

통원수술 환자에서 Propofol과 Remifentanyl 목표농도조절주입과 소량의 Rocuronium을 병용한 마취유도 시 기관내삽관의 조건과 혈액학 변화

아주대학교 의과대학 마취통증의학교실

김종엽 · 김재형 · 박성용 · 이현호

Tracheal Intubating Conditions and Hemodynamic Change in Ambulatory Surgery: Propofol and Remifentanyl Target Controlled Infusions with Low Dose Rocuronium

Jong Yeop Kim, M.D., Jae Hyung Kim, M.D., Sung Yong Park, M.D., and Hyun Ho Lee, M.D.
Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Ajou University College of Medicine, Suwon, Korea

Background: This study evaluated the tracheal intubating conditions and hemodynamic changes in tracheal intubation according to the different effect-site concentrations of remifentanyl combined with a target controlled infusion (TCI) of propofol using low dose rocuronium.

Methods: Forty-five patients presenting for ambulatory surgery were randomly assigned to one of three groups according to the target effect-site concentration of remifentanyl: 2.5 ng/ml (group R2.5), 3.0 ng/ml (group R3.0), 3.5 ng/ml (group R3.5). After midazolam administration, anesthesia was induced using a target effect-site controlled infusion of propofol 4.0 μ g/ml, which was then reduced to 2.5 μ g/ml. At the same time, a TCI of remifentanyl was started. A neuromuscular blockade was produced by rocuronium 0.4 mg/kg. The trachea was intubated 4 min after induction. The tracheal intubation conditions were assessed using a standard scoring system. The noninvasive arterial blood pressure, heart rate (HR), and bispectral index were recorded at 1 min intervals from the start of induction to 5 min after intubation.

Results: Intubation was successful in all patients except for one in the R2.5 group. The number of excellent intubating conditions was significantly higher in the R3.5 group (12/15) than in the R2.5 group (6/15) ($P < 0.05$). The mean arterial pressure (MAP) in the R2.5 and R3.0 groups increased significantly at 1 min after intubation ($P < 0.05$), but the MAP in the R3.5 group increased slightly at 1 min after intubation.

Conclusions: The effect-site concentration of remifentanyl 3.5 ng/ml combined with a TCI of propofol using rocuronium 0.4 mg/kg provides the most adequate intubating conditions and hemodynamic stability. (*Korean J Anesthesiol* 2006; 51: 535~40)

Key Words: hemodynamics, intubating conditions, remifentanyl, rocuronium.

서 론

전신마취 유도시 후두경하 기관내삽관은 빈맥과 고혈압, 부정맥 등을 유발할 수 있는데,¹⁾ 이런 반응을 경감시키기 위하여 fentanyl, alfentanil, remifentanyl 같은 아편유사제를 병용

하는 것이 효과적이라는 여러 보고가 있었다.²⁻⁴⁾ Remifentanyl은 선택적으로 μ -수용체에 작용하는 아편유사제로서 혈장과 효과치 사이의 평형이 1-2분 사이에 빠르게 이루어져 작용발현이 신속하며, 비특이적 esterase에 의해 대사되므로 간질환 및 신질환 유무에 관계없이 체내에 축적되지 않고 주입시간에 상관없이 빠르게 작용이 소실되는 특징을 가지고 있다.^{5,6)}

통원수술의 경우 각성과 회복이 빠른 마취방법을 선택하는 것이 술 후 환자의 관리에 도움이 되는데 기관내삽관이 필요한 경우 근이완제의 용량을 줄여서 사용한다면 근이완에서의 빠른 회복을 기대할 수 있으며 근이완제를 사용하지 않고 삽관을 시도하는 경우보다 성공률을 높일 수 있다.

논문접수일 : 2006년 5월 23일

책임저자 : 김종엽, 경기도 수원시 팔달구 원천동
아주대학부속병원 마취통증의학과, 우편번호: 442-721
Tel: 031-219-5574, Fax: 031-219-5579
E-mail: kjyeop@ajou.ac.kr

본 연구는 2005년 아주대학교 교내 연구비 지원으로 이루어졌음.

또한, propofol은 분포 반감기가 짧고 청소율이 높은 특성을 가지므로 지속주입 후에도 비교적 빠른 회복을 예상할 수 있고 술 후 오심과 구토의 예방에도 효과가 좋은 약제이므로, 작용지속시간이 짧고 진통작용이 강력한 remifentanil과 병용한다면 외래마취에 유용할 수 있다.

한편, 정맥마취제를 목표농도조절주입(target controlled infusion, TCI)으로 투여 시 일회 정주나 수동 정주 방법에 비해 약물 농도의 조절이 용이하고 혈액학 안정을 도모할 수 있으며 사용하기에 편리하다는 장점이 있다.^{7,8)}

이에 본 연구에서는 통원수술이 예정된 환자를 대상으로 소량의 근이완제를 사용하고 TCI를 이용하여 propofol과 remifentanil을 병용 투여하였을 때, remifentanil의 효과치농도에 따른 기관내삽관의 적절성을 평가하고, 기관내삽관 시 혈액학 변화를 최소화시킬 수 있는 remifentanil의 효과치농도에 대해서 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 임상윤리위원회의 승인 하에 환자의 동의를 구한 후, 전신마취 하에 통원수술이 예정된 20-60세 사이의 미국마취과학회 신체등급분류 1, 2에 해당하는 환자를 대상으로 진행하였다. 심혈관계 질환, 신장 및 간질환이 있거나 아편유사제나 진정제 탐닉의 과거력, 심혈관계 약물을 복용하고 있는 경우와 어려운 기관내삽관이 예상되는 경우는 대상에서 제외하였다.

총 45명의 환자들을 무작위로 세 군으로 나누어, remifentanil (Ultiva®, GlaxoSmithKline, UK)의 목표효과치농도를 2.5 ng/ml (R2.5군), 3.0 ng/ml (R3.0군), 3.5 ng/ml (R3.5군)로 각각 설정하였다. 마취전처치는 하지 않았고 환자가 수술실에 도착한 후 심전도, 비침습적혈압장치, 맥박산소 계측기를 거치하였고, bispectral index (BIS)를 연속적으로 측정하기 위해 BIS 감시장치(A-2000™, Aspect Medical Systems, USA)를 전두부에 부착하였다. 환자에게 midazolam 0.03 mg/kg 정주하였고, 3분 후 상용화된 TCI 기계(Orchestra®, Fresenius Vial, France)를 이용하여 propofol과 remifentanil 주입을 시작하였다. Propofol은 Schnider 모델⁹⁾ 이용하여 목표효과치농도를 4.0µg/ml으로 주입하였고, 환자의 의식소실 후 propofol의 효과치농도를 2.5µg/ml 낮추어 유지하였고, rocuronium 0.4 mg/kg을 정주한 후 자발호흡이 없어지면 100% 산소로 용수환기를 시작하였다. Propofol 주입과 동시에 remifentanil은 Minto의 약동학 모델¹⁰⁾ 이용하여 세 군의 정해진 효과치농도인 2.5 ng/ml, 3.0 ng/ml, 3.5 ng/ml에 맞추어 투여하였다. Propofol 주입 시작 4분 후에 remifentanil의 효과치농도를 알지 못하는 마취과 전문의 한 사람이 기관내삽관을 시행하였고, 삽관조건의 평가는 턱의 이완과 성대의 움직임, 기침여부, 사

Table 1. Assessment of Intubating Conditions

Variables	Clinical intubating conditions		
	Excellent	Good	Poor
Ease of laryngoscopy (jaw relaxation)	Easy	Fair	Difficult
Vocal cord position	Abducted	Intermediate	Closed
Vocal cord movement	None	Moving	Closing
Coughing reaction	None	Diaphragm	Sustained (> 10 s)
Movement of the limbs	None	Slight	Vigorous

Intubating conditions; Excellent: all criteria are excellent, Good: all criteria are either excellent or good, Poor: the presence of a single criterion listed under "poor".

지의 움직임을 종합적으로 판단하는 방법으로 아주 좋음(excellent), 좋음(good), 나쁨(poor)으로 평가하였는데, 삽관조건이 아주 좋음(excellent) 또는 좋음(good)인 경우를 임상적으로 적절한 것으로 판단하였고, 삽관조건이 나쁨(poor) 또는 불가능(impossible)인 경우를 임상적으로 부적절한 것으로 판단하였다(Table 1).¹¹⁾ 또한 마취유도에 참여하지 않는 다른 관찰자가 의식소실에 걸리는 시간과 기관내삽관에 소요되는 시간을 측정하였다. 근이완이 부적절하여 기관내삽관에 실패한 경우에는 rocuronium을 추가로 0.2 mg/kg를 투여한 후 기관내삽관을 다시 시도하였다. 마취유도 중 수축기혈압이 80 mmHg 미만으로 감소하거나 평균동맥압이 60 mmHg 미만인 경우에는 ephedrine 4 mg을 투여하였고 심장박동수가 분당 50회 미만이면 atropine 0.25 mg을 투여하였다.

기관내삽관 후 산소 1.5 L/min과 의료용 공기 2.5 L/min을 사용하여 호기말이산화탄소 분압이 35-40 mmHg가 되도록 조절호흡을 시행하였고, propofol과 remifentanil의 효과치농도를 유지하며 어떠한 자극도 가하지 않고 기관내삽관 5분 후까지 연구를 진행하였다. 수축기혈압, 이완기혈압, 평균동맥압, 심장박동수, BIS를 마취유도 전을 기준으로 하여, midazolam 투여 3분 후와 TCI로 약물을 정주한 후 1분 간격으로 4분간, 기관내삽관 후 1분 간격으로 5분간 측정하였다. 또한 기관내삽관 전과 5분 후까지 총 투여된 propofol과 remifentanil의 양을 각각 기록하였다.

모든 측정치는 평균 ± 표준편차, 또는 빈도수로 표시하였다. 통계분석은 SPSS (version 11.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여, 범주형 자료는 Chi-square test, 연속형 변수는 반복측정분산분석과 일원분산분석을 이용하여 검정하였고, 사후 분석은 Bonferroni 방법을 사용하였다. P 값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

Table 2. Patient Characteristics

	R2.5 (n = 15)	R3.0 (n = 15)	R3.5 (n = 15)
Sex (M/F)	5/10	7/8	5/10
Age (yr)	36.3 ± 10.2	42.3 ± 7.5	35.0 ± 7.7
Height (cm)	162.0 ± 11.4	165.7 ± 8.7	162.7 ± 7.7
Weight (kg)	61.3 ± 11.6	65.4 ± 12.6	60.5 ± 11.7

Values are mean ± SD or number of patients. R2.5: group received an effect-site concentration of remifentanyl of 2.5 ng/ml, R3.0: group received an effect-site concentration of remifentanyl of 3.0 ng/ml, R3.5: group received an effect-site concentration of remifentanyl of 3.5 ng/ml.

Table 3. Induction and Intubating Profile

	R2.5 (n = 15)	R3.0 (n = 15)	R3.5 (n = 15)
LOC time (sec)	71.3 ± 28.7	60.0 ± 11.3	60.0 ± 16.9
Intubation time (sec)	30.3 ± 25.6	18.7 ± 3.4	19.4 ± 7.4
Intubating condition			
Excellent/good/poor	6/8/1	11/4/0	12*/3/0
Propofol dose (mg)			
Preintubation	78.4 ± 7.6	78.9 ± 6.6	78.6 ± 6.1
Total	124.7 ± 10.7	123.7 ± 8.4	124.2 ± 8.9
Remifentanyl dose (µg)			
Preintubation	60.8 ± 6.9	73.4 ± 6.7*	85.5 ± 6.6*†
Total	100.6 ± 13.3	119.6 ± 11.4*	139.6 ± 11.5*†

Values are mean ± SD or number of patients. LOC: loss of Consciousness. R2.5: group received an effect-site concentration of remifentanyl of 2.5 ng/ml, R3.0: group received an effect-site concentration of remifentanyl of 3.0 ng/ml, R3.5: group received an effect-site concentration of remifentanyl of 3.5 ng/ml. *: P < 0.05 vs group R2.5, †: P < 0.05 vs group R3.0.

결 과

세 군간 성별, 나이, 신장, 체중은 유의한 차이가 없었다 (Table 2).

의식소실에 걸리는 시간과 기관내삽관에 소요되는 시간은 세 군간 유의한 차이가 없었다. 기관내삽관시 R2.5군에서는 1명을 제외하고 모두 적절한 삽관조건을 보였고, R3.0, R3.5군에서는 각각 15명의 환자 모두 적절한 삽관조건을 보였다. 적절한 삽관조건을 보여 삽관에 성공한 경우 아주 좋은 등급으로 판정된 빈도는 R3.5군이 R2.5군보다 유의하게 많았다(P < 0.05). 기관내삽관 전까지와 총 투여된 propofol의 양은 세 군간 차이가 없었으나, remifentanyl은 목표효과

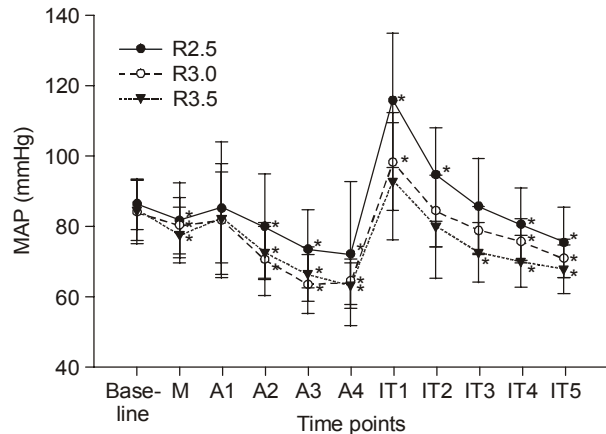


Fig. 1. Changes in mean arterial pressure (MAP) during the induction of anesthesia with the effect-site concentration of remifentanyl 2.5 ng/ml (group R2.5), 3.0 ng/ml (group R3.0), 3.5 ng/ml (group R3.5). Propofol and remifentanyl was infused at the same time and the effect-site concentration of propofol was started with 4.0µg/ml and maintained a constant 2.5µg/ml in all three groups. MAP decreased significantly in all groups from 2 mins after induction (P < 0.05). MAP in group R2.5 and R3.0 increased significantly at 1 min after intubation (P < 0.05), but MAP in group R3.5 slightly increased at 1 min after intubation. M: 3 mins after administration of midazolam 0.03 mg/kg, A1, A2, A3, A4: 1, 2, 3, 4 mins after induction, respectively, IT1, IT2, IT3, IT4, IT5: 1, 2, 3, 4, 5 mins after intubation, respectively. Values are mean ± SD. *: P < 0.05 compared with baseline value.

처농도의 증가에 따라 R3.5군에서 가장 많이 투여되었다 (Table 3).

기준치 혈역학 변수는 세 군간에 유의한 차이가 없었다. 평균동맥압은 R2.5군에서 마취유도 2분 후부터 기준치 86.4 ± 7.3 mmHg에 비해 감소하다가, 기관내삽관 1분 후 115.9 ± 19.0 mmHg, 2분 후 94.8 ± 13.1 mmHg로 유의하게 증가하였다(P < 0.05). R3.0군에서는 마취유도 2분 후부터 기준치 84.1 ± 9.1 mmHg에 비해 감소하다가 기관내삽관 1분 후 98.4 ± 13.9 mmHg로 유의하게 증가하였다(P < 0.05). R3.5군에서는 마취유도 2분 후부터 기준치 84.7 ± 8.6 mmHg에 비해 감소하였으나, 기관내삽관 1분과 2분 후에는 기준치에 비해 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 1).

심장박동수는 마취유도 2분 후부터 기관내삽관 전까지는 R2.5군, R3.0군, R3.5군 모두 각각의 기준치 72.3 ± 11.7회/분, 73.3 ± 10.8회/분, 70.6 ± 10.2회/분보다 감소하였고, 기관내삽관 1분 후에는 97.2 ± 17.1회/분, 85.3 ± 9.3회/분, 84.3 ± 11.4회/분으로 유의하게 증가하였으나 R3.0군과 R3.5군에서 증가의 정도가 R2.5군보다 작았으며, R2.5군에서는 심장박동수의 증가 양상이 삽관 3분 후까지 지속되었다(P < 0.05)(Fig. 2).

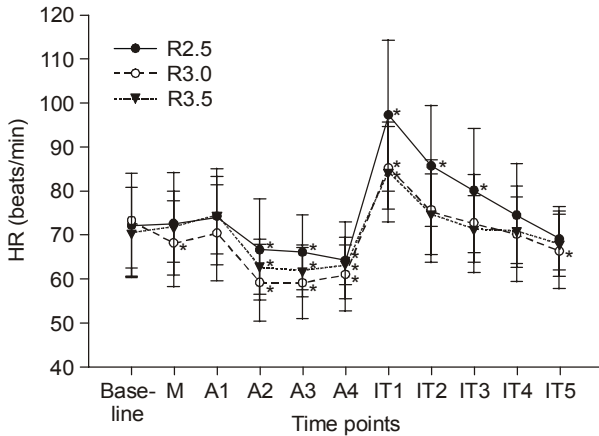


Fig. 2. Changes in heart rate (HR) during the induction of anesthesia with the effect-site concentration of remifentanyl 2.5 ng/ml (group R2.5), 3.0 ng/ml (group R3.0), 3.5 ng/ml (group R3.5). Propofol and remifentanyl was infused at the same time and the effect-site concentration of propofol was started with 4.0µg/ml and maintained a constant 2.5µg/ml in all the groups. HR decreased significantly in all groups from 2 mins after induction ($P < 0.05$). HR increased significantly in all groups at 1 min after intubation, but was significantly greater in group R2.5 than in group R3.0 and R3.5 ($P < 0.05$). M: 3 mins after administration of midazolam 0.03 mg/kg, A1, A2, A3, A4: 1, 2, 3, 4 mins after induction, respectively, IT1, IT2, IT3, IT4, IT5: 1, 2, 3, 4, 5 mins after intubation, respectively. Values are mean \pm SD. *: $P < 0.05$ compared with baseline value.

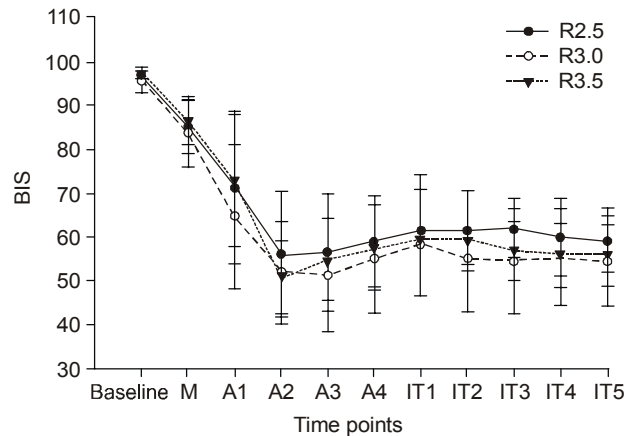


Fig. 3. Changes in bispectral index (BIS) during the induction of anesthesia with the effect-site concentration of remifentanyl 2.5 ng/ml (group R2.5), 3.0 ng/ml (group R3.0), 3.5 ng/ml (group R3.5). Propofol and remifentanyl was infused at the same time and the effect-site concentration of propofol was started with 4.0µg/ml and maintained a constant 2.5µg/ml in all the groups. BIS decreased significantly in all groups after administration of midazolam ($P < 0.05$). There were no significant differences in BIS among the three groups. M: 3 mins after administration of midazolam 0.03 mg/kg, A1, A2, A3, A4: 1, 2, 3, 4 mins after induction, respectively, IT1, IT2, IT3, IT4, IT5: 1, 2, 3, 4, 5 mins after intubation, respectively. Values are mean \pm SD.

BIS는 세 군 모두 midazolam 투여 후부터 기관내삽관 후 까지 기준치보다 유의하게 감소하는 양상이 지속되었고, 각 군간에는 유의한 차이가 없었다(Fig. 3).

마취유도 중 ephedrine은 R2.5군, R3.0군 R3.5군에서 기관내삽관 전에 각각 1명, 2명, 3명의 환자에게 투여되었고, atropine은 R3.0군과 R3.5군에서 각각 1명씩 투여되었으며 군 간에 통계적 차이는 없었다.

고 찰

본 연구에서는 propofol의 효과농도를 4.0µg/ml로 마취유도 후 2.5µg/ml로 고정한 상태에서 remifentanyl의 효과농도를 2.5, 3.0, 3.5 ng/ml로 달리 설정하고 rocuronium 0.4 mg/kg를 병용하여 기관내삽관을 시행하여 삽관조건을 평가하고 혈액학 변화를 관찰하였는데, R2.5군의 1명을 제외하고 모두 성공적으로 기관내삽관이 이루어졌으며, 삽관조건은 R3.5군이 가장 우수하였다. 또한 세 군중 R3.5군에서 기관내삽관 후의 평균동맥압과 심장박동수의 변화가 가장 적었다. 따라서 통원수술을 시행받는 환자에서 소량의 근이완제를 사용한 경우 기관내삽관 조건을 향상시키면서 혈액학 변화를 최소화시킬 수 있는 remifentanyl의 효과농도는 3.5

ng/ml로 생각된다.

일반적으로 rocuronium을 사용하여 기관내삽관을 할 경우 ED₉₅의 2-3배의 용량인 0.6-0.9 mg/kg를 사용하며 이 때 rocuronium의 최대 효과는 70-90초 사이에 나타나며 작용 지속시간은 35-75분 정도이다. 그러나 통원수술이나 짧은 시술에는 근이완제의 용량을 줄여서 사용하는 것이 도움이 되는데, 이 경우 작용지속시간을 짧게 하고 회복시간을 단축시킬 수 있는 이점이 있다. Fuchs-Buder 등은¹²⁾ rocuronium 0.6 mg/kg, 또는 0.4 mg/kg 투여 후 근이완 양상과 삽관조건을 비교하였는데, 0.4 mg/kg를 투여한 군이 작용발현시간은 느렸지만 지속시간은 더 짧았으며, 근이완제 투여 3분 후의 삽관조건은 두 용량에서 차이가 없다고 보고하였다. 또한 Schlaich 등은¹³⁾ 외래수술 환자를 대상으로 propofol 2-2.5 mg/kg, remifentanyl 0.5µg/kg/min로 마취유도 후 근이완제를 사용하지 않은 경우와 rocuronium의 용량을 달리한 경우 (0.3, 0.45, 0.6 mg/kg)에 삽관조건을 알아보았는데, 근이완제를 사용하지 않은 경우에는 40%의 환자에서 임상적으로 부적절한 삽관조건을 보였고 rocuronium을 사용한 경우 ED₉₅의 2배 이하의 적은 용량에서도 적절한 삽관조건을 보였다고 보고하였다.¹³⁾ 특히 부적절한 근이완제로 인해 무리한 기관내삽관을 시도하는 경우에는 성대 또는 후두 조직에

손상을 줄 위험이 있기 때문에 근이완제를 사용하는 것이 합리적일 수 있고, rocuronium의 용량을 줄일 경우 삽관조건에는 차이가 없으면서 작용지속시간은 짧아지는 이점이 있으므로 짧은 수술이나 통원수술에 유용하다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 외래수술 환자를 대상으로 rocuronium 0.4 mg/kg를 사용하였고, 근이완제 투여 약 3분 후에 기관내삽관을 시도하였다.

Propofol과 remifentanil을 사용하는 마취유도시, 근이완제의 사용 유무나 용량은 기관내삽관의 조건과 혈액학 변화에 영향을 줄 수 있으며, 이에 따른 remifentanil의 적정 용량도 차이가 있을 수 있다. Stevens와 Wheatley는¹⁴⁾ 근이완제를 사용하지 않고 propofol 2 mg/kg와 remifentanil의 용량을 달리하여 삽관조건을 비교하였는데 remifentanil 1µg/kg, 2µg/kg를 투여한 경우에는 각각 35%와 75%의 환자에서만 임상적으로 적절한 삽관조건을 보였고, 3µg/kg, 4µg/kg를 투여한 경우에는 거의 모든 환자에서 적절한 삽관조건을 보였으나 저혈압이나 서맥 같은 부작용의 빈도는 증가한다고 보고하였다. 근이완제를 병용한 경우에는 삽관에 따른 혈액학 반응을 경감시킬 수 있는 remifentanil의 용량은 감소하는데, Hall 등은¹⁵⁾ propofol, isoflurane, N₂O와 rocuronium 0.6 mg/kg를 사용하여 마취유도시 remifentanil을 0.5µg/kg 또는 1µg/kg 일회주입 후 0.25µg/kg/min 또는 0.5µg/kg/min을 지속주입하는 것이 기관내삽관에 따른 혈압상승과 빈맥을 예방할 수 있다고 보고하였다. TCI를 이용한 연구에서 Troy 등은¹⁶⁾ propofol의 목표혈중농도를 6.5µg/ml로 주입을 시작하여 1분 후 3µg/ml로 유지한 상태에서 근이완제를 사용하지 않고 마취유도를 하였는데 remifentanil의 효과치농도를 8 ng/ml로 유지하는 것이 기관내삽관에 따른 혈액학변화를 경감시키면서 만족할만한 삽관조건을 얻을 수 있다고 보고하였다. 하지만 이들의 연구에서는 마취유도 중에 혈압과 심장박동수가 기준치보다 유의하게 감소하였고 기관내삽관 후에는 약간 증가하는 양상이었지만 역시 기준치보다는 낮은 상태가 지속되는 결과를 보였다. Nam 등은¹⁷⁾ rocuronium 0.9 mg/kg를 병용하고 propofol의 목표혈중농도가 3µg/ml인 상태에서 remifentanil의 목표혈중농도에 따른 전정맥마취의 효과를 비교하였는데, 목표농도가 2.0 ng/ml 이하인 경우에는 기관내삽관과 수술에 대한 자극을 적절하게 조절할 수 없었으며, 3.0 ng/ml까지 올린다면 저혈압과 서맥이 문제될 수 있으며, 목표혈중농도를 2.5 ng/ml로 유지할 때 합병증 발생을 최소화하며 전신마취를 유도하고 유지할 수 있었다고 보고하였다. 본 연구에서는 ED₉₅의 1.3배의 rocuronium을 사용하였는데, 적절한 기관내삽관 조건과 혈액학 안정을 얻기 위한 remifentanil의 용량이 근이완제를 사용하지 않은 경우보다는 적었고, ED₉₅의 3배의 rocuronium을 사용한 경우보다는 많았다.

Park 등은¹⁸⁾ rocuronium 0.6 mg/kg를 병용하고 propofol과 remifentanil TCI로 마취유도시 remifentanil의 효과치농도를 4 ng/ml까지 증가시킨 경우 기관내삽관 전후에 혈압의 감소가 심하였다고 보고한 바 있다. 이에 본 연구에서는 remifentanil의 효과치농도를 3.5 ng/ml까지 설정하였는데, R3.5군에서도 마취유도 중 기준치보다 혈압과 심장박동수가 유의하게 감소하였으며, 삽관 후에는 심장박동수가 증가하는 양상이 관찰되었다. 따라서 마취유도 중 좀 더 안정적인 혈액학을 얻기 위해서는 수술 전 수액 투여량의 조정이나 미주신경억제제의 병용 투여 등의 방법이 고려되어야 하며, 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

한편 본 연구에서는 midazolam 0.03 mg/kg 투여 후 효과치를 목표로 propofol을 주입하였는데 모든 환자에서 2분 내에 의식이 소실되었다. 목표효과치농도 조절주입은 목표혈중농도 조절주입에 비해 혈장과 효과치농도의 평형이 빨리 이루어져 이력현상(hysteresis)을 줄여줄 수 있다. Wakeling 등은¹⁹⁾ propofol을 효과치를 목표로 주입시에 혈장과 효과치농도가 빠른 시간에 평형에 도달하며 저혈압의 위험 없이 더 빠르게 의식의 소실을 이룰 수 있다고 보고한 바 있다.

본 연구에서 BIS 수치는 마취유도 2분 후부터 기관내삽관 전후로 60 내외로 유지되었는데 전신마취에 적합한 최면정도라 할 수 있으며, 마취 중 BIS 수치를 50에서 65사이로 유지한다면 각성시간을 줄이고 빠른 회복을 기대할 수 있다.²⁰⁾ 한편, 각 구간 시간에 따른 BIS의 변화는 서로 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이는 BIS 수치가 주로 진정 수면제와 연관성이 있기 때문이라고 생각된다. Lysakowski 등은²¹⁾ TCI로 propofol과 fentanyl, alfentanil, remifentanil, sufentanil을 병용 주입하였을 때 의식소실에 필요한 propofol의 농도와 BIS 수치를 알아보았는데, propofol의 최면효과는 µ-수용체에 작용하는 아편유사제에 의해 강화되지만, BIS 수치는 최면효과의 상승을 반영하지 못하며 아편유사제와 상관없이 propofol의 효과치농도와 관련이 있다고 보고한 바 있다.

결론적으로 rocuronium 0.4 mg/kg를 병용하고 propofol과 remifentanil TCI로 마취유도 하는 경우 remifentanil의 효과치농도를 3.5 ng/ml로 주입하였을 때 기관내삽관 조건이 가장 우수하였고, 삽관에 따른 혈압의 증가를 효과적으로 억제할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Shribman AJ, Smith G, Achola KJ: Cardiovascular and catecholamine responses to laryngoscopy with and without tracheal intubation. *Br J Anaesth* 1987; 59: 295-9.
2. Dahlgren N, Messeter K: Treatment of stress response to laryngoscopy and intubation with fentanyl. *Anaesthesia* 1981; 36:

- 1022-6.
3. Miller DR, Martineau RJ, O'Brien H, Hull KA, Oliveras L, Hindmarsh T, et al: Effects of alfentanil on the hemodynamic and catecholamine response to tracheal intubation. *Anesth Analg* 1993; 76: 1040-6.
 4. 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.
 5. Egan TD: Remifentanil pharmacokinetics and pharmacodynamics. A preliminary appraisal. *Clin Pharmacokinet* 1995; 29: 80-94.
 6. Beers R, Camporesi E: Remifentanil update: clinical science and utility. *CNS Drugs* 2004; 18: 1085-104.
 7. Alvis JM, Reves JG, Govier AV, Menkhaus PG, Henling CE, Spain JA, et al: Computer-assisted continuous infusions of fentanyl during cardiac anesthesia: comparison with a manual method. *Anesthesiology* 1985; 63: 41-9.
 8. Servin FS: TCI compared with manually controlled infusion of propofol: a multicentre study. *Anaesthesia* 1998; 53: 82-6.
 9. Schnider TW, Minto CF, Shafer SL, Gambus PL, Andresen C, Goodale DB, et al: The influence of age on propofol pharmacodynamics. *Anesthesiology* 1999; 90: 1502-16.
 10. Minto CF, Schnider TW, Egan TD, Youngs E, Lemmens HJ, Gambus PL, et al: Influence of age and gender on the pharmacokinetics and pharmacodynamics of remifentanil. I. Model development. *Anesthesiology* 1997; 86: 10-23.
 11. Viby-Mogensen J, Engbaek J, Eriksson LI, Gramstad L, Jensen E, Jensen FS, et al: Good clinical research practice (GCRP) in pharmacodynamic studies of neuromuscular blocking agents. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996; 40: 59-74.
 12. Fuchs-Buder T, Schlaich N, Ziegenfuss T: Rocuronium for anesthesia induction in elective procedures. Time course of muscular blockade and intubation after administration of 2-compartment ED95 (0.6 mg/kg) and dose reduction (0.4 mg/kg). *Anaesthesist* 1999; 48: 164-8.
 13. Schlaich N, Mertzlufft F, Soltesz S, Fuchs-Buder T: Remifentanil and propofol without muscle relaxants or with different doses of rocuronium for tracheal intubation in outpatient anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44: 720-6.
 14. Stevens JB, Wheatley L: Tracheal intubation in ambulatory surgery patients: using remifentanil and propofol without muscle relaxants. *Anesth Analg* 1998; 86: 45-9.
 15. Hall AP, Thompson JP, Leslie NA, Fox AJ, Kumar N, Rowbotham DJ: Comparison of different doses of remifentanil on the cardiovascular response to laryngoscopy and tracheal intubation. *Br J Anaesth* 2000; 84: 100-2.
 16. Troy AM, Huthinson RC, Easy WR, Kenney GN: Tracheal intubating conditions using propofol and remifentanil target-controlled infusions. *Anaesthesia* 2002; 57: 1204-7.
 17. Nam JH, Seo JW, Jeon YH, Han CG, Kim SO: The effects of the target concentration of remifentanil on propofol-remifentanil total intravenous anesthesia. *Intrav Anesth* 2005; 9: 98-106.
 18. Park KS, Kim JY, Chae YJ, Min SK, Moon BK: Hemodynamic responses according to different effect site concentration of remifentanil during endotracheal intubation. *Intrav Anesth* 2005; 9: 191-6.
 19. Wakeling HG, Zimmerman JB, Howell S, Glass PS: Targeting effect compartment or central compartment concentration of propofol: what predicts loss of consciousness? *Anesthesiology* 1999; 90: 92-7.
 20. Johansen JW, Sebel PS, Sigl JC: Clinical impact of hypnotic-titration guidelines based on EEG bispectral index (BIS) monitoring during routine anesthetic care. *J Clin Anesth* 2000; 12: 433-43.
 21. Lysakowski C, Dumont L, Pellegrini M, Clergue F, Tassonyi E: Effects of fentanyl, alfentanil, remifentanil and sufentanil on loss of consciousness and bispectral index during propofol induction of anaesthesia. *Br J Anaesth* 2001; 86: 523-7.