전신마취와 경막외 마취에 따른 체온변화의 비교

한림대학교 강남성심병원 마취과학교실

박 지 애 · 정 미 화 · 원 입 수

- Abstract -

A Study in the Comparison of Body Temperature Change between General Anesthesia and Epidural Anesthesia

JI-Ae Park, M.D., Mi-Hwa Chung, M.D. and Rim-Soo Won, M.D.

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

Background: Core hypothermia after induction of anesthesia results from an core-to-peripheral redistribution of body heat and a loss of body heat to environment. The purpose of this study is finding body temperatures during operation by either general of epidural anesthesia and evaluates content of total body heat.

Methods: We measured tympanic membrane temperature, 4 point skin temperature (mid calf, mid thigh, upper extremity, nipple). And we calculate mean skin temperature, mean body temperature, total body heat content changes based on tympanic membrane temperature and 4 point skin temperature.

Results: Tympanic membrane temperature of the first group decreased significantly after 10 minutes of induction($P < 0.005$), the second group decreased after 45 minutes of induction. Although upper extremity temperature has continuously increased as time passed, there was no significant difference in both group. Lower extremity temperature has significantly increased after 30 minutes of induction in the first group, and the second group has significantly increased after 10 minutes of induction($P < 0.05$). Mean skin temperature has decreased temporarily in both group after 10 minutes of induction and increased as time passed. Mean body temperature of the first group has significantly decreased after 10 minutes of induction($P < 0.05$) and second group has no significant changes. Total body heat content has continuously decreased after induction with no significance.

Conclusions: General anesthesia reveals more significant decrease than epidural anesthesia. Both groups show significant decrease of body temperature after induction. We think that we need to close attention to temperature changes after induction for preventing possible side effects due to core hypothermia. (Korean J Anesthesiol 1997; 33: 477~484)

Key Words: Anesthesia: general, epidural. Temperature: heat loss. Skin: temperature.

서 론

마취중 환자의 체온변화는 수술실 내의 환경적

논문접수일: 1997년 5월 6일

요인과 마취제에 의한 혈관확장, 폐환기에 의한 열 손실, 체온조절기능저하, 열의 재분포, 낮은온도의 수액투여 등이 원인으로 알려져 있다¹⁾.

마취유도후 발생하는 저체온은 중심체온(core temperature)이 36°C 이하인 경우로 전신마취 후 첫 1시

간 동안 1~2°C 감소하며, 그 이후 3~4시간동안은 서서히 감소하게 되는데, 이러한 중심체는 저하한 마취제에 의한 혈관확장으로 체열이 신체중심내부에서 말초부위로 재분포되는 것과 주위환경으로의 열손실에 의해 초래된다²⁾.

저자들은 전신마취와 경막외 마취하에 수술을 받은 환자들의 각 마취에 따른 수술 전후의 고막온도 변화와 말초부위(상지와 하지)의 체온변화, 그에 따른 평균피부온도변화(mean skin temperature), 평균 체온변화(mean body temperature), 총체내열량(total body heat content)변화 등을 관찰하여, 각 변화량의 마취에 따른 차이를 비교연구하고 총체내 열량 소실량에 대한 중심체온의 감소에 소모되는 열량의 비율 즉 저체온 발생시 체열의 재분포 정도를 평가하고자 본 연구를 시행하였으며, 그 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

본원에서 계획수술이 예정된 전신상태가 양호하고 체중과 조직의 특이성(specificity)이 일정한 20~40세 성인 남자로서 미국 마취과학회 신체등급 1, 2 급에 속하며, 수술부위와 수술시 조작이 마취중의 체온변화에 영향을 미칠 수 있으므로 과다한 식염수 세척이나 수혈을 시행하지 않는 하반신 부위 수술을 받는 환자를 대상으로 이들을 무작위로 선택하여 두 군으로 나누어 제 1 군은 전신마취, 제 2 군은 경막외 마취를 시행하였으며, 각 군은 20명씩으로 하였다. 모든 대상환자들의 마취전 일반 혈액학적 검사, 흉부 X-선검사, 심전도검사, 소변검사, 간기능 검사, 혈액응고 검사 등은 정상범위내였고, 그 외에 특이할 만한 가족력이나 이학적 소견은 관찰할 수 없었다. 환자와 보호자에게 체온측정을 위해 고막주변 및 말단 부위 피부체온 측정을 위해 탐사침(temperature sensor EH 439 probe, Siemens, Germany)거치에 대해 설명하였다.

마취 전처치제로 제 1 군에서는 glycopyrrolate 0.2 mg과 droperidol 5 mg을, 제 2 군에서는 droperidol 5 mg를 마취유도 1시간 전에 근육주사하였다. 환자가 수술실에 도착하면, 마취유도 전 18게이지 바늘로 정맥로를 확보하고, 수술실 실온에서 보관된 lactated Ringer's액을 제 1 군에서는 4 mg/kg/hr의 속도로 투

여하였고 제 2 군에서는 경막외 마취 시행전 500 ml를 전투여시키고 마취유지중 2 mg/kg/hr의 속도로 투여하였다. 맥박산소포화도측정기(pulse oximeter, DS 100A, siemens, Germany)와 심전도를 부착시키고, 비침습적 혈압측정기(Siemens, Germany)를 사용하여 맥박과 혈압을 측정하여 동맥혈 산소포화도(SaO₂)는 마취기간동안 98% 이상, 혈압과 맥박은 기준치의 20%내가 되도록 유지하였다. 그리고 고막주변의 탐사침을 이용하여 고막온도와, 피부탐사침을 이용하여 장딴지 중간부위의 외측(lateral aspect of mid calf), 대퇴부 중간부위의 배측(ventral aspect of mid thigh), 상지의 외측, 유두부위 등에 테잎을 이용하여 같은 압력으로 부착시킨 다음 지정된 4곳의 피부온도를 측정하였다. 체온 측정시 양 군 모두에서 수술실 온도는 19~25°C, 습도는 50~55%로 유지시켰으며, 수술실 온도에 큰 변화는 없도록 하였다.

제 1 군의 마취 유도는 2.5% thiopental sodium 5 mg/kg을 정주하여 안검반사가 소실된 후 succinylcholine chloride 1 mg/kg을 정주하고 기관내 삽관을 실시하여, enflurane(1.5-2vol%)·N₂O(2 L/min)-O₂(2 L/min)을 반폐쇄식 순환회로를 통해 흡입시켰고, 근육이완제로는 vecuronium bromide 0.1 mg/kg을 투여하였다. 제 2 군은 투오이 주사바늘(Tuohy needle) 17 게이지를 이용하여 제 3, 4요추간에서 저항소실법으로 경막외강을 확인하여 2% lidocaine 10 ml, 0.5% bupivacaine 10 ml를 투여하고, 지속적인 약물투여를 위해 카테테르를 삽입하였다. 경막외 마취후 감각소실 차단범위는 T8에서 T10에 도달하였다. 마취유도 후 전율(shivering)은 산소소모에 관계되므로 fentanyl 50~100 mcg을 정주하여 최소화하였다. 체온의 측정은 마취유도 전과 마취유도직후, 10분, 20분, 30분, 45분, 60분후에 각각 시행하였으며, 마취유도 전의 체온을 대조치로 하였다. 또한 마취유도 전과 유도직후 체온측정시 환자의 전신에 포를 덮었고, 10분 후부터는 포가 덮혀진 상태로 통일하였다.

두 군 각각의 고막온도, 상지와 하지의 온도를 측정하여 Ramanathan³⁾의 공식을 이용하여 평균피부온도(mean skin temperature; MST); $MST = 0.3(\text{nipple} + \text{arm}) + 0.2(\text{thigh} + \text{calf})$ 를 산출하고, 이를 근거로 평균체온(mean body temperature; MBT); $MBT = (0.66 \times TMT) + (0.34 \times \text{구한다})$ ⁴⁾ 또한 Burton⁵⁾의 공식을 이용하여 각 시간대의 총 체내 열량(KJ)=mean body temperature×

specific heat of body $\times$ mass = MBT $\times$ 0.83 $\times$ 4.18 $\times$ weight
을 구하여 열 손실량을 산출한다.

실험중 관찰치의 통계학적 감정은 Student t-test를 이용하였으며, 각 군내에서는 paired T test를 두 군 사이에서는 unpaired T test를 이용하여 비교하였고, $p < 0.05$ 를 유의있는 것으로 간주하였다.

연구결과

1) 환자의 연령 및 체중

제 1 군의 환자들은 평균 연령 31.2세, 평균 체중은 63.5 kg, 제 2 군의 환자들은 평균 연령 34.2세, 평균 체중 62.3 kg으로 두 군간의 차이는 없었다 (Table 1).

2) 고막온도의 변화

제 1 군의 고막온도는 마취유도시 $36.57 \pm 0.25^\circ\text{C}$ 에서 $36.36 \pm 0.22^\circ\text{C}$ 로 0.21°C 감소되었고, 10분후는

$36.14 \pm 0.29^\circ\text{C}$ 로 0.43°C 감소되고, 60분후는 $35.82 \pm 0.27^\circ\text{C}$ 로 0.75°C 감소되어 10분후부터 대조치에 비해 의미있게 감소하였고($P < 0.005$), 제 2 군의 경우는 마취유도시 $36.57 \pm 0.34^\circ\text{C}$ 에서 $36.37 \pm 0.38^\circ\text{C}$ 로 0.2°C 감소되고, 시간이 경과됨에 따라 45분후에 $36.10 \pm 0.46^\circ\text{C}$ 으로 0.47°C 감소되고, 60분후에는 $36.20 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 로 0.37°C 감소되어 45분후부터 통계학적으로 유의있는 감소를 보였다($P < 0.05$). 두 군 모두에서 마취유도후 60분에 통계학적으로 유의있는 변화를 보였다($P < 0.05$)(Fig. 1).

3) 평균 피부온도의 변화

제 1 군의 경우 대조치인 $33.05 \pm 0.67^\circ\text{C}$ 에 비해 마취유도 60분후에는 $33.54 \pm 0.75^\circ\text{C}$ 로 0.49°C 의 증가가 있었으나 통계적 의의는 없었다. 제 2 군의 경우 대조치는 $33.40 \pm 0.6^\circ\text{C}$, 마취유도 45분후는 $34.17 \pm 0.83^\circ\text{C}$ 로 0.77°C 증가, 마취유도 60분후는 $34.22 \pm 0.79^\circ\text{C}$ 로 0.82°C 증가하였고, 마취유도 45분 후부터 통계적 의의 있는 변화를 나타냈다($P < 0.05$). 마취유도 10분후부터 두 군간에 유의있는 차이를 나타냈다($P < 0.05$) (Fig. 2).

4) 평균체온의 변화

제 1 군은 대조치가 $35.37^\circ\text{C} \pm 0.33^\circ\text{C}$ 로 마취유도시부터 감소하여 마취유도 10분후에 $35.02 \pm 0.33^\circ\text{C}$, 60분후에 $35.04 \pm 0.29^\circ\text{C}$ 로 마취유도 10분 후부터 통계적으로 의미있게 감소되었다($P < 0.05$). 제 2 군은 마

Table 1. Patients' Characteristics

	Group I	Group II
Age (years)	31.20 ± 7.94	34.16 ± 8.84
Weight (Kg)	63.50 ± 7.53	62.34 ± 10.82

All values are Mean $\pm$ SD. Group I- General anesthesia
Group II- Epidural anesthesia

Fig. 1. The changes of tympanic membrane temperature (TMT) during general anesthesia(Group I) & epidural anesthesia (Group II). *: $P < 0.05$ compared with control value. #: $P < 0.05$ compared with each other. Control: pre induction. Induction: At induction. 10min: 10 min after induction.

Fig. 2. The changes of general anesthesia(group I) and epidural anesthesia(group II) on the mean skin temperature(MST). #: $P < 0.05$ compared with each other. Control: pre induction. Induction: At induction. 10min: 10 min after induction.

취유도 60분 후에 대조치인 $35.49 \pm 0.26^\circ\text{C}$ 에서 $35.27 \pm 0.25^\circ\text{C}$ 로 0.22°C 감소되었으나 통계학적 의미는 없었다.

이 두 군은 마취유도 10분후부터 통계학적으로 유의있는 차이를 보였다($P < 0.05$)(Fig. 3).

5) 상지 체온의 변화

상지 체온은 두 군 모두에서 마취유도시 증가되었다가 마취유도 10분후 감소되었으나 점차 증가되는 양상을 볼 수 있었다. 제 1 군은 대조치 $33.24 \pm 0.65^\circ\text{C}$ 에서 마취유도 60분후 $33.57 \pm 0.76^\circ\text{C}$ 로 0.29°C 증가, 제 2 군은 대조치 $33.85 \pm 0.75^\circ\text{C}$ 에서 마취유도 60분후 $34.2 \pm 0.81^\circ\text{C}$ 로 0.35°C 증가되었으나 통계학적 의미는 없었으며, 제 2 군에서 더 큰 상지체온 증가가 있었다(Fig. 4).

Fig. 3. The changes of general anesthesia(group I) and epidural anesthesia(group II) on the mean body temperature(MBT). *: $P < 0.05$ compared with control value. #: $P < 0.05$ compared with each other. Control: pre induction. Induction: At induction. 10min: 10 min after induction.

Fig. 4. The changes of upper extremity(U/E) temperature during general anesthesia(group I) & epidural anesthesia(group II).

6) 하지 체온의 변화

제 1 군은 대조치가 $32.78 \pm 0.79^\circ\text{C}$, 마취유도 30분 후 $33.33 \pm 0.70^\circ\text{C}$ 로 0.55°C 증가, 마취유도 45분후는 $33.42 \pm 0.76^\circ\text{C}$ 로 0.65°C 증가되었으며, 60분후에는 $33.50 \pm 0.84^\circ\text{C}$ 로 0.73°C 증가하였는데 마취유도 30분후부터 통계학적으로 유의있는 변화가 있었다($P < 0.05$).

제 2 군은 대조치가 $32.99 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 마취유도 10분후는 $33.76 \pm 0.65^\circ\text{C}$ 로 0.76°C 증가되었고 60분후는 $34.24 \pm 0.78^\circ\text{C}$ 로 1.25°C 증가되었는데 마취유도 10분후부터 통계학적 의미가 있는 변화가 있었다($P < 0.05$)(Fig. 5).

7) 총 체내열량의 변화

총체내열량의 변화는 통계학적 의미는 없었으나, 제 1 군의 경우 대조치인 7790 ± 891 kJ에 비해 마취

Fig. 5. The changes of lower extremity (L/E) temperature during general anesthesia(group I) & epidural anesthesia(group II). *: $P < 0.05$ compared with control value. #: $P < 0.05$ compared with each other. Control: pre induction. Induction: At induction. 10min: 10 min after induction.

Fig. 6. The changes of total body heat(TBH) content during group I & group II.

유도 60분후에는 7721 ± 926 kJ로 69 kJ이 감소되었고, 제 2 군은 대조치 7672 ± 1316 kJ이 마취유도 60분후에는 7622 ± 1325 kJ로 50 kJ이 감소되었으나 전신마취시 보다 덜 감소된 것을 관찰할 수 있었다 (Fig. 6).

고 찰

최근 마취와 수술이 발달되고 수술시간이 길어지며 개심수술의 횟수가 증가됨에 따라 마취동안 체온의 조절에 대한 중요성과 수술과 마취중의 체온 유지에 관한 문제점이 대두되고 있다⁶⁾. 저체온이란 중심체온이 36°C 이하인 경우로 체온저하의 원인으로는 수술실 내의 환경적 요인(주위환경과 체표면사이의 전도, 복사, 대류, 증발)과 마취제에 의한 말초혈관확장, 폐환기에 의한 열손실, 대사율 감소, 체온 조절 기능 저하⁷⁾, 열의 재분포, 낮은 온도의 혈액이나 수액투여, 마취기계에 의한 열손실 등을 들 수 있다^{8,9,11,19)}. 그 외에도 수술중 체온 변화는 수술 및 마취방법, 환자상태 등 여러 인자에 의해 영향을 받는다¹²⁾.

체온은 뇌시상하부, 뇌간, 척수등에 의해 조절되며, 말초 체온 수용체는 구심성 신경말단(afferent nerve ending)으로 A δ 와 C 섬유(fiber)로 구성된다. 원심성 경로(efferent pass)는 교감신경계를 통해 혈관, 땀샘, 그리고 입모근(piloerector muscle)등을 조절한다. 또한 뇌간의 체성 운동성 중심부(somatic motor center)를 통해 전율(shivering)을 유발한다. 이에 체온조절은 혈관의 이완이나 수축으로 인한 피부로의 혈류(skin blood flow)조절, 전율, 입모(piloerection), 발한 등에 의한다¹³⁾.

Goldberg & Roe¹⁴⁾는 수술실 온도가 $19 \sim 25^{\circ}\text{C}$, 습도가 50~55% 사이에서는 수술실 온도와 습도가 환자의 체온에 뚜렷한 영향을 주지않는다고 보고하였고, Stephen¹⁵⁾도 수술실 온도가 $20 \sim 22^{\circ}\text{C}$, 습도 50~60%에서는 환자의 체온이 정상범위내에 있다고 하였으나, Morris¹⁶⁾는 전신마취시 수술실 온도가 $17 \sim 21^{\circ}\text{C}$ 일 때 모든 환자의 체온이 하강하였으며, $21 \sim 24^{\circ}\text{C}$ 에서는 30%의 환자에서 체온이 하강함을 볼 수 있었고, $24 \sim 26^{\circ}\text{C}$ 에서는 모든 환자가 정상체온을 유지하였다고 보고하였다. Vale¹⁷⁾는 수술실 온도가 21°C 이하이면서 습도가 낮으면 환자에게 저체온에

의한 치명적인 결과를 가져올 수 있다고 보고하였다. 본 실험에서는 실험조건에 따른 변화를 최소화시키기 위해 수술실의 온도는 $19 \sim 25^{\circ}\text{C}$, 습도는 50~55%로 일정하게 유지하였다.

또한, Brown¹⁸⁾은 나이, 체중, 수술시간, 수혈등도 마취중 체온감소에 영향을 미친다고 하였으며, Goldberg & Roe¹⁴⁾는 노인환자에서 수술후 체온이 뚜렷하게 감소한다고 보고하였다. 마취중 체온변화는 유소아나 노인마취시 상당한 주의를 요하게 되는데, 이는 유소아의 경우 체중에 비해 체표면적이 크기 때문이고, 노인의 경우 그들의 보상기전이 손상되기 때문이다¹⁹⁾. 전신쇄약환자 및 차가운 환경에 많이 노출되고 다량의 수액이 공급되는 외상환자의 체온유지에도 유의해야하고 장시간 수술을 하거나 흉강이나 복강이 열린 상태에서의 수술은 체온하강을 더욱 가속화시키므로 주의해야 한다²⁰⁾.

체온을 측정할 수 있는 부위로는 고막, 방광, 구강, 액와, 피부, 직장, 식도, 비인강, 폐혈관 등이 있는데²¹⁾, 그 중 생체기관(vital organ)의 체온을 반영하는 중심온도는 고막, 식도, 직장에서 측정된다. 고막온도는 중심온도에 가장 근접하며 뇌시상하부의 체온을 가장 잘 반영하지만 고막파열, 외이도 출혈 등의 위험이 있다. 고막온도는 국소냉각에 의하여 영향을 받는다고도 하지만²²⁾ 찬공기에 의한 영향만 배제된다면, 체온이 빠르게 변화되는 동안에 고막온도는 직장온도와 평행하게 변화한다고 하였으며 Holdcraft & Hall GM²³⁾등에 의하면 고막온도가 중심체온을 측정하는 임상적으로 가장 정확한 방법이라고 하였다. 식도온도는 심장체온(cardiac temperature)를 가장 잘 나타내는 온도이고²⁴⁾, 식도 하부 $\frac{1}{3}$ 에서 측정하는 것이 가장 안정성이 있으며 체온측정시 상부에서 측정하면 체온이 너무 낮게 측정되며 이는 기도의 가스에 의한 냉각효과에 노출되기 때문이다. 직장온도는 대변이나 골반부 세척 등에 의해 영향을 받을 수 있어 중심체온 측정에 가장 적합하지 않으며, $36.2 \pm 37.8^{\circ}\text{C}$ 정도로 측정된다. 그 외 방광내 측정은 소변의 영향을 받으며, 비인강내 측정은 비출혈의 위험이 있고, 구강내 측정은 전신마취중측정에 부적합하며 $36.4^{\circ}\text{C} \sim 37.4^{\circ}\text{C}$ 정도로 측정되고 액와, 피부온도는 주위온도, 말초순환, 투여되는 수액량 등에 영향을 받으며 측정장소의 관류(perfusion)와 체열소실등을 반영한다. 액와온도는 $36.2 \sim 37.8^{\circ}\text{C}$ 정도로

측정된다. 평균피부온도는 체표면의 15곳 체온의 평균치인데²⁵⁾ 이것은 Holdcraft & Hall GM등²⁴⁾의 보고에 의하면 체표면의 4곳에서 측정하는 4 point method와 큰 차이가 없는 것으로 알려져 본 실험에서도 Ramanathan³⁾의 4 point method를 이용하였다.

여러 가지 요인에 의한 수술중 중심체온변화의 기전은 1) 체열의 신체중심내부에서 말초부위로의 재분포와 2) 주위 환경으로의 열손실을 들 수 있는데^{13,26,27)}, 이 두가지 기전이 중심체온 저하에 미치는 상대적인 기여도는 알려진 바 없으나, Daniel & Sessler^{26,27)}의 보고에 의하면 재분포가 중심체온에 미치는 영향은 전신마취의 경우 마취유도 1시간 후에 81% 정도이고, 마취유도 후 2 시간에 43%, 마취유도 후 3시간에 35%로, 총 마취유도 3시간동안 65%의 영향을 미치고, 경막외 마취의 경우 마취유도 1시간 후에 89%, 마취유도 2시간 후에 62%, 마취유도 3시간 후에 43% 정도를 차지한다고 하였다. 피부 열손실(cutaneous heat loss)은 마취제에 의한 혈관확장이나 체온조절기능의 결여, 수술을 위한 피부소독등에 의해 증가되고, 마취중 체온저하는 이러한 피부 열손실 단독으로 이루어지지는 않는다.

기본적으로 체내 열량은 말초부위보다는 중심부에 높는데 마취약제에 의한 혈관이완은 중심부에서 말초부로의 체열의 재분포를 유발하고, 이것은 중심저체온에 크게 영향을 주지만 평균체온이나 체열합량에는 큰 영향을 미치지 않는다는²⁾. Cohen²⁸⁾은 마취유도 후 15분 경과시 중심부온도가 1°C 감소되었고, 피부온도는 4°C 증가되었다고 보고하였는데 이는 실제적인 열손실보다는 열량의 재분포를 추측케 한다.

본 실험에서는 고막온도, 즉 중심체온이 두 군 모두에서 시간이 경과함에 따라 감소하였으며, 제 1 군은 마취유도 10분후부터($P < 0.005$), 제 2 군은 45분후부터 통계적으로 의미있는 감소를 나타냈다($P < 0.05$). 마취유도 60분후에, 제 1 군에서는 0.75°C 감소되었고, 제 2 군에서는 0.36°C 감소되었다. 고막온도의 변화는 마취유도 60분후부터 제 2 군에 비해 제 1 군에서 통계적으로 의미있는 고막온도감소소견을 볼 수 있었다($P < 0.05$).

평균피부온도는 마취유도시 제 1 군에서는 0.36°C 증가되었고, 제 2 군의 경우 0.3°C 증가되었으며, 두 군모두에서 마취유도 10분후에 일시적으로 감소되

었다가 시간이 경과됨에 따라 증가되는데, 1시간경 파후 제 1 군은 0.49°C 증가되었고, 제 2 군은 0.82°C 증가되었다. 제 1 군에서는 통계학적으로 의미있는 변화가 없었고, 제 2 군에서는 마취유도 45분후부터 의미있는 증가를 나타냈다($P < 0.05$). 두 군의 비교시 마취유도 10분후부터 제 1 군에서 의미있는 평균피부온도감소를 나타냈다($P < 0.05$). 즉 본 실험에서도 중심체온은 감소되었으나 평균피부온도는 증가되는 체열의 재분포가 있었음을 알 수 있었다. 평균체온은 두 군 모두에서 시간이 경과됨에 따라 감소하였으며, 제 1 군은 마취유도 10분후부터 통계학적으로 의미있게 감소하였고($P < 0.05$), 제 2 군은 통계학적으로 의미있는 변화는 없었다. 두 군의 비교시 마취유도 10분후부터 제 2 군에 비해 제 1 군에서 의미있는 평균체온감소를 나타냈다($P < 0.05$).

상지의 체온은 마취유도 후 10분을 기점으로 점차 증가되는 것을 볼 수 있으나 그 증가가 통계적으로 큰 의미는 갖고 있지 않으며, 두 군의 비교시에도 의미있는 차이가 없었다.

하지의 체온은 제 1 군은 마취유도 30분 후부터, 제 2 군은 10분 후부터 의미있는 증가가 있었다($P < 0.05$). 두 군의 비교시 마취유도 10분 후부터 제 2 군에서 의미있는 온도상승을 볼 수 있었다. 전체 체내열합량의 변화는 상지와 하지의 열합량 변화량과 중심체온의 열합량변화량의 합으로 계산된다. 전체 체내열합량의 변화에는 두 군사이에서 그리고 각 군내 비교에서 통계적인 의미가 없었으나 마취중 계속적인 열손실이 있었다.

환경으로의 피부열손실에도 불구하고 중심저체온에 비해 적절한 수준의 평균체온에 의한 열합량을 유지하는 것은 체열의 재분포가 있었음을 의미한다.

이러한 체온 감소로 첫째, 심부정맥 등의 심혈관계 이상과 강력한 혈관수축의 결과로 심박동과 혈압이 증가하고, 체온이 점차 저하함에 따라 심기능, 심박동, 심혈류, 중심정맥압, 혈관저항감소 등이 나타나고 카테콜라민분비가 점차 증가되다가 29°C 이하로 되면서 점차 감소하게 된다. 또한 증가된 카테콜라민에 의해서 지질분해(lipolysis), 당원분해(glycogenolysis)가 자극되어 혈당량이 증가되고 이는 체온 감소에 따른 췌장섬세포(pancreatic islet cell)기능감소와 인슐린 분비억제로 더욱 악화된다. 둘째, 산염기평형의 변화로 체온이 하강하면서 중탄산이온의 농

도는 변화가 없으면서 혈액내 이산화 탄소의 용해성증가와 이산화탄소 생산감소로 호흡성열기증이 유발되고, 심한 저체온 상태에서는 말초혈액 순환장애로 대사성산증이 발생한다²⁰⁾. 셋째, 혈액변화로 혈관으로부터 조직강내로 상당한 양의 수액이 이동됨에 따라 혈액량이 감소되어 혈액점도가 증가되고 오히려 현상(sludging), 관류저하, 허혈현상, 혈전 색전증 등이 초래될 수 있으므로 조직관류를 호전시키기 위해 혈액희석이 필요하다. 넷째, 각 장기의 혈류량 감소가 초래되어 간장의 경우 간혈류의 양은 감소하나 간문부혈류는 크게 감소하지 않아 혈액이 저류되어 간의 크기가 증가되고 신혈류의 감소로 사구체여과율이 감소되어 한랭이뇨현상(cold diuresis)이 나타나며, 뇌혈류량의 감소로 마취각성이 늦어지고, 30°C 이하의 심한 저체온의 경우에는 혼수상태가 유발된다. 그외에도 마취약제와 근이완제 등의 약물대사 지연, 혈액응고장애, 혈관저항증가, 감염에의 저항감소 그리고 수술과 마취종료후 전율에 의해 산소소모증가로 저산소증까지 초래된다.

이러한 저체온은 1) 신선가스의 사용감소 2) 따뜻한 흡입가스의 사용 3) 따뜻한 정맥내 수액의 사용 4) 담요의 사용 5) 수술실의 온도를 높이고 6) 피부노출을 최소한으로 하며, 마취중 세심한 체온감시와 산소공급을 함으로서 예방할 수 있다^{30,31)}. 본 연구결과 전신마취와 경막의 마취시 체온 감소 소견이 있었고, 경막의 마취시 전신마취시보다 체온감소가 의의있게 작았는데, 이는 경막의 마취의 경우 상지의 교감 신경계 보존으로 인해 상지의 지속적인 혈관수축으로 체열의 신체중심 내부에서 말초 부위로의 재분포로 인한 중심 체온 저하 정도가 전신 마취시 마취제에 의한 말초 혈관 확장, 차고 건조한 가스에 의한 폐환기, 대사율의 감소, 체온 조절 기능 저하 등의 원인으로 발생하는 중심 체온 저하 정도보다 경미하기 때문이며, 마취중 세심한 체온감시를 함으로써 저체온으로 인한 부작용을 최소화할 수 있다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Roe CF: The influence of body temperature on early operative oxygen consumption. *Wurgery* 1969; 60: 85.
2. Morgan GE, Mikhail MS: *Clinical Anesthesiology*.

- 2nd ed. Appleton & Lange, Los Angeles, 1996, pp 16-17, 101-102, 572.
3. Ramanathan NL: A new weighting system for mean surface temperature of the human body. *J Appl Physiol* 1964; 19: 135.
4. Timbal J, Houdas Y, Boutelier C, Guieu JD: Computation of mean body temperature from rectal and skin temperature. *J Appl Physiol* 1971; 31: 484.
5. Burton AC: The average temperature of the tissue of the body. *Nature* 1935; 9: 264.
6. Hare HA: Experiments to determine the influence of etherization on the normal body temperature with reference to the use of external heat. *Therapeutic Gazette* 1988; 12: 317.
7. Hardy JD: Physiology of temperature regulation. *Physiol Rev* 1961; 41: 521.
8. Sessler DI, Olofsson CI, Rubinstein EH: The thermoregulatory threshold in humans during nitrous oxide-fentanyl anesthesia. *Anesthesiology* 1988; 69: 357-64.
9. Sessler DI, Olofsson CI, Rubinstein EH, Beebe JJ: The thermoregulatory threshold in humans during halothane anesthesia. *Anesthesiology* 1988; 68: 836-42.
10. Stoen R, Sessler DI: The thermoregulatory threshold is inversely proportional to isoflurane concentration. *Anesthesiology* 1990; 72: 822-7.
11. Holdcraft A, GM Hall, GM Cooper: Redistribution of body heat during anesthesia. *Anesthesiology* 1979; 34: 758-64.
12. Dripps, Eckenhoff, Vandam: *Introduction to anesthesia*. 8th ed. W.B. Saunders, Philadelphia, 1992, pp64-67.
13. Miller RD: *Anesthesia*. 4th ed. Churchill Livingstone, New York, 1994, pp 1363-1382.
14. Goldberg MJ, Roe CF: Temperature change during anesthesia and operation. *Arch Surg* 1966; 93: 365.
15. Stephen CR: Postoperative temperature changes. *Anesthesiology* 1961; 22: 795.
16. Morris RH: Operating room temperature and the anesthetized paralyzed patient. *Arch Surg* 1971; 102: 95.
17. Vale RJ: Normothermia, its place intraoperative and postoperative care. *Anesthesia* 1988; 28: 241.
18. Brown LL: Regulation of temperature during surgical Anesthesia in the adult patient. *Southern Med J* 1970; 63: 1345-1349.
19. Harrison GG, Bull AB, Scumidt HJ: Temperature changes in children during general anesthesia. *Br J Anesthe* 1960; 32: 60.
20. 왕병진, 송찬우, 홍기혁, 조강희: 수술중 발생한 저체온증 1예, 대한마취과학회지 1990, 23; 1046-9.
21. 최세진, 이정은, 우현재, 손수창: 수술중 열손실에 관한

- 연구. 대한마취과학회지 1986; 19: 167-173.
  22. Greenleaf JE, Gastle BL: External auditory canal temperature as an estimate of core temperature. J Appl Physiol 1972; 32: 164.
  23. Holdcraft, Hall GM: Heat loss during anesthesia. Br J Anesthesia 1978; 50: 157.
  24. Whitby Jd, Dunkin LJ: Temperature difference in the esophagus. Br J Anest 1968; 40: 991.
  25. Winslow CE, Herrington CP, Gagge AP: A new method of partitional calorimetry. AM J Physiol 1936; 116.
  26. Daniel TM, Sessler DI: Heat flow and distribution during induction of General anesthesia. Anesthesiology 1995; 82: 662-673.
  27. Daniel TM, Sessler DI: Heat flow and distribution during induction of epidural anesthesia.. Anesthesiology 1995; 83: 961-967.
  28. Cohen M: An investigation into shivering following anesthesia. Proc R Soc Med 1973; 60: 752.
  29. Shapiro BA, William T, Peruzzi, Rozanna Templin: Clinical application of blood gas. 4th ed. Mosby, Chicago, 1989, pp178-9.
  30. 김철규, 백운이, 홍정길, 박진웅, 김병원: 전신마취시 체온변화, 대한마취과학회지 1988; 21: 27-32.
  31. 박승환, 이기남, 문준일, 이종현: 수술부위와 마취방법에 따른 술 후 동맥혈산소포화도, 맥박, 체온의 변화. 대한마취과학회지 1990; 23: 973-79.
-