

전신마취하 개복술 시 하지보온 유무에 따른 중심체온과 주변체온의 변화

대구가톨릭대학교 의과대학 마취통증의학과교실, *의공학교실

정진용 · 김희오 · 김봉일 · 조성경 · 김종기*

Core and Peripheral Temperature Changes with and without Wrapping the Lower Extremity during Open Abdominal Surgery under General Anesthesia

Jin Yong Chung, M.D., Hee O Kim, M.D., Bong Il Kim, M.D., Soung Kyung Cho, M.D., and Jong Ki Kim, Ph.D.*
Departments of Anesthesiology and Pain Medicine and *Biomedical Engineering, School of Medicine, Catholic University of Daegu, Daegu, Korea

Background: Core hypothermia after the induction of general anesthesia results largely from core-to-peripheral redistribution of body heat and anesthetic-induced inhibition of tonic thermoregulatory vasoconstriction. Because most metabolic heat is lost via the skin surface, covering the skin surface with an insulator is a way of minimizing heat loss. We therefore evaluated core and peripheral temperature changes with and without wrapping the lower extremity in cotton and elastic bandages during open abdominal surgery under general anesthesia.

Methods: Eighty-five patients of ASA physical status 1 or 2 who underwent open abdominal surgery under general anesthesia were investigated in this study. They were randomly assigned based on wrapping of the lower extremity in cotton and elastic bandages (group 2, n = 37) or not (group 1, n = 48). Anesthesia in both groups was induced with propofol and maintained with enflurane and 50% nitrous oxide in oxygen. The temperatures of the nasopharynx, forehead, chest, back, palm and sole were measured before and 10, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 min after induction.

Results: Core temperature decreased significantly after the induction of anesthesia in both groups ($P < 0.05$), but no significant difference was found between the groups in terms of core, palm, back and forehead skin temperature changes. However, the core and chest temperatures of group 2 at 150 and 180 min after induction were significantly lower than those of group 1 ($P < 0.05$), and sole temperature changes were significantly different between the groups ($P < 0.05$).

Conclusions: Wrapping the lower extremity in cotton and elastic bandages during open abdominal surgery under general anesthesia was not effective at preventing the core temperature from decreasing. It is possible that wrapping the lower extremity causes peripheral vasodilation before anesthesia, stimulating the baroreceptor, and shifting the body core temperature threshold for hypothermia inducing peripheral vasoconstriction to lower the body core temperature. (**Korean J Anesthesiol 2003; 45: 71~77**)

Key Words: general anesthesia, temperature, wrapping the lower extremity.

서 론

전신마취 하에서 수술 시에는 체온의 감소가 동반된다. 술 중 체온은 마취 첫 한시간 동안 빠른 저하를 보이고 그 이후로는 서서히 감소하는 특징적인 양상을 나타낸다. 수술 중 저체온은 마취약제에 의한 혈관이완과 20-30%의 대사율 감소, 근이완제에 의한 전율의 방해 및 차가운 수술실 환경에 노출로 인하여 발생한다고 하나 이것만으로 마취 첫 한시간 동안의 빠른 체온감소를 설명하기에는 불충분하며, 마취 초기의 빠른 체온감소는 체열이 중심부에서 주변부로 재분포 되기 때문이라고 한다.¹⁾

술 중 저체온은 대사율을 감소시켜 장기를 허혈로부터 보호할 수 있다는 장점도 있으나 술 후 심장질환의 유병률, 창상 감염률, 술 중 실혈량을 증가시키고 술 후 재원기간을 연장시킨다는 등의 여러 가지 단점도 있어^{2,4)} 이의 예방을 위한 체온감시가 필요하다.

마취 시 체열의 소실은 대부분 복사(radiation)와 대류(convection)에 의해 발생한다. 그러므로 수술실 실내온도가 체열 소실의 속도에 영향을 미치는 가장 중요한 요소이다. 약 90%의 체열이 피부표면을 통해 소실되므로 표면에서의 열 손실을 막는 가장 좋은 방법은 단열재로 피부를 덮는 것이다.¹⁾ 또한 개복술 시에는 노출된 복부장기를 통한 열손실이 더욱 증가하므로 가온장치를 사용하지 않은 경우 수술환자의 50-70%에서 중심체온이 36°C 이하로 감소하며 중심체온이 35°C 이하로 떨어지는 경우도 수술 환자의 1/3 이상이라고 한다.⁵⁾

저자 등은 장시간 개복술 시 솜붕대와 탄력붕대로 하지를 감싸 하지를 보온한 경우 마취로 인한 체온저하를 감소시킬 수 있을 것이라는 가정 하에 하지를 보온하지 않은 환자와 하지를 보온한 환자간에 술 중 심부체온과 주변체온의 변화를 비교하고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

본 의료원 윤리위원회의 승인 하에 본 연구를 시행하였다. 예정수술로 미국 마취과학회 신체등급 분류상 1, 2급이고 전신마취 하에 3시간 이상 개복술을 시행 받은 30-64세 환자 85명을 대상으로 하였다. 비만하거나 갑상선 질환, dysautonomia, 그리고 Raynaud's 증후

Table 1. Patient Demographics and Ward Temperature

	Group 1 (n = 48)	Group 2 (n = 37)
Age (yr)	52 ± 1	54 ± 1
Sex (M/F)	29/19	25/12
Weight (kg)	60.5 ± 1.5	59.3 ± 2.1
Height (cm)	162.8 ± 1.1	162.8 ± 1.2
Ward temperature (°C)	36.5 ± 0.1	36.6 ± 0.1

Values are expressed as mean ± SE. (except gender) Group 1: Control group. Group 2: Wrapping the lower extremity in cotton and elastic bandages group. There were no significant differences between the groups.

군 등은 실험에서 제외하였으며, 술 중 출혈로 인한 과다한 수액투여나 수혈을 받은 환자, 혈액학적으로 불안정하였던 환자들도 대상에서 제외하였다.

대상 환자들은 무작위로 하지를 보온하지 않은 경우를 1군(n = 48), 수술실 도착 후 양쪽 다리를 발끝에서 서혜부까지 솜붕대로 먼저 감싸고 그 위에 탄력붕대를 감아 하지를 보온한 경우를 2군(n = 37)으로 나누었으며 성별, 연령, 체중, 키, 병실체온은 양군간 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

수술 전 금식시간은 8시간이었으며, 마취 전처치로 glycopyrrolate 0.004 mg/kg와 midazolam 0.05 mg/kg을 수술실 도착 30분전에 근주하였다. 수술실 도착 후 심전도, 자동혈압계, 맥박산소계측기 등의 감시장치를 부착하였다. 중심체온감시를 위해서는 체온계(TEMP M1029A, Hewlett Packard, Germany)를 비인두에 거치하였으며, 주변부 체온은 체온계(Portable multi thermometer 2423A, Yokogawa, Japan)를 이마, 등, 가슴, 발바닥, 그리고 손바닥 피부에 반창고로 단단히 붙여 측정하였다. 모든 부위에서의 체온 측정은 마취유도 전, 마취유도 후 10분, 30분, 60분, 90분, 120분, 150분 그리고 180분에 시행하였다.

마취유도는 propofol 1-2 mg/kg와 succinylcholine 1 mg/kg를 정주한 후 기관내 삽관을 시행하였다. 마취유지는 enflurane 1-2 vol%, O₂ (2 L/min)와 N₂O (2 L/min)로 하였다. 근 이완제로는 vecuronium을 사용하였으며, 호흡은 호기말 이산화탄소 분압이 35-40 mmHg가 유지되도록 하였다.

실내온도는 24-25°C로 유지하였으며 모든 환자에게 수액은 실온 보관한 lactated Ringer's solution을 사용하였으며 8-10 ml/kg/h 속도로 정주 하였고, 복강 세척액

으로는 37-38°C로 가온된 생리식염수를 사용하였다.

모든 측정치는 평균 ± 표준오차로 표시하였으며 통계학적 비교는 SPSS (version 11.0) 통계프로그램을 이용하여 repeated measurement of ANOVA와 paired t-test 를 하였고 P 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 하였다.

결 과

전신마취 하 회복술 시 솜붕대와 압박붕대를 이용한 하지보온 유무에 따른 중심체온 변화에서 두 군 모두 마취유도 전 체온과 비교 시 마취유도 후 30분부터 중심체온의 유의한 감소가 있었다. 하지를 보온하지 않은 1군에서는 중심체온이 1시간까지는 빠른 감소가, 그 후에는 완만한 감소가 있었다. 하지를 보온하였던 2군에서는 중심체온이 지속적으로 감소하는 양상을 보였으며 마취유도 후 150분과 180분에는 1군과 비교 시 통계적으로 유의하게 더 낮았다(P < 0.05)(Fig. 1).

발바닥 체온은 마취유도 전 1군에서 보다 2군에서 통계적으로 유의하게 더 높았다. 두 군 모두 30분까지 증가하였다가 감소하는 양상이 나타났으며 두 군간 비교 시 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 각 군내에서

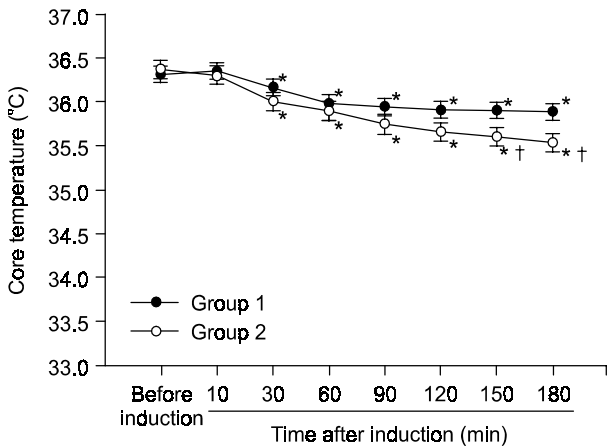


Fig. 1. Changes of core body temperature during general anesthesia. Core temperature was decreased significantly after induction of anesthesia in both groups. Core temperatures of group 2 at 150 and 180 min after induction were significantly lower than those of group 1 (P < 0.05). Group 1: Control group, Group 2: Wrapping the lower extremity in cotton and elastic bandages group. Values are expressed as mean ± SE. *: P < 0.05 vs before induction. †: P < 0.05 vs group 1.

유도 전 체온과 비교 시 1군에서는 180분까지 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었고, 2군에서는 1시간까지는 유의한 증가가 있었으나 90분과 120분에서는 유도 전치로, 그 후 유의한 감소가 있었다(P < 0.05) (Fig. 2).

손바닥 체온은 발바닥 체온의 변화와 유사한 양상을

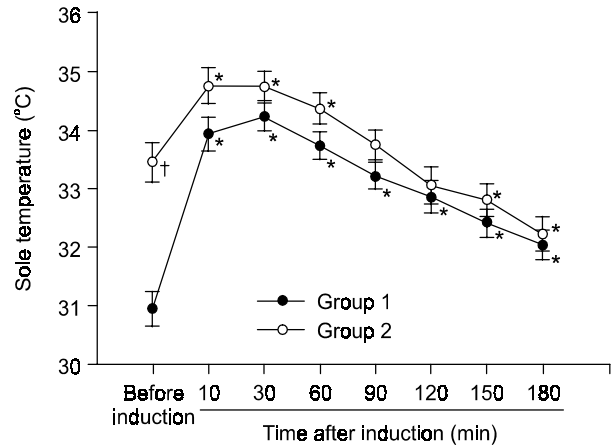


Fig. 2. Changes of sole skin temperature during general anesthesia. Trend of sole skin temperature changes was significantly different between groups. Sole skin temperature of group 2 at before induction was significantly higher than that of group 1 (P < 0.05). Group 1: Control group. Group 2: Wrapping the lower extremity in cotton and elastic bandages group. Values are expressed as mean ± SE. *: P < 0.05 vs before induction. †: P < 0.05 vs group 1.

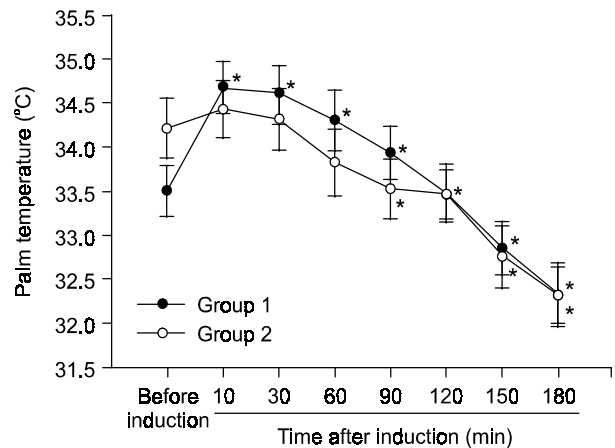


Fig. 3. Changes of palm skin temperature during general anesthesia. There were no significant differences between the groups. Group 1: Control group, Group 2: Wrapping the lower extremity in cotton and elastic bandages group. Values are expressed as mean ± SE. *: P < 0.05 vs before induction.

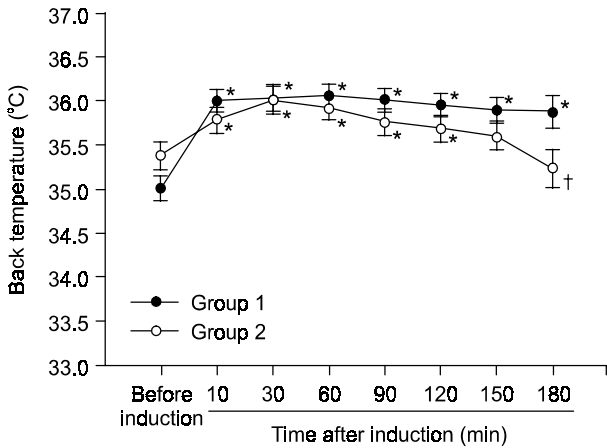


Fig. 4. Changes of back skin temperature during general anesthesia. Back skin temperature of group 2 at 180 minutes after induction was significantly lower than that of group 1 ($P < 0.05$). Group 1: Control group. Group 2: Wrapping the lower extremity in cotton and elastic bandages group. Values are expressed as mean \pm SE. *: $P < 0.05$ vs before induction. †: $P < 0.05$ vs group 1.

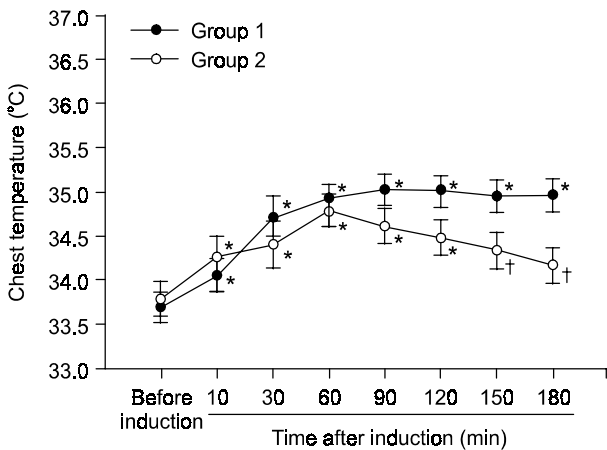


Fig. 5. Changes of chest skin temperature during general anesthesia. Chest skin temperatures of group 2 at 150 and 180 minutes after induction were significantly lower than those of group 1 ($P < 0.05$). Group 1: Control group, Group 2: Wrapping the lower extremity in cotton and elastic bandages group. Values are expressed as mean \pm SE. *: $P < 0.05$ vs before induction. †: $P < 0.05$ vs group 1.

나타냈으며 군간 비교 시 통계학적으로 유의성은 없었다(Fig. 3).

등 체온은 두 군 모두 30분까지 증가하였다가 1군에서는 지속하는 양상이, 2군에서는 감소하는 양상이 나타났다. 유도 전 체온과 비교 시 1군에서는 180분까지 모두 통계학적으로 유의한 증가가 있었으나, 2군에서

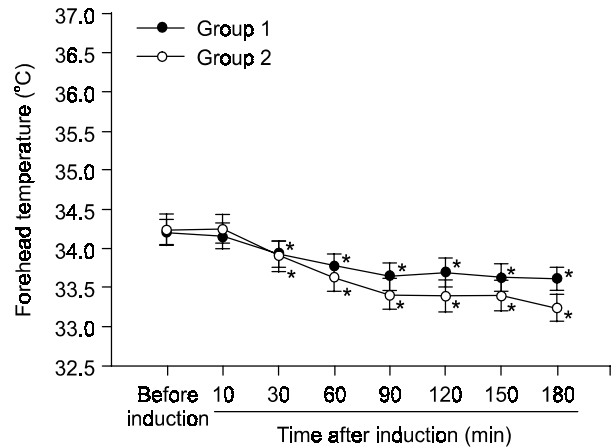


Fig. 6. Changes of forehead skin temperature during general anesthesia. There were no significant differences between the groups. Group 1: Control group, Group 2: Wrapping the lower extremity in cotton and elastic bandages group. Values are expressed as mean \pm SE. *: $P < 0.05$ vs before induction.

는 120분까지 유의한 증가가 있었다. 군간 비교 시에는 180분에 2군에서 통계학적으로 유의하게 더 낮았다($P < 0.05$)(Fig. 4).

가슴 체온은 두 군 모두 60분까지 증가하였다가 1군에서는 완만하지만 지속적으로 증가하는 양상이, 2군에서는 감소하는 양상이 나타났으며, 유도 전 체온과 비교 시 1군에서는 180분까지 모두 통계학적으로 유의한 증가가 있었으나, 2군에서는 120분까지 유의한 증가가 있었다. 군간 비교 시 150분과 180분에 2군에서 가슴체온이 통계적으로 유의하게 더 낮았다($P < 0.05$)(Fig. 5).

이마 체온은 마취유도 전과 비교 시 두 군 모두 마취유도 후 30분부터 통계학적으로 유의한 감소를 나타내었으며($P < 0.05$), 두 군간 비교 시 유의성은 없었다(Fig. 6).

고 찰

전신마취 하 회복술시 솜붕대와 압박붕대를 이용한 하지보온 유무에 따른 중심체온과 주변체온의 변화를 비교한 결과, 중심체온은 하지를 보온하지 않은 경우(1군) 마취유도 전의 체온에 비해 60분까지 빠른 감소가 있었으며 마취유도 1시간 이후부터는 완만한 감소 양상을 나타내었다. 일반적으로 전신마취 시 중심체온은 말초로 재분배되는 초기의 빠른 체온저하와 그 후 대

사로 생산되는 열보다 더 많은 열손실로 인해 체온이 서서히 감소하는 특징적인 양상을 나타낸다고 하며^{6,7)} Deakin은⁸⁾ 중심구획의 크기가 66%에서 마취유도 후 20분에 71.2%로 증가한다고 하여 마취초기 체온이 주변부로 재분포 한다고 설명하였는데 본 연구에서도 이들과 유사한 결과를 나타내었다. 본 연구상 손, 발바닥, 등, 그리고 가슴 등의 주변체온은 마취유도 후 10분부터, 이마는 30분부터 체온의 빠른 상승을 보였으며 그 후 서서히 감소하는 양상을 보였는데 이것으로 체온의 재분포는 10-30분부터 시작된다고 할 수 있겠다.

반면 하지를 보온한 경우(2군) 중심체온의 변화는 마취유도 후 1시간까지는 1군과 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 그 후 점차적인 체온의 감소가 나타났으며 120분까지는 1군과 비교 시 통계적인 유의성은 없었으나 150분과 180분에는 1군에 비해 오히려 유의하게 중심체온이 더 낮았다. 이러한 이유는 하지보온으로 인해 마취유도 전 측정된 주변부의 체온 중 이마와 가슴 체온의 차이는 없으나 손바닥, 등, 특히 발바닥의 체온은 차이가 있는 상태로서 말초혈관이 정상 시보다는 이완된 상태였으므로 마취 시 주변부를 통한 체열소실이 증가하여 하지보온을 한 군에서 중심체온이 마취 후 150분과 180분에 더 낮게 관찰되었다고 생각된다. Nakajima 등은⁹⁾ 마취된 환자에서 10 cmH₂O의 PEEP (positive end expiratory pressure)을 사용하여 우심방 경벽압(right atrial transmural pressure)을 감소시킨 경우, 즉 압수용체의 부하를 감소시킨 경우가 쇄석위(lithotomy position)를 취하여 압수용체 부하를 증가시킨 군보다 중심체온의 감소가 더 적다고 하였다. 심장충만압이 감소한 경우 즉 압수용체의 부하가 감소된 경우에는 순환혈류량이 적은 것으로 신체가 감지하므로 이에 대한 보상기전으로 미리 말초혈관 수축반응이 발생한다. 그러므로 이런 경우 마취 시에는 체온 하강에 대한 보상기전으로 발생하는 체온조절성 혈관수축반응이 정상 때보다 높은 체온에서 발생하기 때문에 피부를 통한 체열소실이 감소되어 술 중 체온하강이 감소한다고 하였다. 반대로 압수용체 부하를 증가시킨 경우에는 체온조절성 혈관수축반응이 더 낮은 중심체온에서 발생함으로써 피부를 통한 체열소실로 인하여 체온하강이 더 심하다고 보고하였다. 본 연구에서는 하지보온을 위해 솜붕대를 사용하였고 이의 지지를 위해 압박붕대를 사용하였는데 압박붕대로 인한 정맥혈류 증가가 압박사를 유발하여 말초혈관 수축반응에 대한

중심체온의 역치(threshold)를 감소시켜 하지보온을 한 군에서 마취 후 150분과 180분에 중심체온이 더 낮게 관찰된 또 다른 원인이 되었다고 생각된다.

신체는 열 분포상 머리와 몸통으로 구성된 심부구획과 상지와 하지의 주변구획으로 구분할 수 있다. 정상적으로 심부구획과 주변구획은 3-4°C의 온도차이가 있는데 체온조절성 혈관수축에 의해 이 온도차이는 유지되어진다.¹⁰⁾ 또한 피부체온은 상지와 하지의 피부체온이 가장 낮고 반면에 상체부위는 높다고 한다.¹¹⁾ 본 연구 상에서도 마취유도 전 중심체온과 발바닥, 손바닥, 등, 가슴, 그리고 이마 체온과의 차이는 1군에서 각각 5.4, 2.8, 1.3, 2.6, 그리고 2.1°C였으며 2군에서는 각각 2.9, 2.2, 1.0, 2.6, 그리고 2.1°C로 심부구획과 주변구획과의 온도차이를 보였으며, 상지나 하지보다 상체부위의 체온이 더 높았다. 발바닥 체온은 하지를 보온한 군에서 마취유도 전 현저히 높았는데 이는 솜붕대의 보온효과로 생각되며 통계적으로 유의성은 없으나 하지를 보온한 군에서 술 중에서도 발바닥 체온이 더 높았다.

Janicki 등은¹²⁾ 개복술 시 상체만 공기가온장치(forced-air warming)로 보온해준 경우와 양쪽 팔다리와 등을 가온장치가 연결된 의복(water garment warming system)으로 보온한 경우를 비교한 연구에서 신체의 많은 부위에 열을 전달해 줄 수 있는 가온장치가 연결된 의복이 술 중 정상체온을 훨씬 더 잘 유지할 수 있다고 하였다. 물 순환식 가온 매트리스(circulating water warming mattress)는 체온보호에 거의 효과가 없다는 보고가 있으며,¹³⁾ Luck 등은¹⁴⁾ 대장항문 수술시 개복술과 복강경하 수술 시의 체온 비교에서 저체온증의 발생빈도는 유사하나 공기가온장치를 사용한 경우 저체온증을 현저히 줄일 수 있다고 하였다. 저자 등은 하지를 보온한 경우 체온보존이 가능하다고 생각되어 본 연구를 시행하였으나 연구결과 가슴부위로의 열 손실이 증가되어 중심체온이 낮았으므로 가슴부위도 같이 보온해 주는 것이 술 중 저체온증을 예방할 수 있는 방법이라 사료된다.

등 체온은 두 군 모두에서 마취유도 전 중심체온과 1.0-1.3°C 정도의 온도차이가 있었으나 마취유도 1시간 이후부터는 큰 차이를 나타내지 않았는데 이는 수술침대 매트리스의 보온 효과로 등 체온이 유지된 것으로 사료된다.

Patel 등은¹⁵⁾ 고막체온과 이마피부체온과의 상관관계

비교에서 고막체온과 이마 피부체온과는 약간의 직선적인 상관관계가 있지만 술 중 환자의 중심체온 측정을 이마 피부체온에 의존하는 것은 환자치료에 부작용을 낳을 수도 있다고 보고하였다. 본 연구에서도 이마 체온은 술 중 동안 중심체온의 변화와 가장 유사한 변화 경향을 보였으나 중심체온과 2.1-2.3°C의 온도차이를 나타내었다.

마취 시 체열의 소실은 수술실 실내온도가 체열 소실의 속도에 중요한 영향을 미친다. 성인에서 정상체온을 유지하기 위해서는 실내온도가 23°C 이상이어야 하며 신생아에서는 26°C 이상이어야 한다.¹⁶⁾ 본 연구에서는 수술실 온도를 24-25°C 사이로 유지하였다.

마취유도 약제에 따른 체온에 미치는 영향을 보고한 연구들에서는 propofol을 사용한 경우가 ketamine, sevoflurane을 사용한 경우보다 혈관확장에 의한 초기 체열의 재분포성 저체온을 더 조장한다고 한다. 비록 propofol에 의해 유도된 혈관확장 기간은 짧지만 상당한 재분포성 저체온을 유발하며 수술 내내 지속한다고 보고하였는데,^{17,18)} 본 연구에서는 propofol을 마취유도제로 사용하였다. 흡입마취제 종류에 따른 중심체온에 미치는 영향 비교에서는 enflurane이 halothane이나 isoflurane보다 체온조절성 혈관수축반응의 역치를 가장 많이 떨어뜨린다고 보고하였고,¹⁹⁾ 본 연구에서는 마취유지를 위해 enflurane을 사용하였다.

가온된 수액을 투여하여 환자의 체온을 올리는 것은 수액을 체온 이상으로 가온할 수 없으므로 불가능하다. 반면에 많은 양의 찬 수액을 정맥주입하면 심한 열손실을 유발할 수 있으며 냉장 보관된 혈액 1 unit 또는 1 L의 수액은 중심체온을 약 0.25°C 떨어뜨린다고 한다.¹⁾ 본 연구에서는 실온에 보관된 수액을 사용하였으며 심한 출혈이나 수혈이 필요한 환자는 대상에서 제외하였다.

결론적으로, 전신마취시 술 중 체온저하를 감소시키기 위해 하지를 솜붕대와 탄력붕대로 감싸는 것은 마취 전 미리 말초혈관을 확장시키고, 마취 후 체온조절성 혈관수축반응의 역치를 감소시켜 중심체온의 감소를 예방할 수 없는 것으로 사료된다. 압수용체 반응을 유발시키지 않도록 하지를 단순히 단열재로 덮는다거나, 하지보온 시 오히려 가슴부위의 체온손실이 증가되므로 가슴부위를 같이 보온시켜주는 것이 술 중 저체온증 예방에 도움이 되리라 사료되며 추후 더 많은 연구와 노력이 필요하리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Sessler DI: Temperature monitoring. In: Anesthesia. 5th ed. Edited by Miller RD: New York, Churchill Livingstone. 2000, pp 1367-89.
2. Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ, Higgins MS, Olson KF, Kelly S, et al: Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events. A randomized clinical trial. JAMA 1997; 277: 1127-34.
3. Schmied H, Kurz A, Sessler DI, Kozek S, Reiter A: Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. Lancet 1996; 347: 289-92.
4. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R: Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization: Study of Wound Infection and Temperature Group. N Engl J Med 1996; 334: 1209-15.
5. Frank SM, Higgins MS, Breslow MJ, Fleisher LA, Gormon RG, Sitzmann JV, et al: The catecholamine, cortisol, and hemodynamic responses to mild perioperative hypothermia: a randomized clinical trial. Anesthesiology 1995; 82: 83-93.
6. Matsukawa T, Sessler DI, Sessler AM, Schroeder M, Ozaki M, Kurz A, et al: Heat flow and distribution during induction of general anesthesia. Anesthesiology 1995; 82: 662-73.
7. Hynson J, Sessler DI: Intraoperative warming therapies: a comparison of three devices. J Clin Anesth 1992; 4: 194-9.
8. Deakin CD: Changes in core temperature compartment size on induction of general anaesthesia. Br J Anaesth 1998; 81: 861-4.
9. Nakajima Y, Mizobe T, Takamata A, Tanaka Y: Baroreflex modulation of peripheral vasoconstriction during progressive hypothermia in anesthetized humans. Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol 2000; 279: R1430-6.
10. Sessler DI: Perianesthetic thermoregulation and heat balance in humans. FASEB J 1993; 7: 638-44.
11. Imrie MM, Hall GM: Body temperature and anaesthesia. Br J Anaesth 1990; 64: 346-54.
12. Janicki PK, Higgins MS, Janssen J, Johnson RF, Beattie C: Comparison of two different temperature maintenance strategies during open abdominal surgery: upper body forced-air warming versus whole body water garment. Anesthesiology 2001; 95: 868-74.
13. Morris RH, Kumar A: The effect of warming blankets on maintenance of body temperature of the anesthetized, paralyzed adult patient. Anesthesiology 1972; 36: 408-11.
14. Luck AJ, Moyes D, Maddern GJ, Hewett PJ: Core temperature changes during open and laparoscopic colorectal surgery. Surg Endosc 1999; 13: 480-3.
15. Patel N, Smith CE, Pinchak AC, Hagen JF: Comparison of esophageal, tympanic, and forehead skin temperatures in adult

- patients. *J Clin Anesth* 1996; 8: 462-8.
16. Morris RH: Operating room temperature and the anesthetized, paralyzed patient. *Arch Surg* 1971; 102: 95-7.
17. Ikeda T, Kazama T, Sessler DI, Toriyama S, Niwa K, Shimada C, et al: Induction of anesthesia with ketamine reduces the magnitude of redistribution hypothermia. *Anesth Analg* 2001; 93: 934-8.
18. Ikeda T, Sessler DI, Kikura M, Kazama T, Ikeda K, Sato S: Less core hypothermia when anesthesia is induced with inhaled sevoflurane than with intravenous propofol. *Anesth Analg* 1999; 88: 921-4.
19. Nebbia SP, Bissonnette B, Sessler DI: Enflurane decreases the threshold for vasoconstriction more than isoflurane or halothane. *Anesth Analg* 1996; 83: 595-9.
-