Halothane 마취중 5%포도당 및 Hartmann 용액 사용시 시간에 따른 혈당농도의 변화

대구 파티마병원 마취과

황 정 한 · 반 종 식 · 민 병 우

=Abstract=

Changes of Blood Glucose Levels by infusion of 5% Dextrose in Water and Hartmann's Solution during Halothane Anesthesia

Jeong Han Hwang, M.D., Jong Seuk Ban, M.D. and Byung Woo Min, M.D.

Department of Anesthesiology, Fatima Hospital, Daegu, Korea

This study was attempted to compare the effects on blood glucose of 5% Dextrose in Water(D₅W) and Hartmann's solution infused during halothane anesthesia. 20 female patients in the state of A.S.A. classification 1 were chosen and divided into 2 groups, i.e. first group D₅W, the second group Hartmann's solution.

Blood samples were collected on the operating table prior to starting I.V. infusion, after 1/2 hour, 1 hour and 1 1/2 hour from the time I.V. infusion started.

Intravenous fluid was administered at 10 ml/kg/hr. Changes of blood glucose levels were as follows. In the group of D₅W, the values of blood glucose were 83.4 ± 13.5 mg% at N.P.O., 198.4 ± 33.6 mg% at 1/2 hour, 245.5 ± 55.6 mg% at 1 hour, and 259.5 ± 40.1 mg% at 1 1/2 hours. In the group of Hartmann's solution, the values of blood glucose were 64.9 ± 9.8 mg% at N.P.O., 93.3 ± 21.9 mg% at 1/2 hour, 99.0 ± 15.6 mg% at 1 hour, and 105.6 ± 24.2 mg% at 1 1/2 hours.

서 론

대상 및 방법

수술을 전후하여 투여하는 수액에는 여러가지 종류가 많이 있고, 병원마다 또 마취과의사의 취향에 따라 각기 다르지만 포도당이 포함된 수액을 투여하는 것은 여러가지 이유로 중요시 되고 있으며, 수술중 일어나는 체액손실과 비기능적 간질조직으로 이동되는 체액의 보충 및 출혈로 인한 손실을 보충하기 위해서는 수액공급이 필수적이며, 특히 당대사는 생체유지에 필요한 에너지의 원천이 되며 당대사의 이상은 생체기능유지에 중요한 장애를 초래하게 된다.

본병원 마취과에서는 Halothane 마취하에서 5%포도당 및 Hartmann 용액을 주입했을 때의 시간에 따른 혈당농도의 변화를 비교 관찰하였다.

31세에서 50세사이의, 미국 마취과학회(A.S.A.) 환자상태 분류에 의한 class 1의 전신상태에 있는 20명의 여자로서(Table 1), 자궁근종(uterine myoma)으로 자궁전적제술(total abdominal hysterectomy)을 시술받는 환자를 대상으로 하였다. 환자는 수술전날 밤 10시부터 수액제의 투여없이 금식하도록 하였으며(수술시작시간 오전 9시 30분), 마취전처치로서 atropine sulfate 0.5 mg, Diazepam 10 mg을 술전 30분에 근육주사하였다. 수술실에 도착하면 먼저 정맥로를 확보함과 동시에 수액전 혈액을 채취하여 혈당의 기준치로 정하였다. 수액은 10 ml/kg/hr로 점적하였으며, pentothal(5 mg/kg), succinyl choline chloride(1

Table 1. 환자 연령 분포

나이	수액 5%포도당 용액 사용	Hartmann 용액 사용	Total
31~35	3	1	4
36~40	2	2	4
41~45	2	4	6
46~50	3	3	6
	10	10	20

Table 2. 5%포도당용액 정맥주사중 혈당농도 변화

No.	0	1/2 hr	1 hr	1 1/2 hr (mg%)
1	76	122	114	205
2	93	192	272	184
3	96	249	330	313
4	84	206	193	230
5	72	221	267	281
6	111	169	229	253
7	80	190	272	259
8	66	190	281	274
8	89	229	260	297
10	67	216	237	299
Mean ±S.D	83.4 ±13.5	198.4 ±33.6	245.5 ±55.6	259.5 ±40.1

p<0.001 p<0.001 p<0.001

Table 3. Hartmann 용액 정맥주사중 혈당농도 변화

No.	0	1/2 hr	1 hr	1 1/2 hr (mg%)
1	62	75	97	98
2	52	122	132	138
3	60	105	96	98
4	79	123	115	149
5	55	100	88	90
6	77	64	83	109
7	78	104	106	122
8	54	60	74	60
9	70	105	102	94
10	62	75	97	98

Mean ±S.D 64.9 ±9.8 93.3 ±21.9 99.0 ±15.6 105.6 ±24.2

p<0.001 p<0.001 p<0.001

Fig. 1. 5%포도당액 정맥주사중 혈당농도변화.

mg/kg) 사용으로 기관내삽관하고, halothane(0.5~1.0%)과 함께 FiO_2 0.5($\text{N}_2\text{O} : \text{O}_2 = 2:1$), 근육이완제(mioblock 0.08 mg/kg) 사용후 호흡기로 조절호흡을 실시하여 전관찰대상에서 동일하게 마취유지하였다. 관찰방법은 5%포도당용액을 점적한 군(Table 2)과, Hartmann 용액을 점적한 군(Table 3)으로 구별하여 수액시작후 30분, 1시간 및 1시간 30분에 수액반 대면 팔에서 혈액을 채취하여 glucose oxidase method¹⁾로 혈당농도를 측정하였다. 수액전 혈당농도를 기준으로 하고 수액시작부터 30분, 1시간, 1시간 30분 경과시에 혈당농도를 얻어 비교 관찰하였다.

성 적

수술환자 20명을 5%포도당용액군 10명, Hartmann 용액군 10명으로 구분하고, 수액전 혈당농도를 얻은뒤 각 용액을 10 ml/kg/hr 로 점적하여 30분후, 1시간 후

및 1시간 30분후의 혈당농도를 얻어 비교한 결과는 다음과 같다.

1) 5%포도당 용액군의 혈당농도

Table 2에서 보는 바와같이 기준치는 83.4 ± 13.5 mg%, 30분후 198.4 ± 33.6 mg%, 1시간후 245.5 ± 55.6 mg% 및 1시간 30분 후에는 259.5 ± 40.1 mg%이었다.

2) Hartmann 용액군의 혈당농도

Table 3에서 보는 바와같이 기준치 64.9 ± 9.8 mg%, 30분후 93.3 ± 21.9 mg%, 1시간후 99.0 ± 15.6 mg% 및 1시간 30분 후에는 105.6 ± 24.2 mg%이었다.

Fig. 2. Hartmann 용액 정맥주사중 혈당농도 변화.

고 찰

정상인의 혈당농도(fasting blood glucose)는 90 mg% (80~110 mg%, 3~4시간 N.P.O.)이며, 많은 양의 탄수화물(carbohydrate)이 포함된 음식을 섭취한 후에도 140 mg% 이상 증가하는 경우는 매우 드물다²⁾.

금식시간, 마취전처치, 마취제 및 수액제 등에 의한 혈당농도의 변화를 조사관찰해 보면, 수술전 6시간에서 17시간 정도이하의 범위의 금식시간에서는 금식시간과 혈당농도와는 아무 상관관계가 없다고 하였으며^{3,4)}, 10시간 금식군(79.58±8.77 mg%)과 15시간 금식군(77.22±14.93 mg%)의 혈당농도를 비교한 보고에서도 금식시간 차이에 관계없이 혈당농도의 큰 변화를 볼 수 없었다고 했는데⁵⁾, 이러한 것은 금식이나, 또는 정맥으로 포도당을 투여치 않았을 때 체내에서는 간장에서 당원분해(glycogenolysis)가 일어나서 충당된다고 믿어지며, 또한 Chaussain⁶⁾은 24시간 동안의 금식에서 혈당농도의 변화에서도 성별 및 연령별 차이가 혈당농도에 어떠한 영향도 미치지 않는다고 했다. 그러나 전등⁷⁾은 12시간 이상 금식된 환자에 있어서는 혈당농도가 현저히 감소되어 처음에 사용할 수액은 반드시 5%포도당이 포함된 용액을 사용해야 한다고 하였으며, 5%포도당용액을 사용할 경우 수액속도에 따라 혈당농도를 현저히 변화시키고, 전해질의 변동과 심한 이뇨작용을 초래함으로써, 체중 1 kg 당 10 ml/hr 이상의 수분공급이 필요한 때에는 포도당이 포함되지 않은 balanced solution으로 대체하여 과혈당으로부터 수반되는 부작용을 방지하여야 한다고 하였다.

마취전 투약제인 atropine 이나 diazepam 의 상용량으로서는 혈당에 미치는 영향이 없고 다른 약제보다 수술전 긴장 또는 불안완화에 우수하다고 하였으며^{8,9)}, Hrubetz¹⁰⁾는 atropine 이 혈당을 감소시키며 투여후 90분에 최대효과를 보인다고 했고, 마약진통제(narcotics)는 인체에 있어서는 전투약제로 사용한 양으로는 혈당을 상승시키는 원인이 되지 않는다고 하였다¹¹⁾. 그러나 Dundee 와 Todd¹²⁾는 morphine 이 hypercarbia 를 초래하므로써 혈당치를 증가시키며, Sollmann¹³⁾도 morphine 이나 meperidine 이 혈당농도를 증가시킨다고 하였으며, Clarke 등¹⁴⁾은 수술전 불안과 긴장이 내분비기능을 변화시켜서 성장 hormone 과 cortisol 같은 insulin 길항제의 분비를 촉진시켜 일시적인 당뇨병적 상태를 보인다고 했다. 또 Metha⁸⁾, 김등¹⁵⁾은 대부분의 전처치 약물은 혈당을 높인다고 했으며 서등¹⁶⁾도 여러가지 마취 유도제를 사용하여, 정도의 차이는 있으나 혈당의 상승을 보았으며 이는 수술전 심적불안과 외과적 조작등으로 교감신경을 흥분시켜 포도당에 대한 insulin 작용을 억제시키므로써 초래된다고 했다.

Diethyl ether 는 당원분해 과정을 촉진시키며 insulin 내성을 유도하여 포도당의 조직내 흡수를 억제하여 혈당이 상승하며¹⁷⁾, Greene¹¹⁾은 ether 마취가 직접적으로는 ether 자체가 insulin 의 효과나 작용을 억제할 것으로 생각하였고 간접적으로는 교감신경작용으로 간에서 당원분해가 증가되며, 다른 원인으로는 ether 마취시 혈중 corticosteroid 의 상승이 일어나며 이는 부신피질자극에 의한 것으로 생각하였으며 이로 인하여 간에서 aminoacid 로부터 glucose 합성을 촉진하고, 한편으로 세포에서 glucose 의 이용도를 감소시키므로 혈당량의 증가가 생긴다고 하였다. 또 Heneman¹⁸⁾은 마취 첫 시간에 혈당을 약 90% 증가시켰다고 보고하였으며 이는 ether 가 포도당의 세포내 전위과정을 장애해서 온다고 하였고, Hakim 과 Moss¹⁹⁾는 diethyl ether 로 마취하는 동안 뇌에서 당분대사 과정에 장애가 있다고 하였다. 그러나 Cullingford²⁰⁾는 비록 diethyl ether 가 많은 동물실험에서 혈당을 상승시킨다고 하나 인체에서는 혈당을 상승시키지 않는 것으로 사료된다고 했으며, Oyama 와 Takasawa²¹⁾는 45분간에 걸친 ether 마취동안에 점차적으로 현저한 혈당의 상승을 발표하였다.

halothane 은 신경외과 수술동안에는 과혈당증이 일어나지 않음을 발견했으나²²⁾, Greene¹¹⁾은 경한 과혈당증을 보고했으며, Gella 등²³⁾은 halothane 마취가 당

대사에 미치는 영향에 관해서는 확실치 않으며 수술전 투약, 호흡상태등에 따라 약간의 혈당상승이 일어날 수 있다고 하나 glucose 섭취의 저하로 인한 저혈당증을 초래한다고 했으며, Yoshimura 등²⁴⁾은 ether 마취시 혈당농도가 의의있게 상승했으나 halothane 마취시는 혈당치의 변화가 거의 없었다고 하였으며, Merin²⁵⁾은 halothane 마취동안에 혈당치가 통계학적으로 유의하게 상승했다고 하였다. 또 Lowenstein 등²⁶⁾은 열기성 대사가 없는한 유산염(lactate)이나 조성포도산염(pyruvate)의 변화가 적으므로, Halothane 마취는 혈당량의 변화에는 큰영향을 미치지 않는다고 하였으나 halothane 자체가 심기능 및 교감신경 억제작용이 있기 때문에 insulin의 작용, glucagon 감소나, glucose 이용도를 감소시킬 수 있다고 말했으며, Heath²⁷⁾는 halothane 마취유도시는 당원분해로 혈당량의 상승이 일어난 후 마취 2시간 후는 insulin의 상승이나 insulin 내성(resistance)이 생겨 오히려 혈당량의 변화가 생긴다고 하였고, 구동²⁸⁾은 동물실험에서 ether, halothane 마취시 마취유도에 해당되는 5분 및 15분에 혈당량이 증가하는 경향을 나타내었다가 30분, 60분에는 마취전 혈당농도로 돌아오는 경향을 보인다고 했다. 이와같이 halothane의 혈당에 미치는 영향에 대해서는 아직도 확실한 정설이 성립되지 못하고 있다.

Oyama 등²⁹⁾은 수술을 하지않고 enflurane 마취만으로 혈당이 상승하지 않는다고 했으며, Clarke¹⁴⁾는 수술에 의한 과혈당반응은 수술시간과 수술조작에 의한 자극의 정도에 비례된다고 했으며, Cullingford²⁰⁾는 척추마취나 경막의마취하에서 수술조작 동안에는 혈당의 큰 변화가 없다고 했으며, 척추마취나 경막의마취는 탄수화물대사에 전혀 영향을 주지 않으며 당뇨병환자의 대부분의 수술조작에는 국소마취가 유용하다고 하였고, Oyama³⁰⁾는 척추마취하에서 정상범위 내이지만 평균혈당치의 유의한 상승을 보고하고 있다.

다음에 수액제에 대해 조사해보면 수액은 보통 유지형, 치환형 및 특별형으로 구분하며^{31,32)}, 수술실 내에서 많이 사용되는 수액은 5% Dextrose in Water, 5% Dextrose in lactated Ringer, Hartmann액 및 Rheomacrodex 등이며 최근에는 5% maltose in Lactated Ringer's solution³³⁾ 및 Elitol 등³⁴⁾도 소개되어 있다.

수술전후에 glucose를 투여함은 체내에서 간의 glycogen의 감소를 막아주며 일일대사량의 일부열량을 보충시켜 단백질 소모로 인한 negative nitrogen balance를 방지하며, 지방산의 동원도 방지해 준다³⁵⁾. 수

술을 계획하고 있는 환자는 대체로 8~20시간의 금식 상태에 있으므로 현저한 혈당의 감소를 초래하게 되므로 5%포도당액을 사용하여 저혈당증을 예방해야 하며, 저혈당증이 있는 경우 간과 뇌실질이 무산소증에 대한 저항성을 현저히 감소시키고, halothane을 마취제로 사용한 경우 간염(hepatitis)발생의 빈도가 높다고 하였다³⁶⁾. 금식시간 동안에는 통상 70 kg의 남자에서 하루평균 80 gm의 체단백이 소실되는데 만약 dextrose를 100 gm 혹은 그이상 투여시에는 단백소실이 반으로 감소한다. 그러므로 환자가 금식상태이면 하루 100~150 gm의 dextrose를 주입해야만 한다. 이렇게하면 340~510 kcal의 열량을 공급해 주는것이 되는데(1 gm hydrous dextrose는 3.4 kcal 열량발생) 이것은 5% 용액으로 환산하면 2,000~3,000 ml에 해당된다. 즉 5%포도당액을 하루에 3,000 ml 주입한다면 포함된 포도당은 150 gm 이고, 하루 필요한 최소 caloric가 2,000 kcal 이라면 그중 45%가 탄수화물로 공급되어야 하므로(보통 protein 15%, fat 40%, CHO 45%) 900 kcal가 되는 셈이다.

dextrose 150 gm이 완전 연소되면(1 gm CHO가 4 kcal 생성) 600 kcal를 공급할 수 있다는 계산이 되는데, 실제로 있어서는 5%포도당용액 1,000 ml로부터 생성되는 열량은 단지 170 kcal에 불과하다고 한다. 다시 말하면 포도당용액만으로는 수술환자가 요구하는 caloric를 보급해 줄 수는 없고, 하루 100~200 gm의 포도당으로는 단지 수술환자의 ketoacidosis를 방지하는데 만족할 정도라고 보고하고 있고 이런 경우에 caloric를 증가시키기 위하여 대량의 포도당을 공급한 다든지 10% 포도당용액을 사용하면 과혈당증으로 당뇨와 현저한 침투성이뇨(osmotic diuresis)를 초래하고 더이상의 열량을 얻지는 못한다^{2,37,38)}. 종합해 보면, 금식환자에서 일일기초대사량의 45%을 탄수화물로 부터 얻기 위해서는 glucose 100~200 gm이 필요하게 되는데⁷⁾ 이보충을 위해서 모두 2,000~4,000 ml나 되는 5%포도당용액만으로 보충할 수는 없고, 수분과 열량공급이외에 전해질도 동시에 공급해 주도록 하여야한다. 이같이 저혈당증을 우려하여 방지내지 치료하는 것이 중요한 반면에 과혈당증으로부터 수반되는 부작용 역시 중요한 사실이다. 마취시 사용하는 5%포도당용액의 수액속도에 따라 혈당농도의 변화가 상당히 심하며 체액분포와 전해질의 변동을 가져오게 되며³⁷⁾, 5%포도당용액을 과다사용할 경우 탈수증, 수분중독증 및 Na, K, 결핍증등을 초래할 수 있으며 또 당뇨병을 악화시키고, 당뇨병성혼수(Diabetic coma)를

유발할 가능성도 있다. 20시간 금식의 경우(특히 영양 실조가 심한 노인의 경우) 혈당치가 40 mg%로 떨어졌으며, 금식기간이 10시간 이상된 경우에는 대부분 혈당이 정상이하로 저하된 것을 발견할 수 있고, 5% 포도당용액을 10 ml/kg/hr 로 주입하여 한시간 경과 후에는 현저히 증가되어 혈당농도가 최저 200 mg%에서 465 mg%의 결과의 보고도 있으며⁷⁾, Fieber⁸⁾의 혈당보고에 의하면 7~35 ml/kg/hr 로 5% dextrose in lactated Ringer's solution 을 주었을 때 혈당농도가 200~800 mg%이었다고 하였으며, 김동⁹⁾은 Lactated Ringer's solution 을 5 ml/kg/hr 와 10 ml/kg/hr 로 1시간 주입한 후 혈당농도는 96 ± 12 mg%, 97 ± 14 mg%이었고, 5% dextrose in lactated Ringer's solution 을 주입했을 때는 165 ± 20 mg%, 220 ± 14 mg%이었다고 보고하였으며 정동¹⁰⁾은 5% 포도당 용액을 10 ml/kg/hr 로 주입했을 때 1시간에는 205 ± 36 mg%, 2시간에서 273 ± 65 mg%, 및 3시간에는 316 ± 63 mg%이었으며, 5% dextrose in lactated Ringer's solution 주입시는 1시간, 2시간 및 3시간에서 각각 255 ± 49 mg%, 285 ± 54 mg% 및 292 ± 78 mg%이었다고 하였다. 본병원에서 관찰한 결과를 보면 5%포도당 용액을 10 ml/kg/hr 로 주입했을 때 30분후, 1시간 후 및 1시간 30분 후에서의 혈당농도는 각각 198.4 ± 33.6 mg%, 245.5 ± 55.6 mg% 및 259.5 ± 40.1 mg%이었고, Hartmann's solution 을 주입했을 때는 30분후, 1시간후 및 1시간 30분후에서 각각 93.3 ± 21.9 mg%, 99.0 ± 15.6 mg% 및 105.6 ± 24.2 mg% 을 나타내었다.

결 론

20명의 여자환자에서 halothane 마취하에 5%포도당 용액 및 Hartmann 용액을 10 ml/kg/hr 로 주입했을 때의 시간에 따른 혈당농도변화를 관찰하였든 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 5%포도당용액 주입군에서는 30분, 1시간, 1시간 30분후에서 혈당농도가 각각 198.4 ± 33.6 mg%, 245.5 ± 55.6 mg% 및 259.5 ± 40.1 mg%이었고 기준치로 부터의 증가율은 각각 137.9%, 194.4% 및 211.2%로 현저한 상승을 나타내었다(Table 2, Fig. 1).

2) Hartmann 용액 주입군에서는 30분, 1시간, 1시간 30분후에서 혈당농도가 각각 93.3 ± 21.9 mg%, 99.0 ± 15.6 mg% 및 105.6 ± 24.2 mg%이었고, 기준치로부터의 증가율은 43.8%, 52.5% 및 62.7%로 유의있는 혈당농도의 상승을 나타내었다(Table 3, Fig. 2).

장시간 동안의 혈당농도 변화를 관찰 비교하지 못했던 것이 아쉬운 점이었다.

참 고 문 헌

- 1) Norbert W. Tietz: *Textbook of clinical chemistry*. 1986, p787
- 2) Guyton: *Textbook of medical physiology*. 7th ed, 1986, p817, 861, 929-934
- 3) Graham IFM: *Preoperative starvation and plasma glucose contentration in children undergoing outpatient anesthesia*. *Br J Anesth* 51:161, 1979
- 4) Watson BG: *Blood glucose levels in children during surgery*. *Br J Pnesth* 44:712, 1972
- 5) 장배호, 조영호, 홍정길의: 마취전 금식기간에 따른 혈당치 및 혈액가스 분석치의 변화. 대한마취과학회지 15-1:36-41, 1982
- 6) Chaussain JL: *Glycemic response to 24 hour fast in normal children with ketotic hypoglycemia*. *J Pediat* 82:438, 1973
- 7) 전재규, 정정길: 5%포도당수액중 혈당농도측정과 인체에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 대한마취과학회지 6-2:165-169, 1973
- 8) Metha S: *The influence of premedication with diazepam on the blood sugar level*. *Anesth* 26:468, 1971
- 9) 박정준: 마취전투약제 diazepam 이 혈당에 미치는 영향. 조선의대 종합논문집 1:55, 1974
- 10) Hrubetz MC: *The blood sugar level abter administration of pirocarpine, atropine and acetylcholine*. *Ane J Physiol* 114:551, 1963
- 11) Greene NM: *Inhalation anesthetics and carbohydrate metabolism*. Baltimore, Williams and Wilkins, 1963, p28-31
- 12) Dundee JW, Todd UW: *Clinical significance of the effects of thiopentone and adjuvant drugs on blood sugar and glucose tolerance*. *Br J Anesth* 30:77, 1958
- 13) Sollmann T: *Manual of pharmacology*. 8th ed, 1957, p293
- 14) Clarke RSJ: *The influence of anesthesia with thiopentone and propanidid on the blood sugar level*. *Br J Anesth* 40, 1968

- 15) 김난숙: *The effects of premedicants on the blood sugar level.* 고려의대논문지 14-1:263, 1977
- 16) 서윤호: 각종 마취제와 수술이 혈당에 미치는 영향. 고려의대논문집 16-1, 1978
- 17) 김준호, 김 운, 이정은의: 저혈당증 환자의 마취 1에 보고. 대한마취과학회지 11-4:403, 1978
- 18) Heneman DH, Vandan LD: *Effect of epinephrine, insulin, tolbutamide on carbohydrate metabolism during ether anesthesia.* Clin Phar Ther 1:694-702, 1960
- 19) Hakim AM, Moss G: *The effect of ether anesthesia on cerebral glucose metabolism.* Anesth 40:261-267, 1974
- 20) Culling Ford OWJ: *The blood sugar response to anesthesia and surgery in Southern Indians.* Br J Anesth 40:46, 1966
- 21) Oyama T, Takasawa T: *Effects of diethyl ether anesthesia and surgery on carbohydrate and fat metabolism in man.* Canad Anesoc J 18:347, 1971
- 22) Hunter AR: *Halothane and blood Sugar.* Br J Anesth 31:490, 1959
- 23) Gella SJ, Wilson EP: *Hexos metabolism during halothane anesthesia in dogs.* Anesthesiology 25:96, 1964
- 24) Yoshimura N, Kodama K, Yoshitake J: *Carbohydrate metabolism and insulin release during ether and halothane anesthesia.* Br J Anesth 43:1022, 1971
- 25) Merin RG, Samuelson PN, Schalch DS: *Major inhalation anesthetics and carbohydrate metabolism.* Anesthesia and Analgesia 50:4, 1971
- 26) Lowenstein E, Clark JD, Villareal Y: *Excess lactate production during halothane anesthesia in man.* JAMA 190:110, 1964
- 27) Heath OF, Fray NK, Rose JG: *Effects of halothane on glucose, metabolism after injury in the rat.* Br J Anesth 50:899, 1978
- 28) 구본업, 김병권: 흡입마취가 가토의 혈당량에 미치는 영향. 대한마취과학회지 14-1:20-25, 1981
- 29) Oyama T, Matsuki A, Kudo M: *Enflurane anesthesia and surgery on carbohydrate and fat metabolism in man.* Anesthesia 27:179, 1972
- 30) Oyama T, Matsuki A: *Effects of spinal anesthesia and surgery on carbohydrate and fat metabolism in man.* Br J Anesth 42:723, 1970
- 31) Giesecke AHJr: *Perioperative fluid therapy with crystalloids.* Anesthesia 1981, p865
- 32) Berry FA: *Fluid therapy in the pediatric patient.* Weekly anesthesiology update 2(11):, 1979
- 33) 김경환, 장태호: 수술중 사용한 5% maltose in lactated Ringer's solution이 혈당치와 pH에 미치는 영향. 대한마취과학회지 18-2:165-168, 1985
- 34) 정경길, 전재규: Elitol® 및 D₅/W, D₅/LR 수액에 따른 혈당치의 변화. 대한마취과학회지 19-2: 149-156, 1986
- 35) Ahlgren EW: *Rational fluid therapy.* A.S. A. annual refresher course lectures, 1978, p208
- 36) Corssen G, Sweet RB: *Effects of halogenated anesthetic agents on selectively starved cultured human liver cells.* Ane and Analg 46:575, 1967
- 37) Fieber WW, Jones: *Intraoperative fluid therapy with 5% dextrose in lactated Ringer's solution.* Anesth and Analg 45(3), 1966
- 38) Emanuel Goldberger: *A primer of water, electrolyte and acid base syndromes.* 7th ed, 1986, p353