

Propofol로 마취유도시 기관내 삽관에 따른 혈역학적 변동을 억제하기에 적절한 Alfentanil 용량은?

대구파티마병원 마취통증의학과

이승아 · 김혜경 · 반종석 · 민병우

What is the Optimal Dosage of Alfentanil Required to Attenuate Hemodynamic Change to Tracheal Intubation during Induction with Propofol?

Seung Ah Lee, M.D., Hae Kyung Kim, M.D., Jong Suk Ban, M.D., and Byung Woo Min, M.D.
Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Fatima Hospital, Daegu, Korea

Background: Laryngoscopy and tracheal intubation may cause hemodynamic changes, such as hypertension and tachycardia. Moreover, opioids are the most widely used drugs for hemodynamic stability. The purpose of this study was to determine the optimal dosage of alfentanil required to attenuate hemodynamic changes during anesthesia induction with propofol.

Methods: 120 ASA class 1-2 patients, scheduled for elective surgery, were divided randomly into 6 groups. Anesthesia was induced with propofol (2µg/kg) followed by rocuronium (0.9µg/kg). The control group received no alfentanil, and the study groups received 5, 10, 15, 20, or 25µg/kg of alfentanil, respectively. Systolic blood pressure, mean arterial blood pressure, diastolic blood pressure and heart rate were measured preinduction (base), after propofol induction, immediately before & after intubation, and 1, 2, 3, 4, 5 minutes after intubation, respectively.

Results: After intubation, the increased heart rate and blood pressure were higher in the control and A5 groups, and this increased heart rate was not suppressed in the A10 group. The incidences of bradycardia and hypotension were also higher in the A20, and A25 groups.

Conclusions: When anesthesia is induced with propofol, we suggest that the dosage of alfentanil for attenuating hemodynamic change during tracheal intubation be about 15µg/kg. (Korean J Anesthesiol 2004; 47: 461~6)

Key Words: alfentanil, blood pressure, heart rate, propofol, tracheal intubation.

서 론

전신마취시 안전한 기도관리를 위해 시행하는 후두경하 기관내 삽관은 교감신경계를 자극하여 혈압상승, 심박수 증가, 혈장 카테콜라민 농도의 증가를 초래한다.^{1,2)} 이런 혈역학적 반응들은 건강한 환자에서는 별 문제를 일으키지 않을 수도 있으나²⁾ 고혈압, 심혈관계 질환, 또는 뇌혈관 질환이 있는 환자에서는 심근허혈, 좌심실부전, 부정맥과 뇌출혈의 위험성을 증가시킨다.^{3,4)} 따라서 기관내 삽관 시의 혈

역학적 변화를 최소화하기 위해 lidocaine의 기관내 분무 혹은 정주,⁵⁾ 교감신경베타차단제인 esmolol의 투여,^{5,7)} 칼슘 통로 차단제인 verapamil,⁸⁾ 또는 nicardipine의 정주, fentanyl, alfentanil, sufentanil 등의 아편양제 투여,^{5,6,9-12)} 흡입마취제 투여¹³⁾ 등의 방법을 사용해 왔다.

아편양제제인 fentanyl과 alfentanil은 기관내 삽관 시의 고혈압과 빈맥을 효과적으로 둔화시켜 널리 사용되고 있는 약제이다. 이중 alfentanil은 fentanyl에 비해 약 1/3 정도의 짧은 작용시간을 나타내고 정주시 효과처(target organ)에서 최고 농도에 이르는 시간은 90초로 fentanyl 보다 약 4배 정도 빠르므로¹⁴⁾ 술 후 호흡억제의 빈도가 낮고 빠른 회복을 보여¹⁵⁾ 흡입 마취하 기관내 삽관 시의 보조제로 적합한 장점을 가지고 있다.

최근 많이 사용되고 있는 propofol은 thiopental처럼 신속한 마취유도를 하고 기관내 삽관에 따른 심혈관계 자극은 더 적어 기관내 삽관에 따른 심혈관계의 안정성이 요구되는

논문접수일 : 2004년 5월 24일
책임저자 : 김혜경, 대구시 동구 신암동 302-1
대구파티마병원 마취통증의학과
우편번호: 701-600
Tel: 053-940-7434, Fax: 053-954-7417
E-mail: qoiqq@hanmail.net

환자에서 thiopental을 대체할 수 있다.¹⁶⁾ 이에 본 연구에서는 propofol로 마취유도시 기관내 삽관에 의한 빈맥 및 고혈압 등의 혈액학적 변동을 최소화하면서 저혈압, 서맥 등의 부작용도 최소화 할 수 있는 alfentanil의 적정용량을 알아보고자 한다.

대상 및 방법

연구 대상은 미국마취과학회 신체등급 분류 1, 2급에 속하는 20세에서 60세까지의 계획수술이 예정된 남녀 환자 120명을 대상으로 하였다.

과거력상 심혈관 질환이 있거나 술 전 항고혈압제를 복용중인 환자, 수술실 입실 후 마취유도 전 측정된 평균 심박수가 분당 60회 이하이거나 100회 이상, 또는 수축기 혈압이 150 mmHg 이상이거나 90 mmHg 이하인 환자, 기관내 삽관이 예상외로 어려워져 2회 이상 시도한 환자는 제외하였다. 실험계획에 대해서는 수술 전 방문을 통해 환자의 동의를 구했으며 병원입상실험 위원회의 동의를 구하였다. 전 처치로는 마취유도 30분 전에 glycopyrrolate 0.004 mg/kg를 근주하였다.

수술실에 도착한 후 양와위로 안정을 취하게 한 뒤 심전도기, 비침습적 자동혈압 측정기, 맥박산소 측정기를 부착하고 심박수와 혈압을 2분 간격으로 3회 측정하여 그 평균 값을 기준으로 삼았다. 마취유도는 100% 산소 5 L/m를 1-2분에 걸쳐 공급한 후 propofol (2 mg/kg)을 30초에 걸쳐 정주하고 안검 반사가 소실된 다음 rocuronium (0.9 mg/kg)을 정주하였다. 곧 이어 실험 프로토콜에 따라 약물을 15초에 걸쳐 투여하였다. 실험 프로토콜은 환자를 각각 20명씩 무작위로 6군으로 나누는 방법을 사용하여 대조군(control)은 생리식염수 10 ml를 나머지 다섯 군은 alfentanil (알펜타닐[®] 하나제약, 한국)을 각각 5µg/kg (이하 A5군), 10µg/kg (이하 A10군), 15µg/kg (이하 A15군), 20µg/kg (이하 A20군), 25µg/kg (이하 A25군)씩 생리식염수로 희석하여 10 ml로 만들어 투여하였다. 약물 투여 후 1분 30초간 마스크를 통한 용수조절호흡 후 기관내 삽관을 실시하였다. 조절호흡과 기관내 삽관은 동일한 의사에 의해 시행되었으며 모든 시간의 기준은 실험약물의 주입이 완료된 시점을 기준으로 하였다. 기관내 삽관 후 호흡음 청진으로 기관내 삽관을 확인한 후 아산화질소(4 L/m), 산소(2 L/m)와 함께 sevoflurane (2 Vol%)을 투여하여 마취를 유지하였으며 삽관직후와 삽관 후 1분에서 5분까지 1분 간격으로 심박수와 혈압을 측정하였다. 심박수와 혈압을 기록하는 5분 동안 어떤 외과적 자극도 없도록 하였다. 수축기 혈압 90 mmHg 이하의 저혈압이 2회 이상 측정되는 경우 ephedrine 5 mg을 정주하였으며 심박수가 분당 45회 이하의 서맥을 보이는 경우 atropine

0.5 mg을 정주하였다. 기관내 삽관 직후의 수축기 혈압이 160 mmHg를 초과하거나 기준치의 40% 이상 상승하는 경우를 수축기 고혈압 발생으로 하였고 심박수가 분당 100회를 초과하거나 기준치의 40% 이상 상승하는 경우를 빈맥 발생으로 하였다.

각 군에서 성별 분포의 차이 유무는 χ^2 -test를 이용하여 분석하였으며, 연령, 체중, 및 안정 시 수축기, 이완기 및 평균 동맥압과 심박동수의 군간 차이는 mean \pm SD로 기술하였으며, one-way ANOVA를 이용하여 분석 후, Duncan test를 이용하여 사후검정을 실시하였다. 마취 유도 후 시간에 따른 수축기, 이완기 및 평균 동맥압과 심박동수의 변화 유무 및 각 군에서의 변화양상의 차이는 repeated measures ANOVA를 이용하여 분석하였으며 각 군내에서 각 시점에서의 변화정도를 평가하기 위해서 안정 시의 대조치를 기준으로 Dunnet test를 이용한 다중비교를 실시하였다. Ephedrine과 atropine의 군간 투여빈도의 차이를 비교하기 위해 χ^2 -test를 이용하였다. 또한 기관내 삽관 직후의 고혈압과 빈맥의 발생빈도를 비교하기 위하여 Fisher's exact test를 이용하여 분석하였다. P < 0.05인 경우를 통계상 유의하다고 판정하였다.

결 과

환자의 성별, 연령, 체중, 기준치 심박수, 수축기, 이완기 및 평균 동맥압은 각 군 간에 유의한 차이가 없었다(Table 1).

수축기 혈압의 변동에 있어서 대조군과 A5군은 군내 비교에서 기관내 삽관 직후 기준치보다 유의하게 증가한 후(P < 0.05) 삽관 후 2분부터 유의하게 감소하였다. A10군은 삽관직후 유의한 차이의 증감 없이 삽관 후 1분부터 유의하게 감소하였으며(P < 0.05) A15, A20, A25군은 propofol 정주 후부터 유의하게 감소하였다(P < 0.05). 군간 비교에서 A5군은 모든 시간대에서 대조군과 유의한 차이가 없고(P < 0.05) A10, A15군은 삽관 직후와 삽관 후 1분, 3분에 유의하게 감소하였으며(P < 0.05) A20군은 삽관 직후와 삽관 후 1분, 2분, 3분에 유의하게 감소하였다(P < 0.05). A25군은 모든 시간대에서 대조군에 비해 유의하게 감소하였다(Fig. 1).

이완기 혈압의 변동에 있어서 군내 비교의 경우 수축기 혈압과 동일한 양상으로 변화하였고 군간 비교에서 A5군은 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았고 A10, A15, A20군은 삽관 직후부터 삽관 후 3분까지 유의하게 감소하였으며(P < 0.05) A25군은 삽관 직후부터 삽관 후 5분까지 유의하게 감소하였다(P < 0.05)(Fig. 2).

심박동수의 변동에 있어서 군내 비교에서 대조군과 A5군

Table 1. Demographic Data

Group	Control	A5	A10	A15	A20	A25
Number of patients	20	20	20	20	20	20
Dose of alfentanil (µg/kg)	0	5	10	15	20	25
Sex (M/F)	5/15	7/13	9/11	5/15	7/13	8/12
Age (yr)	38.7 ± 8.3	40.0 ± 11.1	39.3 ± 10.9	41.6 ± 7.6	41.5 ± 9.4	41.3 ± 6.6
Weight (kg)	61.3 ± 7.5	64.2 ± 9.6	60.3 ± 7.1	62.3 ± 11.1	63.9 ± 8.5	59.4 ± 9.1

Values are mean ± SD. Control: group received no alfentanil, A5: group received 5µg/kg, A10: group received 10µg/kg, A15: group received 15µg/kg, A20: group received 20µg/kg, A25: group received 25µg/kg.

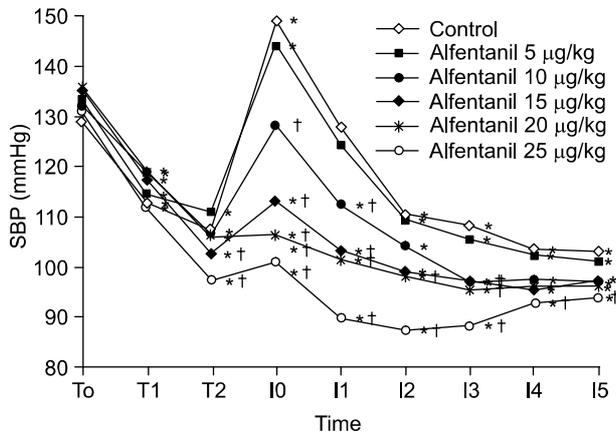


Fig. 1. Changes of systolic blood pressure. To: base. T1: immediately after propofol induction. T2: immediately before tracheal intubation. T10: immediately after tracheal intubation. T11-T15: 1, 2, 3, 4, 5 minute after tracheal intubation, respectively. *: P < 0.05 by Dunnet test within each group; †: different from control (P < 0.05) at that time.

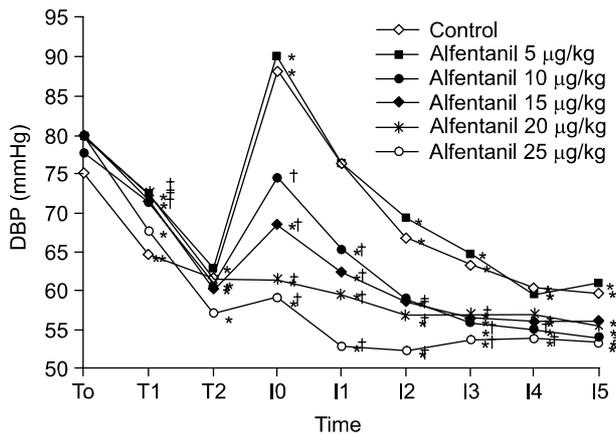


Fig. 2. Changes of diastolic blood pressure. To: base. T1: immediately after propofol induction. T2: immediately before tracheal intubation. T10: immediately after tracheal intubation. T11-T15: 1, 2, 3, 4, 5 minute after tracheal intubation, respectively. *: P < 0.05 by Dunnet test within each group; †: different from control (P < 0.05) at that time. ‡: different from group 6 (P < 0.05) at that time.

Table 2. Incidence of Hypertension immediately after Intubation

	Alfentanil dose (µg/kg)					
	Control	5	10	15	20	25
Incidence (%)	5 (25%)	3 (15%)	1 (5%)	0* (0%)	0* (0%)	0* (0%)

n = 20 in each group. Hypertension means systolic blood pressure increases above 160 mmHg or more than 40% of preinduction level after intubation. *: P < 0.05 compared with control.

은 삽관 직후부터 기준치에 비해 유의하게 증가하였고(P < 0.05) A10군은 기관내 삽관 직후와 삽관 후 1분, 2분, 3분에 유의하게 증가하였다(P < 0.05). A15군은 삽관 직전부터 유의한 차이의 증감 없이 유지되었고 A20군은 기관내 삽관 전후와 삽관 후 1분에 유의하게 감소하였다(P < 0.05). A25군은 삽관 직전을 제외한 모든 시간대에서 유의한 차이의 증감이 없었다. 군간 비교에서 대조군에 비해 A5군은 모든 시간대에서 유의한 차이의 증감이 없었고 A10군은 삽관 직후 감소하였다가 삽관 후 1분부터는 유의한 차이의 증감이 없었다. A15, A20, A25군은 모든 시간대에서 대조군에 비해 유의하게 감소하였다(Fig. 3).

모든 시간대에서 가장 높은 혈압을 나타내었던 기관내 삽관 직후에, 수축기 혈압이 160 mmHg 이상이거나 기준치의 40% 이상 증가한 빈도는 대조군에서 5명(25%), A5군에서 3명(15%), A10군에서 1명(5%)으로 나타났으며 A15군, A20군, A25군에서는 없었으므로 대조군과 유의한 차이를 보였다(P < 0.05)(Table 2).

심박수가 분당 100회 이상이거나 기준치의 40% 이상 증가한 빈도는 기관내 삽관 직후 대조군은 20명(100%), A5군은 15명(75%), A10군은 11명(55%)으로 높은 빈도를 보였고 A15군은 4명(20%), A20군과 A25군은 각각 1명(5%)으로 상대적으로 낮은 빈도를 보였다. 대조군과의 비교에서 A5군부터 A25군까지의 모든 군들이 유의한 차이를 보였다(P < 0.05)(Table 3).

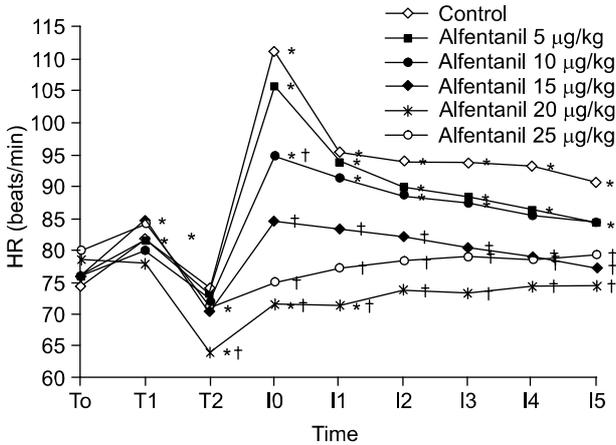


Fig. 3. Changes of heart rate. To: base. T1: immediately after propofol induction. T2: immediately before tracheal intubation. I0: immediately after tracheal intubation. I1-I5: 1, 2, 3, 4, 5 minute after tracheal intubation, respectively. *: P < 0.05 by Dunnet test within each group; †: different from control (P < 0.05) at that time.

Ephedrine의 투여빈도는 A10군과 A15군에서는 각각 2명(10%)이었으나 A20군은 7명(35%), A25군에서는 9명(45%)으로 alfentanil의 정주용량이 증가할수록 투여빈도가 증가하였다. Atropine의 투여빈도는 A15군과 A25군에서 각각 1명(5%)이었고 A20군에서 2명(10%)으로 alfentanil 정주용량의 증가에 의한 투여빈도의 뚜렷한 증가는 보이지 않았다. 각 군간의 ephedrine의 사용빈도는 유의한 차이를 보인 반면 atropine의 사용빈도는 유의한 차이를 보이지 않았다(P < 0.05) (Table 4).

고 찰

전신 마취시 시행하는 후두경하 기관내 삽관은 교감신경계를 자극하여 고혈압과 빈맥을 일으킨다. 이러한 혈액학적 변화는 일시적으로 나타난 후 사라지기 때문에 대부분의 환자에서는 문제가 되지 않으나 특히 고혈압, 관상동맥질환, 임신중독증, 뇌혈관 질환이 있는 환자에서는 심근허혈, 부정맥, 뇌출혈의 위험성을 높여 사망률의 증가를 초래한다.¹⁷⁾

소량의 fentanyl은 이런 기관내 삽관 시의 위험을 예방하기 위해 사용되어 왔다. Kim 등은¹⁸⁾ 기관내 삽관 3분 이전에 사용한 소량의 fentanyl (3µg/kg)이 고혈압을 효과적으로 억제할 수 있으며 빈맥의 발생빈도도 어느 정도 감소시킨다고 보고하였다. 그러나 fentanyl은 반복투여에 의한 축적 작용이나 느린 제거에 의한 술 후 호흡억제를 보여 이런 단점을 보완하기 위해 alfentanil이 개발되게 되었다.¹⁵⁾ Alfentanil은 1978년에 처음으로 합성된 마약성 진통제로 fentanyl에 비해 빠른 효과발현시간을 나타내며 1/3 정도의 짧은 작용시간을 가진다.^{14,15)} pH 7.4에서 89%의 alfentanil이 비이온화된 형태(non-ionized form)로 존재하는 반면 fentanyl은 9%가 비이온화된 형태로 존재한다. 비이온화된 형태는 혈액장벽(blood brain barrier)을 빠르게 통과해서 수용체를 점령하므로 alfentanil은 정주 약 90초 후에 효과처에서 최대효과를 나타낸다.¹⁵⁾ 또한 정주 후 주변조직으로 신속한 재분포가 일어나므로 fentanyl에 비해 청소율은 낮지만 더 짧은 제거반감기를 갖는다.^{15,19)}

Table 3. Incidence of Tachycardia immediately after Intubation

	Alfentanil dose (µg/kg)					
	Control	5	10	15	20	25
Incidence (%)	20 (100%)	15*† (75%)	11*† (55%)	4* (20%)	1* (5%)	1* (5%)

n = 20 in each group. Tachycardia means heart rate increases above 100 beats/min or more than 40% of preinduction level after intubation. *: P < 0.05 compared with control, †: P < 0.05 compared with alfentanil 25µg/kg.

Table 4. Number of Patients Who Received Ephedrine or Atropine during Induction of Anesthesia

	Alfentanil dose (µg/kg)					
	control	5	10	15	20	25
Ephedrine* (%)	0 (0%)	1 (5%)	2 (10%)	2 (10%)	7 (35%)	9 (45%)
Atropine (%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (5%)	2 (10%)	1 (5%)

n = 20 in each group. *: P-value < 0.05 by χ^2 -test.

Park 등은²⁰⁾ 기관내 삽관 시의 심혈관계 반응에 대한 alfentanil (5µg/kg)군과 fentanyl (1µg/kg)군의 비교연구에서 alfentanil (5µg/kg) 군은 기관내 삽관 후 혈압상승과 심박동수를 의의있게 억제 하였고 fentanyl (1µg/kg)은 그 증가폭을 감소시키는 경향을 보여 혈액학적 안정성 면에서 alfentanil이 fentanyl보다 더 효과적임을 시사한다고 하였고 alfentanil 5 µg/kg만으로는 평균동맥압과 심박동수가 대조치에 비해 유의하게 증가되었으므로 용량을 증가하여 정주하는 것이 필요하다고 하였다. Martineau 등은¹¹⁾ thiopental (4µg/kg)과 succinylcholine (1.5µg/kg)로 신속한 기관내 삽관을 시행할 때 alfentanil 30µg/kg의 투여는 심박출 지수(cardiac index), 일회박출량(stroke volume), 심박출량(cardiac output) 등의 심장

기능의 지표들의 변화없이 기관내 삽관에 따른 고혈압과 빈맥을 효과적으로 예방한다고 보고하였다. 정주 후 최대효과가 1-2분 정도에 나타나는 alfentanil의 특성을 고려할 때¹⁴⁾ 신속한 기관내 삽관이 필요한 경우에 fentanyl에 비해 alfentanil의 사용이 더 적합하다 하겠다.

Crawford 등은⁹⁾ thiopental로 마취유도시 alfentanil 10 μ g/kg 군과 alfentanil 40 μ g/kg군이 모두 대조군에 비해 혈역학적 반응의 억제에는 효과적이나 alfentanil 40 μ g/kg군의 경우 심한 저혈압과 서맥을 보이므로 혈역학적으로 안정적인 마취유도를 위한 용량으로는 적합하지 않다고 하였다. 본 연구에서도 propofol로 마취유도시 alfentanil 20-25 μ g/kg의 사용은 삽관 직후부터 삽관 후 2분까지 지속적으로 혈압이 감소하다가 삽관 후 3분부터는 오히려 혈압이 서서히 증가하는 양상을 나타내었는데 이는 심한 저혈압의 발생으로 인한 ephedrine의 투여 때문으로 생각되어 alfentanil 20-25 μ g/kg의 용량은 혈역학적으로 안정적인 마취유도를 위한 용량으로는 적합하지 않음을 알 수 있었다. Park 등은²¹⁾ thiopental sodium, vecuronium을 사용한 마취유도시에 alfentanil 10 μ g/kg의 사용은 삽관 직후 고혈압의 빈도를 충분히 억제할 수 없었으며 30-40 μ g/kg의 사용은 저혈압, 서맥의 빈도가 높았으므로 적절한 alfentanil 용량은 20 μ g/kg라고 하였다. 본 연구에서는 propofol로 마취유도시 alfentanil 15 μ g/kg의 사용은 고혈압과 빈맥의 억제에 효과적인 것으로 나타났으나 5-10 μ g/kg은 잦은 빈맥이 발생하였고 20-25 μ g/kg의 사용은 잦은 빈도의 저혈압이 발생하여 박창현 등이 적절하다고 한 20 μ g/kg 보다 낮게 나타났는데 이는 마취유도제로 thiopental 대신 propofol을 사용하였기 때문으로 생각된다.

Propofol은 기관내 삽관에 따른 심혈관계의 안정성이 요구되는 환자에서 thiopental을 대체하여 사용되고 있는 정맥 마취제¹⁶⁾ 지질용해도가 크고 마취도입이 빠르며 제거반감기가 짧아 각성이 빠르며, 혈압을 감소시키고 심박수를 안정시킨다고 보고되어 왔다.²²⁾ Propofol 사용시 나타나는 혈압의 감소는 압수용체 반응의 저하와 뇌간으로부터의 교감신경성 유출의 감소에 기인한다고 하며²³⁾ 이로 인한 전신혈관 저항의 감소와 전부하의 감소에 따른 심박출량의 감소가 뒤따르지만 충분한 수액의 보충이 이루어지면 정상적인 심박출량과 혈압이 유지된다고 한다.²⁴⁾

Lindgren 등은²⁵⁾ propofol과 thiopental의 비교연구에서 수축기 혈압의 상승이 thiopental군에서 더 두드러지며 이는 혈중 아드레날린이 thiopental군에서만 기관내 삽관 후 4배 더 증가한 것과 연관된다고 보고하였다. Propofol이 thiopental군에 비해 기관내 삽관 시의 혈압상승을 조금 더 억제하는 면이 있으나 propofol 만으로는 기관내 삽관에 의한 혈압과 심박수의 변동을 억제할 수 없다. Lindgren 등은²⁵⁾ propofol로 마취유도시 기관내 삽관 시의 수축기 혈압이 37%, 심박

수 26.8%로 각각 증가함을 보고하였고 Choi 등의⁵⁾ 연구에서도 propofol 단독으로 마취유도시 기관내 삽관 후 수축기 혈압이 31.9%, 심박수가 38.9% 증가하여 여러 보조제의 사용이 필요함을 시사하였다. Maguire 등은²⁶⁾ 고혈압 환자에서 propofol로 마취유도시 alfentanil 10 μ g/kg의 정주로는 혈압상승은 차단할 수 있었으나 빈맥은 억제할 수 없었다고 보고했다. 본 연구에서는 정상혈압의 환자를 대상으로 하였지만 위 연구와 유사한 결과를 나타내었는데 alfentanil 10 μ g/kg의 사용시 고혈압의 발생빈도는 20명 중 1명(5%)로 낮았으나 빈맥의 빈도는 11명(55%)로 높았고 alfentanil 15 μ g/kg부터 4명(20%)로 빈맥의 발생빈도가 낮아 같은 용량에서는 심박수의 상승보다 혈압상승에 대한 예방효과가 더 큰 것으로 나타났다. 그러므로 alfentanil 10 μ g/kg의 사용시는 소량의 esmolol의 병용 투여가 기관내 삽관시의 혈압상승과 빈맥을 막기에 효과적일 것으로 생각되며 앞으로 이에 대한 연구가 더 필요하리라 생각된다. 또한 제한점으로 기관내 삽관 후 1분부터 5분까지의 혈압 및 심박수의 감소는 마취유도시 일회 정주한 propofol과 alfentanil의 효과와 더불어 sevoflurane의 흡입에 의한 효과도 고려해야 할 것으로 생각된다.

결론적으로 propofol로 마취유도시 alfentanil 5-10 μ g/kg의 사용은 고혈압의 발생빈도는 효과적으로 억제하나 빈맥의 빈도는 낮추지 못하였고 15 μ g/kg의 사용은 저혈압과 서맥의 부작용을 최소화하면서 고혈압과 빈맥의 빈도를 모두 효과적으로 억제하였다. 20-25 μ g/kg의 사용은 고혈압과 빈맥을 효과적으로 억제하였으나 저혈압과 서맥의 부작용을 초래하였다. 따라서 propofol로 마취유도시 기관내 삽관에 따른 혈역학적 안정성을 얻기에 가장 적절한 alfentanil 용량은 15 μ g/kg라고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Derbyshire DR, Chmielewski A, Fell D, Vater M, Achola K, Smith G: Plasma catecholamine responses to tracheal intubation. *Br J Anaesth* 1983; 55: 855-60.
2. Forbes AM, Dally FG: Acute hypertension during induction of anaesthesia and endotracheal intubation in normotensive man. *Br J Anaesth* 1970; 42: 618-24.
3. Fox EJ, Sklar GS, Hill CH, Villanueva R, King BD: Complications related to the pressor response to endotracheal intubation. *Anesthesiology* 1977; 47: 524-5.
4. Slogoff S, Keats AS: Does perioperative myocardial ischemia lead to postoperative myocardial infarction? *Anesthesiology* 1985; 62: 107-14.
5. Choi HR, Lee GY, Lee CH: Effects of lidocaine, fentanyl, and esmolol on blood pressure and heart rate changes owing to endotracheal intubation during propofol induction. *Korean J*

- Anesthesiol 1996; 31: 195-201.
6. Maguire A, Thompson JP, Guest C, Sadler PJ, Strupish JW, West KJ: Comparison of the effects of intravenous alfentanil and esmolol on the cardiovascular response to double-lumen endobronchial intubation. *Anaesthesia* 2001; 56: 319-25.
 7. Wiest D: Esmolol. A review of its therapeutic efficacy and pharmacokinetic characteristics. *Clin Pharmacokinet* 1995; 28: 190-202.
 8. Son Y, Kim KI, Choi YS, Cheong YP, Kim TY, Yoon JS: Effects of Verapamil Combined with Esmolol on Blood Pressure and Heart Rates during Tracheal Intubation. *Korean J Anesthesiol* 2000; 38: 795-9.
 9. Crawford DC, Fell D, Achola KJ, Smith G: Effects of alfentanil on the pressor and catecholamine responses to tracheal intubation. *Br J Anaesth* 1987; 59: 707-12.
 10. 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.
 11. Martineau RJ, Tousignant CP, Miller DR, Hull KA: Alfentanil controls the haemodynamic response during rapid-sequence induction of anaesthesia. *Can J Anaesth* 1990; 37: 755-61.
 12. Kirby IJ, Northwood D, Dodson ME: Modification by alfentanil of the haemodynamic response to tracheal intubation in elderly patients. A Dose response study. *Br J Anaesth* 1988; 60: 384-7.
 13. King BD, Harris LC Jr, Greifenstein FE, Elder JD Jr, Dripps RD: Reflex circulatory responses to direct laryngoscopy and tracheal intubation performed during general anesthesia. *Anesthesiology* 1951; 12: 556-66.
 14. Clotz MA, Nahata MC: Clinical uses of fentanyl, sufentanil, and alfentanil. *Clin Pharm* 1991; 10: 581-93.
 15. Hull CJ: The pharmacokinetics of alfentanil in man. *Br J Anaesth* 1983; 55: 157-64.
 16. Yoon MH, Park CJ, Han YS: Comparison of Thiopental Sodium and Propofol as to the Effects of Anesthesia Induction and Hemodynamic Changes to Endotracheal Intubation. *Korean J Anesthesiol* 1995; 28: 626-33.
 17. Kovac AL: Controlling the hemodynamic response to laryngoscopy and endotracheal intubation. *J Clin Anesth* 1996; 8: 63-79.
 18. Kim ST, Shin YD, Bae JH, Kang H, Lim SW: A Small Dose of Fentanyl Used Prior to 3 Minutes before Intubation Can Reduce the Incidence of Hypertension and Tachycardia. *Korean J Anesthesiol* 1999; 37: 769-75.
 19. Camu F, Gepts E, Rucquoi M, Heykants J: Pharmacokinetics of alfentanil in man. *Anesth Analg* 1982; 61: 657-61.
 20. Park GD, Yoo KY, Chung SS, Yoon MH: Effects of Fentanyl and Alfentanil on Cardiovascular Responses to Induction of Anesthesia and Endotracheal Intubation. *Korean J Anesthesiol* 2003; 45: 175-8.
 21. Park CH, Lee SK, Sohn JS: What Is an Optimal Dosage of Alfentanil for Attenuating the Hemodynamic change to tracheal intubation. *Korean J Anesthesiol* 2003; 44: 338-45.
 22. Schuttler J, Ihmsen H: Population pharmacokinetics of propofol: a multicenter study. *Anesthesiology* 2000; 92: 727-38.
 23. Ebert TJ, Muzi M, Berens R, Goff D, Kampine JP: Sympathetic responses to induction of anesthesia in humans with propofol or etomidate. *Anesthesiology* 1992; 76: 725-33.
 24. Goodchild CS, Serrao JM: Cardiovascular effects of propofol in the anaesthetized dog. *Br J Anaesth* 1989; 63: 87-92.
 25. Lindgren L, Yli-Hankala A, Randell T, Kirvela M, Scheinin M, Neuvonen PJ: Haemodynamic and catecholamine responses to induction of anaesthesia and tracheal intubation: comparison between propofol and thiopentone. *Br J Anaesth* 1993; 70: 306-10.
 26. Maguire AM, Kumar N, Parker JL, Rowbotham DJ, Thompson JP: Comparison of effects of remifentanyl and alfentanil on cardiovascular response to tracheal intubation in hypertensive patients. *Br J Anaesth* 2001; 86: 90-3.