Foam Cuff 기관내 튜브를 사용한 기관내삽관후 인후통에 대한 관찰

고려대학교 의과대학 마취과학교실

류태간 · 김종술 · 이미경 · 박영철
임 상 호 · 윤 석 민 · 최 영 석

- Abstract -

Postoperative Sore Throat with Foam Cuffed Endotracheal Tube

Tae Gan Ryu, M.D., Jong Sul Kim, M.D., Mi Kyeong Lee, M.D., Young Cheol Park, M.D.,
Sang Ho Lim, M.D., Suk Min Yoon, M.D. and Young Seok Choi, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

Background: Sore throat is a common complaint after endotracheal intubation and affected by several factors. The most important causes that affect the incidence and severity of postoperative sore throat is cuff overexpansion. We evaluate the incidence and severity of postoperative sore throat when foam-filled cuff endotracheal tubes and air-filled cuff endotracheal tubes are used.

Method: Forty patients undergoing general endotracheal anesthesia were allocated randomly to two groups to receive either foam-filled cuff tubes or air-filled cuff tubes. All patients were interviewed 24 hours postoperatively whether they had experienced a sore throat or not by individuals who did not know which tube was used.

Results: Incidence of sore throat was 20% in foam-filled cuff group and 50% in air-filled cuff group. In foam-filled cuff group, sore throat was less severe than air-filled cuff group. In air-filled cuff group, sore throat was more severe as intracuff pressure was increased.

Conclusion: The incidence and severity of postoperative sore throat could be significantly reduced using the foam-filled cuff tubes. (Korean J Anesthesiol 1997; 32: 533~538)

Key Words: Equipment: tubes. Intubation, tracheal: complication; sore throat.

서 론

인후통은 기관내삽관을 이용하는 전신마취후 가장 많이 호소하는 합병증의 하나로서, 발생률은 다양하게 보고되고 있어 6%~100%^{1~7)} 이라고 한다. 인후통은 경한 합병증이지만 환자에게 상당한 불편함을 주는 것으로 원인으로는 기관내튜브 기낭의

크기와 종류, 기낭에 도포하는 윤활제 종류, 기낭의 압력, 사용된 근이완제의 종류등 여러 다른 요소들이 있다^{1~8)}. 이러한 원인들 중 기관내튜브의 기낭은 인후통 발생에 있어서 중요한 역할을 하는데, 기낭의 목적은 기도를 밀폐(sealing)해서 양압환기를 가능하게 하며 구강이나 인두의 이물질의 흡인을 방지하는 것이다. 이러한 목적을 위해 기낭을 과도하게 팽창시키면 기낭내압이 증가하게 되고 또한 전신마취시 사용하는 아산화질소가 공기로 채워진 기낭(air-filled cuff) 안으로 확산해 들어가서 시간이 지

남에 따라 기낭용적과 기낭내압이 증가하게 되어 인후통의 중요한 원인이 되며^{9,10)}, 심각한 기관 합병증을 유발하게 된다. 그러나 foam으로 채워진 기낭(foam-filled cuff)은 기낭이 대기와 통해 있거나 혹은 T-piece connector를 통해서 기관내튜브와 통해있기 때문에 시간경과에 따른 기낭내압의 증가는 없고 기낭에 공기를 채우지 않아도 기도를 밀폐해 주기 때문에 양압환기를 가능하게 해주고 흡인을 방지한다. 따라서 저자들은 air-filled cuff 튜브와 foam-filled cuff 튜브를 사용한 전신마취시 술후 인후통의 발생률과 정도(severity)를 비교하여 보았다.

대상 및 방법

본 병원에서 예정수술을 받을 환자중 미국마취과학회 분류 1-2급에 해당하고, 술중 체위의 변화가 없으며 기관내삽관술이나 기관절개술의 병력이 없는 45명을 대상으로 하였으며 수술중 비위관을 거치한 환자 1명, 기관내삽관이 어려워 두번 이상 기관내삽관을 시도한 환자 1명, 삽관후 또는 발관전에 기침동작을 한 환자 3명은 실험에서 제외되었고 기관내삽관은 시술자에 따른 변이를 줄이기 위해 한 사람에 의해 시행되었다. 40명을 무작위로 20명씩 두 군으로 나누어 한 군은 foam-filled cuff 기관내튜브(fome-cuf[®], Bivona medical technologies inc., Indiana, U.S.A.)로, 다른 한 군은 air-filled cuff 기관내튜브(Curity[®], Kendall comp., Mansfield, Thailand)로 기관내삽관을 하였으며 튜브의 크기는 남자인 경우 내경이 8.0 mm, 여자인 경우 내경이 7.0 mm인 튜브를 사용하였다. 모든 환자는 nalbuphine hydrochloride 0.2 mg/kg와 atropine 0.01 mg/kg 으로 수술 1 시간전 근주하여 전투약하였고 마취는 thiopental sodium 4~5 mg/kg과 succinylcholine 1~1.5 mg/kg를 정주하여 유도하였으며, 기침반사가 없을 정도로 충분히 근이완이 된 상태에서 기도에 손상을 입히지 않도록 유의하면서 기관내삽관을 하였다. 마취는 enflurane 2%, N₂O와 O₂를 각각 2 L/min으로 사용하였고, vecuronium bromide 0.1 mg/kg 혹은 pancuronium bromide 0.1 mg/kg 같은 비탈분극성 근이완제로 근이완을 유지하였다. Foam filled cuff 튜브를 삽관한 경우에는 튜브의 근위부에 T-piece를 통해 기낭의 pilot 튜브를 기도와 연결되도록 해서 양압환기동안 기낭내압이

Fig. 1. Foam-filled cuff tracheal tube with cuff expanded and pilot tube attached to T-piece connector (top). Air-filled cuff tracheal tube with cuff expanded (bottom).

기도압과 평형이 되게 하였다(Fig. 1). 이때 가스는 pilot 튜브를 통해서 기낭안으로 들어가 기낭이 스스로 팽창되어 기관을 밀폐하게 된다. Air-filled cuff 군에서 기낭의 용적은 기도압이 20 cmH₂O가 될 정도로 최소한의 공기를 주입하였다. 기낭내압의 측정 은 우등¹¹⁾의 방법대로 압력감시기(Hewlett-Packard 78352A, Fed, Germany)를 pilot tube에 연결하여 매 10분마다 측정해서 처음의 밀폐압력이 되도록 조절 하였으며 foam-filled cuff 군에서는 기낭내압이 기도압과 평형관계에 있으므로 air-filled cuff 군에서만 기낭내압을 측정 기록하였다. 플라스틱 기도유지기 대신 거즈를 말아서 사용하였으며, 술후 근이완제의 잔류효과를 길항 할 목적으로 pyridostigmine 0.2 mg/kg 과 glycopyrrolate 0.08 mg/kg를 투여한후 수술실에서 인후에 손상이 가지않도록 주의하면서 발관하였다. 인후통에 대한 평가는 수술후 24시간에 어떤 튜브를 사용하였는지 모르는 의사가 환자를 방문하여 다음과 같이 문진하여 0-3점을 부여하였다.

- 0 = 인후통이 없고 애성(hoarseness)이 없는 경우
- 1 = 경한 인후통은 있고 애성이 없는 경우
- 2 = 중등도의 인후통, 애성이 약간 있는 경우
- 3 = 중한 인후통, 애성이 심한 경우

Mann-Whitney test를 이용하여 두 군간 성별, 나이, 체중, 기관내삽관 거치시간, 인후통 점수 등을 비교

하였으며, Chi squared test를 이용하여 두 군간 인후통의 발생률을 비교하였다. Spearman's test를 이용하여 인후통점수와 커프내압, 기관내삽관 거치시간의 상관관계를 검정하였다. p값이 0.05 미만일 경우를 유의한 것으로 간주하였으며, 모든 자료는 평균±표준편차로 표시하였다.

결 과

두 군간 나이, 성별, 체중간에 유의한 차이는 없었으며, 기관내삽관 거치시간은 50분에서 90분까지였고 두 군간 유의한 차이는 없었다(Table 1). 기관내삽관 거치시간과 인후통점수 사이의 상관관계는 air-filled cuff 군에서는 $r=0.329$, foam-filled cuff 군에서는 $r=0.256$ 로 두 군 모두에서 유의한 상관관계가 없었다. Table 2는 인후통점수의 분포, 인후통 평균점수 그리고 인후통 발생률을 보여주고 있는데 foam-filled cuff 군이 air-filled cuff 군보다 인후통점수와 인후통의 발생률이 유의하게 낮았다. Air-filled cuff 군에서 매 10분마다 측정된 최대 커프내압의 평균

은 27.75 ± 9.31 mmHg으로서 초기 커프내압의 평균 17.9 ± 2.29 mmHg보다 유의하게 증가했으며, 인후통점수와 커프내압은 유의한 상관관계가 있었다($r=0.605$).

고 찰

기관내삽관이 시행된 전신마취시 후두에 올 수 있는 합병증으로 Wolfson¹²⁾은 문헌고찰로 중한 합병증과 경한 합병증으로 나누어 보고하였는 바, 중한 합병증에는 육아종형성, 점측성폐양, 성문하 막, 성문하 부종, 기관염, 성대 출혈, 성대와 후두 또는 기관 부종, 성대마비, 기관 또는 식도 천공등이 있는데 육아종형성과 점측성폐양은 문헌상 흔히 보고되고 있지만 그이외의 합병증은 아주 드물고 경한 합병증으로 가벼운 인후통과 심한 인후통, 애성, 연하곤란과 연하시 통증, 인두폐양, 무성(aphonia) 등이 있다고 하였다. 이중 인후통은 흔히 술후 호소하는 합병증으로서 그 기전은 편도의 pillars, 인두, 혀, 후두, 기관 등의 손상, 경비기관삽관시 비강 구조물의 부종, 기관내삽관시 기관점막의 건조, 마스크에 의한 마취시 상기도 점막의 건조 등이 있는데, 특히 기관내튜브 기낭의 종류와 밀접한 관계를 가지므로^{5,6,13)}, 기낭의 압력과 용량, 기낭과 기관사이의 접촉면적 등에 대해서 많은 연구가 있어왔다. Loeser등⁵⁾은 고용량, 저-압력 기관내튜브가 저-용량, 고-압력 기관내튜브보다 술후 인후통의 발생률이 높다고 하였는데 이는 고-용량, 저-압력 튜브의 기낭이 기관과의 접촉면적이 넓으므로 기관점막 미란(erosion)의 평균적인 깊이는 작지만 보다 많은 면적의 기관점막 미란을 가져오기 때문이고, 또 기낭의 길이가 작은 기관내튜브일수록 기관과의 접촉면적이 좁기 때문에 술후 인후통의 발생률이 작다고 하였다. 다른 연구

Table 1. Demographic Data and Duration of Intubation

	Air-filled cuff tube (n=20)	Foam-filled cuff tube (n=20)
Sex(M/F)	12/8	10/10
Age(year)	37.3 ± 11.2	43.3 ± 8.7
BW(kg)	59.8 ± 11.4	65.3 ± 12.5
Duration of intubation(min)	93.3 ± 36.1	91.3 ± 23.8

Values are mean $\pm$ SD.

Table 2. Mean score, Distributions of Scores and Incidence of Postoperative Sore Throat in the Two Groups.

Group	Postoperative sore throat				Mean score	Total incidence
	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3		
Air-filled cuff tube (n=20)	10 (50%)	7 (35%)	2 (10%)	1 (5%)	0.7*	50%*
Foam-filled cuff tube (n=20)	16 (80%)	3 (15%)	1 (5%)	0 (0%)	0.25*	20%*

Mann-Whitney test. * significant at $p < 0.05$, Chi squared test. # significant at $p < 0.05$, Scoring scale: 0=no sore throat, 1=minimal sore throat, 2=moderate sore throat and/or some hoarseness, 3=severe sore throat and/or obvious hoarseness.

들도 기낭압력이 계속 측정되고 과도해지지 않는다면 술후 인후통을 방지하는데 있어서 기낭압력보다 기낭접촉면적이 더 중요하다고 하였다^{2,14}. 또 Jensen 등²에 의하면 고용량 기낭튜브는 기낭이 크기 때문에 기관내삽관이나 발판시 후두에 손상을 입힐 수가 있으므로 술후 인후통이 증가한다고 하였다. 그러나 Mathias 등¹⁵은 저압력 기낭이 술후 인후통을 더 적게 발생시킨다고 하였고 많은 다른 연구들이 이를 지지하고 있다^{4,16-19}. 본 연구에서 매 10분마다 측정한 air-filled cuff 군의 최대 기낭내압은 평균 27.75 ± 9.31 mmHg으로서 초기 기낭내압의 평균 17.9 ± 2.29 mmHg보다 유의하게 증가하였는데, 이는 아산화질소가 기낭내로 확산해 들어간 것을 의미하며, 따라서 기낭내압이 높아지고 기낭이 팽창되어 초기 삽관시보다 기낭-기관 접촉면적이 증가했기 때문에 air-filled cuff 군이 foam-filled cuff 군보다 인후통의 발생률과 정도가 증가했다고 볼 수 있고, air-filled cuff 군에서 술후 인후통점수와 기낭내압이 유의한 상관관계를 보이고 있는데 이는 기낭내압이 증가할수록 기관점막의 손상이 커져서 인후통이 더 심해졌다고 볼 수 있으므로 기낭내압과 기낭-기관 접촉면적 모두가 술후 인후통의 발생률과 정도에 있어서 중요하다고 하겠다. 만일 air-filled cuff 군에서 마취 전 과정 동안 더 빈번하게 기낭내압을 측정하여 초기 기낭내압이 되도록 조절해 준다면 기낭내압의 증가와 기낭-기관 접촉면적의 증가요인을 감소시키므로 foam-filled cuff 군과 air-filled cuff 군의 술후 인후통의 발생률과 정도의 유의한 차이는 감소할 것으로 사료된다.

그리고 저-용량, 고-압력 기관내튜브는 기낭내압이 높으므로 기낭의 벽(wall)이 약한 쪽으로 이탈(herniation)되어서 기관을 밀폐할 수 없게 되고, 기낭내압은 기낭의 탄성에 의해서 발생²⁰하므로 높은 기낭내압이 전부 기관점막에 가해진다고 볼 수는 없지만 기낭이 과팽창되어 장기간 기계적 환기를 할때 기관 점막의 혈액공급을 막아서 기관협착, 기관과열과 같은 심각한 기관합병증의 발생 가능성이 높기에 최근에는 기낭에 의해 기관벽에 작용하는 압력이 기낭내압과 비슷한²¹ 고-용량, 저-압력 기관내튜브를 사용하고 있는 추세이다. 그러나 고-용량, 저-압력 기관내튜브도 기낭이 과팽창될 수 있으며 장시간 마취에 있어서 아산화질소가 기낭내로 확산해

들어가 기낭내압이 높아지기^{9,10} 때문에 수시로 기낭의 용적을 재조정 해주어야 한다. 이러한 기낭의 과팽창으로 인해서 기낭-기관 접촉면적이 커지므로 술후 인후통의 중요한 원인이 되며 동물실험에서 기낭-기관 압력이 30 mmHg 이상이 되면 기관점막의 허혈이 오므로 Nordin 등²²은 기낭내압을 지속적으로 감시하여 20 mmHg가 유지되도록 해야한다고 하였다. 본 연구의 air-filled cuff 군에서 초기 기낭내압의 평균 17.9 ± 2.29 mmHg으로서 20 mmHg 미만이었지만 매 10분마다 측정한 최대 기낭내압은 평균 27.75 ± 9.31 mmHg으로서 20 mmHg를 초과하였다. 이렇게 마취시 아산화질소 확산으로 인한 기낭의 과팽창을 방지하기위해 기낭을 마취가스 또는 생리식염수로 채우는 방법이 추천되기도 하였는데^{23,24}, 마취가스의 구성이 마취를 하는동안 변할 수 있기 때문에 기낭내압은 이러한 변동에 따라서 증가하거나 감소할 수 있으며, 생리식염수로 기낭을 완전하게 채우는 것은 불가능하기 때문에 남아있는 공기로 마취가스가 흡수되어 기낭이 과팽창될 수 있으므로 이러한 방법들도 완전한 방법이 되지는 못한다. Mandøe 등²⁵도 아산화질소에 의해 기낭내압이 증가하는 것을 제한해서 기낭내압이 25 mmHg를 초과하지 않는 Brandt 튜브를 사용했을 때 Mallinckrot 튜브보다 술후 인후통이 감소하였다고 하였다.

한편 foam-filled cuff 튜브의 경우 기낭은 기도와 통해 있기 때문에 기낭이 기관점막에 작용하는 압력은 흡기시에는 기낭안에 있는 foam의 elastic recoil pressure와 기도압에 의해서 결정되고, 호기시에는 foam의 elastic recoil pressure에 의해서 결정되므로 시간경과에 따라 마취가스의 흡수로 인해서 기낭이 과팽창되지 않아 기낭-기관 접촉면적의 증가가 없고 기관에 작용하는 압력은 비교적 일정하다²⁶. 본 연구에서도 이러한 이유로 인해서 foam-filled cuff 군이 air-filled cuff 군보다 술후 인후통의 발생률과 정도가 통계적으로 유의있게 낮았다.

고-용량, 저-압력 기관내튜브는 기낭이 기관내에서 팽창할 때 스스로 접혀져 주름이 생기고 이렇게 생긴 주름은 극단적인 압력을 기관점막에 가하는 점이 되어 기관점막의 괴사가 초래되기도 하며¹³, Seegobin 등²⁷은 이러한 주름을 따라서 dye가 100% 흡수되는 것을 증명하였는데, dye의 흡인이 임상적으로 의의 있는 폐흡인을 가져온다고 볼 수는 없으나 기낭이

기관을 완전히 밀폐하지 못했다는 증거가 되며 술 후 폐합병증의 20% 이상이 무증상 흡인(silent aspiration)과 관련²⁸⁾이 있다는 점을 생각한다면 간과할 수 없다. 그러나 foam filled cuff 기관내 튜브 사용시 dye 흡인의 발생률이 의의있게 작았다고 보고되었다²⁶⁾.

Air-filled cuff 군에서 술후 인후통점수와 기관내 튜브의 거치시간이 의의있는 상관관계가 없었는데 이는 기낭내압을 10분마다 측정하여 초기 기낭내압이 유지되도록 조절했기 때문에 마취가스의 흡수로 기낭이 팽창되는 효과가 최소화되었다고 생각할 수 있으며 만일 기낭내압을 조절하지 않는다면 시간경과에 따른 마취가스가 더 많이 흡수되고 기낭이 과 팽창되어 기낭-기관 접촉면적이 커지므로 술후 인후통점수와 기관내 튜브의 거치시간이 상관관계가 있을 것이라고 추정해 볼 수 있다.

본 연구에서 사용한 foam-filled cuff 튜브는 기낭이 완전히 수축(deflation)되었을 때에도 커프안의 foam이 완전히 압축되지 않아서 기낭의 크기가 컸다. 그래서 기관의 직경이 작은 소아에서 기관내삽관을 하기에는 어려움이 많은데 앞으로 foam이 좀 더 압축되는 튜브가 만들어져서 소아에서도 사용되면 좋을 것이다.

결론적으로 술중 마취가스가 기낭 안으로 흡수되어 기낭내압이 증가하게 되고 또 기낭이 과팽창됨으로써 기낭-기관 압력과 기낭-기관 접촉면적이 증가하는데 foam-filled cuff 튜브의 사용은 이러한 영향을 받지 않으므로 술후 인후통의 발생률과 정도가 감소할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Stock MC, Downs JB: Lubrication of tracheal tubes to prevent sore throat from intubation. *Anesthesiology* 1982; 57: 418-20.
2. Jensen PJ, Hommelgaard P, Sondergaard P, Erikson S: Sore throat after operations: influence of tracheal intubation, intra-cuff pressure and type of cuff. *Br J Anaesth* 1982; 54: 453-6.
3. Stout DM, Bishop MJ, Dwersteg JF, Cullen BF: Correlation of endotracheal tube size with sore throat and hoarseness following general anesthesia. *Anesthesiology* 1987; 67: 419-21.
4. Stenqvist O, Nilsson K: Postoperative sore throat related to tracheal tube cuff design. *Can Anaesth Soc J* 1982; 29: 384-6.
5. Loeser EA, Bennett GM, Orr DL, Stanley TH: Reduction of postoperative sore throat with new endotracheal tube cuffs. *Anesthesiology* 1980; 52: 257-9.
6. Loeser EA, Kaminsky A, Diaz A, Stanley TH, Pace N: The influence of endotracheal tube cuff design and cuff lubrication on postoperative sore throat. *Anesthesiology* 1983; 58: 376-9.
7. 김원진, 오홍근: 기관내 삽관후 인후통에 대한 임상적 고찰. *대한마취과학회지* 1977; 10: 143-7.
8. Capan LM, Bruce DL, Patel KP, Turndorf H: Succinylcholine-induced postoperative sore throat. *Anesthesiology* 1983; 59: 202-6.
9. Stanley TH, Kawamura R, Graves C: Effects of nitrous oxide on volume and pressure of endotracheal tube cuffs. *Anesthesiology* 1974; 41: 256-61.
10. Stanley TH: Nitrous oxide and pressures and volumes of high- and low-pressure endotracheal-tube cuffs in intubated patients. *Anesthesiology* 1975; 42: 637-41.
11. 우영철, 조현, 임혜자, 김난숙, 장성호: 좌측 Robertshaw 이중기공관을 사용한 환자에 있어서 기관지 직경에 따른 기관지커프내 공기주입량에 관한 연구. *대한마취과학회지* 1995; 28: 210-15.
12. Wolfson B: Minor Laryngeal sequelae of endotracheal intubation. *Br J Anaesth* 1958; 30: 326-32.
13. Loeser EA, Orr DL, Bennett GM, Stanley TH: Endotracheal tube cuff design and postoperative sore throat. *Anesthesiology* 1976; 45: 684-7.
14. Stanley TH, Loeser EA: Minimizing sore throat. *Anesthesiology* 1979; 51: 488-9.
15. Mathias DB, Wedley JR: The effects of cuffed endotracheal tubes on the tracheal wall. *Br J Anaesth* 1974; 46: 849-52.
16. Crawley BE, Cross DE: Tracheal cuffs. A review and dynamic pressure study. *Anaesthesia* 1975; 30: 4-11.
17. Tonnesen AS, Vereen L, Arens JF: Endotracheal tube cuff residual volume and lateral wall pressure in a model trachea. *Anesthesiology* 1981; 55: 680-3.
18. Honeybourne D, Costello JC, Barham C: Tracheal damage after endotracheal intubation: comparison of two type of endotracheal tubes. *Thorax* 1982; 37: 500-2.
19. Seegobin RD, Van-Hasselt GL: Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *B M J* 1984; 288: 965-8.
20. Dorbin P, Canfield T: Cuffed endotracheal tube: Mu-

- cosal pressure and the tracheal wall blood flow. *Am J Surg* 1977; 133: 562-8.
21. Cross DE: Recent developments in tracheal cuffs. *Resuscitation* 1973; 2: 77-82.
22. Nordin U, Lindholm CE, Wolgast M: Blood flow in the rabbit tracheal mucosa under normal conditions and under the influence of tracheal intubation. *Acta Anaesthesiol Scand* 1977; 21: 81-93.
23. Raeder JC, Borchgrevink PC, Sellevold S: Tracheal tube cuff pressure. *Anesthesia* 1985; 40: 444-7.
24. Patel RI, Oh TH, Chandra R, Epstein BS: Tracheal tube cuff pressure. *Anesthesia* 1984; 39: 862-4.
25. Mandøe H, Nikolajsen L, Lintrup U, Jepsen D, Mølgård J: Sore throat after endotracheal intubation. *Anesth Analg* 1992; 74: 897-900.
26. Power KJ: Foam cuffed tracheal tubes: clinical and laboratory assessment. *Br J Anaesth* 1990; 65: 433-7.
27. Seegobin RD, Van-Hasselt GL: Aspiration beyond endotracheal cuffs. *Can Anaesth Soc J* 1986; 33: 273-9.
28. Garibaldi RA, Britt MR, Coleman ML, Reading JC, Pace NL: Risk factors for postoperative pneumonia. *Am J Med* 1981; 70: 677-80.
-