: Excessive volume of air injected to LMA cuff was not beneficial to ventilation. So minimal sealing cuff volume under maximal recommended volume of LMA may reduce the incidence of complications associated with high cuff pressure. (Korean J Anesthesiol 1997; 33: 1037~1041)

Key Words: Complications: airway. Equipment: airway, laryngeal mask airway. Ventilation: airway pressure; minute ventilation.

서 론

후두마스크(laryngeal mask airway)의 사용이 증가함에 따라 폐흡인, 상복부 팽만, 기낭내압과 관련된 이환, 감염의 전파 등 다양한 합병증들이 보고되고 있다¹⁾. 이들 중에는 후두마스크의 기낭이 팽창함에

따라 주위 인두의 연부 조직을 쳐추나 설골과 같은 경부 조직에 압박하여 주위를 주행하는 설하신경^{2,3)}, 설신경⁴⁾ 및 회귀후두신경⁵⁾ 등이 손상을 받을 수 있다는 것이 제기되었다. 후두마스크의 기낭이 인두점막에 가하는 압력은 인두와 후두마스크의 상대적인 크기, 인두의 적응 정도 및 기낭내 공기 주입량 등의 영향을 받는 것으로 알려져 있다⁶⁾. 후두마스크를 통한 환기량과 기낭의 팽창 정도와의 상관관계는 알려진 바가 없으나, 기낭과 인두의 밀착 정도에 밀

접한 연관을 가질 것으로 저자는 생각하였다.

본 연구에서는 기낭내압은 주입된 공기량에 따라 증가하고, 주입된 공기량이 많을수록 기낭과 인두의 적응이 좋아 양압 환기량이 증가할 것이라 가정하고, 3, 4번 후두마스크 거치시 기낭내 주입된 공기량과 기낭내 압력과의 상관관계 및 기낭내 공기 주입량이 환기에 미치는 영향을 관찰하였다.

대상 및 방법

1) 대 상

전신마취 하에 구강악안면 수술이 예정된 정상적인 상기도를 가진 환자 중 미국 마취과학회에서 정한 신체상태 등급 1 혹은 2에 해당되는 환자로서 본 연구에 대하여 충분한 설명을 듣고, 동의를 얻은 30명의 환자를 대상으로 하였다.

과거력에서 위-식도 역류가 있거나 폐내 흡인의 가능성이 있는 경우, 폐질환, 기관지 천식, 두부 후굴 장애나 개구장애(≤ 1.5 cm), 인두병변, 또는 후두 이하부의 기도폐쇄가 있는 경우는 본 연구에서 제외하였다.

2) 방 법

마취전 투약으로 타액분비의 감소를 위하여 수술장 도착 직 후 glycopyrrolate 0.2 mg을 정주하였다. Propofol 2 mg/kg, vecuronium 0.1 mg/kg, fentanyl 3~4 μ g/kg 정주 후 5 mg/kg/hr의 속도로 propofol를 지속 정주하며 마취를 유지하였다. 의식이 소실되고 근이완이 된 상태에서 남자는 4번 후두마스크(Intavent International SA, England)를 여자는 3번 후두마스크를 각각 삽입하여 100% 산소로 호흡시켰다.

기낭의 공기를 완전히 제거한 후 남자에서는 각각 10, 20, 30, 40 ml, 여자에서는 10, 15, 20, 25 ml의 공기량 중 무작위로 택일한 공기량을 주입한 후 상태가 안정되면, 기낭내압과 분당 호흡량 및 기도내 압력을 측정하였다. 처음 공기량에서 무작위로 공기량을 가감하여 나머지 3가지의 공기량 중 하나를 선택하여 같은 측정을 반복하였다. 나머지 2가지의 공기량도 차례로 같은 방법으로 측정하였다.

기낭내압은 Sphygmomanometer[®](HIGO, Japan)와 Mallinckrodt[®](Mallinckrodt GmbH, Germany)를 사용하여 측정하였다. 산소 2 L/min, 호흡수 분당 14회, 일

회 호흡량 10 ml/kg로 흡입가스 유량과 마취기에 부착된 인공 환기 장치를 설정한 후 마취기의 환자감시 장치를 이용하여 분당 호흡량(Ohmeda 7810 Ventilator, Louisville CO, U.S.A.)과 기도내 압력(Ohmeda 5250 RGM, Louisville CO, U.S.A.)을 수치가 안정된 후 측정하였다.

그 후 후두마스크를 제거하고 남자는 내경 7.0 mm, 여자는 내경 6.5 mm 비강삽관용 RAE 기관내 튜브(Prefomed Ring-Adair-Elwyn tube for nasotracheal intubation)를 코를 통하여 삽관하였다. 위와 같은 마취기 조건에서 분당 호흡량과 기도내 압력을 다시 측정하였다. 연구가 종료되면 propofol 지속정주를 중단하고 isoflurane, 아산화질소 및 산소를 투여하여 마취하였다.

3) 결과분석 및 통계

수치들은 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였다. 주입된 공기량에 따른 기낭내압은 상관분석(SAS[®] ver 6.04, SAS institute, U.S.A.)을 시행하였다. 공기 주입량에 따른 분당 호흡량 및 기도내 압력의 비교는 ANOVA를 시행하였고, p 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

대상환자들의 성별, 연령, 체중 및 신장의 분포는 다음과 같다(Table 1).

주입된 공기량에 따른 공기유출 빈도는 3번 후두마스크에서는 공기 주입량이 10 ml인 경우 15예 중 4예, 공기 주입량이 15 ml인 경우는 1예에서, 4번인 경우는 공기 주입량이 10 ml인 경우 15예 중 6예, 공기 주입량이 20 ml인 경우는 1예씩 관찰되었다.

Table 1. Demographic Data

	Male	Female
Case number	15	15
Age(year)	30.4 $\pm$ 11.7	28.9 $\pm$ 7.2
Weight(kg)	67.8 $\pm$ 7.9	51.8 $\pm$ 5.5
Height(cm)	173.5 $\pm$ 7.2	159.4 $\pm$ 3.2

Values are mean $\pm$ SD.

Table 2. Effect of Injected Cuff Volume of Laryngeal Mask Airway on Cuff Pressure

Sex	Cuff volume(ml) Male(Female)				Correlation coefficient
	10(10)	20(15)	30(20)	40(25)	
Male	10.6±4.9	34.3±4.9	131.5±21.9	209.8±19.9	0.9
Female	26±8.6	56.1±14.9	121.6±19.3	194.6±29.6	0.95>

Values are mean±SD, Cuff pressure: mmHg

Table 3. Change of Minute Ventilation and Airway Pressure in Male Patients

Injected volume(ml)		10	20	30	40	Intubationp	Value
Minute Ventilation (L/min)		7.00±1.06	7.79±1.34	7.84±1.01	7.90±1.17	7.53±0.55	1.06
Paw (mmHg)	peak Paw	14.00±4.03	13.41±1.78	13.33±1.61	12.72±2.00	15.18±2.04	1.79
	mean Paw	5.25±1.91	5.25±1.06	5.17±1.03	4.91±0.94	5.60±0.97	0.46
	minimun Paw	1.50±0.84	1.22±0.67	1.44±0.73	1.60±0.97	1.40±0.97	0.25

Values are mean±SD, Paw: airway pressure

Table 4. Change of Minute Ventilation and Airway Pressure in Female Patients

Injected volume(ml)		10	15	20	25	Intubationp	Value
Minute Ventilation (L/min)		6.11±1.08	6.27±108	6.26±1.16	6.28±1.11	6.04±1.09	0.09
Paw (mmHg)	peak Paw	11.2±1.98	11.46±1.94	11.35±2.06	11.5±1.92	12.87±1.13	1.1
	mean Paw	4.18±1.17	4.50±1.22	4.60±0.99	4.67±0.98	4.89±1.05	0.58
	minimun Paw	1.50±0.84	1.22±0.67	1.44±0.73	1.60±0.97	1.40±0.97	0.25

Values are mean±SD, Paw: airway pressure

크기 3, 4번 후두마스크의 기낭내 공기 주입량과 기낭내 압력은 높은 양의 상관관계를 보이고 있다 (Table 2). 임상적인 공기 유출이 없는 상태에서 분시 환기량은 기낭내의 공기 주입량을 증가시키에 따라 증가하는 양상을 보였으나, 통계적인 유의성은 없었다. 기도내압에서도 기낭내 공기 주입량에 따른 증가는 관찰되지 않았다(Table 3, 4).

고 찰

후두마스크는 기관내 삽관과 안면 마스크 사이에

존재하는 간격을 채울 수 있는 좋은 기도유지 도구이다. 후두마스크가 기도내에 안전하게 장착이 되었을 때에는 기낭 끝이 하인두(hypopharynx)의 기저부 즉 상부 식도 팔약근을 향하여 위치하게 된다. 측부는 pyriform fossa에, 그리고 상부는 혀의 기저부에서 혀를 앞으로 밀면서 위치하게 된다⁷⁾.

Marjol⁸⁾는 정상적인 추천 용량으로 후두마스크의 기낭을 팽창시키면 기낭의 부피가 정상적인 잔존 용량을 초과하게 되므로, 임상적으로 쓰이는 용량으로 기낭을 팽창시키면 'low volume, high pressure'

특성을 가진다고 하였다. 그러나 기관내 삽관시 기관 점막에 가해지는 압력에 대해서는 많이 연구되어 있으나 후두마스크를 삽입하였을 때 인두 점막에 가해지는 압력에 대해서는 연구된 것이 별로 없다. 이는 후두마스크 기낭 고유의 특성과 인두의 해부학적인 이유 때문이다.

후두마스크 기낭은 두 가지 특성상 기관내 튜브의 기낭과 구별된다. 첫째로 기낭 부피가 증가한다고 해도 전달되는 측방압이 따라서 증가하지는 않는다. 몇 가지 요소로 이것을 설명할 수 있는데 기낭이 팽창됨에 따라 인두의 적응이 어느 정도 나타난다. 정상적으로 기낭이 팽창되었을 때 하인두에서 후두마스크가 위쪽으로 움직이게 되고, 기낭내압이 커지게 되면 기낭의 모양이 변하게 되어 결과적으로 인두 점막에 전달되는 압력은 계산치보다 작아지게 된다. 그러나 이 연구에서 쓰인 방법론에 대해 Black과 Seegobin⁸⁾은 기낭이 팽창했을 때, 실제로 압력이 낮게 평가되는 경향이 있다고 결론을 내렸다. 두 번째는 전달되는 측방압이 마스크가 제 위치에 있는 동안 감소된다는 것이다. 기관과 달리 인두는 근육섬유로 이루어진 관이고, 그 안에 있는 후두마스크와 같은 것에 의해 모양이 변형된다. 또한 전신 마취 시에 인두 근육의 긴장도가 감소하는 것도 압력을 줄이는 데 기여한다. 하지만 후두 마스크의 크기가 너무 클 경우 이런 조절에 의한 전달압력 감소 효과가 떨어진다⁶⁾.

기낭이 인두의 여러 부위에 가하는 압력은 각 부위마다 다를 것으로 생각되며, 최대 밀폐압력은 15~25 mmHg 정도이다⁶⁾. Seegobin과 Van Hasselt⁹⁾는 38 mmHg 이상의 압력이 점막에 가해지면 모세혈관의 혈류가 완전히 차단된다고 하였다. 그러므로 기낭내압을 감시해서 기낭이 점막에 가하는 압력이 점막 모세혈관 관류압보다 작게 유지해야 한다고 생각한다. 기낭내압을 어느 정도로 유지하는 것이 안전하다는 기준값은 아직 알려져 있지 않지만, 술 후 인후통을 피하기 위해 기낭내압을 감시할 것을 권장하고 있다³⁾.

지대림 등¹⁰⁾은 후두마스크의 거치 시간이 길수록 인후통과 같은 상기도 증상이 발생할 가능성이 높다고 보고하였다. 정재훈 등¹¹⁾은 234예 중 63예에서 증상의 정도에 관계없이 인후두부의 통증 또는 불편함을 호소하였다고 보고하였다. 인후통은 후두마스크 삽입 시기, 순환제의 종류, 기낭내압, 수술시

간, 잘못된 세척제의 사용 등으로 발생할 수 있는데, 인후통을 줄일 수 있다고 유일하게 확인된 것은 기낭내압을 줄이는 것이다¹⁾.

후두부 불편감의 발생빈도는 기낭에 주입된 공기의 주입량이 3번 후두마스크에서 20 ml 이상, 4번 후두마스크에서 30 ml 이상에서 주로 발생되었고, 3번 후두마스크는 15 ml, 4번 후두마스크는 25 ml를 주입한 경우에 인후두부의 통증의 빈도를 감소시킬 수 있었다고 보고하면서, 한국인에서 3번 후두마스크는 15 ml, 4번 후두마스크는 25 ml를 권장하고 있다¹¹⁾. 본 연구에서 후두마스크 거치시 3번 후두마스크에서는 공기 주입량이 10 ml인 경우 15예 중 4예, 15 ml인 경우 1예에서, 4번인 경우 공기 주입량이 10 ml인 경우 15예 중 6예, 20 ml인 경우 1예에서 가스 유출이 관찰되었다. 저자는 3번 후두마스크인 경우 15 ml, 4번 후두마스크인 경우 20 ml의 공기를 주입하고 가스 유출 여부에 따라 2~3 ml의 공기를 가감하여 기낭을 팽창시키는 것을 제안한다.

제조회사에서 권장하는 최대 공기 주입량은 4번 후두마스크에서 30 ml, 3번 후두마스크에서는 20 ml이다. 최대 공기 주입량이란 기낭내로 주입될 수 있는 최대 허용량이다. Morris와 Marjot¹²⁾는 이러한 최대 허용량으로 공기를 주입하면 점막의 모세관 관류압을 초과하는 압력이 인두에 전해질 수도 있다고 하였다. 필요 이상의 높은 기낭내 압력은 특히 장시간 또는 반복적으로 후두마스크를 사용할 때 기낭내압과 관련되어 나타나는 합병증으로 인두상피의 박리¹⁾, 일시적인 발음장애(transient dysarthria)⁷⁾, 이하선관(parotid duct)의 기계적인 폐쇄로 인한 일시적인 이하선의 종창¹³⁾ 등도 보고되고 있다. 이러한 합병증들의 이환율은 알려져 있지 않지만, 장시간 또는 반복적으로 후두 마스크를 사용할 때 중요하게 고려해야 할 것이다.

후두마스크는 기관내 삽관처럼 기낭 주위를 통한 가스누출을 완벽하게 방지하지 못하므로 높은 압력의 양압호흡이 요구될 때에는 기낭 주위로 가스가 새어나가 효과적인 환기가 불가능하다고 하였으나¹⁴⁾ 본 연구의 결과에서 서술하지 않았지만, 호기말 이산화탄소 분압은 정상범위로 잘 유지되는 것과 기낭내압의 증가가 위내용물의 폐쇄 흡인을 방지하는데 어떤 역할을 할 수 있는 지에 대해서는 알려진 바가 없으니 이들에 대한 추후 연구가 필요하리라

고 본다.

후두마스크 거치시 기낭내 공기 주입량이 환기에 미치는 영향은 무시할 만 하였는데, 이는 임상적인 가스 누출이 없는 최소한의 공기 주입량을 기낭에 주입한 이 후 추가로 주입되는 공기량은 환기에 큰 영향을 미치지 않는다고 할 수 있다.

결론적으로, 후두마스크의 기낭내압은 주입된 공기량에 따라 증가하는데 반하여 기낭내압이 증가한다고 양압환기가 증가하는 것은 아니므로 기낭내 공기 주입량은 기도를 폐쇄할 수 있는 최소 압력으로 유지하여야 과도한 기낭내압으로 인한 여러 합병증들을 줄일 수 있다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Brimacombe JR, Brain AIJ, Berry AM: The laryngeal mask airway-a review and practical guide. 1st ed. London, W.B. Saunders Co. 1997. pp 117-33.
2. Brain AIJ: Course of the hypoglossal nerve in relation to the position of the laryngeal mask airway. *Anaesthesia* 1995; 50: 82-3.
3. Nagai K, Sakuramoto C, Goto F: Unilateral hypoglossal nerve paralysis following the use of the laryngeal mask airway. *Anaesthesia* 1994; 49: 603-4.
4. Laxton CH, Kipling R: Lingual nerve paralysis following the use of the laryngeal mask airway. *Anaesthesia* 1996; 51: 869-70.
5. Inomata S, Nihikawa T, Suga A, Yamashita S: Transient bilateral vocal cord paralysis after insertion of a laryngeal mask airway. *Anesthesiology* 1995; 82: 787-8.
6. Marjot R: Pressure exerted by the laryngeal mask airway cuff upon the pharyngeal mucosa. *Br J Anaesth* 1993; 70: 25-9.
7. Biebuyck JF: The laryngeal mask airway. *Anesthesiology* 1993; 79: 144-63.
8. Black AMS, Seegobin RD: Pressure on endotracheal tube cuffs. *Anaesthesia* 1981; 36: 498-511.
9. Seegobin RD, Van Hasselt GL: Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: Endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br Med J* 1984; 288: 965-8.
10. 지대립, 하승호, 김준홍: 후두마스크 사용에 의한 상기도 점막의 손상. *대한마취과학회지* 1995; 29: 648-54.
11. 정재훈, 양홍석, 조형상: Laryngeal mask airway를 이용한 마취관리. *대한마취과학회지* 1992; 25: 708-18.
12. Morris GN, Marjot R: Laryngeal mask performance: effect of cuff deflation during anaesthesia. *Br J Anaesth* 1996; 76: 456-8.
13. Harada M: Transient swelling of the parotid glands following laryngeal mask airway. *Can J Anaesth* 1992; 39: 745-6.
14. 양재덕, 이상귀, 최현규, 한영진, 최훈, 송희선: 후두마스크를 이용한 전신 흡입마취시 폐흡인 위험. *대한마취과학회지* 1996; 30: 549-53.