정맥마취제와 비탈분극성 근육이완제로 마취유도시 혈청 전해질 농도의 변화

영남대학교 의과대학 마취과학교실

김 만 재 · 박 대 팔

= Abstract =

Changes in Serum Electrolyte Concentration after Induction of Anesthesia with Intravenous Anesthetics and Nondepolarizing Muscle Relaxant

Mahn Jae Kim, M.D. and Dae Pal Park, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Yeungnam University, Taegu, Korea

The aim of this study was to compare the changes of serum electrolyte concentration during the peri-induction period of anesthesia with depolarizing muscle relaxant or nondepolarizing muscle relaxant for endotracheal intubation.

The study population was from 60 patients scheduled for elective surgery at Yeungnam University Hospital, who belonged to physical status I or II of ASA classification.

Patients were divided into 2 groups; a) succinylcholine administered group (control group, Group A), b) vecuronium administered group (study group, Group B).

The results were as follows;

1) The serum potassium concentration was significantly increased ($p < 0.05$) in 5 minute post-induction compared with pre-induction in control group, but significantly decreased ($p < 0.05$) in study group.

2) The serum sodium and chloride concentrations were slightly decreased in 5 minute post-induction compared with pre-induction in both control and study groups, but no statistical significance was noticed in both groups.

It is concluded that intravenous administration of nondepolarizing muscle relaxant (Vecuronium) for endotracheal intubation is safer than depolarizing muscle relaxant (Succinylcholine) in the critical hyperkalemia conditions such as burn, multiple trauma, spinal cord injury, neuromuscular disease and uremia.

Key Words: Vecuronium, Succinylcholine, Hyperkalemia

서 론

탈분극성 근육이완제인 succinylcholine chloride는 1906년 Hunt와 Taveau¹⁾에 의하여 개발되어 1951년 임상마취에 처음으로 사용되었으며 현재 사용하고 있는 근육이완제 중에서 작용발현시간이 가장 신속하고 작용이 우수하여 전신마취유도시 기관내삽관을 위하여 널리 사

용되고 있다.

그러나 succinylcholine 투여 후의 부작용으로 일시적인 혈청 K^+ 농도의 증가, 서맥과 부정맥, 안압상승, 복압상승, 육안적 근육세동 및 속상수축(fasciculation), 수술 후 근육통을 일으킨다²⁻⁴⁾는 보고가 많으나 이들 부작용에 대한 정확한 발생기전은 아직 불분명하다.

특히 화상환자, 다발성 외상환자, 척수장애환자, 근위축 및 말초신경손상으로 인한 근육마비환자 및 신부전

환자에서는 succinylcholine 투여 후 부작용으로 일시적인 혈청 K^+ 농도의 증가가 나타나 심한 부정맥을 나타내며 더 심할 경우 심장지까지 초래하여 사망을 일으킨다고 보고하고 있다⁹⁻¹⁷⁾.

따라서 이와 같은 환자에는 기관내 삽관을 위하여 succinylcholine보다 비탈분극성 근육이완제를 사용하는 것이 안전하다고 생각되어 비탈분극성 근육이완제인 vecuronium bromide (Norcuron[®])로 마취유도시 혈청 전해질의 변화와 succinylcholine으로 마취유도시 혈청 전해질의 변화를 비교관찰하므로서 전신마취유도시 사용하는 근육이완제의 안전한 적용범위를 정의코자 한다.

대상 및 방법

1) 대 상

1990년 1월부터 동년 5월까지 영남대학교 의과대학 부속병원에서 전신마취하에서 선택수술을 받은 20세에서 60세사이의 환자 중 미국 마취과학회 분류법의 Class 1 및 2에 해당하는 환자 60명을 임의로 선택하였다. 대상 환자의 성별, 연령, 체중은 Table 1과 같다.

2) 방 법

환자를 크게 succinylcholine 투여군(대조군, A군)과 vecuronium 투여군(실험군, B군)으로 나누었으며, 마취유도 방법에 따라 각 10명씩으로 나누어 succinylcholine 투여군을 다시 pentothal sodium 투여군(A-I 군), Diazepam (Valium[®]) 투여군(A-II 군), ketamine 투여군(A-III군)으로 나누었고, vecuronium 투여군도 같은 방법으로 각각 B-I, B-II, B-III군으로 하여 모두 6개군으로 세분하였다(Table 2).

모든 환자를 6시간 이상의 금식 후 전투약으로 atropine sulfate 0.075 mg/kg와 hydroxyzine hydrochloride

(Ucerax[®]) 1 mg/kg를 수술실 도착 30분전에 근주하였다. 수술실에 도착 후 수술대 위에서 양와위 자세를 취하고 모든 환자에게 마취유도 직전의 혈청 전해질 농도 측정을 위해 마취 유도 5분전에 수액을 정주하고 있는 반대측 정맥로에서 정맥혈 3ml를 채혈하여 Corning 435 Flame Photometer로 혈청 전해질을 측정하였으며 이를 sample 1 (baseline value)로 하였다.

표 2와 같이 각 군에서 마취유도제를 수액을 정주하고 있는 정맥로에 투여하여 의식소실을 확인하고, 3분후 대조군에는 succinylcholine 1 mg/kg를 정주하고 1분간 용수조절 호흡을 시행하였고, 실험군에서는 vecuronium 0.1~0.15 mg/kg를 서서히 정주하고 3분간 용수조절 호흡을 시행한 후 기관내삽관을 하였으며 sample 1과 마찬가지로 각각의 근육이완제 투여 5분후에 다시 정맥혈을 채혈하여 이를 sample 2로 하였다. 각 군에서 측정된 혈청 전해질 농도는 평균치로서 비교분석하였고, 유의성 검정은 Student's t-test를 이용하였다.

성 적

1) 혈청 K^+ 농도의 변화

대조군인 succinylcholine 투여군(A군)에서는 마취

Table 2. Six Groups Based on the Mode of Induction

Group	Mode of induction
Succinylcholine group (Group A)	
Group A-I	Pentothal sodium 4-5 mg/kg followed in 3 min by Succinylcholine 1 mg/kg.
Group A-II	Diazepam 0.15-0.2 mg/kg followed in 3 min by Succinylcholine 1 mg/kg.
Group A-III	Ketamine 2-2.5 mg/kg followed in 3 min by Succinylcholine 1 mg/kg.
Vecuronium group (Group B)	
Group B-I	Pentothal sodium 4-5 mg/kg followed in 3 min by Vecuronium 0.1-0.15 mg/kg.
Group B-II	Diazepam 0.15-0.2 mg/kg followed in 3 min by Vecuronium 0.1-0.15 mg/kg.
Group B-III	Ketamine 2-2.5 mg/kg followed in 3 min by Vecuronium 0.1-0.15 mg/kg.

Table 1. Distribution of Sex, Age and Body Weight.

	Succinylcholine group	Vecuronium group
Sex (M/F)	15/15	15/15
Age (years)	34.7 ± 15.74	38.6 ± 14.51
Weight (kg)	57.6 ± 10.81	57.1 ± 13.12

Table 3. The Change in Serum K⁺ Concentration

Group	Baseline	5 minutes after induction
A-I	3.94 ± 0.12	4.03 ± 0.09*
A-II	4.17 ± 0.15	4.29 ± 0.11*
A-III	3.84 ± 0.10	3.98 ± 0.17*
B-I	4.15 ± 0.17	3.91 ± 0.14*
B-II	4.30 ± 0.14	4.11 ± 0.19*
B-III	3.99 ± 0.13	3.85 ± 0.14*

Values are expressed in mEq/L as mean ± SD

* : p < 0.05 compared with baseline

유도전 K⁺ 농도가 A-I 군 ; 3.94±0.12 mEq/L, A-II 군 ; 4.17±0.15 mEq/L, A-III 군 ; 3.84±0.10 mEq/L 였었고, 마취유도 5분후의 K⁺ 농도는 A-I 군 ; 4.03±0.09 mEq/L, A-II 군 ; 4.29±0.11 mEq/L, A-III 군 ; 3.98±0.17 mEq/L로 증가하였으나,

실험군인 vecuronium 투여군(B군)에서는 마취유도 전 K⁺ 농도가 B-I 군 ; 4.15±0.17 mEq/L, B-II 군 ; 4.30±0.14 mEq/L, B-III 군 ; 3.99±0.13 mEq/L 였었고, 마취유도 5분후의 K⁺ 농도는 B-I 군 ; 3.91±0.14 mEq/L, B-II 군 ; 4.11±0.19 mEq/L, B-III 군 ; 3.85±0.14 mEq/L로 감소하였다(Table 3).

2) 혈청 Na⁺ 농도의 변화

대조군(A군)에서는 마취유도전 Na⁺ 농도가 A-I 군 ; 139.8±1.14 mEq/L, A-II 군 ; 140.5±0.85 mEq/L, A-III 군 ; 138.3±0.95 mEq/L 였었고, 마취유도 5분후의 Na⁺ 농도는 A-I 군 ; 139.7±0.95 mEq/L, A-II 군 ; 139.9±0.88 mEq/L, A-III 군 ; 137.6±1.08 mEq/L로 감소하였으며,

실험군(B군)에서도 마취유도전 Na⁺ 농도가 B-I 군 ; 144.3±0.95 mEq/L, B-II 군 ; 142.9±0.74 mEq/L, B-III 군 ; 143.7±0.95 mEq/L 였었고, 마취유도 5분후의 Na⁺ 농도는 B-I 군 ; 144.2±1.14 mEq/L, B-II 군 ; 142.5±0.85 mEq/L, B-III 군 ; 143.2±1.03 mEq/L로 감소하였다(Table 4).

3) 혈청 Cl⁻ 농도의 변화

대조군(A군)에서는 마취유도전 Cl⁻ 농도가 A-I 군 ; 105.1±0.87 mEq/L, A-II 군 ; 104.8±0.91

Table 4. The Change in Serum Na⁺ Concentration

Group	Baseline	5 minutes after induction
A-I	139.8 ± 1.14	139.7 ± 0.95
A-II	140.5 ± 0.85	139.9 ± 0.88
A-III	138.3 ± 0.95	137.6 ± 1.08
B-I	144.3 ± 0.95	144.2 ± 1.14
B-II	142.9 ± 0.74	142.5 ± 0.85
B-III	143.7 ± 0.95	143.2 ± 1.03

Values are expressed in mEq/L as mean ± SD

Table 5. The Change in Serum Cl⁻ Concentration

Group	Baseline	5 minutes after induction
A-I	105.1 ± 0.87	105.0 ± 1.15
A-II	104.8 ± 0.91	104.7 ± 0.94
A-III	104.0 ± 1.15	103.7 ± 1.05
B-I	105.8 ± 1.14	105.4 ± 1.07
B-II	106.5 ± 0.97	106.3 ± 1.06
B-III	104.3 ± 0.95	104.2 ± 0.92

Values are expressed in mEq/L as mean ± SD

mEq/L, A-III 군 ; 104.0±1.15 mEq/L 였었고, 마취유도 5분후의 Cl⁻ 농도는 A-I 군 ; 105.0±1.15 mEq/L, A-II 군 ; 104.7±0.94 mEq/L, A-III 군 ; 103.7±1.05 mEq/L로 감소하였으며,

실험군(B군)에서도 마취유도전 Cl⁻ 농도가 B-I 군 ; 105.8±1.14 mEq/L, B-II 군 ; 106.5±0.97 mEq/L, B-III 군 ; 104.3±0.95 mEq/L 였었고, 마취유도 5분후의 Cl⁻ 농도는 B-I 군 ; 105.4±1.07 mEq/L, B-II 군 ; 106.3±1.06 mEq/L, B-III 군 ; 104.2±0.92 mEq/L로 감소하였다(Table 5).

고 찰

Succinylcholine chloride는 acetylcholine이 2분자 결합된 것과 같은 화학구조식을 가지므로 acetylcholine의 작용과 비슷하여 acetylcholine 수용체와 결합하면 Na⁺ channel을 열어서 이온이동으로 신경근 결합부의 접합후막의 탈분극을 일으키고 접합전막을 활성화시켜서 일과성의 근섬유의 불규칙수축 즉, 속상수축

(fasciculation)을 일으키며, 이는 근강직과 술 후 근육 통을 야기시키는 원인이 된다고 한다⁷⁾.

Succinylcholine 투여 후 발생하는 일시적인 혈청 K^+ 농도의 증가에 대해서는 많은 학자에 의해 연구되어 왔는데 Gronert와 Theye¹⁸⁾는 succinylcholine이 신경근 접합부에서 운동종판(endplate of Kuhn) 수용체 부위에 작용하여 막간의 전위차를 감소시키고 탈분극 과정에서 Na^+ 과 K^+ 의 이온 투과력을 증가시켜서 즉, Na^+ 의 급속한 유입(influx)에 이어 세포내의 K^+ 의 유출(efflux)에 기인한다고 보고하였으며, 또한 Dripps등¹⁹⁾과 Bourke와 Rosenberg²⁰⁾는 탈분극으로 인해 손상된 골격근 외포막을 통해 K^+ 이 혈중으로 유출되기 때문이라고 설명하고 있다.

Succinylcholine 투여 후 혈청 K^+ 농도의 증가에 있어서는 정상근육을 가진 개체에서도 혈청 K^+ 농도가 Dripps등¹⁹⁾은 succinylcholine 60~100 mg 정주 투여 후 0.5 mEq/L 정도 증가한다고 보고하고, Kats²¹⁾와 Vaughan과 Lunn²²⁾은 0.25~0.8 mEq/L 증가한다고 보고했으며, Weintraub등²³⁾과 Wong등²⁴⁾은 약 30%까지 증가한다고 보고하고 있다.

또한 Paton²⁵⁾은 고양이 실험에서 succinylcholine 투여 후 혈장 내 K^+ 은 전적으로 골격근으로부터 유리되며 그 양은 근육 K^+ 함량의 약 1%라고 보고하였다.

Succinylcholine은 Weintraub등²³⁾이 말한 것처럼 정상인에서도 정맥주사후 3분 내지 7분간에 최고의 상승치를 나타내나, 동물실험에서는 체중과 K^+ 농도의 변화사이에는 상관관계가 없다고 하였다. 반면 윤등²⁶⁾은 혈청 K^+ 농도의 최고치는 succinylcholine 정주 후 20분 및 30분에서 의의있는 상승치를 보여준다고 하였다.

Dhanaraj등²⁷⁾은 succinylcholine을 간헐적으로 반복 투여 하였을때 혈장내 K^+ 농도의 최고 상승치가 18.8%로 단회용량 투여 때의 19.7%보다 적게 상승한다고 보고하고 있다.

Tolmie등⁸⁾은 투여량과 혈장 내 K^+ 농도 반응간에는 상관관계가 있음을 시사하였다. 그러므로 succinylcholine 투여에 따르는 혈장 내 K^+ 농도의 변화는 근육 이완제 자체에 기인하는 것으로 생각할 수 있으나 마취 유도제나 기타 요인에도 관계가 있을 것으로 추측할 수 있으므로 마취유도시의 과탄산증이나 저산소증 또는 과칼륨혈증의 원인이 될만한 화상^{9,10)}, 다발성 외상¹¹⁾, 척수장애^{12,13)}, 근육마비^{14,15)}, 뇨독증^{16,17)} 등의 요소가 항

시 고려되어야 할 것이다. 이와 함께 흡입마취제에 있어서 trichloroethylene으로 마취를 한 환자에서 혈장 K^+ 농도가 21.4%의 증가를 나타냈으며, halothane에서도 15.1%의 증가를 보고하였다²⁷⁾.

전신마취 유도를 위하여 사용되는 각종 약제를 정주한 후 혈장 내 K^+ 농도에 미치는 변화를 관찰하여 보면 사용 약제에 따라 여러가지의 변화를 나타내게 된다.

List²⁸⁾는 인간에서 thiopental sodium 정주 후 3분에 혈장 K^+ 농도의 0.35 mEq/L 감소를 관찰하였으나, Gal 및 Malit²⁹⁾는 List와는 달리 감소경향은 인정하나 List의 보고보다는 적은 0.17 mEq/L였다고 한다. 이와 같이 일반적으로 barbiturate 제제에서는 혈장 K^+ 농도의 감소경향을 보이고 있으며, 이는 succinylcholine에 의한 K^+ 유리를 barbiturate 제제가 얼마만큼 감소시키려는 작용으로 생각되는 것이다.

한편 손 및 이³⁰⁾는 정상 성인에서 diazepam 단회량 10 mg을 정주하여 혈장 K^+ 농도에 미치는 변화를 관찰한 바 5분 및 10분에 감소하는 경향을 보인다고 하였다.

Fahmy등³¹⁾과 Katz³²⁾ 역시 diazepam을 체중 kg당 0.05 mg을 전투여하면 succinylcholine으로 생긴 혈청 K^+ 농도의 증가, 근섬유 수축, 근육통 등을 예방할 수 있다고 보고하였다.

Gal 및 Malit²⁹⁾는 ketamine으로 마취유도시에도 역시 혈장 K^+ 농도는 마취유도 5분 후 0.16 mEq/L의 감소를 보인다고 보고하였다.

또한 Klupp등³³⁾은 근육이완제인 d-tubocurarine을 개에 투여하여 혈장 내 K^+ 농도에 미치는 영향이 없었다고 보고하였으나, Wong 및 Wyte³⁴⁾는 이와 반대로 3시간 마취시 d-tubocurarine을 반복 투여한 개에서도 혈장 K^+ 농도의 현저한 감소를 초래한다고 발표하였다.

동시에 Wong등²⁴⁾은 동일한 방법을 사용 다시 기계적으로 환기를 도와주면서 아산화질소(N_2O)와 산소로 마취를 유지한 개에서 마취 첫 시간에 d-tubocurarine을 일시에 다량 투여한 경우에서보다 반복 투여한 경우에는 좀 더 지속적인 혈장 K^+ 농도의 감소를 보았다고 하였다. 반면 사람에게 있어서 비탈분극성 근육이완제가 혈장 내 K^+ 농도에 미치는 영향을 Striker 및 Morrow³⁵⁾, Weintraub등²³⁾, Tobey등¹⁵⁾에 의하면 K^+ 농도가 감소한다고 보고하였다.

또 Bali등³⁶⁾은 수술 및 마취 전처치를 하지 않은 성인 치과 환자를 4개 군(d-tubocurarine, gallamine, pan-

curonium, AH 8165)으로 분류하여 혈청 K⁺ 농도를 측정 한 바 감소경향을 보였으나 각각 다른 결과가 나타난다고 보고하였다.

그래서 본 연구에서는 탈분극성 근육이완제인 succinylcholine투여 후 혈청 K⁺ 농도의 증가를 보았으며, 반면 비탈분극성 근육이완제인 vecuronium을 투여함으로써는 혈청 K⁺농도의 감소를 관찰할 수 있었다. 이와 같이 succinylcholine투여 후 혈청 K⁺ 농도의 일시적인 증가가 치명적일 수 있는 화상환자를 포함해서 다발성 외상환자, 척수장애 환자, 근위축 및 말초신경 손상으로 인한 근육마비환자, 신부전 및 노독증환자 등에서는 수술 전처치를 철저히 하고 특별한 이유가 없는 한 기관내삽관을 위하여는 비탈분극성 근육이완제를 사용하는 것이 마취관리에 중요한 점이라고 사료되는 바이다.

결 론

1990년 1월부터 5월 사이에 영남대학교 의과대학 부속병원에서 시행된 선택수술 환자 60명을 대상으로 하여 전신마취유도시 기관내삽관을 위하여 사용되는 탈분극성 근육이완제인 succinylcholine과 비탈분극성 근육이완제인 vecuronium bromide 투여 후 변화하는 혈청 전해질 농도를 비교 관찰하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 혈청 K⁺농도의 변화는 succinylcholine투여군에서는 마취유도전에 비해 마취유도 5분후에는 증가하였으나, vecuronium 투여군에서는 마취유도 전에 비해 마취유도 5분후 감소하였다.

2) 혈청 Na⁺과 Cl⁻농도의 변화는 succinylcholine투여군에서나 vecuronium 투여군에서나 약간 감소하였다.

이상의 결과로 미루어보아 succinylcholine을 사용함으로써 치명적 결과를 초래할 수 있는 hyperkalemia 상태의 경우에는 기관내삽관을 위하여 비탈분극성 근육이완제를 사용함으로써 이러한 위험을 피할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 1) Hunt R, Taveau R: *On physiological action of certain choline derivatives and new methods for detecting choline.* Br Med J 2:1788, 1906

- 2) Stoelting RK: *Adverse effects of increased succinylcholine dose following d-tubocurarine pretreatment.* Anesth Analg 54:282, 1975
- 3) Perez HR: *Cardiac arrhythmia after succinylcholine.* Anesth Analg 49:33, 1970
- 4) Goat VA, Feldman SA: *The dual action of suxamethonium on the isolated rabbit heart.* Anaesthesia 27:149, 1972
- 5) Pandey K, Badola RR, Kumar S: *Time course of intraocular hypertension produced by suxamethonium.* Br J Anaesth 44:191, 1972
- 6) La Cour D: *Rise in intragastric pressure caused by suxamethonium fasciculations.* Acta Anaesthesiol Scand 13:255, 1969
- 7) Lichtiger M, Moya, F: *Introduction to the practice of anesthesia.* 1st ed, New York, Harper & Row, 1974, p947
- 8) Churchill Davidson HC: *Succinylcholine chloride and muscle pain.* Br Med J 1:74, 1954
- 9) Tolmie JD, Joyce TH, Mitchell GD: *Succinylcholine danger in the burned patient.* Anesthesiology 28:467, 1967
- 10) Belin RP, Karleen CI: *Cardiac arrest in the burned patient following succinylcholine administration.* Anesthesiology 27:516, 1966
- 11) Mazze RI, Escue HM, Houston JB: *Hyperkalemia and cardiovascular collapse following administration of succinylcholine to the traumatized patient.* Anesthesiology 31:540, 1969
- 12) Stone WA, Beach TP, Hamelberg W: *Succinylcholine danger in the spinal cord injured patient.* Anesthesiology 32:168, 1970
- 13) Cooperman LH, Strobel GE, Kennell EM: *Massive hyperkalemia after administration of succinylcholine.* Anesthesiology 32:161, 1970
- 14) Gronert GA, Theye RA: *Effect of succinylcholine on skeletal muscle with immobilization atrophy.* Anesthesiology 40:268, 1974
- 15) Tobey RE, Jacobsen PM, Kahle CT, et al: *The serum potassium response to muscle relaxants in neural injury.* Anesthesiology 37:332, 1972
- 16) Powell JN: *Suxamethonium induced hyperkalemia in a uremic patients.* Br J Anaesth 42:806, 1970
- 17) Jacobsen E, Christiansen AH, Lunding M: *The role of anesthetist in the management of acute renal failure.* Br J Anaesth 40:442, 1968
- 18) Gronert GA, Theye RA: *Pathophysiology of hyperkalemia induced by succinylcholine.* Anesthesiology

- 43:89, 1975
- 19) Dripps RD, Eckenhoff JE, Vandam LD: *Introduction to anesthesia*. 5th ed, Philadelphia, WB Saunders, 1977, p 203
- 20) Bourke DL, Rosenberg M: *Changes in total serum Ca^{++} , Na^+ and K^+ with administration of succinylcholine*. *Anesthesiology* 49:361, 1978
- 21) Kats B: *Nerve, muscle, and synapse*. New York, McGraw Hill, 1966, p 41
- 22) Vaughan RS, Lunn JN: *Potassium and anesthetist*. *Anesthesiology* 28:118, 1973
- 23) Weintraub HD, Heisterkamp DV, Cooperman LH: *Changes in plasma potassium concentration after depolarizing blockers in anesthetized man*. *Br J Anaesth* 41:1048, 1969
- 24) Wong KC, Wetstone D, Martin WE, et al: *Hypokalemia during anesthesia; The effect of d-tubocurarine, gallamine, succinylcholine, thiopental and halothane with or without respiratory alkalosis*. *Anesth Analg (Cleve)* 52:522, 1973
- 25) Paton WDM: *Mode of action of neuromuscular blocking agents*. *Br J Anaesth* 28:470, 1956
- 26) 윤병래, 김익수, 최세진 : Flaxedil-pentothal sodium-succinylcholine 주입 후 혈중 K^+ , Na^+ 및 Cl^- 농도의 변화에 관한 연구. *대한마취과학회지* 11:30, 1978
- 27) Dhanaraj VJ, Nerayanamurthy J, Sitadevi C, et al: *A study of the changes in serum potassium concentration with suxamethonium using different anesthetic agents*. *Br J Anaesth* 47:516, 1975
- 28) List WF: *Serum potassium changes during induction of anesthesia*. *Br J Anaesth* 39:480, 1967
- 29) Gal TJ, Malit LA: *The influence of ketamine induction on potassium changes and fasciculations following suxamethonium*. *Br J Anaesth* 44:1077, 1972
- 30) 손익중, 이형동 : Diazepam 단회량 정주 직후의 혈장 전해질 K^+ , Na^+ 과 Cl^- 농도의 변화. *대한마취과학회지* 9:253, 1976
- 31) Fahmy NR, Malek NS, Lappas DG: *Diazepam prevents some adverse effects of succinylcholine*. *Clin Pharmacol Ther* 26:395, 1979
- 32) Katz RL: *Effects of diazepam on succinylcholine induced myalgia, potassium increase, creatine phosphokinase elevation, and relaxation*. *Anesth Analg* 58:314, 1979
- 33) Klupp H, Kroupp O, Honetz H, et al: *Über Die Freisetzung von Kalium aus der Muskulatur Unter der Einwirkung Einlger Muskelrelaxentien*. *Arch int Pharmacodyn* 98:340, 1954
- 34) Wong KC, Wyte SR: *The hypokalemic effect of curare, a possible mechanism protecting against epinephrine induced arrhythmias in dogs*. *Fed Pro* 30:670, 1971
- 35) Striker TW, Morrow AG: *Effect of succinylcholine on the level of potassium in man*. *Anesthesiology* 29: 214, 1968
- 36) Bali IM, Coppel DL, Dundee JW: *The effect of nondepolarizing muscle relaxants on plasma potassium*. *Br J Anaesth* 47:505, 1975