저용량의 Rocuronium을 사용한 기관내 삽관 시 사전예비정주법이 Rocuronium의 작용 발현시간과 삽관 조건에 미치는 영향

가톨릭대학교 의과대학 마취통증의학교실

손윤숙 · 정규돈 · 조현숙 · 유승준 · 김수화 · 이상목

The effect of priming with rocuronium on onset time and intubation conditions during endotracheal intubation with low-dose rocuronium

Yoon Suk Son, Kyu Don Chung, Hyun-Sook Cho, Sung Jun Yu, Su-Hwa Kim, and Sang Mook Lee

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Background: A priming dose of rocuronium can shorten the onset time of neuromuscular blockade. The purpose of this study was to evaluate the effect of priming with rocuronium on the onset time and intubation conditions during tracheal intubation with low-dose rocuronium (0.35 mg/kg) and to compare results with those for rocuronium 0.45 mg/kg.

Methods: One hundred twenty four patients were randomly allocated to three groups. Following induction of anesthesia, groups I and III received normal saline while group II received a priming dose of rocuronium (0.05 mg/kg). Three minutes after priming, groups I, II and III received, respectively, 0.45 mg/kg, 0.3 mg/kg and 0.35 mg/kg rocuronium. Intubation was performed 2 minutes after the administration of an intubating dose and intubation conditions were evaluated. Neuromuscular blockade was assessed by accelerography.

Results: The proportion of cases having optimal intubation conditions in group I was higher than in groups II and III. There was no significant difference in the onset times among groups. Neuromuscular blockade at 60, 90 and 120 seconds after an intubating dose was similar among all groups except at 60 sec. Maximal blockade for group I was deep compared to groups II and III.

Conclusions: Rocuronium 0.35 mg/kg does not provide satisfactory intubation conditions. There are no effects on onset time and intubation conditions due to priming during tracheal intubation with rocuronium 0.35 mg/kg. (*Korean J Anesthesiol* 2009; 57: 444~9)

Key Words: Intubation condition, Onset time, Priming principle, Rocuronium.

서론

전신마취시 기관내 삽관을 용이하게 하기 위하여 근이완제가 사용되며, 비탈분극성 근이완제 중에서 rocuronium이

흔히 사용된다. Rocuronium은 스테로이드 계통의 비탈분극성 근이완제로 작용시간은 vecuronium이나 atracurium과 비슷하여 중간 정도이지만 발현시간은 역가가 낮아서 매우 빠른 특성을 갖고 있다[1]. 따라서 통상적인 삽관용량인 rocuronium 0.6 mg/kg ($2 \times ED_{95}$)을 투여하면 기관내 삽관은 60-90초에 가능하지만[2,3] 작용시간은 24-40분 정도 지속되기 때문에[4,5] 작용시간을 줄이고 회복시간을 단축시켜야 하는 외래마취나 짧은 수술인 경우에 근이완제의 용량을 줄여서 투여하는 것이 요구된다. 저용량인 rocuronium 0.45 mg/kg이 외래마취나 단시간의 전신마취를 요하는 수술에 사용될 수 있으며[6] 이런 용량 사용시 통상적인 삽관용량과 비교하여 작용시간은 단축되지만 발현시간은 느려져서[7] 적절한 삽관조건이 되기 위하여 90-180초의 시간이 걸린다[7-9]. 삽관용량을 0.3 mg/kg으로 줄여서 투여하는 경우에 일반적으로 작용시간은 더 단축되고 발현시간은 더

Received: June 5, 2009.

Revised: 1st, July 5, 2009; 2nd, July 29, 2009.

Accepted: August 7, 2009.

Corresponding author: Sang Mook Lee, M.D., Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, The Catholic University of Korea, 520-2, Deaheung-dong, Jung-gu, Daejeon 301-723, Korea. Tel: 82-42-220-9046, Fax: 82-42-242-3500, E-mail: ismoogi@hanmail.net

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.

느려지는 특성을 갖는다. Rocuronium 0.3 mg/kg 투여시 기관내 삽관조건은 rocuronium 0.45 mg/kg과 마찬가지로 만족할 만한 삽관 조건을 보인다는 연구가 있는 반면에[7] 만족할 만한 삽관조건을 보이지 않는다는 연구도 있다[10].

비탈분극성 근이완제의 발현시간을 빠르게 하기 위하여 사전예비정주법(priming principle)을 이용할 수 있으며, 이 방법은 소량의 비탈분극성 근이완제를 투여하고 2-4분 후에 이차로 삽관용량을 투여하는 방법으로 삽관용량을 일회정주 하는 방법 보다 근이완제의 발현시간을 단축하는 것으로 알려져 있다[11,12]. Rocuronium을 이용한 연구에서 사전예비정주하는 방법은 삽관용량을 일회정주 하는 것보다 발현시간을 20-35% 단축한다고 한다[13]. 대부분의 연구들은 통상적인 삽관용량에서 사전예비정주 효과를 조사한 것으로 저용량의 rocuronium에서 시행된 연구는 드문데 Leykin 등이[14] 삽관용량으로 rocuronium 0.45 mg/kg을 사용한 연구에서 사전예비정주하는 방법이 발현시간에 영향을 주지 않지만 기관내 삽관조건을 개선시킨다고 하였다. Rocuronium 0.45 mg/kg 보다 적은 용량에서 사전예비정주하는 방법이 발현시간에 미치는 영향은 잘 알려져 있지 않다.

이에 저자들은 rocuronium 0.35 mg/kg을 사용한 기관내 삽관시 사전예비정주법이 발현시간과 삽관조건에 미치는 영향을 조사하여 우수한 삽관조건을 보이는 rocuronium 0.45 mg/kg을 사용한 군과 비교함으로써 사전예비정주법이 삽관용량으로 저용량을 사용하는 경우에 필연적으로 발생하는 발현시간의 지연을 보완하고, 삽관조건을 개선시키는지 보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

본 연구는 임상 실험을 위한 윤리위원회의 승인 후 본 병원에서 전신마취 하에 계획수술이 예정된 환자 중 미국 마취과학회 신체등급 분류 1, 2에 해당되는 18-60세까지의 건강한 환자를 대상으로 하였다. 마취 전 평가에서 기관내 삽관이 어려워 보이는 환자, 정상체중의 20%를 초과하는

환자, 심혈관계 질환이나 신경근 질환이 있는 환자, 신경근 기능에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하고 있는 환자, 폐 흡인의 위험성이 있는 환자들은 대상에서 제외하였다. 대상 환자들에게는 실험에 대한 충분한 설명 후 사전 실험에 대한 동의를 구하였고, 연구 대상 환자들의 연령, 체중, 신장, 성별은 각 군간에 유의한 차이가 없었다(Table 1).

환자가 수술실에 도착하면 심전도, 비침습적 자동 혈압 측정기, 맥박 산소 측정기를 부착하여 심박수, 혈압, 맥박 산소 포화도를 측정하였다. 신경근 차단 정도를 평가하기 위해 수액로가 없는 팔을 단단한 판 위에 고정된 후에 두 개의 표면전극을 손목의 척골 신경 주행 부위에 1 cm 간격으로 부착하였고 엄지손가락을 제외한 네 손가락은 퍼서테이프 고정하였다. 엄지손가락의 바닥면에 acceleromyography인 TOF-Watch^R (Organon Ltd., Dublin, Ireland)의 sensor를 부착하여 척골 신경 자극에 대한 모지내전근의 가속 정도를 측정하였다.

마취 유도 전에 midazolam 0.03 mg/kg과 fentanyl 2 µg/kg을 투여한 후 0.1 Hz 단순 연축 자극을 주어서 연축 반응이 안정화되면 propofol 2 mg/kg을 투여하여 마취를 유도하였다. 의식이 소실되면 100% 산소로 용수환기를 하면서 propofol을 10 mg/kg/h로 점적 주입하여 마취를 유지하였고 신경근 감시를 위하여 0.1 Hz의 단순 연축 자극을 주어서 모지내전근의 연축 반응을 관찰하였다. 마취 유도 후 환자를 임의로 세 군으로 분류하여 1군(n = 30)에서는 생리식염수 0.005 ml/kg를 투여한 후 3분에 rocuronium 0.45 mg/kg을, 2군(n = 33)에서는 rocuronium 0.05 mg/kg를 투여한 후 3분에 rocuronium 0.30 mg/kg을 각각 투여하였다. 3군(n = 31)에서는 생리식염수 0.005 ml/kg를 정주한 후 3분에 rocuronium 0.35 mg/kg을 투여하였고 모든 군에서 기관내 삽관을 삽관용량 투여 2분 후에 시행하였다.

기관내 삽관은 환자가 어느 군에 속해 있는지 모르는 마취의사가 시행하였으며, 삽관조건을 평가는 턱의 이완과 성

Table 1. Demographic Data

	Group I	Group II	Group III
Age (yr)	36.7 ± 11.0	34.9 ± 11.8	36.5 ± 10.1
Weight (kg)	60.3 ± 6.9	61.1 ± 7.3	59.9 ± 9.5
Height (cm)	163.5 ± 8.1	164.6 ± 7.4	163.8 ± 9.4
Gender (M/F)	11/19	13/20	12/19

Values are mean ± SD except gender. Group I: single dose of rocuronium 0.45 mg/kg, Group II: rocuronium 0.3 mg/kg with priming dose of rocuronium 0.05 mg/kg, Group III: single dose of rocuronium 0.35 mg/kg.

Table 2. Assessment of Intubation Conditions

Variables	Clinical intubation conditions		
	Acceptable		Unacceptable
	Excellent	Good	Poor
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 were Excellent if all variables were excellent, they were Good if all variables were either excellent or good, and they were Poor if any variable was poor.

대의 움직임, 기침여부, 사지의 움직임을 종합적으로 판단하는 방법으로 우수(excellent), 양호(good), 불량(poor), 불가능(impossible)으로 평가하였는데 삽관조건이 우수(excellent) 또는 양호(good)한 경우를 임상적으로 적절한 것으로 분류하였고, 삽관조건이 불량(poor) 또는 불가능(impossible)한 경우를 임상적으로 부적절한 것(clinically unacceptable)으로 분류하였다(Table 2) [15].

근이완 효과를 보기 위해서 삽관용량 투여 후 60초, 90초, 120초의 연속 반응을 기록하였고, 연속반응이 최대로 억제되는 정도와 근이완제의 발현시간(연속반응이 최대로 억제되는 시점)을 기록하였다.

모든 결과 수치는 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였고, 통계적 유의성은 SPSS version 15.0 프로그램을 이용하여 연령, 신장, 체중, 근이완 효과, 발현시간의 세 군간의 비교는 one-way ANOVA로 분석하였으며 사후 검증법으로 Scheffe's test를 이용하였고, 성별과 기관내 삽관 조건의 평가는 Chi-square test를 하여 $P < 0.05$ 인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 하였다.

결 과

Rocuronium의 삽관용량 투여 후 60초에 측정된 모지내전 근의 연속 반응은 2군이 3군에 비해 유의하게 낮았지만($P = 0.041$) 1군과는 유의한 차이가 없었고, 90초와 120초에서는 세 군간에 유의한 차이가 없었다. 발현시간은 1군 214.8 ± 54.9 , 2군 237.7 ± 47.5 , 3군 244.3 ± 58.0 으로 유의한 차이가 없었다. 연속반응이 최대로 억제되는 정도는 1군 96.7%, 2군 93%, 3군 93.4%로 1군이 2군과 3군에 비해 더 심하게 억제되었다($P = 0.009$, $P = 0.019$) (Table 3).

모든 환자에서 기관내 삽관은 가능하였다. 삽관조건은 1군에서 '우수'가 9명(30%), '양호'가 20명(66.7%), '불량'이 1

명(3.3%)이었고, 2군에서 '우수'가 8명(24.2%), '양호'가 17명(51.5%), '불량'이 8명(24.2%)이었으며, 3군에서 '우수'가 7명(22.6%), '양호'가 16명(51.6%), '불량'이 8명(25.8%)이었다. 임상적으로 적절한 삽관조건을 보인 빈도는 1군에서 29명(96.7%), 2군에서 25명(75.7%), 3군에서 23명(74.2%)으로 1군이 2군과 3군에 비해 유의하게 높았다($P = 0.018$, $P = 0.013$) (Table 4).

고 찰

본 연구 결과는 rocuronium 0.35 mg/kg을 사용한 기관내 삽관시 사전예비정주법이 발현시간과 기관내 삽관조건에 영향을 주지 않았으며, rocuronium 0.45 mg/kg을 일회 정주한 경우에 비해서 발현시간은 느렸고 기관내 삽관조건은 임상적으로 부적절하다는 것을 보여주었다.

기관내 삽관조건은 마취 심도, 삽관 시점, 근이완 정도 등에 의해서 영향을 받는다. 기관내 삽관시 투여된 근이완제의 용량은 근이완 정도, 발현시간, 작용시간을 결정하며 적은 용량을 사용할 수 록 작용시간은 단축되고 근이완 정도는 덜하며 발현시간은 느려진다[16]. 따라서 외래마취나 짧은 수술에서 저용량의 rocuronium (0.45 mg/kg 또는 0.3 mg/kg)을 사용하는 경우에 가능한 근이완이 최대로 일어날 수 있도록 충분한 시간을 기다린 후에 기관내 삽관을 시행해야 하며 이때 적절한 마취 심도가 선행되어야 한다[17].

삽관용량으로 rocuronium 0.3 mg/kg을 사용하여 삽관조건을 조사한 연구들이 있는데 Barclay 등은[18] propofol과 alfentanil로 마취유도 후 근이완제 투여 2분 뒤 기관내 삽관을 시행하여 90%의 환자에서 적절한 삽관조건을 얻었다고 하였고, Robertson 등은[19] propofol과 fentanyl로 마취유도 후 근이완제 투여 4분 뒤에 시행한 삽관에서 만족할 만한 삽관조건을 얻을 수 있었다고 하였다. Schlaich 등은[7] propofol과 remifentanyl로 마취유도시 근이완제 투여 3분 후에 기관내 삽

Table 3. Single Twitch Response at 60, 90, 120 Seconds after Intubating Dose, Onset Time and Maximal Block

	Group I	Group II	Group III
60 sec (%)	41.6 $\pm$ 23.8	35.9 $\pm$ 15.8*	49.1 $\pm$ 19.2
90 sec (%)	21.2 $\pm$ 15.4	22.4 $\pm$ 12.2	28.5 $\pm$ 17.3
120 sec (%)	13.3 $\pm$ 10.6	15.2 $\pm$ 9.0	19.4 $\pm$ 13.6
Onset time (sec)	214.8 $\pm$ 54.9	237.7 $\pm$ 47.5	244.3 $\pm$ 58.0
Maximal block (%)	96.7 $\pm$ 3.2 [†]	93.0 $\pm$ 4.9	93.4 $\pm$ 5.0

Values are mean $\pm$ SD. 60, 90, 120 sec (%) are neuromuscular blockade at 60, 90, 120 seconds after intubating dose. Group I: single dose of rocuronium 0.45 mg/kg, Group II: rocuronium 0.3 mg/kg with priming dose of rocuronium 0.05 mg/kg, Group III: single dose of rocuronium 0.35 mg/kg. * $P < 0.05$ compared with group III, [†] $P < 0.05$ compared with other groups.

Table 4. Intubation Conditions

	Group I	Group II	Group III
Clinically acceptable	29 (96.7)*	25 (75.7)	23 (74.2)
Excellent	9 (30.0)	8 (24.2)	7 (22.6)
Good	20 (66.7)	17 (51.5)	16 (51.6)
Clinically unacceptable	1 (3.3)	8 (24.2)	8 (25.8)
Poor	1 (3.3)	8 (24.2)	8 (25.8)
Impossible	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Values are number of patients (%). Group I: single dose of rocuronium 0.45 mg/kg, Group II: rocuronium 0.3 mg/kg with priming dose of rocuronium 0.05 mg/kg, Group III: single dose of rocuronium 0.35 mg/kg. * $P < 0.05$ compared with other groups.

관을 시행하여 만족할 만한 삽관조건을 얻었다고 하였지만 Jeong과 Yoon은[10] 만족할 만한 삽관조건을 얻지 못하였다고 하였다. 본 연구에서는 근이완제 투여 후 삽관까지의 시간을 가급적 줄이기 위하여 기관내 삽관을 근이완제 투여 2분 후에 시행하였고, 대조군의 용량은 예비실험에서 사전 예비정주량 rocuronium 0.05 mg/kg 투여 후 삽관용량으로 0.25 mg/kg을 투여한 경우에 삽관조건이 불량한 경우가 많아서 rocuronium을 일회 정주한 군(대조군)과 효과적으로 삽관조건을 비교하기 위해서는 좀 더 개선된 삽관조건이 필요하여 삽관용량을 0.3 mg/kg로 증량하였으며 그것에 따라서 0.35 mg/kg로 결정하였다. 그리고 rocuronium 0.35 mg/kg의 약역학적 특성을 0.3 mg/kg과 비교한 연구는 없지만 Cooper 등의[20] 연구에 의하면 차이가 크지 않을 것으로 판단된다. Barclay 등의[18] 연구와 다르게 본 연구에서는 rocuronium 0.35 mg/kg을 일회정주한 군에서 적절한 삽관조건을 보인 빈도가 74.2%로 만족할 만한 삽관조건을 얻지 못하였는데 이는 fentanyl 투여한지 대략 10분 후에 기관내 삽관이 이루어졌고 마취를 propofol로만 유지함으로써 마취 심도의 차이로 인하여 발생한 것으로 생각하며, 그 외의 연구들과 삽관조건에서 차이가 생기는 것은 근이완제 투여 후 삽관까지의 시간과 마취심도의 차이가 원인이라고 생각한다.

Rocuronium 0.45 mg/kg 투여시 기관내 삽관은 90초에서 180초 내에 가능하며 rocuronium 0.3 mg/kg 투여에 비해서 삽관조건은 개선된다고 한다. Jeong과 Yoon은[10] propofol과 remifentanyl로 마취유도시 rocuronium 0.45 mg/kg을 투여한 군에서 만족할 만한 삽관조건을 얻을 수 있었지만 rocuronium 0.3 mg/kg을 투여한 군에서는 만족할 만한 삽관조건을 얻을 수 없었다고 하였다. 본 연구에서 적절한 삽관조건을 보인 빈도가 0.35 mg/kg을 일회정주한 군에서 74.2%, 0.45 mg/kg을 일회 정주한 군에서 96.7%로서 0.45 mg/kg을 일회 정주한 군에서 더 좋은 삽관조건을 보였다.

근이완제의 발현시간은 투여량과 관계가 깊으며 투여량이 증가할수록 발현시간은 빨라진다[7]. 본 연구에서는 발현시간이 0.35 mg/kg을 일회정주한 군에서 244초, 0.45 mg/kg을 일회정주한 군에서 215초로서 0.45 mg/kg을 일회정주한 군에서 유의한 차이는 없지만 빨랐는데 이는 용량의 증가로 인하여 발현시간이 빨라진 것으로 생각된다.

사전예비정주법은 비탈분극성 근이완제의 발현시간을 단축시키는 방법 중의 하나이며, 이론적으로는 신경근 전도의 안전영역(margin of safety)이 매우 크기 때문에 choline 수용체의 70-75%가 차단되어도 신경근 활동에 특별한 영향을 주지 않는다는 것과[21], 70% 이상의 수용체 차단을 나타내는 grip strength의 감소를 초래할 정도로 근이완제 용량을 투여하여도 환자가 불편해하지 않는다는 것에 근거를 두고

있다[22]. 따라서 사전예비정주량을 준 후 최대효과가 나타날 때 삽관용량을 투여하게 되면 90-92%의 choline 수용체가 신속하게 차단되어 현저한 근이완을 얻을 수 있다고 한다[21].

Rocuronium의 경우에 사전예비정주하는 방법이 발현시간을 빠르게 하는데 효과가 없다는 연구가 있는 반면에[5] 많은 연구에서는 발현시간을 빠르게 하는데 효과가 있다고 한다[13,23-25]. 사전예비정주법은 사전예비정주량, 사전예비정주량 투여 후 삽관용량 투여까지의 시간간격, 삽관용량에 의해서 좌우되며[26] 연구마다 차이를 보이고 있다. 적정 사전예비정주량은 복시, 안검하수, 연하곤란, 호흡장애 등과 같은 부작용을 가장 적게 발생하면서 근이완의 발현시간을 단축시키는 용량으로서 대체로 ED₉₅의 20% 정도인 0.06 mg/kg가 사용된다[24]. Kopman 등은[27] 사전예비정주량의 안전성에 대한 연구에서 ED₉₅의 20% 용량에서도 근이완이 발생할 수 있으므로 ED₉₅의 10%만이 안전하다고 하였다. 본 연구에서는 사전예비정주량으로 rocuronium 0.05 mg/kg을 투여하였는데 사전예비정주량에 의한 부작용 발생 여부는 마취 유도 후에 사전예비정주량을 투여하였기 때문에 확인할 수 없었다. 그러나 이용량은 ED₉₅의 20% 보다 적은 용량이지만 ED₉₅의 10% 보다 많은 용량으로서 부작용이 발생할 가능성이 있으므로 세심한 관찰이 요구된다.

사전예비정주량 투여 후 삽관용량 투여까지의 시간간격에 대해서 1분에서 3분까지 다양하게 보고 되고 있다. Yavascaoglu 등은[23] 사전예비정주량(0.06 mg/kg vs 0.1 mg/kg)과 사전예비정주량 투여 후 삽관용량 투여까지의 시간간격(2분 vs 3분)이 rocuronium의 발현시간에 미치는 영향을 조사하여 사전예비정주량에 관계없이 시간간격이 3분인 경우에서만 rocuronium의 발현시간이 단축되었다고 보고 하였고, Kopman 등도[27] 시간 간격으로 적어도 3분이 필요하다고 하였다. 저자들은 이 연구들을 참고로 하여 시간 간격을 3분으로 정하였다.

한편 Leykin 등은[14] 기관내 삽관용량으로 0.45 mg/kg을 사용한 연구에서 사전예비정주하는 방법이 rocuronium의 발현시간, rocuronium 투여 후 30, 60, 90초의 근이완 정도, 기관내 삽관조건에 미치는 영향을 조사하여 발현시간과 근이완 정도에는 차이를 일으키지는 않지만 기관내 삽관조건을 개선시킨다고 하였다. 본 연구에서 사전예비정주량을 투여한 군의 발현시간과 삽관조건은 0.35 mg/kg을 일회정주한 군과 거의 차이가 없었으며, rocuronium 0.45 mg/kg을 일회정주한 군에 비해서 발현시간은 느렸고 삽관조건은 부적절하였다.

본 연구에서 삽관용량 투여 후 60초, 90초, 120초의 연속 반응을 관찰하였는데 60초의 연속반응은 사전예비정주량을 투여한 군에서 다른 두 군보다 더 낮았지만 90초와 120초

의 연축반응은 차이가 없었다. 사전예비정주량을 투여한 군에서 60초의 연축반응이 더 낮은 것은 사전예비정주량의 최대 효과가 사전예비정주량 투여 4분 후에 나타나는데[28] 60초의 연축반응이 이에 해당되어 군이완이 빨리 일어났기 때문이라고 생각하며, 90초와 120초에서 차이가 없는 것은 저용량의 삼관용량으로 인하여 군이완 속도가 느리기 때문이라고 생각한다.

연축반응이 최대로 억제되는 정도를 보면 0.35 mg/kg을 일회정주한 군과 사전예비정주량을 투여한 군 사이에서는 차이가 거의 없었고, 0.45 mg/kg을 일회 정주한 군은 다른 두 군보다 더 억제되었는데 이는 삼관용량의 증가로 인하여 군이완이 더 심하게 일어난 것으로 생각된다.

결론적으로 rocuronium 0.35 mg/kg을 사용한 기관내 삼관은 만족할 만한 삼관조건을 제공하지 못하며, 사전예비정주하는 방법은 발현시간을 단축하지 못하고 삼관조건을 개선시키지 못하므로 저용량 rocuronium의 발현시간을 단축하는 방법으로 유용하지 않다고 생각한다.

REFERENCES

- Bartkowski RR, Witkowski TA, Azad S, Lessin J, Marr A. Rocuronium onset of action: a comparison with atracurium and vecuronium. *Anesth Analg* 1993; 77: 574-8.
- De Mey JC, Debrock M, Rolly G. Evaluation of the onset and intubation conditions of rocuronium bromide. *Eur J Anaesthesiol Suppl* 1994; 9: 37-40.
- Magorian T, Flannery KB, Miller RD. Comparison of rocuronium, succinylcholine and vecuronium for rapid-sequence induction of anesthesia in adult patients. *Anesthesiology* 1993; 79: 913-8.
- Huizinga AC, Vandenbrom RHG, Wierda JMKH, Hommes FDM, Hennis PJ. Intubating conditions and onset of neuromuscular block of rocuronium (Org 9426); a comparison with suxamethonium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1992; 36: 463-8.
- Foldes FF, Nagashima H, Nguyen HD, Schiller WS, Mason MM, Ohta Y. The neuromuscular effects of ORG9426 in patients receiving balanced anesthesia. *Anesthesiology* 1991; 75: 191-6.
- Pollard BJ, Chetty MS, Wilson A, Healy TE. Intubation conditions and time-course of action of low-dose rocuronium bromide in day-case dental surgery. *Eur J Anaesthesiol Suppl* 1995; 11: 81-3.
- Schlaich N, Mertzlufft F, Soltesz S, Fuchs-Buder T. Remifentanyl and propofol without muscle relaxants or with different doses of rocuronium for tracheal intubation in outpatient anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44: 720-6.
- Kopman AF, Klewicka MM, Neuman GG. Reexamined: the recommended endotracheal intubating dose for nondepolarizing neuromuscular blockers of rapid onset. *Anesth Analg* 2001; 93: 954-9.
- Sparr HJ, Beaufort TM, Fuchs-Buder T. Newer neuromuscular blocking agents: how do they compare with established agents? *Drugs* 2001; 61: 919-42.
- Jeong YS, Yoon HS. Comparison of intubating conditions according to different doses of rocuronium during propofol-remifentanyl target controlled infusion. *Korean J Anesthesiol* 2008; 55: 26-30.
- Taboada JA, Rupp SM, Miller RD. Refining the priming principle for vecuronium during rapid-sequence induction of anesthesia. *Anesthesiology* 1986; 64: 243-7.
- Naguib M, Lien CA. Pharmacology of muscle relaxants and their antagonists. In: Miller's Anesthesia. 6th ed. Edited by Miller RD: Philadelphia, Elsevier. 2005, pp 503-5.
- Naguib M. Different priming techniques, including mivacurium, accelerate the onset of rocuronium. *Can J Anaesth* 1994; 41: 902-7.
- Leykin Y, Pellis T, Lucca M, Gullo A. Intubation conditions following rocuronium: influence of induction agent and priming. *Anaesth Intensive Care* 2005; 33: 462-8.
- 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.
- Meistelman C, Plaud B, Donati F. Rocuronium (ORG 9426) neuromuscular blockade at the adductor muscles of the larynx and adductor pollicis in humans. *Can J Anaesth* 1992; 39: 665-9.
- Prien T, Zahn P, Menges M, Brussel T. 1 × ED₉₀ dose of rocuronium bromide: tracheal intubation conditions and time-course of action. *Eur J Anaesthesiol Suppl* 1995; 11: 85-90.
- Barclay K, Eggers K, Asai T. Low-dose rocuronium improves conditions for tracheal intubation after induction of anaesthesia with propofol and alfentanil. *Br J Anaesth* 1997; 78: 92-4.
- Robertson EN, Driessen JJ, Vogt M, De Boer H, Scheffer GJ. Pharmacodynamics of rocuronium 0.3 mgkg⁻¹ in adult patients with and without renal failure. *Eur J Anaesthesiol* 2005; 22: 929-32.
- Cooper RA, Mirakhor RK, Elliott P, McCarthy GJ. Estimation of the potency of ORG 9426 using two different modes of nerve stimulation. *Can J Anaesth* 1992; 39: 139-42.
- Paton WM, Waud DR. The margin of safety of neuromuscular transmission. *J Physiol* 1967; 191: 59-90.
- Foldes FF, Monte AP, Brunn HM Jr, Wolfson B. Studies with muscle relaxants in unanesthetized subjects. *Anesthesiology* 1961; 22: 230-6.
- Yavascaoglu B, Cebelli V, Kelebek N, Uckunkaya N, Kutlay O. Comparison of different priming techniques on the onset time and intubating conditions of rocuronium. *Eur J Anaesthesiol* 2002; 19: 517-21.
- Griffith KE, Joshi GP, Whitman PF, Garg SA. Priming with rocuronium accelerates the onset of neuromuscular blockade. *J Clin Anesth* 1997; 9: 204-7.
- Schmidt J, Irouschek A, Muenster T, Hemmerling TM, Albrecht S. A priming technique accelerates onset of neuromuscular blockade at the laryngeal adductor muscles. *Can J Anaesth* 2005; 52: 50-4.
- Miller RD. The priming principle. *Anesthesiology* 1985; 62: 381-2.
- Kopman AF, Khan NA, Neuman GG. Precurarization and priming:

- a theoretical analysis of safety and timing. *Anesth Analg* 2001; 93: 1253-6.
28. Kopman AF, Klewicka MM, Kopman DJ, Neuman GG. Molar po-

tency is predictive of the speed of onset of neuromuscular block for agents of intermediate, short, and ultrashort duration. *Anesthesiology* 1999; 90: 425-31.