Succinylcholine 투여 후 나타나는 생화학적 변화, 속상수축, 근육통을 예방하기에 적절한 Rocuronium 전투여의 시간간격

고려대학교 의과대학 마취과학교실

김성배 · 김재환 · 김운영 · 장문석 · 윤희동 · 박영철

= Abstract =

Optimal Time Interval of Rocuronium Pretreatment for Prevention of Biochemical Changes, Fasciculations and Myalgia Following Succinylcholine Administration

Seong Bae Kim, M.D., Jae Hwan Kim, M.D., Woon Young Kim, M.D.
Moon Seok Chang, M.D., Hee Dong Yoon, M.D., and Young Cheol Park, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

Background: The purpose of this study was to assess the optimal time interval between rocuronium pretreatment and succinylcholine for prevention of the rise in serum potassium and creatine kinase concentrations and the increased incidence of fasciculations and myalgia following succinylcholine administration.

Methods: We have studied 60 patients undergoing a minor elective surgery, in a prospective double blinded method. Three groups of 20 patients each were pretreated with saline 2 ml (Group C), 0.05 mg/kg rocuronium one min before (Group R1) or 3 min before (Group R3) 1.5 mg/kg succinylcholine administration. Serum potassium and creatine kinase were respectively measured 5 min after succinylcholine and 24 h after the operation. Fasciculations and myalgia on postoperative day 1 and day 2 were evaluated.

Results: The increase in the serum potassium concentration was not attenuated in any group. The increase in creatine kinase concentration, the incidence of fasciculations and the incidence of myalgia on postoperative day 1 and day 2 were highest in Group C; however, there was no difference between the Group R1 and R3.

Conclusions: Either a 1 min or 3 min pretreatment time interval of the rocuronium has a similar effect on the prevention of the rise in serum potassium and creatine kinase concentrations and an increased incidence of fasciculations and myalgia following succinylcholine administration. (**Korean J Anesthesiol 2002; 42: 587~593**)

Key Words: Creatine kinase; fasciculation; myalgia; potassium; rocuronium; succinylcholine.

논문접수일 : 2002년 1월 21일

책임저자 : 김재환, 경기도 안산시 고잔동 516번지, 고대부속 안산병원 마취과, 우편번호: 425-707

Tel: 031-412-5481, 5296, Fax: 031-412-5294, E-mail: anejhkim@yahoo.co.kr

서 론

Succinylcholine은 작용발현이 빠르고 작용시간이 짧다. 최근에 작용시간이 비교적 짧은 비탈분극성 근이완제가 소개되고 있지만 succinylcholine은 이러한 특성으로 인해 여전히 신속한 기관내 삽관이 필요한 마취 유도 시에 널리 사용되고 있다. 그러나 succinylcholine은 속상수축과 수술 후 근육통, 혈중 creatine kinase와 potassium 농도를 증가시키는 등의 부작용을 초래하는데, 소량의 비탈분극성 근이완제를 전투여 함으로써 succinylcholine 사용에 따른 부작용을 어느 정도 억제할 수 있다고 알려져 있다.¹⁻⁶⁾

이러한 목적으로 사용되는 비탈분극성 근이완제와 succinylcholine 사용의 적절한 전투여 시간간격에 대해서도 많은 연구가 있어왔는데 atracurium, pancuronium, d-tubocurarine 및 vecuronium 등의 약제에서는 3분 이상의 시간간격이 가장 효과적인 것으로 알려져 왔으며,^{3,4)} rocuronium도 succinylcholine 사용 3분 전에 투여하면 이러한 부작용을 적절히 예방할 수 있는 방법으로 알려져 있다.^{5,6)} 그러나 rocuronium의 경우 다른 비탈분극성 근이완제에 비해 비교적 작용의 발현시간이 빠름을 고려할 때⁷⁾ 다른 근이완제와는 달리 좀 더 단축된 전투여 시간간격이 고려될 수도 있겠으나 이에 대한 연구와 이에 따른 succinylcholine 사용에 따른 부작용의 발생과 그 예방 정도에 대해서는 잘 알려져 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 rocuronium의 전투여 시간간격을 기존의 비탈분극성 근이완제에서 적절한 것으로 알려진 3분과 좀 더 단축된 1분으로 나누어 보고 이에 따른 succinylcholine 사용 후 나타나는 생화학적 변화와 속상수축 및 수술 후 근육통에 미치는 영향을 평가하고 서로 비교해 보고자 하였다.

대상 및 방법

미국마취과학회 신체등급 분류상 1 또는 2에 해당하는 20-60세 사이의 성인 여자 환자로써 성형외과와 이비인후과의 비교적 간단한 계획수술이 예정된 60명을 대상으로 하고 이들에게 실험방법을 설명하고 동의를 구하였다. 수술자체로 인한 근육손상으로

Table 1. Demographic Data

	Group C	Group R1	Group R3
Age (yr)	38 ± 11	41 ± 10	42 ± 12
Weight (kg)	57 ± 8	54 ± 8	61 ± 9
Height (cm)	161 ± 5	157 ± 4	160 ± 6
Surgical time (min)	90 ± 34	73 ± 19	74 ± 18

Values are mean ± SD. Group C: normal saline pretreatment before succinylcholine administration, Group R1: rocuronium pretreatment 1 min before succinylcholine administration, Group R3: rocuronium pretreatment 3 min before succinylcholine administration. There were no significant differences among the three groups.

인해 creatine kinase 농도가 증가될 위험성이 적은 수술을 선택하였고 간장질환이나 신장질환, 신경근 질환이 의심되거나, 전해질 이상이나 당뇨, 표준체중에서 20% 이상 벗어난 환자, 기관내 삽관에 어려움이 예상되는 환자는 제외하였다. 환자는 20명씩 세 군으로 무작위로 분류하였으며 대상환자의 나이와 체중, 키, 수술시간은 세 군 간에 차이가 없었다 (Table 1).

마취 전 투약으로는 glycopyrrolate 0.2 mg을 수술 시작 30분 전에 정주하였으며 심전도와 비침습적 자동혈압기, 맥박산소계측기 및 말초신경자극기(Mini-Stim-II®, Life-Tech Inc, USA)를 이용하여 환자상태를 감시하였다.

C군은 생리식염수 2 ml을 succinylcholine 투여 1분과 3분 전에 각각 10명씩 나누어 정주하였으며, R1군 20명은 succinylcholine 투여 1분 전에, R3군 20명은 succinylcholine 투여 3분 전에 rocuronium 0.05 mg/kg을 각각 정주하였다. Thiopental sodium 5 mg/kg과 succinylcholine 1.5 mg/kg을 정주하여 마취를 유도하고 기관내 삽관을 하였다. 마취는 enflurane 1-2 vol%, N₂O 50%, O₂ 50%로 유지하였다. Succinylcholine 투여 5분 후에 마취 유지를 위한 근이완제로 rocuronium을 정주하고 수술이 끝난 후 pyridostigmine과 glycopyrrolate로 근이완제의 잔류효과를 역전시켰다. 수술 후 환자가 통증완화를 위해 진통제를 요구할 때에는 tiaprofenic acid 200 mg을 경구 투여하였다. 혹시 있을지 모르는 근육손상을 예방하기 위하여 수술 전후 기간에 근육주사는 되도록 실시하

지 않았다.

환자가 수술실에 도착한 후 약물투여전의 혈중 creatine kinase와 potassium의 기준농도를 측정하기 위하여 3 ml의 혈액을 채취하였고 potassium의 농도 변화를 측정하기 위하여 succinylcholine 투여 5분 후에, creatine kinase 농도변화 측정을 위하여 수술 후 24시간에 각각 3 ml의 혈액을 채취하였다. 혈중 creatine kinase 농도의 측정은 Chemistry Analyzer (747 Automatic Analyzer[®], Hitachi Ltd., Japan)를 사용하였으며 potassium 농도는 sodium/potassium 농도 측정기 (Synchron AS system[®], Beckmann Instruments Inc., USA)를 이용하여 측정하였다.

속상수축의 유무와 정도에 대한 평가는 환자의 전 투여에 대한 정보가 없는 관찰자가 Mingus 등의⁸⁾ 등급에 의거하여 실시하였다(none = 속상수축이 관찰되지 않음, mild = 사지의 움직임을 동반하지 않고 눈, 얼굴, 목, 손가락 등에 나타나는 속상수축, moderate = 몸통이나 사지를 침범하는 중등도의 속상수축, severe = 사지의 움직임이 동반된 심한 속상수축). 수술 후 1일과 2일에 근육통의 유무와 심각도를 평가하기 위해 환자를 방문하여 문의하였으며 근육통의 정도는 White가⁹⁾ 제안한 등급에 따라 평가하였다(none = 통증이 없음, mild = 장애를 일으키지 않는 일측에 국한된 통증, moderate = 장애를 일으키지 않는 일측 이상을 침범하는 통증, severe = 장애를 일으키는 일측 이상을 침범하는 통증으로, 예를 들면 통증으로 인해 자리에서 일어날 수 없거나, 기침을 할 수 없을 정도를 일컬음). Succinylcholine에

의해 생기는 근육통은 대개 과도한 운동을 한 후에 초래되는 근육통처럼 쏘시고 빠근한 통증이므로 절개에 따른 통증이나 광범위한 복통과 같은 succinylcholine 사용과 연관되지 않은 증상은 포함시키지 않았다.

본 연구에서 얻어진 모든 자료의 분석은 Sigmastat 통계프로그램을 이용하였다. 세 군 간의 환자의 나이, 체중, 키, 수술시간의 분석은 one way ANOVA를 사용하였고, creatine kinase와 potassium 농도의 변화는 각각의 군내에서는 paired t-test를 이용하여 비교하고 세 군 간의 차이는 one way ANOVA와 이 후 유의성 검증은 Tukey test를 사용하여 비교하였다. 속상수축과 근육통의 빈도는 Fisher's exact test를 이용하여 비교하였다. P값은 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

세 군 모두에서 succinylcholine 투여 5분 후에 혈중 potassium 농도가 증가하였으나(P < 0.05) 세 군 간에 증가정도의 차이는 없었다(Table 2).

혈중 creatine kinase 농도는 succinylcholine 투여 24 시간 후에 세 군에서 모두 증가하였으며(P < 0.005) 증가의 정도는 C군에서 가장 높았으나(P < 0.005) R1군과 R3 두 군간에는 차이가 없었다(Table 2).

속상수축의 빈도는 C군에서는 100%에서 발생하여 R1군의 20%, R3군의 15%에 비해 현저하게 높았으나(P < 0.005) R1군과 R3 두 군간에는 발생빈도의

Table 2. Potassium and Creatine Kinase Concentrations before and after Succinylcholine

	Group C	Group R1	Group R3
Potassium (mEq/L)			
Before	3.66 ± 0.33	3.70 ± 0.28	3.66 ± 0.38
After 5 min	3.86 ± 0.32*	3.83 ± 0.27*	3.85 ± 0.35*
Creatine kinase (IU/L)			
Before	62 ± 27	64 ± 27	63 ± 26
After 24 h	168 ± 44 [†]	102 ± 35 ^{†,‡}	100 ± 45 ^{†,‡}

Values are mean ± SD. Group C: normal saline pretreatment before succinylcholine administration, Group R1: rocuronium pretreatment 1 min before succinylcholine administration, Group R3: rocuronium pretreatment 3 min before succinylcholine administration. *P < 0.05 vs. before succinylcholine administration, [†]P < 0.005 vs. before succinylcholine administration, [‡]P < 0.005 vs. Group C

차이가 없었다(Table 3).

수술 후 근육통은 수술 후 1일에 C군에서 85%에서 발생하여 R1군과 R3군의 40%에 비해 높게 발생했으나($P < 0.005$) R1군과 R3군간에는 차이가 없었다(Table 4). 수술 후 2일의 근육통도 C군에서 75%에서 발생하여 R1군의 30%, R3군의 25%에 비해 높게 발생했으며($P < 0.05$) R1군과 R3군간에는 발생 빈도의 차이가 없었다(Table 4).

C군에서 19명, R1군에서 17명, R3군에서 17명이 수술 후 통증완화를 위해 경구용 약제를 투여 받았으며, 세 군간에 차이는 없었다.

Table 3. The Incidence and Severity of Fasciculations

	Group C	Group R1	Group R3
None	0	16	17
Mild	5	4	3
Moderate	10	0	0
Severe	5	0	0
Incidence (%)	100	20*	15*

Values are the number of the patients. Group C: normal saline pretreatment before succinylcholine administration, Group R1: rocuronium pretreatment 1 min before succinylcholine administration, Group R3: rocuronium pretreatment 3 min before succinylcholine administration. * $P < 0.005$ vs. Group C

고 찰

Succinylcholine 사용 후에 나타나는 부작용인 속상수축과 근육통을 예방하고 혈중 creatine kinase와 potassium 농도를 증가시키는 등의 부작용을 감소시키기 위해서 비탈분극성 근이완제를 succinylcholine 사용 이전에 전투여하는 방법은 널리 사용되고 있는 방법중의 하나이다.¹⁻⁶⁾ 이러한 비탈분극성 근이완제를 투여하는 적절한 전투여 시간간격에 대하여 많은 연구가^{3,4,10)} 있어 왔는데 Horrow와 Lambert는³⁾ d-tubocurarine을 이용한 비탈분극성 근이완제의 적절한 전투여 시간에 대한 연구에서 1분 이상 기다리면 기다릴수록 succinylcholine 사용에 따른 속상수축을 억제할 수 있는 가능성이 커지지만 3분 이상 더 기다려도 속상수축의 빈도를 더욱 억제할 수는 없으므로 가장 적절한 전투여 시간간격은 3분이라고 주장하였다. 한편 Pinchak 등도⁴⁾ atracurium, pancuronium, d-tubocurarine 및 vecuronium을 이용한 연구에서 비탈분극성 근이완제의 전투여 시간간격이 3분 이상 길어지면 길어질수록 succinylcholine 사용에 따른 속상수축을 억제할 수 있는 정도가 커지며 이들 약제 중 d-tubocurarine의 속상수축 억제 작용이 가장 강력했음을 밝히면서 적절한 전투여 시간간격은 3.5에서 4분으로 주장하였다. 본 연구에서는 succinylcholine 사용에 따른 속상수축은 생리식염수를 이용한 대조군에서 100%에서 발생한 것으로 관찰되었으며, 이에 비해 rocuronium을 전투여하면 속상수축의 빈도를

Table 4. The Incidence and Severity of Myalgia

	Day 1			Day 2		
	Group C	Group R1	Group R3	Group C	Group R1	Group R3
None	3	12	12	5	14	15
Mild	9	4	6	11	4	3
Moderate	5	3	2	3	2	2
Severe	3	1	0	1	0	0
Incidence (%)	85	40*	40*	75	30 [†]	25 [†]

Values are the number of the patients. Group C: normal saline pretreatment before succinylcholine administration, Group R1: rocuronium pretreatment 1 min before succinylcholine administration, Group R3: rocuronium pretreatment 3 min before succinylcholine administration. * $P < 0.005$ vs. Group C, [†] $P < 0.05$ vs. Group C

현저히 감소시키지만 rocuronium의 1분과 3분의 전투여 시간간격에 따른 속상수축의 빈도는 1분에서 20% 3분에서 15%로 시간간격에 따른 속상수축의 발현 억제 차이는 관찰할 수 없었다.

이러한 atracurium, pancuronium, d-tubocurarine 및 vecuronium 등 기존의 비탈분극성 근이완제의 이상적인 전투여 시간간격이 3분 이상인데 비해 rocuronium의 전투여 시간간격이 3분에 비해 1분으로 앞당겨서 투여해도 전투여 약제의 속상수축 억제 발현 정도가 비슷했던 것은, 전투여된 각각의 비탈분극성 근이완제가 succinylcholine 사용에 따른 속상수축을 억제할 수 있는 시작시점이 신경근 차단제의 작용시작 시점과 일치하기 때문인 것으로 사료된다. 즉 신경근 접합부에 있는 nicotine성 수용체에 succinylcholine이 결합하여 탈분극을 일으키고 그 결과로 속상수축이 유발되는데¹⁾ 비탈분극성 근이완제를 투여하면 그 작용이 나타나는 시점부터 nicotine성 수용체에 결합하게 되며 그 결합 정도에 따라 succinylcholine의 탈분극 작용을 막아 이에 의한 속상수축을 차단할 수 있게 된다.¹¹⁾ 이러한 비탈분극성 근이완제의 작용시작 시점은 약물의 역가에 반비례하는데¹²⁾ 근이완제의 역가가 낮으면 낮을수록 빠른 작용발현을 나타내게 된다. 따라서 이는 rocuronium이 다른 비탈분극성 근이완제에 비해 역가가 낮고 작용발현이 1분 내외에 나타나는⁷⁾ 것에 비추어 보면 속상수축을 억제하기 위해 적당한 전투여 시간간격은 1분 이내이어도 충분한 것으로 사료된다. 실제로 다른 비탈분극성 근이완제에 비해 역가가 낮고 작용시간이 빠른 gallamine의 경우에 전투여 시간간격을 1분 이내로 해도 succinylcholine 사용에 따른 속상수축을 동일한 전투여 시간간격을 사용한 pancuronium 보다도 적절히 예방하는 것으로 알려져 있다.¹⁰⁾

Succinylcholine 사용 후 나타나는 근육통은 임상에서 흔히 접하는 문제인데 succinylcholine 사용 12시간 후부터 나타나서 대개 하루나 이틀 지속되며 심한 경우에는 5-6일까지도 지속된다고 한다. 그 기전은 명확하지 않으나 근육 방추체(spindle)의 비가역적인 변화, 근육섬유의 비동기화(unsynchronized)된 수축에 의한 결체조직의 손상, 전해질 이상, prostaglandin의 생성 등이 원인으로 추정되고 있다.²⁾ 또한 속상수축의 정도와 수술 후 근육통의 직접적인 연관성에 대해서도 많은 논란이 있으나 비탈분극성 근이

완제의 전투여가 수술 후 근육통의 빈도를 감소시킬 수 있다는 것에 대해서는 대체로 일치된 의견을 보이고 있다.²⁻⁶⁾ Pace는¹³⁾ succinylcholine 사용에 따른 수술 후 근육통의 빈도는 85%에 까지 이르고 비탈분극성 근이완제의 전투여로 그 빈도를 30% 정도까지 감소시킬 수 있다고 보고하였는데 본 연구에서도 succinylcholine 사용 시 수술 후 1일에 85% 수술 후 2일에 75%의 빈도로 근육통이 관찰되었으며 이에 비해 rocuronium을 전투여하면 수술 후 1일에 그 빈도를 40%까지 감소시키고 수술 후 2일에는 25-30%의 빈도로 감소시키는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 rocuronium의 1분과 3분의 전투여 시간간격에 따른 수술 후 근육통의 발생빈도 차이는 관찰할 수 없었다.

수술 후 근육통을 예방하기 위해 적절한 전투여 시간을 알아보기 위한 연구에서 Horrow와 Lambert는³⁾ 속상수축의 빈도와 수술 후 근육통의 발생빈도는 반드시 일치하지는 않는 것 같으며 전투여 시간간격에 상관없이 비탈분극성 근이완제인 d-tubocurarine을 전투여 하기만 하면 근육통의 발생빈도가 낮아짐을 보고하였다. 또한 O'sullivan 등도¹⁰⁾ pancuronium과 gallamine을 전투여 약제로 그 투여 시간간격을 1분 이내로 실시한 연구에서 속상수축의 빈도는 gallamine에서 낮았으나 수술 후 근육통의 빈도는 오히려 pancuronium에서 낮았음을 보고하면서 속상수축의 빈도와 수술 후 근육통의 발생빈도는 반드시 일치하지는 않으며 비탈분극성 근이완제를 전투여 하기만 하면 근육통의 발생빈도를 낮출 수 있었다고 보고하였다. 따라서 이들의 연구와 본 연구의 결과가 일치함에 미루어 볼 때 비탈분극성 근이완제의 전투여 시간간격은 수술 후 근육통의 발생을 예방하는 정도와는 상관이 없는 것으로 사료되며 일단 비탈분극성 근이완제가 투여되기만 하면 그 자체가 succinylcholine 사용에 따라 나타나는 수술 후 근육통을 예방하는데 효과가 있는 것으로 사료된다.

Succinylcholine을 투여하면 탈분극과정에서 근육세포에서 이온의 투과성이 증가하여 세포내에 있던 potassium이 세포밖으로 유리되어 혈중 potassium 농도가 증가하게 되는데 정상 근육세포를 가진 환자에서는 succinylcholine을 일회 투여하면 혈중 potassium 농도가 0.2-0.5 mEq/L 정도로 소량 증가된다고 한다.^{14,15)} 그러나 신경계통에 손상을 입거나 화상을 입

어 외접합 수용체(extrajunctional receptor)가 많이 발생되어 있는 환자에게 succinylcholine을 사용하면 이 수용체에서 succinylcholine에 대하여 화학적 감수성이 증가하는 과도한 반응을 초래하여 다량의 potassium이 탈분극성 근이완제로 방출되어 과칼륨혈증(hyperkalemia)을 초래하는 원인이 되기도 한다.¹⁶⁾ Weintraub 등은¹⁴⁾ succinylcholine 투여 후 1분에서 7분 사이에 혈중 potassium 농도가 최대로 증가한다고 주장하였는데 본 연구에서도 Raman 및 San의¹⁵⁾ 연구에서와 같이 succinylcholine 투여 5분 후에 혈중 potassium 농도를 측정하여 그 변화의 정도를 알아보았다. 정상 근육세포를 가지고 있는 환자에서 비탈분극성 근이완제를 전투여하면 혈중 potassium 농도의 증가를 막을 수 있다는 데에는 그렇다는 주장과¹⁴⁾ 그렇지 않다는 주장이^{15,17)} 있는 등의 이론이 있지만 본 연구에서는 앞선 연구에서와^{15,17)} 비슷한 정도로 혈중 potassium 농도가 약 0.2 mEq/L 정도로 세 군 모두에서 비슷한 정도로 소량 증가하여 rocuronium의 전투여가 혈중 potassium 농도 증가 억제에 효과적이지 못하였으며 1분과 3분의 전투여 시간간격에 따른 차이도 관찰할 수 없었다. 본 연구에서의 결과는 정상 근육세포를 가진 환자에서 succinylcholine을 사용하면 혈중 potassium 농도가 소량 증가하는데 이러한 환자에서는 rocuronium의 전투여가 potassium 농도의 증가 억제에는 별다른 효과를 가지지 못한다는 것을 의미한다.

Creatine kinase 농도 증가의 기전을 살펴보면 속상수축이 심할수록 그 농도가 많이 증가하고¹⁸⁾ 탈분극 과정에서 근육세포에서 이온의 투과성이 증가할수록 세포내에 있던 creatine kinase가 세포밖으로 유리되어 혈중 creatine kinase 농도가 증가된다고 한다.¹⁹⁾ 이러한 혈중 creatine kinase 농도의 증가는 succinylcholine에 의한 근육손상의 생화학적 지표로 알려져 있는데 이의 변화는 succinylcholine 투여 24시간 후에 잘 나타난다고 알려져 있어²⁰⁾ 본 연구에서도 succinylcholine 투여 24시간 후에 creatine kinase 농도의 변화를 측정하였다. 본 연구에서는 succinylcholine 투여 후에 creatine kinase 농도가 세 군 모두에서 증가하였으나 rocuronium의 전투여로 그 증가 정도를 억제할 수 있었으나 1분과 3분의 전투여 시간간격에 따른 증가 억제 정도의 차이는 관찰할 수 없었다. 이러한 현상은 비탈분극성 근이완제인 atracurium,¹⁵⁾

tubocurarine,¹⁸⁾ alcuronium을²⁰⁾ 전투여 해도 creatine kinase 농도가 증가되는 것을 억제하는 효과가 있는 것으로 알려져 있음에 비추어 보아 rocuronium의 전투여가 succinylcholine에 의한 속상수축과 탈분극 과정에 관여하여 creatine kinase 농도 증가에 억제적으로 작용했을 것으로 사료된다. 그러나 본 연구에서는 1분과 3분의 전투여 시간간격의 차이에는 creatine kinase의 농도 변화가 영향을 받지 않았는데, 이는 첫째로 rocuronium의 작용발현이 1분 이내에 일어난 것을 미루어 볼 때 이러한 1분이 creatine kinase 농도의 증가를 막기에 충분한 전투여 시간간격이거나 혹은 둘째로 전투여 시간간격에 상관없이 비탈분극성 근이완제가 전투여되어 succinylcholine에 의한 속상수축과 탈분극을 방해하기만 하면 충분히 creatine kinase 농도의 증가를 억제하는 작용을 가진다는 것을 의미할 수 있겠다.

본 연구에서 succinylcholine 투여에 의한 혈중 potassium 농도와 creatine kinase 농도의 증가를 억제하고 속상수축의 빈도와 수술 후 근육통을 감소시키기 위하여 rocuronium을 전투여한 결과, 혈중 potassium의 농도 증가의 억제는 관찰할 수 없었으나 혈중 creatine kinase의 농도 증가가 억제되고 속상수축의 빈도와 수술 후 근육통의 빈도가 감소됨을 관찰하였다. 그러나 rocuronium의 전투여 시간간격에 대하여 1분과 3분을 비교하여 본 결과 succinylcholine 투여에 따른 부작용 예방 정도의 차이는 관찰할 수 없었다. 따라서 rocuronium의 경우 atracurium, pancuronium, d-tubocurarine 및 vecuronium 등 다른 비탈분극성 근이완제와는 달리 3분은 물론 1분의 전투여 시간간격도 적절한 효과를 나타내는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Savarese JJ, Caldwell JE, Lien CA, Miller RD: Pharmacology of muscle relaxants and their antagonist. In: Anesthesia. 5th ed. Edited by Miller RD: Philadelphia, Churchill Livingstone Publishers. 2000, pp 412-90.
2. Cannon JE: Precurarization (Editorial). Can J Anaesth 1994; 41: 177-83.
3. Horrow JC, Lambert DH: The search for an optimal interval between pretreatment dose of d-tubocurarine and succinylcholine. Can Anaesth Soc J 1984; 31: 528-33.

4. Pinchak AC, Smith CE, Shepard LS, Patterson L: Waiting time after nondepolarizing relaxants alter muscle fasciculation response to succinylcholine. *Can J Anaesth* 1994; 41: 206-12.
5. Demers-Pelletier J, Drolet P, Girard M, Donati F: Comparison of rocuronium and d-tubocurarine for prevention of succinylcholine-induced fasciculations and myalgia. *Can J Anaesth* 1997; 44: 1144-7.
6. 김재환, 장문석, 윤희동, 박영철: Rocuronium과 Lidocaine의 전투여가 Succinylcholine 투여 후 나타나는 생화학적 변화와 속상수축 및 근육통에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 2001; 40: 561-6.
7. 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.
8. Mingus ML, Herlich A, Eisenkraft JB: Attenuation of suxamethonium myalgias: effect of midazolam and vecuronium. *Anaesthesia* 1990; 45: 834-7.
9. White DC: Observations on the prevention of muscle pains after suxamethonium. *Br J Anaesth* 1962; 34: 332-5.
10. O'sullivan EP, Williams NE, Calvey TN: Differential effects of neuromuscular blocking agents on suxamethonium-induced fasciculations and myalgia. *Br J Anaesth* 1988; 60: 367-71.
11. Hartman GS, Fiamengo SA, Riker WF Jr: Succinylcholine: mechanism of fasciculations and their prevention by d-tubocurarine or diphenylhydantoin. *Anesthesiology* 1986; 65: 405-13.
12. Law Min JC, Bekavac I, Glavinovic MI, Donati F, Bevan DR: Iontophoretic study of speed of action of various muscle relaxants. *Anesthesiology* 1992; 77: 351-6.
13. Pace NL: Prevention of succinylcholine myalgias: a meta-analysis. *Anesth Analg* 1990; 70: 477-83.
14. Weintraub HD, Heisterkamp DV, Cooperman LH: Changes in plasma potassium concentration after depolarizing blockers in anesthetized man. *Br J Anaesth* 1969; 41: 1048-52.
15. Raman SK, San WM: Fasciculations, myalgia and biochemical changes following succinylcholine with atracurium and lidocaine pretreatment. *Can J Anaesth* 1997; 44: 498-502.
16. Martyn JAJ, White DA, Gronert GA, Jaffe RS, Ward JM: Up-and-down regulation of skeletal muscle acetylcholine receptors. *Anesthesiology* 1992; 76: 822-43.
17. Ferres CJ, Mirakhor RK, Craig HJL, Browne ES, Clarke RSJ: Pretreatment with vecuronium as a prophylactic against post-suxamethonium muscle pain: comparison with other non-depolarizing neuromuscular blocking drugs. *Br J Anaesth* 1983; 55: 735-41.
18. Charak DS, Dhar CL: Suxamethonium-induced changes in serum creatine phosphokinase. *Br J Anaesth* 1981; 53: 955-7.
19. Kudoh A, Sakai T, Ishihara H, Matsuki A: Increase in serum creatine phosphokinase concentrations after suxamethonium during sevoflurane or isoflurane anaesthesia in children. *Br J Anaesth* 1997; 78: 372-4.
20. Laurence AS: Myalgia and biochemical changes following intermittent suxamethonium administration: effects of alcuronium, lignocaine, midazolam and suxamethonium pretreatments on serum myoglobin, creatine kinase and myalgia. *Anaesthesia* 1987; 42: 503-10.