

## 중화상 환자에서 근이완제 투여 없이 Propofol과 여러 용량의 Remifentanil을 이용한 기관내삽관 환경평가

한림대학교 의과대학 마취통증의학교실

배지영 · 곽태용 · 김종원 · 우철호 · 김광민

### Tracheal intubation without the use of muscle relaxant in severe burn patients using propofol and varying doses of remifentanil

Ji Young Bae, Tae Yong Kwak, Jong Won Kim, Chul Ho Woo, and Kwang-Min Kim

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea

**Background:** Severe burn patients often have a difficult airway. Tracheal intubation can be conducted safely in patients in a stable hemodynamic condition using a propofol in conjunction with remifentanil without employing muscle relaxant. However, no studies have been conducted to date to evaluate intubation of severe burn patients. Therefore, this study was conducted to evaluate the condition of tracheal intubation with propofol and varying doses of remifentanil without muscle relaxants in severe burn patients.

**Methods:** Eighty severe burn patients were divided into four groups at random. Anesthesia was intravenously induced by continuous infusion of propofol (4  $\mu$ g/ml of effect site concentration) and slowly injected remifentanil. Groups 1, 2, 3, and 4 received 1, 1.5, 2, and 2.5  $\mu$ g/kg of remifentanil, respectively. Ninety seconds after the administration of remifentanil, tracheal intubation was attempted. We used a scoring system in which jaw relaxation, the state when laryngoscopy was inserted, vocal cord opening, cough, limb movement, and difficulty with laryngoscopy were divided into  $\leq 2$  (acceptable) or  $\geq 3$  (not acceptable). In addition, the hemodynamic changes were measured at baseline, before intubation, and 1, 2, 3, 4, and 5 min after intubation.

**Results:** Clinically acceptable intubating conditions were observed in 35%, 40%, 55%, and 70% of the patients in groups 1–4, respectively. The mean arterial pressure and heart rate decreased immediately before intubation in all groups. One patient was treated for bradycardia however, no patients manifested hypotension.

**Conclusions:** Propofol and slowly injected remifentanil (2.5  $\mu$ g/kg) without muscle relaxant can provide clinically acceptable intubating conditions and stable hemodynamic conditions in major burn patients. However, further studies should be conducted to evaluate the effects of increased doses of remifentanil. (Korean J Anesthesiol 2009; 57: 26~31)

**Key Words:** Burns, Muscle relaxants, Propofol, Remifentanil, Tracheal intubation.

## 서론

마취 유도 시 얼굴화상, 흡입폐손상, 입안 및 기도부종이

Received: May 20, 2009.

Accepted: May 21, 2009.

Corresponding author: Chul Ho Woo, M.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Hallym University College of Medicine, Yeongdeungpo-dong 2ga, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-719, Korea. Tel: 82-2-2639-5505, Fax: 82-2-2631-4387, E-mail: woochmd@lycos.co.kr

This paper is a Master's thesis.

Copyright © Korean Society of Anesthesiologists, 2009

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

동반되기 쉬운 중화상 환자들은 기도관리에 더 주의해야 한다. 근이완제가 투여된 후 기도유지가 어려울 것이 예상된다면 근이완제가 투여되기 전에 충분한 산소공급을 하고 진정제의 투여 후 빠른 작용시간을 가진 근이완제, 즉 succinylcholine 등의 약물을 사용하여 빠른 시간 내에 기관내삽관을 하는 것이 이상적이지만 중화상 환자에서는 고칼륨혈증 및 심정지의 위험이 있어 그 사용이 제한된다[1]. 또한 중화상환자는 비탈분극성 근이완제에 저항을 보이기 때문에 충분한 근이완을 얻으려면 과용량을 쓰거나 더 오래 기다려야 하고[2,3] 근이완이 충분해졌더라도 기도확보나 기관내삽관이 어려워 자발호흡을 되돌려야 하는 상황이 올 경우 회복시간이 길어져 위험한 상황이 올 수 있다. 이런 이유로 각성상태에서 굴곡성 기관지내시경이나 후두경을 이

용한 기관내삽관을 시행하기도 하는데 이 때 환자의 협조가 이루어지지 않는 경우 치아, 성대, 입안의 연부조직의 과다한 손상이 발생할 수 있고 불안정한 혈액학적 변화가 일어나는 등 여러 가지 합병증이 문제가 된다.

최근 여러 연구에서 다양한 형태로 정맥마취제의 조합으로 진정상태하에서 근이완제를 사용하지 않은 기관내삽관이 시도되었고[4,5] 특히 propofol과 remifentanil의 사용은 효과적인 기관내삽관 뿐 아니라 무호흡이 발생했다라도 자발호흡이 빠르게 회복되는 결과들을 보여[6,7] 이 방법은 중화상 환자의 기도관리에서도 중요한 부분으로 여겨진다.

중화상은 과대사 상태를 동반하며 혈류, 혈관투과성, 단백질 합성, 심박출량 등의 변화로 인해 약동학의 전반적인 영역에서 정상 환자와는 다른 약역학적 반응을 보일 수 있는데[8] 중화상 환자에서 propofol과 remifentanil을 사용하여 연구된 예가 적어 기관내삽관에 적절한 약의 용량이나 그 용량에 따른 합병증 등을 알기 어려웠다. 본 연구에서는 중화상 환자에서 이 두 약제를 사용한 완전정맥마취하에서 근이완제 사용없이 기관내삽관을 하되 remifentanil의 용량을 변화시켜 그 양상을 알아보고 다른 문헌과의 비교를 통해 일반 환자들과의 차이를 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

본 연구는 병원윤리위원회의 승인을 거쳤으며 수술 전에 환자나 환자의 보호자에게 연구의 취지를 설명하고 동의를 얻은 후 실시하였다.

전신마취 하에 계획 수술이 예정된 환자 중 화상을 입은 지 한 달 이내의, 체표면적 25% 이상의 1 또는 2도 화상환자 및 체표면적 10% 이상의 3도 화상환자들 중 20세부터 60세 사이의 환자를 대상으로 하였다. 이들은 ASA 2, 3군에 해당되며 총 80명을 선정하였는데 Mallampati 분류 III, IV에 해당하는 환자, 역류성 식도염, 열공 허니아아 있는 환자, 심근 허혈, 부정맥과 같은 심혈관계 질환자, 천식이나 폐쇄성 폐질환자, 중추신경계 이상, 뇌경색 등이 있는 환자들은 제외하였다. 얼굴이나 목의 화상을 입은 환자에서 기도부종이나 흡인성폐손상으로 인해 기관내삽관을 했거나 마취 후 후두경을 삽입하였을 때 성대의 움직임을 확인할 수 없는 경우, 즉 Cormack-Lehane 등급 3이나 4를 보이는 환자들은 제외하였다.

환자들은 무작위로 선정하여 remifentanil의 투여용량에 따라 Group 1 (1  $\mu$ g/kg), Group 2 (1.5  $\mu$ g/kg), Group 3 (2.0  $\mu$ g/kg), Group 4 (2.5  $\mu$ g/kg)로 각각 20명씩 분류하였다. 환자들의 나이, 신장, 체중, 성별과 수술 전 혈액검사는 각 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

마취 유도 30분 전 glycopyrrolate 0.2 mg을 근육 주사하고 대기실로 환자가 도착하면 5 ml/kg의 교질액을 투여하였다. 이후 환자가 수술실로 옮겨지면 심전도, 맥박산소계측기, 비침습적 혈압측정기를 부착하여 마취유도 직전의 수축기, 이완기 혈압, 평균 동맥압, 심박수를 측정하였다. 마취 전 산소투여를 위해 얼굴 마스크로 100% 산소 8 L/min를 3분 동안 흡입시킨 후, 2% propofol을 목표농도조절주입기(Orchestra®, Fresenius Vial, France)를 이용하여 Marsh 모델 하

Table 1. Demographic Data and Preoperative Laboratory Findings

	Group 1 (n = 20)	Group 2 (n = 20)	Group 3 (n = 20)	Group 4 (n = 20)
Age (yr)	39.6 $\pm$ 8.9	41.5 $\pm$ 9.9	33.8 $\pm$ 11.1	38.7 $\pm$ 9.8
Weight (kg)	67.1 $\pm$ 8.6	66.5 $\pm$ 7.43	74.9 $\pm$ 9.8	70.4 $\pm$ 8.9
Height (cm)	169.6 $\pm$ 5.9	167.1 $\pm$ 7.1	172.8 $\pm$ 5.3	168.5 $\pm$ 6.8
Sex (M/F)	16/4	16/4	20/0	17/3
Glucose (mg/dl)	104.5 $\pm$ 22.0	119.9 $\pm$ 28.5	106.3 $\pm$ 24.2	108.9 $\pm$ 25.6
Ca (mg/dl) <sup>a)</sup>	8.4 $\pm$ 1.2	8.3 $\pm$ 0.7	8.4 $\pm$ 1.1	8.3 $\pm$ 1.0
BUN (mg/dl)	9.6 $\pm$ 6.0	9.3 $\pm$ 3.6	9.9 $\pm$ 6.4	8.7 $\pm$ 4.6
Cr (mg/dl)	0.9 $\pm$ 0.2	0.9 $\pm$ 0.2	0.9 $\pm$ 0.2	0.8 $\pm$ 0.2
Albumin (g/dl) <sup>a)</sup>	3.2 $\pm$ 0.7	3.2 $\pm$ 0.6	3.3 $\pm$ 0.7	3.0 $\pm$ 0.4
AST (IU/L)	35.1 $\pm$ 19.5	40.2 $\pm$ 22.8	36.3 $\pm$ 21.7	39.8 $\pm$ 22.8
ALT (IU/L)	33.2 $\pm$ 20.0	36.5 $\pm$ 27.1	38.7 $\pm$ 25.1	33.5 $\pm$ 26.8
Na (mEq/L)	140.6 $\pm$ 2.3	140.9 $\pm$ 2.8	141.0 $\pm$ 1.7	139.1 $\pm$ 2.6
K (mEq/L)	3.5 $\pm$ 0.8	4.2 $\pm$ 0.4	3.7 $\pm$ 0.7	3.7 $\pm$ 1.1
Cl (mEq/L)	105.1 $\pm$ 3.9	105.2 $\pm$ 3.8	105.3 $\pm$ 3.2	103.1 $\pm$ 4.5
Lactate (mmol/L) <sup>a)</sup>	1.9 $\pm$ 0.5	1.9 $\pm$ 0.7	1.9 $\pm$ 0.5	2.1 $\pm$ 0.8

Values are mean  $\pm$  SD or number of patients. Group 1: remifentanil 1  $\mu$ g/kg, Group 2: remifentanil 1.5  $\mu$ g/kg, Group 3: remifentanil 2  $\mu$ g/kg, Group 4: remifentanil 2.5  $\mu$ g/kg. There is no significant difference among four groups. Ca: 8.4–10.2 mg/dl, albumin: 4.0–5.3 g/dl, lactate: 0.4–2.0 mmol/L. <sup>a)</sup>Normal range in our laboratory.

에 효과치 목표농도를 4  $\mu\text{g/ml}$ 로 하여 지속 주입을 시작하였다. Propofol이 목표한 효과치농도에 도달했을 때 눈꺼풀 반사가 소실되고 구두명령에 반응이 없으면 마스크를 통한 용수환기로 환자의 호흡을 보조하였다. 환기가 적절하게 시행되면 각 군별로 1  $\mu\text{g/kg}$ , 1.5  $\mu\text{g/kg}$ , 2.0  $\mu\text{g/kg}$ , 2.5  $\mu\text{g/kg}$ 의 remifentanil을 정주하였다. 이 때 remifentanil은 1,000  $\mu\text{g}$ 을 생리식염수 10 ml에 녹인 후 각 군에 해당하는 용량을 5 ml 주사기에 생리식염수와 섞어 총 5 ml로 희석하여 미리 만들어두었다. 약을 희석한 사람만이 약의 용량을 알고 있었으며 약을 주입하거나 기관내삽관을 하는 사람은 약의 용량을 모르게 하였다. Remifentanil은 60초 동안 천천히 주입되었는데 이 때 평균동맥압이 55 mmHg로 감소한 것을 저혈압으로, 심박수가 분당 55회 미만을 서맥으로 간주하여 이 때 각각 ephedrine 10 mg, atropine 0.5 mg을 정주하기로 하였다.

Remifentanil 주입 90초 후에 삽관 직전의 수축기, 이완기 혈압, 평균 동맥압, 심박수를 기록하고 곧바로 Macintosh 후두경을 사용하여 기관내삽관을 시행하였다. 한 번의 시도에서 성대가 완전히 닫혀있거나, 입이 벌려지지 않을 경우, 후두경 삽입 시 기침이 심하거나 환자가 심하게 움직일 때를 기관내삽관 실패로 간주하고 즉시 마스크로 용수 환기를 시행하면서 rocuronium 0.8 mg/kg를 투여한 후 기관내삽관을 시행하기로 하였고 실패한 원인과 환자 수를 기록하였다.

전 환자의 기관내삽관과 기관내삽관 환경평가를 동일한

마취통증의학과 의사가 실시하였고 이후 1분 간격으로 5분까지 평균 동맥압, 분당 심박수를 측정하였다. 이 시기에는 분당 산소 1.5 L와 아산화질소 1.5 L로 기계환기를 하였고 propofol의 효과치농도를 4  $\mu\text{g/ml}$ 로 계속 유지하였다. 5분 이후에는 propofol과 병용하여 remifentanil을 지속 주입하여 마취를 유지하였다.

평균 동맥압과 분당 심박수는 기관내삽관이 성공한 환자들의 자료만을 사용하여 시간별, 군별 분석을 시행하였다. 기관내삽관 환경평가는 Helbo-Hansen 등에 의해 고안된 점수체계에 따라 시행하였다[9] (Table 2). 이는 턱관절 이완정도, 후두경 삽입 가능 상태, 성대의 움직임, 삽관 시 기침의 정도, 신체 움직임의 5가지 요소로 구성하고 각각을 가장 좋은 상태를 1점, 가장 나쁜 상태를 4점으로 하여 평가한 것인데 본 연구에서는 기관내삽관 환경에 적합한 것으로 모든 요소가 2점 이하, 기관내삽관에 적합하지 않은 환경으로 한 요소에서라도 3점 이상인 것으로 정하였다.

자료들은 평균과 표준편차로 표현하였고 통계학적 검정은 window용 SPSS 12.0으로 시행하였다. 각 군간의 모수적 자료인 나이비교는 일원배치 분산분석, 비모수적 자료(성별, 기관내삽관 환경평가)는 Chi-square test를 시행하였다. 기관내삽관을 성공한 환자들의 평균동맥압과 분당 심박수의 비교는 반복측정 분산분석을 시행하였다. P값이 0.05 미만인 것을 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

**결 과**

**Table 2.** Scoring System for Assessment of Intubating Condition [9]

	1	2	3	4
Jaw relaxation	Complete	Slight tone	Stiff	Rigid
Laryngoscopy	Easy	Fair	Difficult	Impossible
Vocal cords	Open	Moving	Closing	Closed
Coughing	None	Slight	Moderate	Severe
Limb movement	None	Slight	Moderate	Severe

Intubating conditions were judged as acceptable when all scores were 2 or less. If any score was 3 or 4 for any of the five variables, the intubating conditions were decided as unfavorable.

**Table 3.** Intubating Conditions

Remifentanil dose ( $\mu\text{g/kg}$ )	Intubation success		Intubation failure
	Score $\leq$ 2 (%)	Score $\geq$ 3 (%)	
1.0 (n = 20)	7 (35%)	1 (5%)	12 (60%)
1.5 (n = 20)	8 (40%)	3 (15%)	9 (45%)
2.0 (n = 20)	11 (55%)	2 (20%)	7 (35%)
2.5 (n = 20)	14 (70%)	5 (25%)	1 (5%)

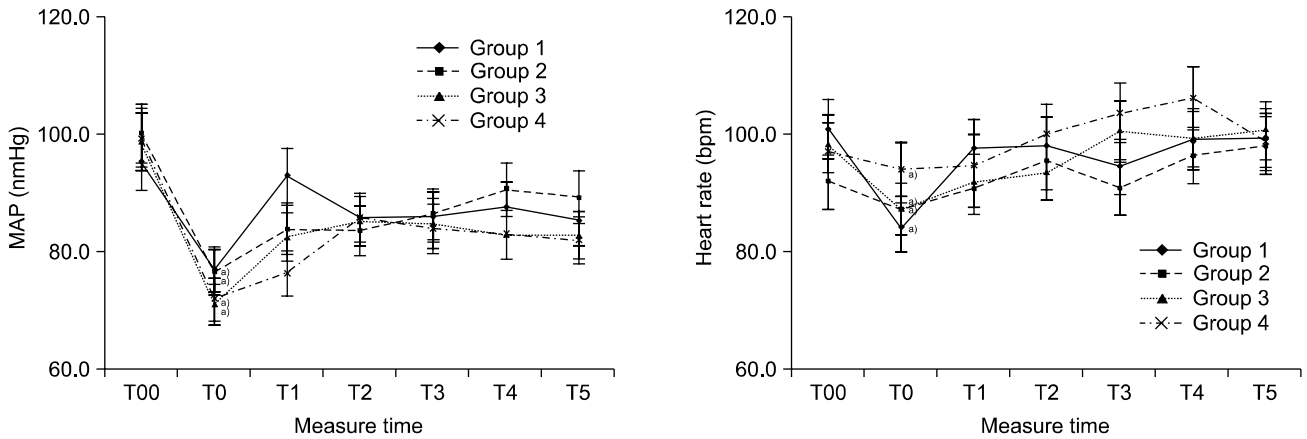
Score  $\leq$  2 means the intubating conditions were acceptable, and Score  $\geq$  3 represents those were unfavorable.

기관내삽관 환경이 적절했던 환자들의 비율은 Group 1, 2, 3, 4에서 각각 35%, 40%, 55%, 70%로 remifentanil의 용량이 증가함에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보이며 증가하였다(P = 0.01) (Table 3). 기관내삽관을 성공하였으나 삽관환경점수가 3점 이상이었던 환자수는 Group 1, 2, 3, 4에서 각각 1, 3, 2, 5명이었다. 기관내삽관에 실패한 환자수는 Table 4에 나타내었다. 이 때 기관내삽관이 실패한 원인이 입이 벌여지지 않거나 성대가 완전히 닫혀있었던 두 가지 경우로 관찰되어 원인에 따른 빈도를 나누어 기술하였다.

기관내삽관을 성공한 환자들의 평균동맥압이나 분당 심

**Table 4.** Causes of Intubation Failure

Remifentanil dose ( $\mu\text{g/kg}$ )	Causes	Impossible mouth opening	Completely closed vocal cords	Total
1.0 (n = 20)		5 (25%)	7 (35%)	12 (60%)
1.5 (n = 20)		6 (30%)	3 (15%)	9 (45%)
2.0 (n = 20)		4 (20%)	3 (15%)	7 (35%)
2.5 (n = 20)		1 (5%)	0 (0%)	1 (5%)



**Fig. 1.** Changes in mean arterial pressure (MAP) and heart rate. There is no significant difference among the groups. Group 1: remifentanyl 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , Group 2: remifentanyl 1.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , Group 3: remifentanyl 2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , Group 4: remifentanyl 2.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . T00 = before induction, T0 = before intubation, T1 = 1 min after intubation, T2 = 2 min after intubation, T3 = 3 min after intubation, T4 = 4 min after intubation, T5 = 5 min after intubation. <sup>a)</sup>MAP and heart rate before induction (T0) are significantly lower than those of T00, T1, T2, T3, T4, and T5 in each group ( $P < 0.01$ ).

박수는 군 간의 차이는 없었지만 군내의 시간대별 차이는 있었는데 remifentanyl 주입 후 기관내삽관 직전(T0)의 평균 동맥압과 심박수가 다른 시간대보다 낮았다(Fig. 1) ( $P < 0.01$ ).

한편 Group 4의 한 명에서 기관내삽관 직전의 평균동맥압이 46 mmHg, 분당 심박수가 46회로 측정되어 ephedrine 10 mg을 즉시 정주하였고 곧바로 치료되었다. Propofol 투여 중에 무호흡이 나타난 경우는 한 예도 없었고 remifentanyl의 투여 후에도 무호흡이나 말초산소포화도가 97% 미만이었다는 경우는 없었다. 네 군 모두에서 후두, 후두개, 성문의 부종이 기관내삽관을 어렵게 한 예는 없었다.

## 고 찰

Remifentanyl은 간, 신기능, pseudocholinesterase와는 상관없이 독립적으로 대사되므로, 신부전이나 간부전의 위험이 크고 pseudocholinesterase가 감소되어 있는 중화상 환자에게 매우 적합한 약물이다[10]. Propofol은 발현 시간이 짧고 축적 효과가 적어 의식 회복이 빠르는데[4,5] 마취 유도시 아편유사체를 추가하면 propofol의 용량을 줄일 뿐 아니라[11] 기관내삽관 등의 유해한 자극에 대한 자율신경 반응, 혈액학적 반응, 체성 반응 등을 효과적으로 차단할 수 있기 때문에 [7,12] remifentanyl과 함께 지속주입법으로 사용된다. Propofol의 지속주입을 통한 마취유도 시 목표농도 4  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 는 90%의 환자에서 적절한 의식소실을 유발한다고 보고된 바 있는데[13,14] 본 연구의 대상인 중화상 환자에게서도 효과적인 의식소실을 유발하였다.

그러나 이 두 약물은 심혈관계를 억제하고 자발 환기를

감소시키기 때문에 특히 심혈관계 허탈이 예상되는 환자에서는 수액 공급과 마취 전 산소투여를 충분히 시행하고 서맥을 방지하기 위해 항콜린성 약물의 수술 전 투여, ephedrine과 atropine의 사전 준비 등이 필요하다. 본 연구에서는 propofol의 일시 주입으로 인한 위와 같은 부작용을 예방하기 위하여 목표농도 지속주입법으로 마취유도를 하였고 약물 투여 전 교질액을 투여하였다. 특히 remifentanyl의 경우 단독 투여하거나 주입속도가 빠를 때 근육 경직이 발생할 수 있는데[15], 이는 폐유선도와 기능적 잔기량을 감소시켜 자발호흡의 장애를 초래할 수 있을 뿐 아니라 마스크를 이용한 환기까지 어렵게 할 수 있다[10]. 이에 remifentanyl의 사용 전에도 충분한 산소흡입과 propofol로 깊은 진정상태를 만든 후 약을 천천히 주입하는 기술이 필요하다. 이런 이유로 본 연구에서는 remifentanyl을 총 5 ml로 희석하여 1분에 걸쳐 주입하는 방법을 택하였고 어떤 환자에서도 마스크 환기가 불가능할 정도의 근육경직현상은 나타나지 않았다. 또한 마취 유도시 sevoflurane이나 propofol 2 mg/kg과 함께 0.25  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 이나 0.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 remifentanyl을 주입했을 때 무수축(asystole)이 보고된 바 있어[16,17] remifentanyl의 사용량을 정하는 것에 주의할 기울여야 한다. 여러 연구에서 보고된 근이완제 없는 기관내삽관에 사용된 propofol과 remifentanyl의 용량은 다양한데 propofol 2–2.5 mg/kg와 remifentanyl 2–4  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위에서 효과적인 것으로 보고되고 있다[6,18]. 그러나 propofol 1.5 mg/kg, remifentanyl 1–5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 를 투여한 한 연구에서는 2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 remifentanyl에서도 저혈압 또는 서맥의 빈도가 35.7%에 달하였다[14]. 혈관투과성의 변화로 심박출량은 상승하지만 상대적으로 혈관 내 혈량이 부족한 중화상 환자들에서 저혈압이나 서맥이 발생

하는 것은 곧바로 심정지로 이어지는 등 치명적일 수 있기 때문에 본 연구에서 remifentanil의 용량 범위는 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 부터 시작하여 2.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 최대용량으로 정하였다.

본 연구결과에서는 remifentanil 2.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 주입한 군에서 한 명의 환자에서(5%) 분당 46회의 심박수를 보였는데 일반환자에서 2, 3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 에서 서맥을 보인 환자가 각각 35.7, 46%에 달한 한 연구결과와 비교하면[14] 서맥, 저혈압 및 심정지에 대한 염려 때문에 remifentanil을 조심스럽게 써야 한다고 해도 중화상환자에서는 더 많은 용량의 remifentanil에 대한 연구가 가능하리라 생각된다. 그러나 그 연구에서는 propofol을 1.5 mg/kg를 일시 정주하였고 remifentanil의 주입속도도 30초로 본 연구보다 두 배 빠른 속도였기 때문에 약의 주입속도에 대한 비교도 필요할 것이다. 본 연구에서는 propofol의 투여 시 일시 정주 보다는 지속 주입법을 택함으로써 주입속도를 천천히 하여 환자에게 이롭지 않은 혈액학적 효과를 최소화하려고 노력하였다. 기관내삽관을 하기 전까지 주입된 propofol의 총 양의 평균과 표준편차는 Group 1에서  $2.3 \pm 0.02$  mg/kg, Group 2에서  $2.3 \pm 0.08$  mg/kg, Group 3은  $2.3 \pm 0.02$  mg/kg, Group 4은  $2.3 \pm 0.04$  mg/kg로 네 군간의 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이처럼 이전 연구들에서 사용한 propofol의 양이 1.5–2 mg/kg인 것과 비교하면 본 연구에서 서맥이나 저혈압이 발생하지 않은 것은 그것이 중화상환자의 특성 때문인지 지속주입의 결과인지 본 연구만으로는 알 수 없다. 하지만 정상 환자들을 대상으로 한 다른 연구에서[11] propofol을 본 연구와 같이 4  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 지속 주입하면서 remifentanil을 2, 3, 4  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 투여한 결과 정확한 심박수나 환자수는 명시되어 있지 않았으나 약 투여 후 분당 심박수의 오차막대의 하한이 모든 군에서 55회 미만이었다. 또 다른 연구에서는[19] propofol 2.5 mg/kg, etomidate 0.4 mg/kg, thiopental 5 mg/kg를 remifentanil 2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 과 병용하면서 근이완제 없는 기관내삽관 환경을 비교하였는데 세 약제의 기관내삽관 환경은 차이가 없었으나 propofol 2.5 mg/kg을 사용한 군에서 평균동맥압의 감소가 가장 심했고 15명 중 6명의 환자에서 승압제를 사용하였다. 이 연구에서는 propofol을 일시정주한 데다가 다른 연구들에 비해 유도 용량이 높고 remifentanil의 정주속도도 30초여서 이전 연구들과의 정확한 비교는 어려우나 thiopental이나 etomidate의 사용이 propofol보다 혈액학적으로 안전하다면 두 약제의 사용도 고려될 만 하다. 그러나 본 연구에서는 propofol을 목표농도 지속주입하면서 remifentanil 2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 를 사용한 모든 환자에서 치료가 필요한 저혈압이 발생하지 않았기 때문에 혈액학적 안정성과 관련한 주입방법차이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 보이며, 이 역시 중화상환자의 특성, 즉 propofol의 재분포 등의 차이 때문인지 명확하지 않기 때문에 중화상 환자에 대

한 더 많은 연구도 필요할 것이다.

기관내삽관이 성공한 환자들에서 심박수 및 평균동맥압 변화는 remifentanil 주입 후 기관내삽관 직전(T0)의 심박수와 평균동맥압이 다른 시간대와 비교하여 통계적으로 유의하게 낮았지만( $P < 0.01$ ) 네 군간의 차이는 없었다. 기관내삽관 직전 모든 군에서 평균 동맥압과 분당 심박수가 감소하여 치료가 필요 했던 환자는 group 4에서 한 명으로 나타났다. 네 군 모두에서 기관내삽관 후 1분부터 5분까지의 평균동맥압과 분당 심박수는 마취유도 전의 상태와 유의한 차이가 없었다( $P > 0.2$ ).

결과적으로 본 연구에서 사용한 최대용량인 remifentanil 2.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 는 propofol 효과농도 4  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 중화상환자의 95%에서 혈액학적으로 안전하였고 그렇지 않았던 한 명의 환자에서도 ephedrine 10 mg을 1회 정주함으로써 즉시 치료 가능하였다.

본 연구에서는 기관내삽관 환경평가에는 5개의 항목을 적용하였다[9]. 모든 항목에서 2점 이하라면 환자에게 거의 손상이 없지만 3점 이상이라면 턱관절 경직, 후두경 삼입이 어려운 상태, 기관내관 삼입 시 성대가 닫힘, 기침 발생, 사지를 중등도 이상으로 움직이는 상태 중 한 경우 이상에 해당되는 것이기 때문에 각 항목에 대한 함을 구하지 않고 모든 항목에서 2점 이하일 때만 기관내삽관에 '적합하다'고 정하였다. Remifentanil의 농도가 증가함에 따라 2점 이하인 환자들이 통계적으로 유의하게 많아졌다( $P < 0.01$ ). 본 연구에서 중화상 환자에게 가장 적합한 remifentanil 농도는 2.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 였지만 30% 환자들에서 3점 이상을 받았다. 이는 더 높은 농도에서의 추가적인 연구가 필요함을 시사한다.

한편 기관내삽관 환경평가의 기준에 대하여 본 연구 결과와 대비하여 더 생각해 볼 점이 있다. 저자들은 적합한 환경을 평가하기 위한 연구설계를 하였으나 점수가 3점 이상이었어도 기관내삽관을 성공했다면 이상적인 환경이 아니었지만 기관내삽관이 가능하였기 때문에 따로 결과에 기술하였다. Group 1에서는 기관내삽관에 성공한 경우가 8명으로 40%에 불과하였는데 그 중 1명은 3점 이상을 받았다. 이는 기관내삽관 환경의 적합도는 35%, 성공율은 40%로 큰 차이가 나지 않고 이 농도는 화상환자에게 적절한 것이 아니었다. 그러나 Group 4에서는 3점 이상이었던 환자는 6명(30%)이었지만 기관내삽관에 실패한 사람은 단 1명(5%)이었다. 중화상 환자에서 앞서 언급했던 치명적이거나 위협적인 혈액학적 불안정에 대한 위험을 줄이기 위하여 비록 환자가 기침을 하거나 몸을 움직이더라도 기관내삽관이 가능하다면 그 용량을 택할 것인지 아니면 부드러운 기관내삽관을 위하여 더 많은 용량을 사용할지는 임상적인 상황에 따라 판단을 해야 하는 문제인 듯하다.

기관내삽관이 실패한 원인을 살펴보면 입을 벌리기가 힘

들었거나 성대가 완전히 닫혀 기관내관을 삽입할 수 없는 경우였다(Table 4). 이 두가지 요소는 remifentanil의 부작용인 턱관절의 근육경직과 관련하여 주의 깊게 관찰하였는데 입을 안 벌어지는 경우는 Group 1, 2, 3, 4에서 각각 환자수가 5, 6, 4, 1명으로 용량에 비례하여 그 빈도가 감소하는 것은 아니지만 Group 4에서 빈도가 가장 낮았고, 성대가 완전히 닫힌 경우를 포함하여 시행한 구간 비교에서는 용량이 증가함에 따라 기관내삽관에 실패한 환자가 통계적으로 유의하게 감소하였기 때문에( $P < 0.01$ ) 중화상 환자에서 remifentanil 용량을 더 증가시키는 것이 근육경직의 발현 때문에 위험하다고 말할 수는 없었다. 그러나 remifentanil 3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 투여 받은 일반 환자에서 심각한 근육경직이 나타난 예가 있기 때문에[11] 주의하여야 할 것이다.

결론적으로, 중화상 환자의 마취유도 시 propofol 효과농도 4  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 근이완제 투여 없이 기관내삽관 환경은 remifentanil의 용량이 증가할수록 향상되어 2.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 용량에서 적합률 70%, 성공률 95%를 보였다. 앞으로 중화상 환자에게 remifentanil의 용량을 증가시켜 기관내삽관 환경을 평가하는 연구가 필요하며 이 때 혈액학적 변화를 야기하는 농도의 상한과 기관내삽관 자체가 불가능한 상황을 만드는 농도의 하한에 대한 평가가 반드시 수반되어야 할 것이다.

## REFERENCES

- Gronert GA. Succinylcholine hyperkalemia after burns. *Anesthesiology* 1999; 91: 320-2.
- Han TH, Kim HS, Bae JY, Kim KM, Martyn JA. Neuromuscular pharmacodynamics of rocuronium in patients with major burns. *Anesth Analg* 2004; 99: 386-92.
- Martyn JA, Goldhill DR, Goudsouzian NG. Clinical pharmacology of muscle relaxants in patients with burns. *J Clin Pharmacol* 1986; 26: 680-5.
- Erhan E, Ugur G, Gunusen I, Alper I, Ozyar B. Propofol - not thiopental or etomidate - with remifentanil provides adequate intubating conditions in the absence of neuromuscular blockade. *Can J Anaesth* 2003; 50: 108-15.
- Hovorka J, Honkavaara P, Korttila K. Tracheal intubation after induction of anaesthesia with thiopentone or propofol without muscle relaxants. *Acta Anaesthesiol Scand* 1991; 35: 326-8.
- Grant S, Noble S, Woods A, Murdoch J, Davidson A. Assessment of intubating conditions in adults after induction with propofol and varying doses of remifentanil. *Br J Anaesth* 1998; 81: 540-3.
- Stevens JB, Wheatley L. Tracheal intubation in ambulatory surgery patients: using remifentanil and propofol without muscle relaxants. *Anesth Analg* 1998; 86: 45-9.
- Bittner EA, Grecu L, Martyn J. Anesthetic management of the burned patient. In: *Anesthesiology*. Edited by Longnecker DE, Brown DL, Newman MF, Zapol WM: Toronto, McGrawHill. 2008, pp 1674-85.
- Helbo-Hansen S, Ravlo O, Trap-Andersen S. The influence of alfentanil on the intubating conditions after priming with vecuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988; 32: 41-4.
- Rosow C. Remifentanil: a unique opioid analgesic. *Anesthesiology* 1993; 79: 875-6.
- Jung BC, Lee JU. Tracheal intubation without the use of muscle relaxants: remifentanil in combination with propofol. *Korean J Anesthesiol* 2006; 50: 623-8.
- Thompson JP, Hall AP, Russell J, Cagney B, Rowbotham DJ. Effect of remifentanil on the haemodynamic response to orotracheal intubation. *Br J Anaesth* 1998; 80: 467-9.
- Grewal K, Samsoon G. Facilitation of laryngeal mask airway insertion: effects of remifentanil administered before induction with target-controlled propofol infusion. *Anaesthesia* 2001; 56: 897-901.
- Kim KS, Kim BJ, Lee SS, You BH, Woo SH, Hong KH, et al. Adequate dose of remifentanil for endotracheal Intubation with propofol without muscle relaxants. *Korean J Anesthesiol* 2006; 51: 405-10.
- Troy AM, Huthinson RC, Easy WR, Kenney GN. Tracheal intubating conditions using propofol and remifentanil target-controlled infusions. *Anaesthesia* 2002; 57: 1204-7.
- Altermatt FR, Munoz HR. Asystole with propofol and remifentanil. *Br J Anaesth* 2000; 84: 696-7.
- Kurdi O, Deleuze A, Marret E, Bonnet F. Asystole during anaesthetic induction with remifentanil and sevoflurane. *Br J Anaesth* 2001; 87: 943.
- Alexander R, Olufolabi AJ, Booth J, El-Moalem HE, Glass PS. Dosing study of remifentanil and propofol for tracheal intubation without the use of muscle relaxants. *Anaesthesia* 1999; 54: 1037-40.
- In JY, Shin HI, Chung SH, Kim KO, Choi JG, Lee YS, et al. Effect-site concentration of remifentanil for smooth tracheal intubation without muscle relaxants provokes hypotension under desflurane anaesthesia. *Korean J Anesthesiol* 2008; 55: 31-5