

# Rocuronium과 Lidocaine 또는 Sodium Bicarbonate의 혼합투여가 Rocuronium 정맥주사 동안의 회피 반응, 평균 동맥압 및 심박수에 미치는 효과 비교

이성숙<sup>1</sup> · 윤혜상<sup>2</sup>

<sup>1</sup>가천의과대학교 길병원 마취과 주임간호사, <sup>2</sup>가천의과대학교 간호학과 교수

## A Comparison of the Effect of Lidocaine or Sodium Bicarbonate Mixed with Rocuronium on Withdrawal Movement, Mean Arterial Pressure and Heart Rate during Rocuronium Injection

Lee, Sung Suk<sup>1</sup> · Yoon, Haesang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Charge Nurse, Gil Medical Center

<sup>2</sup>Professor, Department of Nursing, Gachon University of Medicine & Science, Incheon, Korea

**Purpose:** This study was performed to find out the effects of lidocaine or 8.4% sodium bicarbonate mixed with rocuronium on mean arterial pressure, heart rate and withdrawal movement. **Methods:** Data collection was performed from December 15, 2006 through May 31, 2007. Seventy-five patients with American Society Anesthesiologist (ASA) physical status I & II, under general anesthesia, were randomly assigned to 1 of 3 groups: R group (RG) received rocuronium 0.6 mg/kg; RL group (RLG), rocuronium 0.6 mg/kg mixed with 2 mL of 2% lidocaine; RS group (RSG), rocuronium 0.6 mg/kg with the same volume of 8.4% sodium bicarbonate. Mean arterial pressure, heart rate and withdrawal movement were observed from its injection until 5 min after endotracheal intubation. **Results:** The incidence of withdrawal movement with its corresponding injections was 72%, 40% and 4% in RG, RLG and RSG, respectively ( $p<.001$ ). Score of withdrawal movement was the lowest in RSG of all groups ( $p<.001$ ). While mean arterial pressure ( $p=.011$ ) in RSG decreased significantly, and heart rate ( $p=.003$ ) in RG increased more with its injection than before induction of anesthesia. **Conclusion:** Administration of the equivalent volume of 8.4% sodium bicarbonate with rocuronium is more effective than that of lidocaine with rocuronium compared with rocuronium only, in preventing withdrawal movement and in stabilizing mean arterial pressure and heart rate.

**Key words:** Muscle relaxants, Rocuronium, Pain, Injection

## 서 론

### 1. 연구의 필요성

마취 전문 간호사는 법적으로 수술집도 의사의 지시 및 감독

하에 마취를 시행하므로(Ryoo, 2008), 마취제는 물론 근이완제의 약물 효과 및 부작용 파악은 마취간호실무의 핵심적 영역이라고 볼 수 있다. Succinylcholine은 탈분극성 근이완제로 작용 시간이 짧고 근이완으로부터의 회복이 신속하여 기관 내 삽관에 널리 이용하여 왔다. 그러나 succinylcholine은 투약 관련 악성

주요어 : 근이완제, 로큐로니움, 회피반응, 정맥주사, 통증

\*본 논문은 석사학위 논문을 수정한 내용임.

\*This study is a part of master's thesis.

Address reprint requests to : Yoon, Haesang

Department of Nursing, Gachon University of Medicine & Science, 534-2 Yeonsu-dong, Yeonsu-gu, Incheon 406-812, Korea  
Tel: 82-32-820-4212 Fax: 82-32-820-4201 E-mail: hsyoon@gachon.ac.kr

투고일 : 2008년 11월 6일 심사회의일 : 2008년 11월 16일 게재확정일 : 2009년 3월 20일

고열의 가족력, 고칼륨혈증, 늑내장 및 근긴장성 질환이 있는 경우 succinylcholine 대체제로 rocuronium을 투여해오고 있다. Rocuronium은 아미노스테로이드 계통의 비탈분극성 근이완제로 0.9-1.2 mg/kg의 투여 후 60초 이내에 근이완이 나타나며 탈분극성 근이완제의 근육통을 예방할 수 있는 근이완제이다(Martin, Carrier, Pirlet, Clapwood, & Tetrault, 1998).

그러나 rocuronium이 임상에 이용되던 1995년부터 정맥주사에 통증이 따른다는 문제점이 보고되기 시작하였다(Moorthy & Dierdorf, 1995; Robertson, 1996; Steegers & Robertson, 1996). Borgeat과 Kwiatkowski (1997)는 rocuronium 정맥주사 시의 통증은 Visual Analog Scale (VAS) 10점이며, Blunk, Seifert, Schmelz, Reeh과 Koppert (2003)는 rocuronium 정맥주사 시 통증은 VAS 4.1로 vecuronium의 VAS 0.6과 비교하여 통증이 높은 것으로 보고하고 있다. Rocuronium 정맥주사 시의 통증은 작열감으로 10-20초 정도 지속되고, 성별 간에 차이가 없으며 정맥주사 주변조직에 열감이나 발적은 동반하지 않는 것으로 보고하였다(Borgeat & Kwiatkowski, 1997; Kim, Lee, & An, 2004; Mencke, Beerhalter, & Fuchs-Buder, 2001).

현재 rocuronium 정맥 주사에 동반되는 통증 요인은 산도 또는 키니노겐 등으로 추측할 뿐 발생 기전이 확실하지는 않다. Klement와 Arndt (1991)는 pH가 4.0 이하 또는 11.0 이상의 약물은 정맥주사 동안에 통증을 초래하며, Chiarella, Jolly, Huston과 Clanachan (2003) 그리고 Jung, Ko, Lim, Kang과 Kwon (2005)은 rocuronium 정맥주사 동안의 통증이 산도와 관련이 깊다고 주장하였다. Rocuronium의 pH가 3.76-3.91 정도라는 것을 감안하면 Klement와 Arndt (1991), Chiarella 등 (2003), Jung과 Kim 등(2005) 그리고 Jung과 Ko 등(2005)의 주장은 설득력이 있다. 반면 Borgeat와 Kwiatkowski (1997)는 pH 4.0의 생리식염수는 정맥주사 시에 통증이 없으며, rocuronium 정맥주사 시의 통증은 산도와 관련이 없으며 통증 유발 물질로써 히스타민보다는 키니노겐과 관련이 깊을 것으로 주장하였다.

Rocuronium 정맥주사 시의 통증으로 평균 동맥압과 심박수가 상승하며(Booth, Marsh, Bryden, Robertson, & Baird, 1992; Robertson, 1996) 통증은 에피네프린 및 노르에피네프린의 분비를 자극하는 것은 이미 널리 알려진 사실이다. 의식 상태에서 rocuronium 정맥주사 동안에 나타나는 통증 반응이 무의식 상태에서는 손이나 다리의 움직임으로 나타나는 데 이러한 현상을 회피반응이라고 한다(Mencke et al., 2001; Robertson, 1996). 회피반응은 rocuronium 투여 환자의 50-80%에

서 발생하며 회피반응 시의 움직임으로 약물의 정맥 투여가 어렵거나 낙상을 하거나 폐 흡인을 초래하여 위험하다(Borgeat & Kwiatkowski, 1997; Lui, Huang, Yang, Hsu, & Lui, 2002).

Rocuronium 정맥주사 동안의 통증완화에 투여하는 lidocaine은 통각 전도를 차단하거나 키닌 분비 효소를 억제하며, sodium bicarbonate는 산도를 중화시켜 통증을 완화시키는 것으로 보고되어 있다(Chiarella et al., 2003; Choi, Hwang, & Shin, 2005; Memis, Turan, Karamanoglu, Sut, & Pamukcu, 2002). Rocuronium과 lidocaine을 혼합하여 정맥주사하는 경우 lidocaine이 혈류를 타고 이동하여 마취효과가 저하되므로 상완에 압박대를 거치하는 lidocaine 전처치가 이용되기도 하였다(Jung, Lee, & Yoon, 2005; Lee, Lee, Kim, & Moon, 2004; Wee et al., 2004). 그러나 Shevchenko 등(1999)은 lidocaine 전처치법이 마취유도 시 위기 상황에서의 신속한 대처를 방해할 수 있다며 전처치법보다는 단순한 혼합 투여를 제안하였다. Lidocaine은 국소마취제는 물론 항부정맥제로 이용하며 2% lidocaine을 2 mL 정도 투여하는 경우 인체에 거의 영향을 미치지 않는다고 한다.

한편, pH가 4.0 이하 또는 11.0 이상의 약물을 정맥주사할 때 통증이 초래한다는 Klement와 Arndt (1991)의 가설을 토대로 pH 3.76-3.91의 rocuronium 산도를 약화시키기 위해 pH 8.5 정도의 8.4% sodium bicarbonate를 혼합하면 rocuronium 정맥주사에 따르는 통증의 완화가 가능하다. Rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate의 1:1 혼합액의 pH는 7.43-8.46이 되며, rocuronium과 lidocaine의 2:1 혼합액의 pH는 3.5-3.75가 되므로, sodium bicarbonate가 lidocaine보다 정맥주사 시의 통증 완화에 효과적이라고 한다(Chiarella et al., 2003; Choi et al., 2006; Hwang, Oh, & Lim, 2004; Jung et al., 2005). 8.4% sodium bicarbonate는 산성혈증의 교정에 이용하는 데 5 mL 정도의 투여는 인체에 별다른 영향을 미치지 않으며, rocuronium과의 혼합 투여에 따른 특이한 문제점으로 보고된 것은 아직 없다.

Rocuronium 정맥주사 동안의 회피반응 예방에 대한 대부분의 연구가 lidocaine 또는 sodium bicarbonate의 효과를 직접 비교하지 않았으며, 회피반응 측정에 대한 신뢰도를 언급하고 있지 않다(Chiarella et al., 2003; Hwang et al., 2004; Jung et al., 2005). 또한 Chiarella 등(2003)과 Jung 등(2005)은 의식 상태에서 rocuronium 투여 시의 통증 반응을 관찰하여 무의식 상태에서 rocuronium을 정맥주사하는 임상 상황과는 다소 거리가 있는 실정이다. 따라서 의식상태에서의 rocuronium 정맥주사보다는 무의식 상태에서 rocuronium 정맥주사에 동

반하는 통증으로 나타나는 회피반응, 평균 동맥압 및 심박수에 대한 lidocaine 또는 sodium bicarbonate의 효과를 비교하는 연구가 필요하다고 생각한다.

## 2. 연구 목적

본 연구의 목적은 무의식 상태에서 rocuronium 단독 투여 집단을 대조군으로 하여 rocuronium 정맥주사 시 rocuronium에 2% lidocaine 또는 8.4% sodium bicarbonate의 혼합 투여 간에 회피반응, 평균 동맥압 및 심박수의 차이를 비교하여 rocuronium 근이완제를 이용한 기관 내 삽관 시 rocuronium 정맥주사에 동반하는 회피반응 예방을 위한 기초자료를 제시하기 위함에 있다.

## 3. 연구 가설

제1가설: 대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 rocuronium 정맥주사 시의 회피반응은 차이가 있을 것이다.

제2가설: 대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 rocuronium 정맥주사 시로부터 기관 내 삽관 5분 동안의 평균 동맥압에는 차이가 있을 것이다.

제3가설: 대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 rocuronium 정맥주사 시로부터 기관 내 삽관 5분 동안의 심박수에는 차이가 있을 것이다.

## 4. 용어 정의

### 1) 회피반응

무의식 상태에서 통증으로 나타나는 신체반응으로(Mencke et al., 2001; Robertson, 1996), 본 연구에서는 Shevchenko 등(1999)이 고안한 4점 척도의 회피반응 측정도구로 평가한 점수로써 점수가 높을수록 회피반응이 심한 것을 의미한다.

## 연구 방법

### 1. 연구 설계

본 연구는 lidocaine 또는 sodium bicarbonate와 rocuronium의 혼합 투여가 rocuronium 근이완제 정맥투여에 동반하는 회피반응 예방에 미치는 효과를 비교하기 위한 실험연구 설계이다. 대조군에게는 rocuronium을 단독으로 투여하였고, 실험 1군에게는 rocuronium과 2% lidocaine를 혼합하여 투여하였고, 그리고 실험 2군에게는 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate를 혼합하여 정맥으로 투여하였다(Figure 1).

### 2. 연구 대상

본 연구의 대상자는 인천광역시 소재한 G 대학 병원 여성센터 및 심장센터에서 전신마취하에 수술을 받은 환자 75명을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 선정은 rocuronium 근이완제 및 마취제가 전신마취 환자의 혈액학에 미칠 수 있는 영향이나 안전도를 고려하여 American Society Anesthesiologist (ASA) 신체 등급 II 이하에 해당하는 자로 제한하였으며 구체적인 기준은 다음과 같다.

첫째, 본 연구 목적을 이해하고 연구 참여에 동의한 자  
둘째, 15-70세 환자로 심장질환 및 고혈압의 기왕력이 없는 자  
셋째, 전신마취하에서 기관 내 삽관이 필요한 자  
넷째, 기관 내 삽관시 근이완제로 rocuronium을 투여받는 자  
다섯째, 의식이 있고 의사소통이 가능하며 지남력이 있는 자  
여섯째, 정맥로 부위에 부종이나 발적, 압통 등의 소견이 없는 자  
자료 수집을 시작하기 전 난수표를 이용하여 연구 대상자 75명을 대조군, 실험 1군과 실험 2군에 미리 무작위 배정한 후 수술 환자가 입원하는 순서에 따라 배정하였다. Booth 등(1992)과 Kwak, Lee, Kim과 Kwak (2004)의 연구 결과를 토대로 효과 크기를 0.6으로 추정하고, 표본 크기의 유의수준은 0.05, 검정력을 0.8로 하여 대조군, 실험 1군과 실험 2군의 연구 대상자를

Group	Pre test	Treatment		Post test		
	Before induction	Administration	At rocuronium injection	Before intubation	1 min after intubation	5 min after intubation
Experimental 1	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>
Experimental 2	O <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>
Control	O <sub>1</sub>	X <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>

O<sub>1</sub>=blood pressure, heart rate, pain; O<sub>2</sub>=blood pressure, heart rate, withdrawal movement; O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>, O<sub>5</sub>=blood pressure, heart rate; X<sub>1</sub>=administration of lidocaine and rocuronium; X<sub>2</sub>=administration of 8.4% sodium bicarbonate and rocuronium; X<sub>3</sub>=administration of rocuronium.

Figure 1. Research design

각각 25명으로 하였다.

### 3. 연구 도구

#### 1) 정맥주사 시 통증

정맥주사 동안에 연구 대상자 자신이 지각하는 통증 정도로 18 G Angio needle로 정맥로를 확보하면서 VAS를 이용하여 통증을 측정하였다. 척도는 왼쪽 끝에 “통증 없음(0점)”과 오른쪽 끝에 “매우 심한 통증(10점)”이 적힌 10 cm의 수평선상에 대상자가 느끼는 통증에 해당하는 지점을 표시하도록 하였다. 왼쪽 끝을 기준으로 측정한 길이를 cm로 소수점 첫 자리까지 점수화하였으며 점수가 높을수록 통증 정도가 심한 것을 의미한다.

#### 2) 회피반응

회피반응은 Shevchenko 등(1999)이 고안한 4점 척도의 회피반응 측정도구로 평가하였다. 회피반응 정도는 회피반응이 전혀 없는 무반응일 때 0점, 팔목을 움직이는 경미한 신체반응을 보일 때 1점, 팔꿈치와 어깨를 움직이는 중증도의 신체반응을 보일 때 2점, 전신적으로 움직이는 강한 신체반응을 보일 때 3점을 부여하였다. 회피반응 빈도는 회피반응 정도에 관계없이 회피반응이 발생한 횟수를 의미한다. 회피반응 정도는 2명의 연구보조자가 회피반응을 동시에 관찰하여 측정하였고 관찰자 간의 신뢰도는 Spearman 상관계수를 구하였다. Rocuronium 단독 투여군의 상관계수는 0.982 ( $p < .001$ ), rocuronium과 lidocaine 혼합 투여군의 상관계수는 0.913 ( $p < .001$ ) 그리고 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate 혼합 투여군의 상관계수는 1.00으로 나타났다.

#### 3) 평균 동맥압과 심박수

혈압은 양와위 상태에서 혈압기(Dura-Cuf, GE Medical System, Milwaukee, WI, USA)를 사용하여 대상자의 상완동맥에서 측정한 후 평균 동맥압은 (수축기압 +  $2 \times$  이완기압)/3의 계산 공식으로 구하였다. 심박수는 ECG monitor (Solar 8000, GE Medical System, Milwaukee, WI, USA)를 사용하여 측정하였다.

### 4. 연구 진행 절차

본 연구는 2005년 12월 1일부터 2006년 4월 30일까지 인천 소재 G 대학 병원에서 본 연구자와 마취전문 간호사 8년 경력의 연구보조자 2인에 의해 이루어졌다. 본 연구의 실험처치는 15년 경력의 마취전문 간호사가 하였으며 대조군, 실험 1군과 실험 2군에

게 해당하는 약물을 정맥 내 주사하였다. 자료 수집을 한 연구보조자는 연구 대상자가 어느 집단에 속해 있는지를 알지 못하는 이중맹검법으로 자료를 수집하였으며 자료 수집 절차는 다음과 같다.

첫째, 본 병원 연구윤리위원회의 승인(200809-03-I010)을 얻은 후 수술 전날 연구 대상자에게 연구 목적을 설명하고 서면 동의를 구하였다.

둘째, 연구 대상자는 수술전 날 손등에 18 G 정맥 주사침을 삽입하고 수액을 연결한 후 10 cm의 VAS를 이용하여 정맥 주사침을 삽입하고 수액을 투여하기 시작할 때의 통증을 측정하였다.

셋째, 수술실 도착 30분 전에 병동에서 마취 전 투약으로 glycopyrrolate 0.2 mg을 근육주사하였다.

넷째, 수술실에 도착한 연구 대상자에게 양와위 상태에서 상완에 혈압계를 적용하고, ECG monitor를 연결한 후 시지에 맥박 산소 포화도 측정기를 거치하여 혈압과 심박수를 측정하였다.

다섯째, 정맥로 부위에 부종이나 발적, 압통의 유무를 확인하였다.

여섯째, 마취유도 직전 혈압과 심박수를 측정하였다.

일곱째, Thiopental sodium (5 mg/kg)을 정맥 내 투여하여 마취유도를 시작하였다.

여덟째, Thiopental sodium (5 mg/kg)을 정맥 내 투여 후 환자가 무의식에 이르면 실험 1군에게는 2% lidocaine 2 mL와 rocuronium 0.6 mg/kg 혼합액, 실험 2군에게는 8.4% sodium bicarbonate와 rocuronium 0.6 mg/kg의 1 (5 mL):1 (5 mL) 혼합액을 투여하고 대조군에게는 rocuronium 0.6 mg/kg을 단독 투여하였다. 미리 준비해 놓은 약물을 실험 1군, 실험 2군, 그리고 대조군에게 10초에 걸쳐 투여하면서 혈압과 심박수를 측정하고 회피 반응을 관찰하였다.

아홉째, Rocuronium 투여 직후 주사 부위의 부작용을 관찰하였다.

열 번째, 기관 내 삽관 직전에 혈압과 심박수를 측정하고, 기관 내 삽관 후 기관 내 튜브를 통해 sevoflurane 1.5-2 vol %, air 2 L/min와 O<sub>2</sub> 2 L/min를 투여하였다.

열한 번째, 기관 내 삽관 후 1분과 5분에 각각 혈압과 심박수를 측정하였다.

열두 번째, Rocuronium 투여 후 2시간에 주사부위의 부작용 발생 유무를 관찰하였다.

### 5. 자료 분석 방법

수집된 자료는 SPSS WIN 12.0을 이용하여 분석하였으며, 본 연구에 이용된 통계분석 방법은 다음과 같다.

첫째, 연구 대상자의 생리적 특성은 실수와 평균 및 표준편차를



구하였고, 실험 1군, 실험 2군과 대조군의 동질성 검증은 ANOVA test와  $\chi^2$  test로 분석하였다.

둘째, 대조군, 실험 1군과 실험 2군 간의 시점에 따른 혈압과 심박수의 차이는 반복측정 분산분석법으로 분석하였고, 시점 간 비교는 Bonferroni 다중 비교법을 이용하여 분석하였다.

셋째, 대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 정맥주사 시의 회피반응 빈도는  $\chi^2$  test로 분석하였다. 대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 정맥주사시 회피반응 정도의 차이는 회피반응 정도의 측정값이 정규분포를 이루지 못하여 Kruskal-Wallis test로 분석하였다.

## 연구 결과

### 1. 생리적 특성에 대한 동질성 검증

대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 연령, 체중, 성별, 정맥로 확보시의 통증, 평균 동맥압 및 심박수에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 1).

### 2. 가설 검증

#### 1) 제1가설

제1가설인 “대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 rocuronium 정맥

주사 시의 회피반응은 차이가 있을 것이다”를 검증한 결과는 Table 2와 같다. 대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 회피반응의 발생 빈도( $\chi^2=24.4$ ,  $p<.001$ )와 회피반응 정도( $\chi^2=23.7$ ,  $p<.001$ )는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 제1가설은 지지되었다. Rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate 혼합 투여는 rocuronium 단독 투여 및 rocuronium과 lidocaine 혼합 투여와 비교하여 회피반응의 발생 빈도 및 반응 정도가 적은 것으로 나타났다.

#### 2) 제2가설

제2가설인 “대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 rocuronium 정맥주사 시로부터 기관 내 삽관 5분 동안의 평균 동맥압에는 차이가 있을 것이다”를 검증한 결과는 Table 3과 같다. 대조군, 실험 1군과 실험 2군 간의 평균 동맥압에는 차이가 없으나( $p=.254$ ), 마취 유도 전, rocuronium 투여 시, 기관 내 삽관 전, 기관 내 삽관 후 1분과 5분에서 반복 측정된 평균 동맥압은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p<.001$ ). 시점간 Bonferroni 다중비교 결과 심박수는 마취유도 전과 기관 내 삽관 직전( $p<.001$ ), 기관 내 삽관 1분 후( $p<.001$ ) 그리고 기관 내 삽관 5분 후( $p<.001$ )에서의 평균 동맥압에는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 마취유도 전, rocuronium 투여 시, 기관 내 삽관 전, 기관 내 삽관 후 1분과 5분에서 반복 측정된 평균 동맥압의 변화 양상에는 차이가 없어 교호작용은 유의

Table 1. Homogeneity Test for Physiologic Characteristics

(N=75)

Variables	Con G (n=25)	Exp 1G (n=25)	Exp 2G (n=25)	F or $\chi^2$	p
	Mean±SD or n (%)	Mean±SD or n (%)	Mean±SD or n (%)		
Age (yr)	40.9±10.6	38.7±13.2	39.0±13.9	0.210	.811
Body weight (kg)	58.4±10.5	59.3±8.1	57.9±9.5	0.148	.863
Gender					
Men	6 (24.0)	8 (32.0)	6 (24.0)	0.264	.769
Women	19 (76.0)	17 (68.0)	19 (76.0)		
Pain (cm)	5.2±2.1	4.9±1.6	4.8±2.09	0.205	.815
SBP (mmHg)	122.4±15.3	126.4±14.7	124.0±19.3	0.366	.695
DBP (mmHg)	72.6±11.7	72.2±8.8	72.6±10.3	0.009	.991
Heart rate (beat/min)	77.8±14.2	79.2±16.1	82.1±16.6	0.476	.623

SBP=systolic blood pressure; DBP=diastolic blood pressure; Con G=control group (administration of rocuronium); Exp 1G=experimental 1 group (administration of rocuronium & lidocaine); Exp 2G=experimental 2 group (administration of rocuronium & 8.4% sodium bicarbonate).

Table 2. Frequency and Level of Withdrawal Movement

(N=75)

Group	Frequency		$\chi^2$	p	Level		p
	No n (%)	Yes n (%)			Mean±SD	$\chi^{2*}$	
Con G (n=25)	7 (28.0)	18 (72.0)	24.4	<.001	1.52±1.2	23.7	<.001
Exp 1G (n=25)	15 (60.0)	10 (40.0)			0.84±1.1		
Exp 2G (n=25)	24 (96.0)	1 (4.0)			0.04±2.0		

Con G=control group (administration of rocuronium); Exp 1G=experimental 1 group (administration of rocuronium & lidocaine); Exp 2G=experimental 2 group (administration of rocuronium & 8.4% sodium bicarbonate); \*Kruskal Wallis test.

하지 않은 것으로( $p=.391$ ) 나타나 제2가설은 기각되었다.

대조군의 평균 동맥압은 마취유도 전과 기관 내 삽관 후 1분( $p=.001$ )과 기관 내 삽관 후 5분( $p=.008$ ) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 실험 1군의 평균 동맥압은 마취유도 전과 기관 내 삽관 전( $p=.002$ ), 기관 내 삽관 후 1분( $p=.042$ ), 그리고 기관 내 삽관 후 5분( $p=.035$ ) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 3). 실험 2군의 평균 동맥압은 마취유도 전과 비교하여 rocuronium 투여 시( $p=.011$ ), 기관 내 삽관 전( $p<.001$ ), 기관 내 삽관 후 1분( $p=.045$ )과 기관 내 삽관 후 5분( $p=.027$ ) 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 3).

따라서 rocuronium 단독 투여, rocuronium과 lidocaine 혼합 투여, 그리고 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate 혼합 투여가 해당 약물의 정맥주사 시부터 기관 내 삽관 후 5분까지의 평균 동맥압 변화에 미치는 영향에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 평균 동맥압이 rocuronium 단독 투여, rocuronium과 lidocaine 혼합 투여, 그리고 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate 혼합 투여 모두에서 기관 내 삽관 후 1분에는 상승하나 기관 내 삽관 후 5분 후에는 감소하는 것으로 나타났다. Rocuronium과 8.4%

sodium bicarbonate의 혼합 투여에서는 평균 동맥압이 정맥주사 동안에 저하하나 lidocaine 혼합 투여 또는 rocuronium 단독 투여에서는 거의 변화하지 않는 것으로 나타났다.

### 3) 제3가설

제3가설인 “대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 rocuronium 정맥 주사 시로부터 기관 내 삽관 5분 동안의 심박수에는 차이가 있을 것이다”를 검증한 결과는 Table 4와 같다.

대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 심박수는 차이가 없으나( $p=.396$ ) 마취유도 전, rocuronium 투여 후, 기관 내 삽관 전, 기관 내 삽관 후 1분과 5분에서 반복 측정된 심박수는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p<.001$ ). 시점 간 Bonferroni 다중비교 결과 심박수는 마취유도 전과 비교하여 rocuronium 투여 후( $p=.017$ ), 기관 내 삽관 1분 후( $p<.001$ ) 그리고 기관 내 삽관 후 5분( $p<.001$ ) 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

대조군, 실험 1군과 실험 2군 간에 마취유도 전, rocuronium 투여 후, 기관 내 삽관 전, 기관 내 삽관 후 1분과 5분에서 반복 측정된 심박수의 변화 양상에는 차이가 없어 교호작용은

Table 3. Mean Arterial Pressure

(N=75)

Group	Time 1 Before induction Mean $\pm$ SD	Time 2 At rocuronium injection Mean $\pm$ SD	Time 3 <sup>§</sup> *** Before intubation Mean $\pm$ SD	Time 4 <sup>§</sup> *** 1 min after intubation Mean $\pm$ SD	Time 5 <sup>§</sup> *** 5 min after intubation Mean $\pm$ SD	Source	F	p
Con G (n=25)	89.2 $\pm$ 12.4	93.0 $\pm$ 15.4	83.9 $\pm$ 12.4	104.2 $\pm$ 20.2 <sup>†</sup> ***	83.0 $\pm$ 12.7 <sup>†</sup> *	Group	1.40	.254
Exp 1G (n=25)	90.3 $\pm$ 9.89	87.1 $\pm$ 8.24	80.7 $\pm$ 7.76 <sup>†</sup> ***	97.2 $\pm$ 14.4 <sup>†</sup> *	82.7 $\pm$ 12.6 <sup>†</sup> *	Time	30.2	<.001
Exp 2G (n=25)	89.8 $\pm$ 11.4	83.5 $\pm$ 10.9 <sup>†</sup> ***	78.9 $\pm$ 10.6 <sup>†</sup> ***	99.2 $\pm$ 22.1 <sup>†</sup> *	83.5 $\pm$ 10.9 <sup>†</sup> *	G $\times$ T	1.05	.391

\* $p<.05$ ; \*\* $p<.01$ ; \*\*\* $p<.001$ .

<sup>†</sup>comparison between Con and Exp 2G; <sup>†</sup>comparison between Time 1 and each Time in each group; <sup>§</sup>comparison between Time 1 and each Time in total group.

Con G=control group (administration of rocuronium); Exp 1G=experimental 1 group (administration of rocuronium & lidocaine); Exp 2G=experimental 2 group (administration of rocuronium & 8.4% sodium bicarbonate); G  $\times$  T=Group  $\times$  Time.

Table 4. Heart Rate

(N=75)

Group	Time 1 Before induction Mean $\pm$ SD	Time 2 <sup>§</sup> *	Time 3 Before intubation Mean $\pm$ SD	Time 4 <sup>§</sup> *** 1 min after intubation Mean $\pm$ SD	Time 5 <sup>§</sup> *** 5 min after intubation Mean $\pm$ SD	Source	F	p
Con G (n=25)	77.8 $\pm$ 14.2	88.2 $\pm$ 14.9 <sup>†</sup> **	83.1 $\pm$ 14.8	97.6 $\pm$ 12.1 <sup>†</sup> ***	88.2 $\pm$ 14.1 <sup>†</sup> **	Group	0.938	.396
Exp 1G (n=25)	79.2 $\pm$ 16.1	80.2 $\pm$ 10.2	78.6 $\pm$ 13.9	93.2 $\pm$ 12.4 <sup>†</sup> ***	84.9 $\pm$ 12.8	Time	29.9	<.001
Exp 2G (n=25)	82.1 $\pm$ 16.6	82.7 $\pm$ 14.9	83.2 $\pm$ 15.0	97.5 $\pm$ 15.9	88.6 $\pm$ 14.0	G $\times$ T	0.112	.894

\* $p<.05$ ; \*\* $p<.01$ ; \*\*\* $p<.001$ .

<sup>†</sup>comparison between Time 1 and each Time in each group; <sup>§</sup>comparison between Time 1 and each Time in total group.

Con G=control group (administration of rocuronium); Exp 1G=experimental 1 group (administration of rocuronium & lidocaine); Exp 2G=experimental 2 group (administration of rocuronium & 8.4% sodium bicarbonate); G  $\times$  T=Group  $\times$  Time.

유의하지 않은 것으로( $p=.894$ ) 나타나 제3가설은 기각되었다.

대조군의 심박동 수는 마취유도 전과 rocuronium 주사 시( $p=.003$ ), 기관 내 삽관 후 1분( $p<.001$ )과 기관 내 삽관 후 5분( $p=.001$ )간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 실험 1군의 심박동 수는 마취유도 전과 비교하여 기관 내 삽관 후 1분( $p<.001$ ), 그리고 실험군 2의 심박동 수는 마취유도 전과 기관 내 삽관 후 1분( $p=.001$ )간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 4).

따라서 rocuronium 단독 투여, rocuronium과 lidocaine 또는 8.4% sodium bicarbonate 혼합 투여가 해당 약물의 정맥주사 시부터 기관 내 삽관 후 5분까지의 심박수 변화에 미치는 영향에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 심박수가 rocuronium 단독 투여, rocuronium과 lidocaine 또는 8.4% sodium bicarbonate 혼합 투여 모두에서 정맥주사 시, 기관 내 삽관 후 1분과 기관 내 삽관 후 5분에 상승하는 것으로 나타났다. 한편 rocuronium 단독 투여에서 정맥주사 시 심박수가 현저히 상승하나 lidocaine 및 8.4% sodium bicarbonate의 혼합 투여에서 심박수가 변화하지 않는 것으로 나타났다.

## 논 의

현재 rocuronium은 기관 내 삽관을 위한 근이완제로 사용하고 있으나 소량의 정맥주사 시에도 통증 또는 회피 반응이 초래하는 문제점이 있다(Shevchenko et al., 1999; Steegers & Robertson, 1997). 본 연구는 rocuronium 정맥주사에 따르는 회피 반응 예방에 대한 lidocaine 또는 8.4% sodium bicarbonate의 효과를 비교하기 위하여 시도하였다.

본 연구에서 rocuronium 단독 투여, rocuronium에 lidocaine 또는 8.4% sodium bicarbonate의 혼합 투여가 평균 동맥압과 심박수에 미치는 영향에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 sodium bicarbonate 혼합 투여군의 평균 동맥압은 정맥주사 동안에 감소하지만 rocuronium 단독 투여군의 평균 동맥압은 정맥 주사 동안에 증가하고 lidocaine 혼합 투여군의 평균 동맥압 및 심박수에는 별다른 변화가 없는 것으로 나타났다. Robertson, Hull, Verbeek과 Booij (1994)과 Booth 등(1992)은 rocuronium 정맥 내 주사가 심박수와 평균 동맥압을 상승시키는 것으로 보고하여 본 연구의 결과를 지지해주고 있다. McCoy 등(1993)은 rocuronium 정맥주사 시 평균 동맥압은 물론 심박수의 변화가 거의 없는 것으로 보고하여 본 연구 결과와 일치하지 않는다. 이러한 현상은 본 연구에서는 심질환이 없는 연구 대상자에게 thiopental로 마취 유도를 하였으나 McCoy 등(1993)

은 중증 심질환자를 연구 대상으로 하였기 때문에 심장기능 안정을 위하여 마취유도제로 fentanyl을 투약하여 나타난 결과로 생각한다. Rocuronium 정맥주사 시의 평균 동맥압과 심박수의 상승은 정맥 투여 시의 통증 자극을 의미하므로(Robertson, 1996) rocuronium 정맥 주사 시의 통증 자극은 rocuronium 단독 투여에서 가장 크고, sodium bicarbonate 혼합 투여에서 가장 적은 것으로 해석할 수 있겠다. Rocuronium에 sodium bicarbonate의 혼합 투여가 lidocaine 혼합 투여에 비해 rocuronium 정맥주사 시의 통증 자극이 보다 적을 것으로 생각해볼 수 있다.

한편, 평균 동맥압은 rocuronium 정맥주사 동안에는 크게 변화하지 않으나 기관 내 삽관 후 1분에 현저히 증가한 후 기관 내 삽관 후 5분에 마취 유도 전의 수준으로 저하되었다. 반면 심박수는 rocuronium의 정맥주사 동안에 다소 증가하였다가 기관 내 삽관 후 1분 경에 현저히 증가하며 기관 내 삽관 후 5분에 정맥 투여 시의 수준으로 저하되는 것으로 보아 동맥압보다 심박수가 통증에 대해 예민하게 반응하고 회복도 다소 지연되는 것으로 보인다.

본 연구에서 rocuronium 정맥주사 동안보다 기관 내 삽관 직후 평균 동맥압과 심박수가 현저히 상승한 것으로 보아 기관 내 삽관 시의 자극이 rocuronium 정맥주사 동안의 통증 자극보다 큰 것으로 추측된다. Robertson 등(1994)과 Booth 등(1992)이 정맥주사 동안은 물론 기관 내 삽관 시 심박수와 평균 동맥압이 상승하는 것으로 보고하여 본 연구의 결과와 유사하다. 기관 내 삽관 후 5분에 평균 동맥압과 심박수가 현저히 저하된 것은 기관 내 삽관 후 고농도의 전신 마취제 투여에 의한 중추신경계의 기능 저하에 의한 현상으로 생각한다.

본 연구에서 rocuronium 정맥주사 동안 회피반응이 rocuronium 단독 투여군의 72%에서 나타났지만 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate 혼합 투여군의 4%에서 발생한 것은 대단히 고무적이다. 또한 회피반응 점수가 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate 혼합군에서는 0.04, lidocaine 혼합 투여군에서는 0.84, 그리고 rocuronium 단독 투여군에서 1.52로 나타나 sodium bicarbonate가 lidocaine과 비교하여 회피반응 예방에 보다 효과적임을 시사하고 있다. Rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate의 혼합 투여가 rocuronium 단독 투여와 lidocaine 혼합 투여에 비해 rocuronium 정맥 주사 시의 회피반응에 효과적인 것으로 나타난 본 연구의 결과는 성인을 대상으로 한 Hwang 등(2004)과 소아과 어린이를 대상으로 한 Jung과 Kim 등(2005)의 연구 결과와 유사하다. 특히 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate의 혼합 투여가 lidocaine 혼합 투여

에 비해 rocuronium 정맥주사 시의 회피반응에 효과적인 것으로 나타난 본 연구의 결과는 rocuronium 정맥주사 동안의 통증이 산도와 관련이 깊은 것으로 주장한 Klement와 Arndt (1991), Chiarella 등(2003) 그리고 Jung 등(2005)의 연구 결과를 지지해주고 있다. 즉 rocuronium에 8.4% sodium bicarbonate를 혼합하면 pH가 7.43-8.46로 산도가 저하되어(Chiarella et al., 2003; Choi et al., 2006) rocuronium 정맥주사에 동반하는 통증이나 회피 반응 완화에 효과적인 것으로 생각한다.

Rocuronium 단독 투여, rocuronium과 lidocaine 혼합 투여 그리고 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate 혼합 투여가 정맥 주사 동안의 평균 동맥압, 심박수 및 회피반응에 미치는 효과를 비교하기 위하여 시도한 본 연구는 몇 가지의 제한점을 가지고 있다. 첫째 rocuronium 정맥주사만을 위한 정맥로를 따로 확보하지 못하였고 둘째 수액 조절기를 거치지 않아 수액의 점적 속도를 동일하게 유지하지 못하여 수액 주입속도가 정맥주사 시의 통증에 미치는 영향을 통제하지 못하였다.

본 연구를 통해 thiopental로 마취 유도 후 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate를 1:1로 혼합하여 투여하는 경우 rocuronium 단독 투여는 물론 lidocaine 혼합 투여와 비교하여 회피반응을 완화시킬 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 rocuronium과 8.4% sodium bicarbonate의 1:1 혼합투여는 마취 유도 후 rocuronium 정맥주사 동안에 동반하는 회피반응의 완화에 효과적 방법이 될 수 있을 것으로 기대한다.

## 결 론

본 연구를 통해 마취 전 투약으로 glycopyrrolate를 투약하고, thiopental sodium (5 mg/kg)으로 마취 유도를 한 후 rocuronium 5 mL (0.6 mg/kg)와 8.4% sodium bicarbonate 5 mL의 혼합 투여는 rocuronium 단독 투여는 물론 rocuronium 5 mL (0.6 mg/kg)에 2 mL의 2% lidocaine 혼합 투여와 비교하여 정맥주사 동안의 평균 동맥압과 심박수를 안정시키며, 회피반응을 저하시키는 것으로 결론을 내릴 수 있겠다. 따라서 rocuronium 투여 시 8.4% sodium bicarbonate를 1:1의 동량으로 혼합하여 투여할 경우 rocuronium 정맥 주사에 따르는 통증을 완화시켜 무의식 상태에서의 회피반응을 예방할 수 있음은 물론 심장 기능도 안정화시킬 수 있을 것으로 기대한다. 본 연구가 성인 수술환자를 대상으로 하였으나 rocuronium 정맥주사 시의 회피 반응으로 소아 환자에게 폐흡인이 발생하였다는 Lui 등(2002)의 보고를 토대로 소아과 환자를 대상으로 한 추후 연구를 제언한다.

## REFERENCES

- Blunk, J. A., Seifert, F., Schmelz, M., Reeh, P. W., & Koppert, W. (2003). Injection pain of rocuronium and vecuronium is evoked by direct activation of nociceptive nerve endings. *European Journal of Anaesthesiology*, 20, 245-253.
- Booth, M. G., Marsh, B., Bryden, F. M., Robertson, E. N., & Baird, W. L. (1992). A comparison of the pharmacodynamics of rocuronium and vecuronium during halothane anaesthesia. *Anaesthesia*, 47, 832-834.
- Borgeat, A., & Kwiatkowski, D. (1997). Spontaneous movements associated with rocuronium: Is pain on injection the cause? *British Journal of Anaesthesia*, 79, 382-383.
- Chiarella, A. B., Jolly, D. T., Huston, C. M., & Clanachan, A. S. (2003). Comparison of four strategies to reduce the pain associated with intravenous administration of rocuronium. *British Journal of Anaesthesia*, 90, 377-379.
- Choi, H. G., Kim, D. S., Chang, T. H., Kim, S. H., Kim, K. H., & Ryu, S. J. (2006). Appropriate dosage of 8.4% sodium bicarbonate for preventing injection pain of rocuronium during anesthetic induction. *Korean Journal of Anesthesiology*, 51, 162-166.
- Choi, J. H., Hwang, J. H., & Shin, Y. S. (2005). Comparison of the quantitative effect of ketamine on the vascular pain associated with intravenous rocuronium administration. *Korean Journal of Anesthesiology*, 49, 30-34.
- Hwang, S. M., Oh, M. S., & Lim, S. Y. (2004). Effect of sodium bicarbonate or lidocaine mixed with rocuronium on withdrawal movement during rocuronium injection. *Korean Journal of Anesthesiology*, 46, 160-163.
- Jung, S. M., Kim, S. H., Lim, Y. S., Kwon, H. U., Kang, P. S., & Park, C. W. (2005). The effect of sodium bicarbonate or lidocaine mixed with rocuronium on withdrawal movement in pediatric patients. *Korean Journal of Anesthesiology*, 48, 514-519.
- Jung, S. M., Ko, N. Y., Lim, Y. S., Kang, P. S., & Kwon, H. U. (2005). Comparison of premixed NaHCO<sub>3</sub> and lidocaine on rocuronium injection pain. *Korean Journal of Anesthesiology*, 48, 483-488.
- Jung, S. S., Lee, J. N., & Yoon, S. H. (2005). Comparison of prevention effect of lidocaine preagreement on pain and withdrawal associated with injection of rocuronium. *Korean Journal of Anesthesiology*, 49, 131-135.
- Kim, S. J., Lee, H. Y., & An, T. H. (2004). Comparison of withdrawal responses associated with temperature and gender on the injection of rocuronium. *Korean Journal of Anesthesiology*, 47, 331-335.
- Klement, W., & Arndt, J. O. (1991). Pain on intravenous injection of some anaesthetic agents is evoked by the unphysiological osmolality or pH of their formulations. *British Journal of Anaesthesia*, 66, 189-195.
- Kwak, H. J., Lee, W. K., Kim, D. Y., & Kwak, H. S. (2004). Pain



- on injection of rocuronium: Influence of two methods of lidocaine injection. *Korean Journal of Anesthesiology*, 46, 675-678.
- Lee, S. K., Lee, J. M., Kim, Y. M., & Moon, H. S. (2004). Pain on injection of rocuronium: The effect of pretreatment of lidocaine, fentanyl, and ondansetron. *Korean Journal of Anesthesiology*, 46, 151-154.
- Lui, J. T., Huang, S. J., Yang, C. Y., Hsu, J. C., & Lui, P. W. (2002). Rocuronium induced generalized spontaneous movements cause pulmonary aspiration. *Chang Gung Medical Journal*, 25, 617-620.
- Martin, R., Carrier, J., Pirlet, M., Clapood, Y., & Tetrault, J. P. (1998). Rocuronium is the best nondepolarizing relaxant to prevent succinylcholine fasciculations and myalgia. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 45, 521-525.
- McCoy, E. P., Maddineni, V. R., Elliott, P., Mirakhur, R. K., Carson, I. W., & Cooper, R. A. (1993). Haemodynamic effects of rocuronium during fentanyl anaesthesia: Comparison with vecuronium. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 40, 703-708.
- Memis, D., Turan, A., Karamanoglu, B., Sut, N., & Pamukcu, Z. (2002). The prevention of pain from injection of rocuronium by ondansetron, lidocaine, tramadol, and fentanyl. *Anesthesia and Analgesia*, 94, 1517-1520.
- Mencke, T., Beerhalter, U., & Fuchs-Buder, T. (2001). Spontaneous movements, local reactions and pain on injection of rocuronium. A comparison between female and male patients. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 45, 1002-1005.
- Moorthy, S. S., & Dierdorf, S. F. (1995). Pain on injection of rocuronium bromide. *Anesthesia and Analgesia*, 80, 1067.
- Robertson, E. N. (1996). Pain on administration of rocuronium. *Anaesthesia*, 51, 93.
- Robertson, E. N., Hull, J. M., Verbeek, A. M., & Booij, L. H. (1994). A comparison of rocuronium and vecuronium: The pharmacodynamic, cardiovascular and intra-ocular effects. *European Journal of Anaesthesiology*, 11(Suppl 9), 116-121.
- Ryoo, H. J. (2008, April). *Specific practice of nurse anesthetist*. Paper presented at the meeting of the Korean Nurse Anesthetists Association, Incheon.
- Shevchenko, Y., Jocson, J. C., McRae, V. A., Stayer, S. A., Schwartz, R. E., Rehman, M., et al. (1999). The use of lidocaine for preventing the withdrawal associated with the injection of rocuronium in children and adolescents. *Anesthesia and Analgesia*, 88, 746-748.
- Steegers, M., & Robertson, E. F. (1997). Pain on injection of rocuronium bromide. *Anesthesia and Analgesia*, 84, 228.
- Steegers, M. A., & Robertson, E. F. (1996). Pain on injection of rocuronium bromide. *Anesthesia and Analgesia*, 83, 203.
- Wee, S. Y., Lee, Y., An, T. H., So, G. Y., Lim, K. J., Jung, J. D., et al. (2004). The dose-dependent analgesic effect of lidocaine for pain on injecting rocuronium. *Korean Journal of Anesthesiology*, 47, 327-330.