전기화상환자에서 섉시닐콜린 주입 후 혈중 K^+ 농도의 변화

한일병원 마취과

이 성 우 · 조 여 송 · 권 창 재

= Abstract =

Change of Serum K^+ Concentration after Injection of Succinylcholine in the Electric Burn Patient

Sung Woo Lee, M.D., Yeo Song Cho, M.D. and Chang Jae Kwon, M.D.

Department of Anesthesiology, Han-Il Hospital, Seoul, Korea

Transient hyperkalemia is well known to occur in man following intravenous administration of succinylcholine chloride. We studied the change of the serum potassium concentration after injection of succinylcholine in nonburn patients and electricburn patients, physical status 1 or 2 adopted by the American Society of Anesthesiologists. We compared two groups; Non-burn patient group(Group 1) as control, Electric burn patient group(Group 2) as experimental.

The following results were obtained;

1) In non-burn patient group(Group 1) serum potassium concentration was slightly decreased in the 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th, 6th and 10th minute after succinylcholine injection compared with control, but nostatistical significance was noticed in this group.

2) In electric burn patient group (Group 2) serum potassium concentration was maximally increased at the 2nd and 3rd minute after succinylcholine injection and the others were slightly increased compared with the controls.

Statistical significance was noticed at the 2nd and 3rd minute after succinylcholine injection in this group.

서 론

1951년 임상마취에 처음으로 사용되어 마취과 영역의 획기적인 발전을 초래한 succinylcholine은 현재에도 전신마취를 시행함에 있어서 기관내 삽관을 위하여 널리 사용되고 있다. 그러나 succinylcholine 투여후의 부작용으로 일시적인 혈중 K^+ 치의 증가와 수술후 근육통을 일으키는 등의 보고가 많으나 이들 부작용에 대한 정확한 발생기전은 아직 불분명하다.

Tolmie¹⁾와 Allan²⁾과 Belin³⁾등은 화상환자에서,

Mazze와 Escue⁴⁾등은 다발성 외상 환자에서, Stone⁵⁾과 Tobey⁶⁾와 Cooperman⁷⁾등은 척수 장애 환자에서 Gronert와 Theye^{8,9)}와 Tobey와 Jacobsen¹⁰⁾과 Cooperman¹¹⁾등은 근위축 및 말초신경 손상으로 인한 근육마비 환자등에서 succinylcholine 투여후의 부작용으로 특히 일시적인 혈중 K^+ 치의 증가가 나타나 심한 부정맥 내지는 심정지까지 초래하여 사망을 일으키므로 이런 환자들에게 있어서는 succinylcholine 투여에 세심한 주의가 필요하다고 보고하고 있다.

이에 저자들은 succinylcholine 투여후 전기화상 환자와 비화상 환자에서 시간에 따른 혈중 K^+ 치의 변화

를 비교 관찰하였기에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

관찰대상 및 방법

1) 관찰대상

1981년 4월부터 7월까지 한일병원에 입원하여 전신 마취하에 수술을 받은 21세에서 50세 사이의 환자중 미국 마취과학회 분류법에 의한 마취전 전신상태가

Class 1 및 2에 속하는 대조군 즉 비화상 환자군 12명과 (Table 1) 실험군 즉 전기화상 환자군 12명을 대상으로 관찰하였다 (Table 2).

2) 방 법

두군 모두 atropine 0.5 mg, valium 10 mg 을 전투 약으로 수술 1시간 전에 근육하고 수술대 위에서 앙와 위 자세를 취하고 5% 포도당 용액을 주입하면서 모든 환자에게 마취유도 직전의 혈중 K⁺치 측정을 위해 5

Table 1. Sex, Age, Diagnosis & Operation of Non-burn Patient Group

Case No.	Sex	Age	Diagnosis	Operation
1	F	21	Acute appendicitis	Appendectomy
2	M	21	Achilles tendon rupture	Tendon repair
3	F	25	Sacro iliac joint abscess	Incision & drainage
4	M	27	O.M.P.C.	Mastoidectomy
5	F	28	Multigravida	Tubal ligation
6	M	28	Neck mass	Excisional biopsy
7	M	29	Hydrocele	Hydrocelectomy
8	F	29	Multigravida	Tubal ligation
9	M	40	Tendon repute	Tendon repair
10	F	44	Myoma uteri	T.A.H.
11	F	45	Myoma uteri	T.A.H.
12	F	49	Myoma uteri	T.A.H.

Table 2. Sex, Age, Interval from Injury till Operation, Injured Total Body Surface, Burn degree of Electric Burn Patient Group

Case No.	Sex	Age	Interval from injury till operation (day)	Injured total body surface (%)	Burn degree (o.)
1	M	33	12	14	2~3
2	M	23	13	13.5	2~3
3	M	21	15	15	3
4	M	33	22	14	2~3
5	M	42	22	18	2
6	M	27	30	5	1~3
7	M	40	33	5	3
8	M	30	34	3	3
9	M	23	39	13.5	2~3
10	M	24	40	15	3
11	M	30	43	3	3
12	M	24	54	15	3

본전에 수액로의 반대편 정맥로에서 정맥혈을 채취하여 대조치로 삼고 그리고 나서 두군 모두 Pentothal sodium(5.0~5.5 mg/kg)을 주입하고 succinylcholine (1 mg/kg)을 서서히 주입한후 1, 2, 3, 4, 5, 6, 및 10분에 각각 정맥혈을 채취하였으며 기관내 삽관은 succinylcholine 정주 후 약 1분이 지나서 시행하였고 그리고 약 5분이 지나서 pancuronium(0.07 mg/kg)을, 주입하였으며 모든 환자에게 주 마취제로 halothane N₂O, O₂를 사용하였다.

혈중 K⁺치 측정을 위한 기제는 Corning 435 flame photometer를 사용하였다.

성 적

두군에서 혈중 K⁺치 농도의 변화는 다음과 같았다.

1) 대조군인 비화상 환자군에서 혈중 K⁺치는 (Table 3, Figure 1) 대조치 (4.23±0.385 mEq/L)에 비해 succinylcholine 주입후 2 및 3분에서 4.10±0.338 및

Fig. 1. Mean plasma K⁺ concentration(mEq/L) after SCC injection.

Table 3. Mean Plasma K⁺ Concentration(mEq/L) after SCC Injection in Non burn Patient Group

	Control	Minutes after injection						
		1	2	3	4	5	6	10
Mean±S.D.	4.23	4.12	4.10	4.10	4.19	4.14	4.17	4.16
	±0.385	±0.411	±0.338	±0.349	±0.419	±0.392	±0.377	±0.337

Table 4. Mean Plasma K⁺ Concentration(mEq/L) after SCC Injection in Electric Burn Patient Group

	Control	Minutes after injection						
		1	2	3	4	5	6	10
Mean±S.D.	4.29	5.03	5.29	5.09	5.12	4.82	4.74	4.53
	±0.584	±1.228	±1.167*	±1.122**	±1.590	±0.770	±0.721	±0.615

* p<0.05 ** p<0.05

4.10±0.349 mEq/L로서 모두 약 0.13 mEq/L로 가장 많은 감소를 보여주었으며 제 5분에서는 4.19±0.419 mEq/L로 약 0.04 mEq/L가 감소해 가장 적은 감소를 보여 주었으나 모두 통계학적으로 유의있는 차이를 볼 수 없었다.

2) 실험군인 전기화상 환자군에서는 이와는 반대로 혈중 K⁺치는 (Table 4, Figure 1) 대조치 (4.29±0.584 mEq/L)에 비해 succinylcholine 주입후 제 2분에서 5.29±1.167 mEq/L로 약 1 mEq/L의 증가를 보여주어 통계학적으로 유의있는 증가를 볼 수 있었고 제 3분에서도 5.09±1.122 mEq/L로 약 0.8 mEq/L의 증가를 보여주어 통계학적으로 유의있는 증가를 보여주었으나 4 및 5분 이후부터는 서서히 감소하여 유의있는 증가를 볼 수 없었다.

고 안

탈분극성 근육 이완제인 succinylcholine의 투여후 일시적인 혈중 K⁺치의 증가에 대하여는 많은 학자에 의해 연구되어 왔는데 Gronert와 Theye¹²⁾는 succinylcholine이 근신경 접합 부위에서 수용체 부위에 작용하여 막간의 전위차를 감소시키고 탈분극 과정에서 Na⁺과 K⁺의 이온 투과력을 증가시키는 것이 원인이라 하였으며 Dripps¹³⁾와 Bourke와 Rosenberg¹⁴⁾는 탈분극으로 인해 손상된 골격근 세포막을 통해 K⁺이 유출되기 때문이라고 하였다.

Tolmie와 Joyce¹⁵⁾, Allan과 Cullen²³⁾등은 특히 화상 환자에 있어서는 succinylcholine 투여후 즉시 K⁺

의 이동이 나타나는데 이것은 근육이 탈분극하는 동안에 일시적으로 세포내액에서 부터 세포외액 속으로 K^+ 의 커다란 유출이 나타나 이런 환자에서는 심한 부정맥 내지는 심정지 까지도 일으킬 수 있으므로 succinylcholine 투여에 세심한 주의를 기울여야 한다고 보고하고 있다.

그리고 Fleming과 Hueston¹⁵⁾ 등은 화상환자에 있어서는 succinylcholine 투여후 기관내 삽관시에 미주신경 자극에 의하여 심한 부정맥 내지는 심하면 심정지까지 온다고 보고하고 있으며 Bush¹⁶⁾는 화상환자에서는 succinylcholine에 대해 민감도가 증가되었고 pseudocholinesterase의 체내 생성이 감소돼 있다고 보고하고 있으며 특히 화상후 제 3주 부터 제 11주 사이에 커다란 감소가 보인다고 말하고 있다.

Lowenstein¹⁷⁾과 Forrest¹⁸⁾는 화상 환자에 있어서는 succinylcholine 투여후에 hypovolemia가 중요한 인자로 작용한다고 말하고 있으며 Minnitt¹⁹⁾는 대부분의 화상환자는 대사성 산증 상태이므로 이것이 succinylcholine 투여후에 중요한 인자로 작용하여 심한 부정맥 내지는 심정지까지 유발한다고 보고하고 있다.

Stone과 Beech²⁰⁾ 등은 척수가 잘린 개에서 succinylcholine 투여후 K^+ 의 일시적인 증가를 관찰 하였고 Paton²¹⁾은 고양이 실험을 통해 succinylcholine 투여후 K^+ 은 골격근으로 부터 유리되며 그 양은 근육 K^+ 함량의 약 1%라고 하였다

그리고 succinylcholine 투여후 혈중 K^+ 치의 증가에 있어서는 Weintraub²²⁾와 Wong²³⁾ 등은 약 30%까지 증가한다고 보고하고 있으며 Dripps¹³⁾ 등은 정상 근육을 가진 개체에서도 혈중 K^+ 치가 0.5 mEq/L 증가한다고 보고하고 Katz²⁴⁾와 Vaughan과 Lunn²⁵⁾ 등은 0.25~0.8 mEq/L 증가한다고 보고하고 있다.

윤등²⁶⁾은 혈중 K^+ 농도의 최고치는 succinylcholine 정주후 20분 및 30분에서 의의있는 상승치를 보여 준다고 하였으나 본 연구에서는 비화상 환자군에선 대조치에 비해 혈중 K^+ 치가 약간 감소한 반면에 전기화상 환자군에서는 succinylcholine 주입후 제 2분에서 약 1 mEq/L로 의의있는 증가를 보여주다가 5분이후 부터는 서서히 감소하기 시작하였다.

Gronert와 Theye¹²⁾는 succinylcholine 투여후 혈중 K^+ 치의 증가는 손상후 5~15일 부터 시작하여 2~3개월 까지 계속된다고 하였고 Upper motor neuron 장애 환자에서는 3~6개월 까지도 나타난다고 보고하고 있으며 본 연구에서도 전기화상 환자군은 손상후 제 12일부터 54일 이내의 환자들로서 여기에 일치하고

있다.

이와같이 본 연구에서는 탈분극 이완제인 succinylcholine 투여후 혈중 K^+ 치의 증가는 통계학적으로 의의있는 변화를 관찰하였으나 Tolmie와 Joyce¹⁾의 연구에서 보여주는 바와같이 현저한 변화를 관찰하지 못하였다.

이것은 비교적 수술전 처치가 충분하여서 그런 결과가 나왔으리라 추측된다. 이와같이 succinylcholine 주입후 혈중 K^+ 치의 일시적인 증가가 나타나는 화상환자를 포함해서 다발성 외상환자, 척수장애 환자, 근위축 및 탈초신경 손상으로 인한 근육 마비 환자등에서는 수술전 처치를 철저히 하고 특별한 이유가 없는 한 기관내 삽관을 위하여는 비 탈분극성 근육 이완제를 사용하는 것이 마취관리에 중요한 점이라고 사료되는 바이다.

결 론

1981년 4월부터 7월까지 한일병원에 입원하여 전신 마취하에 수술을 받은 21~50세 사이의 환자중 미국 마취과학회 분류법에 의한 마취전 전신상태가 Class I 및 2에 속하는 비화상 환자군 12명과 전기화상 환자군 12명을 대상으로 succinylcholine 투여후 나타나는 혈중 K^+ 치를 비교 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 비화상 환자군에서는 대조치 (4.23 ± 0.385 mEq/L)에 비해 succinylcholine 주입후 제 2분 및 제 3분에서 모두 약 0.13 mEq/L로 최고의 감소를 보여 주었으나 모두 통계학적으로 의의있는 차이를 볼 수 없었고 제 1, 4, 5, 6, 및 10분에서도 통계학적으로 의의있는 차이를 볼 수 없었다.

2) 전기화상 환자군에서는 이와는 반대로 대조치 (4.29 ± 0.584 mEq/L)에 비해 succinylcholine 주입후 제 2 및 3분에서 각각 1 mEq/L 및 0.8 mEq/L의 증가를 보여 주어 통계학적으로 모두 의의있는 증가를 보여 주었으며 제 1, 4, 5, 6, 및 10분에서는 통계학적으로 의의있는 증가를 볼 수 없었다.

참 고 문 헌

- 1) Tolmie JD, Joyce TH, Mitchell GD: Succinylcholine danger in the burned patient. *Anesthesiology* 28:467-470, 1967
- 2) Allan CM, Cullen WG, Gillies DMM: Ventricular fibrillation in a burned boy. *Can Med*

- Assoc J 85:432, 1961
- 3) Belin RP, Karleen CI: *Cardiac arrest in the burned patient following succinylcholine administration. Anesthesiology* 27:516-518, 1966
 - 4) Mazze RI, Escue HM, Houston JB: *Hyperkalemia and cardiovascular collapse following administration of succinylcholine to the traumatized patient. Anesthesiology* 31:540-547, 1969
 - 5) Stone WA, Beach TP, Hamelberg W: *Succinylcholine danger in the spinal cord injured patient. Anesthesiology* 32:168-169, 1970
 - 6) Tobey RE: *Paralegia, succinylcholine and cardiac arrest. Anesthesiology* 32:359-364, 1970
 - 7) Cooperman LH, Strobel GE, Kennell EM: *Massive hyperkalemia after administration of succinylcholine. Anesthesiology* 32:161, 1970
 - 8) Gronert GA, Theye RA: *Effect of succinylcholine on skeletal muscle with immobilization atrophy. Anesthesiology* 40:268-271, 1974
 - 9) Gronert GA, Lambert EH, Theye RA: *The response of denervated skeletal muscle to succinylcholine. Anesthesiology* 39:13-22, 1973
 - 10) Tobey RE, Jacobsen PM, Kahle CT, et al.: *The serum potassium response to muscle relaxants in neural injury. Anesthesiology* 37:332-337, 1972
 - 11) Cooperman LH: *Succinylcholine-induced hyperkalemia in neuromuscular disease. JAMA* 213:1867-1871, 1970
 - 12) Gronert GA, Theye RA: *Pathophysiology of hyperkalemia induced by succinylcholine. Anesthesiology* 43:89-99, 1975
 - 13) Dripps RD, Eckenhoff JE, Vandam LD: *Introduction to Anesthesia. 5th ed, Philadelphia, WB Saunders, 1977, p 203*
 - 14) Bourke DL, Rosenberg M: *Changes in total serum Ca^{++} , Na^+ and K^+ with administration of succinylcholine. Anesthesiology* 49:361, 1978
 - 15) Fleming WB, Hueston JT, Stubble JL, et al: *Two episodes of cardiac arrest in one week. Br Med J* 51:157, 1960
 - 16) Bush GH, Graham HAP, Littlewood AHM, et al: *Danger of suxamethonium and endotracheal intubation in anesthesia for burns. Br Med J* 5312:1081, 1962
 - 17) Lowenstein E: *Succinylcholine administration in the burned patient. Anesthesiology* 27:494, 1966
 - 18) Forrest TA: *Report of two cases of cardiac arrest. Br J Anaesth* 31:277, 1959
 - 19) Minnitt RJ: *A note on acidosis. Br Med J* 1:155, 1917
 - 20) Stone WA, Beach TP, Hamelberg W: *Succinylcholine-induced hyperkalemia in dogs with transected sciatic nerves or spinal cords. Anesthesiology* 32:515-520, 1970
 - 21) Paton WDM: *Mode of action of neuromuscular blocking agents. Br J Anaesth* 28:470, 1956
 - 22) Weintraub HD, Heister Kamp DV, Cooperman LH: *Changes in plasma potassium concentration after depolarizing blockers in anesthetized man. Br J Anaesth* 41:1048, 1969
 - 23) Wong KC, Wetstone D, Martin WE, et al: *Hyperkalemia during anesthesia; The effect of d-tubocurarine, gallamine, succinylcholine, thiopental and halothane with or without respiratory alkalosis. Anesth Analg* 52:522-528, 1973
 - 24) Katz B: *Nerve, muscle, and synapse. New York, McGraw Hill, 1966*
 - 25) Vaughan RS, Lunn JN: *Potassium and anesthesiologist. Anesthesiology* 28:118-131, 1973
 - 26) 윤병래, 김익수, 최세진: *Flaxedil-pentothal sodium-succinylcholine 주입후 혈중 K^+ , Na^+ 및 Cl^- 농도의 변화에 관한 연구. 대한마취과학회지* 11:30-33, 1978