

악교정 수술 중 발생한 지연성 악성 고열증의 치료

오승환 · 민승기 · 권경환 · 조필귀 · 송윤강*

원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실, 원광대학교 의과대학 마취과학교실*

Abstract

MALIGNANT HYPERTHERMIA

Sung-Hwan Oh, Seung-Ki Min, Kyung-Hwan Kwon, Pil-Kwy Jo, Yun-Kang Song*

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry,

**Department of Anesthesiology and Pain Medicine, School of Medicine, Wonkwang University*

Malignant hyperthermia is a catastrophic, hypermetabolic syndrome that arises in susceptible individuals when they are exposed to certain inhalational anesthetics or muscle relaxants. It is characterized by hyperthermia, tachycardia, acidosis, and muscle rigidity. It has been noted that the majority of cases of malignant hyperthermia are fatal unless early diagnosis and treatment are performed.

We experienced a 24 year old male Malignant hyperthermia presented for orthognathic surgery under O₂-N₂O-sevoflurane anesthesia without succinylcholine. Two half hours after induction, tachycardia developed and was followed by unstable blood pressure and hyperpyrexia. Anesthesia was terminated and vigorous emergency treatment was attempted.

The patient was treated by the intravenous administration of dantrolene sodium.

The diagnosis of an acute malignant hyperthermia reaction by clinical criteria can be difficult because of the nonspecific nature and variable incidence of many of the clinical signs and laboratory findings. So the malignant hyperthermia clinical grading scale is recommended for use as an aid to the objective definition of this disease. This clinical grading system provides a new and comprehensive clinical case definition for the malignant hyperthermia syndrome.

We recently encountered a case of delayed malignant hyperthermia during sevoflurane anesthesia that was successfully treated by the intravenous administration of dantrolene sodium. In conclusion, exposure to sevoflurane should be avoided in patients thought to be susceptible to malignant hyperthermia.

Key words : Malignant hyperthermia, Sevoflurane, Dantrolene

1. 서 론

악성고열증은 전신마취 중 드물게 관찰되는 임상증후군으로 5분에 1도 정도로 빠르게 체온이 상승하고, 근경직등이 나타나는 사망률이 매우 높은 질환이다. 이것은 마취 약제를 매개로 하여 골격근의 대사가 조절할 수 없을 정도로 급격하게 빠르게 증가하고 심한 횡문근 변형(rhabdomyolysis)을 초래할 수 있다¹⁾. 1960년 Denborough와 Lovell²⁾

에 의해 처음 보고된 후 70%이상이었다 사망률은 최근 더 빠른 진단과 dantrolene의 사용에 의해 5%이하로 감소되었다^{1,3)}. 악성 고열증의 유발인자로는 모든 종류의 휘발성 흡입마취제와 탈분극성 근이완제¹⁾, stress, caffeine⁴⁾, chlorpromazine⁵⁾ 등이 있다.

전격성 악성고열증의 발생빈도는 전체 마취예에서는 250,000예중 1예의 비율로 드물게 나타나나 강력한 흡입마취제와 탈분극성 근이완제를 함께 사용한 경우에는 약

62,000예중 1예의 빈도로 발생한다고 보고되고 있다¹⁾.

구강악안면영역에서는 1969년 Davies 등¹⁸⁾이 하악골 정복술 후 발생한 악성고열증을 처음으로 보고하였다. 국내에서도 1970년 이후에 많은 증례가 보고되고 있으며, 최근에는 그 유발인자, 임상증상 및 생화학적인 변화, 합병증, 치료 및 예후등에 대해 비교적 상세히 알려져 있으나 원인 및 발생기전에 대해서는 아직까지 명확히 규명되지 않고 있다. 악성고열증의 임상증상은 대개 전신마취중 복합적이고 비특이적으로 나타나므로 초기에 정확한 진단을 하기가 매우 어려워 조기 발견에 의한 효과적인 치료를 하기가 어려운 실정이다.

저자들은 전신마취중 succinylcholine을 사용하지 않은 환자에서 유발요인이 sevoflurane 외에는 없었는데도 불구하고 발생한 악성고열증을 경험하였고 알맞은 처치 후에 특별한 합병증 없이 회복되었기에 보고하는 바이다.

II. 증례보고

신장 175cm, 체중 70kg의 24세 남자환자가 하악골 결핍을 주소로 하악지 시상 분할 절단술(BSSRO : bilateral sagittal split ramus osteotomy) 및 이부성형술(genioplasty)를 받기위해 입원하였다. 환자는 의과대학 학생으로 평소 건강하였고, 과거력상 내원 8개월전에 급성충수염으로 전신마취하에 수술을 한 병력을 빼고는 특이사항이 없었으며 가족력상 특이소견도 없었다.

입원당시 혈압은 110/70mmHg, 심박동수는 분당 78회, 호흡수는 분당 20회, 체온은 36.6도였다. 환자의 술전 진찰



Fig. 1. Chest PA. Normal pulmonary vascularities. No abnormal findings in chest wall.

소견과 검사상 전혈구 계산치, 요검사, 출혈 및 응고시간, 혈소판수, 혈청 전해질, 간기능, 신장기능, 흉부 방사선사진, 심전도는 모두 정상소견을 보였다.

마취 전 투약으로는 midazolam 3mg을 수술30분전에 근주하고 ondansetron 8mg을 수술 1시간 전에 경구 투여하였다. 수술실 도착 후 비침습적 혈압측정기, 심전도, 산소포화도 측정기를 거치한 후 감시하면서 18G 말초 정맥도관을 통해 propofol 120mg과 lidocaine 40mg을 주입하고 의식소실을 확인한 후 rocuronium 60mg을 정주한 후 RAE tube로 기관내 삽관하였다. 마취유지는 sevoflurane 2-3vol%, O₂ 2L/min, N₂O 2L/min로 유지하였다.

마취유도시 혈압상승이나 빈맥 그리고 개구장애는 없었으며 양와위를 유지한 채 수술은 시작되었다.

수술시작 후 1시간동안 혈압은 수축기 120-130mmHg, 이완기 70-80mmHg로 유지되었고 맥박수는 분당 80-90회로 유지되었다. 수술1시간이 지나면서 출혈은 1 liter 정도 되었으며 혈압은 그대로 유지되었으나 맥박이 분당 100-110회로 빨라져서 colloid 제제를 투여하였고 맥박수도 정상화되었다가 다시 출혈을 하면서 수술 2시간이 지나면서 혈압은 수축기 100-110mmHg, 이완기 60-70 mmHg로 약간 감소하였으나 맥박은 계속 110회이상을 유지했다. 수술 2시간 30분이 지나면서 맥박이 갑자기 분당 120-130회로 증가하여 동맥혈 가스분석을 시행하였다. 이때 pH는 7.124, 이산화탄소분압은 83.5mmHg, 산소분압은 120.1mmHg, 염기과잉지수(base excess) -2.5 mmol/L였고 검사가 잘못되었나 확인하기 위하여 동맥혈 가스분석을 바로 다시 시행한 결과 pH 7.066, 이산화탄소분압은 103.6mmHg, 산소분압은 104.4mmHg, 염기과잉지수 -1.2mmol/L였다. 이때 환자의 체온은 37.7℃였고 기관내 튜브의 문제인가 확인하기 위하여 수술을 일시 중지시



Fig. 2. Treatment planning of BSSRO, Genioplasty.

키고 ballooning과 튜브위치를 확인하고 suctioning을 시행하고 ventilation을 했으나 특이한 사항을 발견할 수 없었다. 이때 즉시 호기말 탄산가스 분압 측정기를 연결해 감시하고 연속적인 혈압측정을 위해 왼쪽 요골동맥에 도관을 거치하였다. 흡입마취약제는 모두 중지하고 O₂는 10L/min로 과환기 시키면서 시행한 동맥혈 가스분석에서 pH 7.027, 이산화탄소분압 114.4mmHg, 산소 분압은 416.9mmHg, 염기과잉지수 -1.5mmol/L 였으며 체온은 38.5℃였다. 5분후 체온은 39.6℃로 증가했고 동맥혈 가스 분석은 pH 7.015, 이산화탄소 분압은 121.8mmHg, 산소 분압은 465.2mmHg, 염기과잉지수 -0.6mmol/L로 이산화탄소 분압이 계속 증가하는 양상을 보였다. 다시 5분후 측정된 체온은 40.3℃까지 증가했고 악성고열증을 의심하

여 cold saline과 얼음으로 전신 마사지를 시행하면서 수술이 아직 끝나지 않아서 propofol로 정맥마취를 하면서 수술을 진행시키고 dantrolene 40mg을 정맥내 주사하였다.

그리고 sodium bicarbonate 80mEq를 정주하고 5% dextrose water 500ml에 regular insulin 20IU를 섞어 주입하기 시작하였다. 심박수는 계속분당 130회 이상이었기 때문에 esmolol 20mg을 정주했고 심박수는 분당 100회까지 감소하였으나 다시 증가하는 양상을 보였고 처음 정주한 dantrolene 40mg을 준 후 3분정도 후부터 호기말 이산화탄소 분압이 조금씩 감소하는 양상을 보였고 처음 정주한 5분 후 dantrolene 20mg을 추가로 주입하였다. 처음에 dantrolene을 정주한 20분후에 동맥혈 가스분석에서 pH 7.197, 이산화탄소분압은 78.8mmHg, 산소분압은 515.6



Fig. 3. Postoperative Panoramic view. Lt. side fixation under local sedative anesthesia.



Fig. 4. Postoperative 1st day. Chest PA.



Fig. 5. Postoperative 3 months, facial photograph.

mmHg, 염기과잉지수 1.8mmol/L를 보였고 처음에 dantrolene 정주한 35분후 시행한 동맥혈 가스분석에서는 pH 7.404, 이산화탄소 분압은 43.5mmHg, 산소분압은 625.1mmHg, 염기과잉지수 1.9mmol/L를 나타냈다. cold saline과 얼음찜사지는 처음 dantrolene을 정주한 후 25분이 지나서 38.4℃로 감소하여 중지시키고 체온감시만 하게 되었다. 악성고열증이 의심되고 1시간 20분이 지나서 수술은 종료되었고 환자는 의식은 회복하였으나 약간고정으로 인하여 입을 벌릴수가 없어서 완전히 회복될 때까지 기관내 튜브를 유지하기로 하고 그대로 회복실로 이송하였다. 회복실에서 환자는 특별한 증상을 호소하지는 않았으나 나가서 15분 후에 실시한 동맥혈 가스분석상 pH 7.347, 이산화탄소 분압은 51.3mmHg, 산소분압은 208.7mmHg, 염기과잉지수 1.9mmol/L로 다시 이산화탄소분압이 약간 증가되는 소견을 보여 dantrolene 20mg을 추가로 정주하였다. 회복실에서 체온은 36.5-37.2℃로 계속 유지되었고 수술 종료 4시간 후에 시행한 동맥혈 가스분석에서 pH 7.441, 이산화탄소 분압은 42.5mmHg, 산소분압은 165.2mmHg, 염기과잉지수 4.1mmol/L였다. 이때 기관내 튜브는 발관하였고 환자는 완전히 의식을 회복하고 특별한 불편함을 호소하지 않았다.

전신마취 중과 후에 시간경화에 따른 혈청 생화학적 검사 소견(Table 1) 중 악성고열증의 진단지표중 하나인 Creatine phosphokinase는 수술중 증상발현시 123U/L로 정상범위를 보였으나 수술종료 4시간 후에 시행한 검사에서는 316U/L로 증가하였고 술후 1일째에는 347U/L로 조금 더 증가하다가 수술2일째 228U/L로 감소하여 술후 3일째에는 171U/L로 정상범위로 회복되는 경향을 보였다. 수술 중 myoglobin은 212.4ng/ml로 증가된 소견을 보였고 수

술 4시간후에 시행한 검사에서는 149ng/ml로 감소하였고 술후 1일째에는 84.43ng/ml로 감소하고 술후 2일째에는 38.85ng/ml로 정상수치를 회복하였다. 소변의 myoglobin은 술후 5일째까지 지속적으로 검출되었다. 하지만 다른 전해질 검사는 Lactic dehydrogenase(LDH), lactate, AST, ALT등은 계속 정상수치를 보였고 혈당치도 계속정상수치를 보였다. 술 후 1일때부터 환자는 보행을 하고 수술 부위의 통증을 제외하고는 전신 무력감없이 회복이 되었다.

Ⅲ. 고 찰

악성고열증은 체온조절중추의 기능상실 보다는 골격근에 호기성 및 염기성 대사가 상승된 과대사상태이다. 현재까지 밝혀진 생리화학적 원인은 골격근 세포내에서의 칼슘조절기능의 급성장애로 알려져 있다.

악성고열증은 초기의 임상증상이 다양하게 나타나고 고유의 특징적 증상이 없기 때문에 진단이 어려울 수 있다. 임상 증상으로는 탄산가스 배출의 증가, 근육강직, 빈맥, 급성발열, 호흡성 및 대사성 산증, myoglobin 뇨증, 발한, 청색증, 순환부전, 혈액응고장애 등이 있다¹⁴⁾. 이상의 열거된 증상들 중 한 가지 증세만 있다면 악성고열증이 아닌 경우가 대부분이다¹⁹⁾. 본 증례에서는 상기 증상 중 혈액응고장애를 확인할수 없었던 점을 제외하고는 악성고열증을 확신할 수 있는 거의 모든 증상들을 나타내 보였다.

악성고열증의 전형적 증상으로써 체온상승은 5분단 1℃ 이상을 기록하고 동맥혈 가스분석에서 마취중 초기진단에 가장 민감한 탄산가스 분압은 60mmHg 이상을 나타내고 염기과잉 지수는 -5에서 -7mEq/L 이상을 보인다¹⁾.

Table 1. Biochemical findings according to time

Test(Reference)	OP day	#1POD	#2POD	#3POD	#4POD	#5POD	#14POD
Sodium(135-150mEq/L)	145.0	141.5	145.0	145.0	144.8	145.1	144.9
Potassium(3.5-5.5mEq/L)	5.5	4.17	4.4	4.05	4.03	4.11	4.08
Calcium(8.4-10.2mEq/L)	9.57	8.87	8.20	8.57	8.50	8.67	8.49
Phosphorus(2.5-4.5mEq/L)	3.52	4.46	2.40	2.37	2.41	2.54	2.68
Magnesium(1.3-2.2mEq/L)	1.46	1.75	2.27	2.17	2.11	2.01	1.88
CPK(32-187U/L)	316	347	228	171	152	137	126
LDH(100-450U/L)	405	242	260	244	241	226	210
AST(5-35U/L)	23.5	25.2	22.0	17.5	18.6	17.9	17.1
ALT(5-40U/L)	16.9	18.0	20.0	16.4	15.5	16.5	15.5
BUN(8-20mEq/L)	8.85	12.6	19.3	11.0	11.3	10.9	10.4
Cr(0.5-1.3mEq/L)	0.72	0.73	0.63	0.64	0.65	0.61	0.67
Lactate(4.5-19.8mEq/dl)	17.6	9.3	8.6	10.4	10.3	9.8	8.7
Myoglobin(28-72mEq/ml)	212.4	84.43	38.85	31.2	30.8	31.0	29.7
U-myoglobin(0-10mEq/ml)	<21.0	<21.0	<21.0	<21.0	<21.0	<21.0	8.4

모든 종류의 휘발성 흡입마취제는 악성고열증을 일으킬 수 있는데 특히 succinylcholine을 사용한 경우에 발생할 위험이 높다. 하지만 흡입마취제 단독으로도 악성고열증은 발생할 수 있고 이때는 마취유도때 보다는 수술중이나 심지어 수술후에도 발생할 수 있는 것으로 알려져 있다. 본 증례에서는 succinylcholine을 사용하지 않았고 sevoflurane이 유일한 유발약제로 생각되는데 수술시작 2시간 30분이 지나서 발견된 경우이다.

일본에서는 1990년도부터 sevoflurane을 사용하였고 sevoflurane이 악성고열증을 일으킨 유일한 약제로 생각되는데 발생한 4명의 환자에 대한 보고가 있었다⁶⁻⁸⁾. Otsuka 등⁶⁾은 central core disease가 있는 4세된 여아에서 수술시작 20분경부터 발생한 악성고열증을 보고했다. Ochiai 등⁷⁾은 2명의 환자를 보고했는데 1명은 12세 여아로 수술시작 4시간후에 발생한 악성고열증을 보고했고, 다른 한명은 28세 남자 환자로 수술시작 2시간 동안은 isoflurane을 사용하다가 기화기의 고장으로 sevoflurane으로 교체한 후 30분만에 발생한 악성고열증을 보고했다. Maeda 등⁸⁾은 27세된 남자 환자에서 수술시작 25분경에 발생한 악성고열증을 보고했다.

모든 휘발성 마취제가 악성고열증을 유발할 수 있지만 약제에 따라 보고된 악성고열증의 발생시간은 차이가 있다. Wedel 등⁹⁾은 악성고열증에 민감한 돼지에서 halothane은 가장 빠른 20분, isoflurane은 평균 48분, desflurane은 평균 65분후에 노출후 악성고열증이 발생한다고 보고했다.

Snoeck 등¹⁰⁾은 in vitro contracture test를 sevoflurane에 노출시켜 실험을 한 결과 halothane과 비슷한 결과를 보였다고 보고하였다. 따라서 sevoflurane은 그자체만으로도 악성고열증을 유발할 수 있어 악성고열증의 소인이 있는 환자에서는 피해야 한다고 했다.

현재 악성고열증을 진단할 수 있는 방법으로는 미국과 유럽의 몇몇 기관에서 시행하고 있는 골격근 생검 시료의 Halothane-caffeine 수축검사법¹¹⁾과 in vitro contracture test¹²⁾가 있으나 우리나라에서는 시행하기 어려운 문체점이 있다 그 외에 ryanodine 수축반응 검사법이 시도되고 있으나 악성고열증에 대한 특수성은 입증되지 않았고 부수적 진단가치만 첨가되었다¹³⁾. 최근에는 안전하고 비침습적 방법으로 악성고열증 진단을 시도하는 방법으로 인산자기공명 분광법이 소개되어 검사의 특수성과 감수성이 각각 95%와 93%로 높은 신뢰도를 나타냈다고 하였으나 아직 실용화되고 있지는 않다²⁰⁾.

따라서 본 증례에서는 Larach 등¹⁴⁾이 1994년에 발표한 clinical grading scale에 의해 확진을 하게 되었다. clinical grading scale은 6개 과정의 항목과 일곱 번째로는 5개의 다른 항목에 각각 점수를 매겨 악성고열증 여부를 판단

하는 방법으로 50점이 넘으면 악성고열증으로 확진할 수 있고 35-49점이면 아주 가능성이 높은 것으로 생각할 수 있다. 6개 과정의 항목으로는 근강직, 근육 파괴정도, 호흡성 산증, 체온증가, 심장침범에 의한 부정맥 여부, 가족력이 있고, 일곱 번째 항목인 5개 다른 분류에는 동맥혈 염기 과잉정도, 동맥혈 pH, dantrolene 정주 후 대사성과 호흡성 산증의 빠른 회복, 환자 자신의 마취제 노출과 함께 가족력, 빠르게 증가된 혈장 creatine kinase가 있다(Table 2, 3).

본 증례의 경우에서는 근강직은 없었고, 근육파괴는 5점, 호흡성 산증 15점, 체온증가 15점, 부정맥 3점, 동맥혈 PH 10점, dantrolene 정주 후 회복 5점으로 총점은 53점으로 악성고열증에 확실하다고 생각되었다.

본 환자의 경우 수술이 진행중이었기 때문에 흡입마취제 대신 propofol로 지속적 주입을 하였는데 propofol은 실험상 임상농도의 100배를 투여하여도 칼슘이온 유리에 영향이 없어 악성고열증 소인이 있는 환자의 마취에 유용하다는 보고가 있다¹⁵⁾. 그리고 barbiturate와 같은 진정제와 비탈분극성 근이완제는 돼지실험에서 악성고열증의 시작을 늦춘다는 보고가 있다¹⁶⁾. 즉, halothane으로 마취 유도한 돼지에서 악성고열증이 3분안에 유발되었는데 같은 실험돼지에서 thiopental로 먼저 마취유도를 한 후 halothane을 투여하고 pancuronium을 투여한 경우에서 20분 후에 악성고열증이 유발되었다. 환자의 예후를 결정하는 인자로서 증상발현과 dantrolene이 투여되는 시간이 짧을수록 예후는 좋기 때문에 가능하면 빨리 dantrolene을 투여해야 한다¹⁷⁾. Dantrolene의 투여는 2-2.5mg/kg를 빨리 투여하고 증상이 소실될때까지 5분간격으로 총용량이 10mg/kg를 넘지 않게 다시 2-2.5mg/kg를 투여하면 된다.

본 증례의 경우는 권장용량에 못 미치는 40mg을 먼저 정주하였는데 dantrolene을 빨리 용해시키지 못해 2-2.5mg/kg를 바로 주입하지 못했으나 바로 호전반응이 보여 5분후 20mg을 추가로 투여하게 되었다. 회복실을 나가기전까지 총 60mg만을 투여하게 되었으나 환자는 체온도 정상으로 회복이 되고 동맥혈 이산화탄소 농도도 정상으로

Table 2. Scoring Rules for the Malignant Hyperthermia (MH) Clinical Grading Scale.

Raw Score Range	MH Rank	Description of Likelihood
0	1	Almost never
3-9	2	Unlikely
10-19	3	Somewhat less than likely
20-34	4	somewhat greater than likely
35-49	5	Very likely
50+	6	Almost certain

Table 3. Clinical Indicators for Use in Determining the Malignant Hyperthermia(MH) Raw Score

Process	Indicator	Points
Process I : Rigidity	Generalized muscular rigidity(in absence of shivering due to hyperthermia, or during or immediately following emergence from inhalational general anesthesia	15
	Masseter spasm shortly following succinylcholine administration	15
Process II : Muscle Breakdown	Elevated creatine kinase >20,000IU after anesthetic that included succinylcholine	15
	Elevated creatine kinase >10,000IU after anesthetic without succinylcholine	15
	Cola colored urine in perioperative period	10
	Myoglobin in urine >60 μ g/L	5
	Myoglobin in serum >170 μ g/L	5
	Blood/plasma/serum K ⁺ >6mRq/L(in absence of renal failure)	3
Process III : Respiratory Acidosis	PETCO ₂ >55mmHg with appropriately controlled ventilation	15
	Arterial PaCO ₂ >60mmHg with appropriately controlled ventilation	15
	PETCO ₂ >60mmHg with spontaneous ventilation	15
	Arterial PaCO ₂ >65mmHg with spontaneous ventilation	15
	Inappropriate hypercarbia(in anesthesiologist' s judgment)	15
	Inappropriate tachypnea	10
Process IV : Temperature Increase	Inappropriately rapid increase in temperature(in anesthesiologist' s judgment)	15
	Inappropriately increased temperature>38.8 $^{\circ}$ C (101.8 $^{\circ}$ F) in the perioperative period(in anesthesiologist' s judgment)	10
Process V : Cardiac Involvement	Inappropriate sinus tachycardia	3
	Ventricular tachycardia or ventricular fibrillation	3
Process VI Family History (used to determine MH susceptibility only)	Positive MH family history in relative of first degree	15
	Positive MH family history in relative not of first degree	5
Other indicators that are not part of a single process	Arterial base excess more negative than -8mEq/L	10
	Arterial pH < 7.25	10
	Rapid reversal of MH signs of metabolic and/or respiratory acidosis with iv dantrolene	5
	Positive MH family history togetherwith another indicator from the patient' s own anesthetic experience other than elevated resting serum creatine kinase	10
	Resting elevated serum creatine kinase (in patient with a family history of MH)	10

회복되었기 때문에 추가 용량은 주지 않고 회복실에서 다시 동맥혈 이산화탄소 농도가 증가하는 양상을 보여 20mg을 투여하고 다시 정상으로 회복이 되어 추가용량은 투여하지 않게 되었다. 악성 고열증이 환자들마다 조금씩 다른 양상으로 임상증상이 나타나고 치료에 대한 반응도 조금씩 다르기 때문에 환자의 유전자에 대한 검사가 이루어 져야한다고

생각한다. 지금까지 알려진 염색체 1, 3, 7, 17, 19번의 유전자 외에도 다양한 변이들이 존재할 것으로 생각되고 앞으로 여기에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 본다.

요약하면 본 증례는 sevoflurane이 유일한 악성고열증의 유발인자인데 발생하였고 dantrolene으로 합병증 없이 회복된 증례이다.

참고문헌

1. Miller RD : Anesthesia. 5th edition. Gronert GA, Antognini JFm, Pessah IN. pp1033.
2. Denborough MA, Lovell RRH : Anesthetic deaths in a family. [Letter] Lancet 2 : 45, 1960.
3. Ellis FR, Halsall PJ, Christian As : Clinical presentation of suspected malignant hyperthermia during anesthesia in 402 probands. anesthesia 45 : 838, 1990.
4. Allen GC, Larach MG, Kunselman AR : The sensitivity and specificity of the caffeine-halothane contracture test : A report From the North American malignant hyperthermia registry. anesthesiology 88 : 579, 1998.
5. Rosenberg H. Malignant Hyperthermia syndrome. Anesth Anal 56 : 456, 1977.
6. Otsuka, Komura Y, Mayumi T, Yamamura T, Kemmotsu, Mukaida K : Malignant hyperthermia during sevoflurane anesthesia in a child with central core disease. Anesthesiology 75 : 699, 1991.
7. Ochiai R, Toyoda Y, Nishio I, Takaeda J, Sekiguchi H, Fukushima K et al. : Possible association of malignant hyperthermia with sevoflurane anesthesia. Anesth Analg 87 : 425, 1992.
8. Maeda H, Iranami H, Hatano Y : Delayed recovery from muscle weakness due to malignant hyperthermia during sevoflurane anesthesia. Anesthesiology 87 : 425, 1997.
9. Wedal DJ, Gammel SA, Milde JH, Iaizzo PA : Delayed onset of malignant hyperthermia induced by isoflurane and desflurane compared with halothane in susceptible swine. Anesthesiology 78 : 1138, 1993.
10. Snoeck MJM, Gielen A, Tangerman J : Contractures in skeletal patients after in vitro exposure to sevoflurane. Acata Anaesthesiol Scand. Mar;44(3) : 334, 2000.
11. Larach MG : Standardization of the caffeine halothane muscle contracture test. Anesth Analog 69 : 511, 1989.
12. The Europran Malignant Hyperpyrexia Group : A protocol for the investigation of malignant hyperpyrexia (MH) susceptibility. Br J Anaesth 56 : 1267, 1984.
13. Hopkin PM, Ellis FR, Halsall PJ : Comparison of in vitro contracture testing with ryanodine, halothane and caffeine in malignant hyperthermia and other neuromuscular disorder. Br J Anaesth 70 : 397, 1993.
14. Larach MG, Localio AR, Allen GC : A clinical grading scale the predict malignant hyperthermia susceptibility. Anesthesiology 80 : 771, 1994.
15. Pruen BR, Mickelson JR, Roghair TJ : Effect of propofol on Ca²⁺ regulation by malignant hyperthermia - susceptible muscle membranes. Anesthesiology 1274, 1995.
16. Gronert GA, Milde JH : Variations in onset of porcine malignant hyperthermia. Anesth Analg 60 : 499, 1982.
17. Hopkins PM: Malignant hyperthermia: advances in clinical management and diagnosis. Br J Anaesth 85 : 118, 2000.
18. Davies RM Packer KJ : Malignant hyperpyrexia-two case reports. Br J Anaesth 41 : 703, 1969.
19. Larach MG, Rosenberg H Larach DR : Prediction of malignant hyperthermia susceptibility by clinical signs. Anesthesiology 66 : 547, 1987.
20. Payen JF, Bosson JL : Improved noninvasive diagnostic testing for malignant hyperthermia susceptibility from a combination of metabolites determined in vitro with ³¹P-magnetic resonance spectroscopy. Anesthesiology 78 : 848, 1993.

저자 연락처

우편번호 570-711
 전북 익산시 신용동 344-2
 원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
오 승 환

원고 접수일 2005년 1월 13일
 게재 확정일 2005년 4월 6일

Reprint Requests

Sung-Hwan Oh
 Department of OMFS, School of Dentistry, Wonkwang Univ.
 344-2 Shinyong-Dong, Iksan City, Chunbuk, 570-711, Korea
 Tel: 82-63-850-1921 Fax: 82-63-857-4939
 E-mail: omsosh@wonkwang.ac.kr

Paper received 13 January 2005
 Paper accepted 6 April 2005