

전신마취하 개복술 환자의 수술중 체온에 영향을 미치는 요인

이서현¹ · 윤혜상²

¹삼성서울병원 간호부, ²가천대학교 간호대학

Factors Affecting Intraoperative Body Temperature in Surgical Patients with Laparotomy under General Anesthesia

Seohyun Lee¹, Haesang Yoon²

¹Department of Nursing, Samsung Medical Center, Seoul; ²College of Nursing, Gachon University, Incheon, Korea

Purpose: The study was conducted to identify factors affecting the intraoperative core body temperature (CBT) of surgical patients under general anesthesia. **Methods:** This study was performed through a prospective descriptive research design. The sample consisted of 138 patients who had undergone elective laparotomy surgery. Age, weight, height, the basal preoperative CBT, blood pressure, and heart rate were collected. CBT was again measured at induction of anesthesia, 1 hour, 2 hours, and 3 hours following induction of general anesthesia. **Results:** Factors affecting intraoperative hypothermia $< 36^{\circ}\text{C}$ at 1 hour following induction, were CBT at induction and total body fat (TBF) ($R^2 = .569, p < .001$); at 2 hours after induction, CBT at induction and TBF ($R^2 = .507, p < .001$); at 3 hours after induction, CBT at induction ($\beta = 0.34$), TBF, age and the ambient temperature in the operating room ($R^2 = .449, p < .001$). **Conclusion:** CBT at induction and TBF appear to be factors affecting intraoperative CBT within 2 hours after induction of anesthesia; CBT at induction, TBF, advanced age and the ambient temperature after 3 hours following induction. We recommend keeping surgical patients warm before induction of anesthesia and providing intraoperative warming for surgical patients of advanced age with low TBF and when the duration of general anesthesia will last more than 3 hours.

Key Words: Body temperature; Hypothermia; Peri-operative care

국문주요어: 체온, 저체온, 수술 중 간호

서 론

1. 연구의 필요성

전신마취는 인체의 정상적인 체온조절기능을 억제하여 전신마취하의 수술환자에게 저체온이 발생할 가능성이 높다[1]. 저체온은

심부체온이 36°C 미만으로 저하되는 것으로[2,3] 전신마취하에 수술을 받는 환자의 60-70%에서 발생된다고 한다[2-5]. 전신마취 유도 후 첫 1시간 동안 1.5°C 정도의 체온이 저하되고 2-3시간에 걸쳐 $0.5-1^{\circ}\text{C}$ 정도의 체온이 추가적으로 저하된 후 더 이상의 체온저하 없이 3-4시간 동안 동일한 체온이 유지되는 것으로 알려져 있다[6-8]. 마

Corresponding author: Haesang Yoon

College of Nursing, Gachon University, 191 Hambangmoe-ro, Yeonsu-gu, Incheon 406-812, Korea
Tel: +82-32-820-4212 FAX: +82-32-820-4201 E-mail: yoonhs@gachon.ac.kr

*이 논문은 제1저자의 석사학위 논문을 수정하여 작성한 것임.

*This manuscript is a revision of the first author's master's thesis.

Received: May 26, 2015 Revised: June 29, 2015 Accepted: July 10, 2015

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

취유도 후 첫 1시간 동안의 체온저하는 마취제에 의한 체온조절중추의 기능억제 및 말초혈관 이완으로 심부에서 말초로의 체열 재분포에 의해 발생하나, 마취유도 후 2-3시간에서의 체온저하는 인체 내 체열생산과 비교하여 체열소실이 많아지면서 발생하는 것으로 설명되고 있다. 그러나 마취유도 2-3시간 이후부터 3-4시간 동안은 체온조절성 혈관수축으로 피부를 통한 체열손실이 감소되면서 더 이상의 체온저하 없이 저체온 상태가 유지된다고 한다[6].

저체온은 순환 혈중 카테콜라민을 증가시켜 말초혈관 수축, 빈맥 및 고혈압 등으로 심혈관계에 부담을 줄 수 있고[9], 혈액응고반응을 지연시켜 출혈 가능성을 높이며 면역기능의 저하로 창상회복을 지연시켜 수술부위감염의 위험성을 높이기도 한다[5,10,11]. 또한 수술 중 저체온은 수술 및 마취종료 후 저체온으로 이어지면서 마취로부터의 회복 과정 중 진통을 초래하고, 수술종료 후 잔여 마취제 및 근이완제의 배출지연으로 수술 후 회복을 지연시키기도 한다 [2,4,12,13]. 특히 수술 및 마취종료 후의 전율은 인체의 산소 소모량을 5-6배까지 증가시켜[6,14] 심혈관계 및 호흡기계 관련 질환자에게 저산소증을 악화시키는 요인이 되기도 한다. 따라서 수술 및 마취 관련 간호실무에서 체온 관련 간호중재는 수술 및 마취 관련 합병증의 예방에 매우 중요하다고 생각한다.

저체온은 경막외마취보다는 전신마취, 아산화질소보다는 세보플루란 및 이소플루란 흡입마취제 투여, 낮은 온도의 수액 및 혈액 제제 투여, 복부, 흉부 및 척추 수술, 수술소요시간이 2-3시간 이상인 경우, 그리고 수술실 실내온도가 21°C 이하인 경우 발생가능성이 높다고 한다[3,15,16]. 또한 수술 중 저체온은 노령, 저체중, 총 체지방량 및 체중 대 체표면적 비율 저하[8,17-22] 등의 영향을 받는 것으로 보고되어 있다. 또한 수술 전 체온이 낮고, 미국마취과학회 (American Society Anesthesiologist, ASA) 신체등급이 높거나 개복술과 같이 수술부위가 넓을수록 저체온 발생 가능성이 높으나, 수술 전 심박 수가 많고, 수축기압이 높을 때 저체온의 발생 빈도가 낮은 것으로 보고되었다[3,9,19].

몇몇 선행연구를 통해 수술실 실내온도, 수술 전 체온, 노령, 체중 및 총 체지방량 등의 신체계측요소, 심박동 수와 수축기압 등의 여러 변수가 수술 중 저체온에 영향을 미치는 것으로 보고되어 있지만 몇 가지 측면에서 새로운 연구가 필요하다고 생각한다. 첫째, 수술 중 저체온 관련 선행연구의 대부분이 상관성 검증이나 평균의 동일성 검증[8,15,21,23]을 통해 얻은 결과라는 점이다. 둘째, 수술실 실내온도 및 복강 내 세척 생리식염수가 수술 중 체온과 관련이 있지만[15] 신체계측요소 및 활력증후군에 수술실 실내온도 및 복강 내 세척 생리식염수를 포함시켜 포괄적으로 수술 중 체온에 영향을 미치는 요인을 탐색한 연구는 국내외적으로 찾아보기 어렵다는

점이다. 셋째, 수술 중 저체온에 영향을 미치는 요인으로 연구자에 따라 체지방률[8], 체중[3,19], 또는 체질량지수[18]로 결론을 내리고 있어 수술 중 저체온에 영향을 미치는 신체계측요소가 일치하고 있지 않다는 점이다. 이에 본 연구자들은 수술 중 저체온에 영향을 미치는 독립변수로서 체중, 체질량지수, 체지방률 및 체중 대 체표면적 비율 등의 신체계측요소 및 활력증후에 수술실 실내온도와 복강 내 세척 생리식염수를 추가하여 수술 중 저체온에 영향을 미치는 요인을 분석하여 수술 중 저체온 간호중재에 필요한 근거자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 개복술 환자의 수술 중 저체온 발생률을 관찰하고, 저체온 위험요인과 위험요인 간의 상대적 영향력을 파악하기 위함에 있으며 구체적 목적은 다음과 같다.

- 1) 저체온군과 정상체온군 간에 마취유도 후 1시간, 2시간과 3시간에서의 저체온 발생률을 파악한다.
- 2) 저체온군과 정상체온군 간에 마취유도 후 1시간, 2시간과 3시간에서의 생리적 특성, 수술소요시간과 수술실 실내온도에 차이가 있는가를 비교한다.
- 3) 수술 중 체온에 영향을 미치는 변수들 간의 상관관계를 분석한다.
- 4) 마취유도 후 1시간, 2시간과 3시간에서 체온에 영향을 미치는 요인과 상대적 영향력을 파악한다.

3. 용어 정의

1) 저체온

심부체온이 36.0°C 미만인 경우로[3] 본 연구에서는 고막체온계 (Infrared Thermometer IRT 4520, Braun, Frankfruter, Germany)를 이용하여 측정된 체온이 36.0°C 미만인 경우를 의미한다.

2) 수술 전 체온

수술환자가 수술 전 처치실로 입실 후 고막체온계로 측정된 체온을 뜻한다.

3) 마취유도 시 체온

수술실 입실 후 마취유도 직후에 고막체온계로 측정된 체온을 뜻한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 전신마취하에 위절제술을 받은 환자를 대상으로 마취유도 후 1시간, 2시간 그리고 3시간에서의 수술 중 체온에 영향을 미치는 요인을 탐색하기 위한 전향적 조사연구이다.

2. 연구 대상

본 연구는 서울에 소재하는 1980병상의 S병원 암센터에서 전신마취하에 개복적 위절제술을 받은 만 20세 이상의 성인환자 138명을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 선정 기준은 다음과 같다.

1) 의사소통이 가능하며, 연구 목적을 이해하고 연구에 참여하기로 동의한 자,

2) 20세 이상 성인으로서 ASA 신체상태 II 이하인자, ASA 신체등급 I은 전신질환이 없고 수술부위가 국한되어 있는 건강한 환자이며, II는 경도 또는 중등도의 전신질환을 동반하고 있는 환자를 의미한다.

3) 3시간 이상의 전신마취를 받은 자,

4) 수술 중 수혈을 받지 않은 자,

5) 수술 당일 체온에 영향을 미치는 clonidine, phenothiazine 등 [24]을 복용하지 않은 자,

6) 기초대사량 또는 말초혈액순환 질환으로 수술 중 체온에 영향을 미칠 수 있는 갑상선질환, 당뇨병, 레이노드 증후군 또는 버거씨병[14, 24]을 가지고 있지 않은 자로 하였다.

표본크기 산정은 G-Power 3.1을 이용하였고 Eberhart 등[14]의 선행연구를 토대로 효과크기를 0.16으로 산정한 후 유의수준을 0.05 그리고 검정력을 90%로 하여 계산한 표본 수는 128명이다.

3. 연구 도구

1) 심부체온

수술실 입실 시의 수술 전 체온, 마취유도 시 체온, 마취유도 후 1시간, 2시간 및 3시간에서의 심부체온은 고막용 체온계를 이용하여 측정하였다.

2) 신장 및 체중

디지털 자동 신장체중계(HEALTHMETER GL-310, G-tech, Uijeongbu, Korea)를 이용하여 측정하였다.

3) 혈압 및 심박동 수

혈압은 정맥관을 적용하지 않은 팔의 상박에 커프를 감고 혈압

계(PHILIPS M1574A, Philips medicine system, Boblingen, Germany)를 이용하여 측정하였고, 심박동 수는 심장 모니터(PHILIPS patient monitor MP70, Philips medicine system, Boblingen, Germany)를 이용하여 측정하였다.

4) 수술실 온도 및 습도

수술실의 실내온도 및 습도는 중앙 공조시스템으로 조절되며 온도/습도계(Digital Thermo Hygrometer TE-201, CAS corporation, Jishan, China)로 측정하였다.

5) 체질량지수

체중과 신장을 이용하여 지방의 양을 추정하는 Kauff 지수(Body weight(kg)/Height²(m²))를 이용하여 산정하였다.

6) 체표면적(body surface area, BSA)

인체표면의 총 면적으로 Dubois formula 공식 $(0.20247 \times \text{Height(m)}^{0.725} \times \text{Weight(kg)}^{0.425})$ 을 이용하여 산정하였다.

7) 체지방률(total body fat, TBF)

체지방률은 $(\text{weight(kg)} - \text{LBM}) / \text{weight(kg)} \times 100$ 의 공식을 이용하여 산출하였다. 체지방(lean body mass, LBM)은 체중에서 지방량을 제외한 수분, 근육 단백질, 당질과 뼈 등을 포함한 체중으로써 James 공식을 이용하여 여성은 $(1.07 \times \text{weight(kg)}) - 148 \times \text{weight(kg)}^2 / \text{height(m)}^2$, 남성은 $(1.10 \times \text{weight(kg)}) - 128 \times (\text{weight(kg)}^2 / \text{height(m)}^2)$ 공식으로 계산하였다.

4. 자료 수집

본 연구의 자료 수집은 2012년 8월 6일부터 2013년 2월 28일까지 연구자와 3인의 연구 보조자가 하였으며 자료 수집 절차는 다음과 같다.

1) 수술 전날 연구 대상자를 방문하여 나이, 성별, 신장, 체중과 ASA신체 등급 자료를 수집하였다.

2) 수술 당일 연구 대상자가 수술 전 처치실에 도착하면 고막체온계에 탐침커버를 끼운 후 측정자의 왼손으로 연구 대상자의 오른쪽 귓바퀴를 후상방으로 잡아당기고, 오른손으로 고막체온계의 측정 부를 외이도에 밀착시킨 후 버튼을 누르고 삐 소리가 난 후 화면에 나타난 수치를 취하여 고막체온을 측정하였다.

3) 수술실로 입실 후 정맥관을 적용하지 않은 상박에 커프를 적용한 후 혈압을 측정하였고 심박동 수는 심장 모니터를 이용하여 측정하였다.

4) 38°C로 세팅하여 환자의 등 아래에 깔아 놓은 물순환 전기담요 (BLANKETROLL II, Cincinnati Sub-Zero, Cincinnati, Ohio, USA)의 스위치를 켜다.

5) 마취유도 직후 고막체온을 측정하였다.

6) 펜토달 소듐 5-6 mg/kg 또는 프로포폴 1.5-2 mg/kg를 정맥 내 투여하고 의식이 소실되면 로쿠로니움 1 mg/kg을 투여하고 기관 내 삽관을 하였다.

7) 기관 내 삽관 후 흡입마취제로 세보플루란 2-3 vol %, 공기 1.5 L/min과 O₂ 1.5L/min으로 흡입시켜 전신마취를 유지하였다.

8) 기관 내 삽관 후 수술환자의 멸균영역을 확보하기 위해 부직포로 방포를 하고, 실온 수액을 8-12 ml/kg/hr로 투여하였다.

9) 복강 내 세척액은 40°C 온장조에 보관된 생리식염수와 실온보관 생리식염수를 2:1로 혼합하여 사용하였다.

10) 마취유도 후 1시간, 2시간 그리고 3시간에서 고막체온을 반복적으로 측정하였다.

11) 마취유도 후 3시간에서 출혈량, 수술 중 사용한 생리식염수 세척액을 계산하였고 수술실 실내온도를 측정하였다.

5. 윤리적 고려

본 연구가 이루어진 서울 소재 S병원 생명윤리심의 위원회의 승인을 받았다(IRB file No: 2012-07-055-001). 수술 전날 수술예정환자를 방문하여 연구목적을 설명하고 연구 진행 중 연구 참여에 대한 동의 또는 거부할 수 있으며 발생 가능한 불편감에 대해 설명하였다. 모든 자료는 연구 목적으로만 사용할 것이며, 연구 참여에 대한 익명성과 비밀을 보장할 것임을 설명한 후 연구 참여에 대한 동의서를 받았다.

6. 자료 분석

수집된 자료는 IBM SPSS 19.0 (IBM SPSS Inc, Amonk, NY, USA)를 이용하여 분석하였다. 마취유도 후 1시간, 2시간 그리고 3시간에서 저체온군(<36°C)과 정상체온군(≥36°C) 간의 인구학적 특성 비교는 Chi-test, 마취유도 후 1시간, 2시간 그리고 3시간에서의 수술 전 체온, 수술 전 수축기압, 수술 전 심박동 수, 체중, 체질량지수, 체표면적, 총 체지방률과 체중 대 체표면적 비율의 비교는 t-test로 분석하였다. 또한 수술 중 체온에 영향을 미치는 변수들 간의 상관관계 분석을 하였고 다중회귀분석의 단계선택법을 이용하여 마취유도 후 1시간, 2시간 그리고 3시간에서 체온에 영향을 미치는 요인과 상대적 영향력을 탐색하였다. 다중회귀 분석의 오차의 자기상관(독립성) 검증에서 표본 수가 138개이고 독립변수가 4개 이상일 때 $\alpha = .05$ 에서 Dubin-Watson 통계량(d)의 임계치는 $1.59 \leq d \leq 1.76$ 가 되나 본

연구에서 7개 변수 투입 시의 Dubin-Watson 통계량은 1.98로 계산되어 자기상관이 없는 것으로 나타났다. 또한 마취유도 후 3시간에서 독립변수의 공차 한계값은 0.79-0.98, 분산팽창인자값은 1.03-1.29로 계산되어 다중공선성의 문제는 없는 것으로 나타났다.

연구 결과

1. 마취유도 후 1시간, 2시간 및 3시간에서의 저체온군과 정상체온군의 일반적 특성 및 생리적 특성 비교

연구 대상자 138명 중 36°C 미만의 저체온은 마취유도 후 1시간에서 87명(63.0%), 2시간에서 92명(66.7%) 그리고 3시간에서는 88명(63.8%)에게 나타났다(Table 1).

마취유도 후 1시간과 2시간에서 저체온군은 정상체온군과 비교하여 나이가 많고($p < .001$; $p = .001$), 남성인 경우($p = .010$), 수술 전 처치실에서의 체온이 낮고($p = .002$; $p = .017$) 심박 수가 적으며($p = .001$; $p < .001$), 마취유도 시의 체온이 낮고($p < .001$), 체지방률이 낮은 것으로 나타났다($p = .030$; $p = .019$). 또한 마취유도 후 3시간에서 저체온군은 정상체온군과 비교하여 나이가 많고($p < .001$), 남성인 경우($p = .006$), 수술 전 처치실에서의 체온이 낮고($p = .002$), 심박 수가 적으며($p < .001$), 마취유도시의 체온이 낮고($p < .001$), 체지방률이 낮으며($p = .012$), 수술실 실내온도가 0.67°C 낮고($p < .001$), 생리식염수 세척액 사용량이 1,100 mL 정도 적은 것으로($p = .002$) 나타났다(Table 1).

2. 수술 중 저체온에 영향을 미치는 변수들 간의 상관관계

수술 중 저체온에 영향을 미치는 변수로서 체중과 체질량지수($r = .820$, $p < .001$), 체중과 체중 대 체표면적 비율($r = .938$, $p < .001$), 체지방률과 체질량지수($r = .824$, $p < .001$), 체지방률과 체중 대 체표면적 비율($r = .729$, $p < .001$), 그리고 수술 전 처치실에서의 체온과 마취유도 시의 체온($r = .693$, $p < .001$) 간에 상관관계가 높아 다중회귀분석에서 다중공선성의 문제가 있다(Table 2). 따라서 수술 중 저체온에 영향을 미치는 요인으로 체중, 체질량지수, 체중 대 체표면적 비율과 수술 전 처치실에서의 체온을 제외시키고 다중회귀 분석을 하였다.

3. 수술 중 체온에 영향을 미치는 요인

마취유도 후 1시간과 2시간에서의 체온에 영향을 미치는 요인은 나이, 체지방률, 마취유도시 체온과 수술 전 수축기압과 심박 수를 독립변수로 하여 입력방법으로 다중회귀분석을 하였다(Table 3). 마취유도 후 1시간에서의 체온은 마취유도 시 체온($\beta = 0.66$, $p < .001$)

Table 1. General Characteristics in Normothermia and Hypothermia Group at 1 hour, 2 hours and 3 hours after General Anesthesia (N = 138)

Variable	1 hour after induction			2 hours after induction			3 hours after induction		
	Normothermia (n = 51)	Hypothermia (n = 87)	t or χ^2	Normothermia (n = 46)	Hypothermia (n = 92)	t or χ^2	Normothermia (n = 50)	Hypothermia (n = 88)	t or χ^2
	Mean \pm SD or N (%)	Mean \pm SD or N (%)	p	Mean \pm SD or N (%)	Mean \pm SD or N (%)	p	Mean \pm SD or N (%)	Mean \pm SD or N (%)	p
Age (year)	51.32 \pm 9.81	58.13 \pm 11.44	<.001	50.91 \pm 10.22	57.95 \pm 11.28	<.001	51.15 \pm 11.14	58.26 \pm 10.65	<.001
Gender									
Male	26(56.5)	72(78.3)	7.04	26(56.5)	72(78.3)	7.04	28(56.0)	70(79.5)	8.59
Female	20(43.5)	20(21.7)	0.22	20(43.5)	20(21.7)	0.22	22(44.0)	18(20.5)	1.25
ASA									
I	38(74.5)	56(64.4)	.258	35(76.1)	59(64.1)	2.02	37(74.0)	57(64.8)	.342
II	13(25.5)	31(35.6)	.361	11(23.9)	33(35.9)	0.96	13(26.0)	31(35.2)	.072
AGC	13(25.5)	31(35.6)	.361	16(34.8)	40(43.5)	0.96	15(30.0)	41(46.6)	.072
EGC	57(59.4)	25(49.0)	.707	30(65.2)	52(56.5)	0.07	35(70.0)	47(53.4)	.707
STG	36(70.6)	58(66.7)	.063	32(69.6)	62(67.4)	0.07	33(66.0)	61(69.3)	.016
TG	15(29.4)	29(33.3)		14(30.4)	30(32.6)		17(34.0)	27(30.7)	
Duration of operation (hour)	36.95 \pm 0.39	36.77 \pm 0.34	3.16	36.98 \pm 0.40	36.75 \pm 0.34	2.42	36.94 \pm 0.37	36.75 \pm 0.36	3.11
Ambient temperature (°C)	131.81 \pm 18.03	136.62 \pm 20.01	-1.41	132.16 \pm 17.94	136.25 \pm 20.02	-1.18	131.24 \pm 19.14	137.06 \pm 19.24	-1.71
Humidity (%)	78.76 \pm 12.85	71.58 \pm 11.17	3.50	79.99 \pm 12.86	71.35 \pm 10.92	4.12	79.09 \pm 13.17	71.46 \pm 10.83	3.67
Irrigation saline (mL)	36.32 \pm 0.22	35.84 \pm 0.31	10.26	36.36 \pm 0.23	35.85 \pm 0.33	7.99	36.27 \pm 0.28	35.86 \pm 0.33	7.12
Blood loss (mL)	36.24 \pm 0.21	35.64 \pm 0.29	13.11	36.34 \pm 0.27	35.54 \pm 0.32	13.51	36.32 \pm 0.28	35.54 \pm 0.33	7.12
Preoperative CBT (°C)	36.95 \pm 0.39	36.77 \pm 0.34	3.16	36.98 \pm 0.40	36.75 \pm 0.34	2.42	36.94 \pm 0.37	36.75 \pm 0.36	3.11
Preoperative SBP (mmHg)	131.81 \pm 18.03	136.62 \pm 20.01	-1.41	132.16 \pm 17.94	136.25 \pm 20.02	-1.18	131.24 \pm 19.14	137.06 \pm 19.24	-1.71
Preoperative heart rate (bpm)	78.76 \pm 12.85	71.58 \pm 11.17	3.50	79.99 \pm 12.86	71.35 \pm 10.92	4.12	79.09 \pm 13.17	71.46 \pm 10.83	3.67
CBT (°C) at induction	36.32 \pm 0.22	35.84 \pm 0.31	10.26	36.36 \pm 0.23	35.85 \pm 0.33	7.99	36.27 \pm 0.28	35.86 \pm 0.33	7.12
At 1 hour after induction	36.24 \pm 0.21	35.64 \pm 0.29	13.11	36.34 \pm 0.27	35.54 \pm 0.32	13.51	36.32 \pm 0.28	35.54 \pm 0.33	7.12
At 2 hours after induction									
At 3 hours after induction									
Weight (kg)	64.43 \pm 10.82	64.75 \pm 10.05	-0.17	64.86 \pm 10.94	64.43 \pm 10.05	0.22	64.87 \pm 10.58	64.45 \pm 10.26	0.17
BMI (kg/m ²)	24.35 \pm 3.66	23.94 \pm 3.13	0.66	24.45 \pm 3.88	23.92 \pm 3.06	0.81	24.27 \pm 3.75	23.90 \pm 3.16	0.53
BSA (m ²)	1.69 \pm 0.16	1.70 \pm 0.15	-0.59	1.70 \pm 0.15	1.70 \pm 0.15	-0.11	1.70 \pm 0.15	1.70 \pm 0.15	-0.01
Total body fat (%)	26.12 \pm 6.69	23.81 \pm 5.51	2.19	26.37 \pm 6.88	23.82 \pm 5.44	2.37	26.38 \pm 6.90	23.70 \pm 5.31	2.55
Weight/BSA ratio	37.95 \pm 3.16	37.86 \pm 2.95	0.30	38.17 \pm 3.26	37.78 \pm 2.97	0.57	37.95 \pm 3.13	37.72 \pm 2.96	0.38

AGC = Advanced gastric cancer; ASA = American society of anesthesiology; BMI = Body mass index; BSA = Body surface area; CBT = Core body temperature of tympanic membrane; EGC = Early gastric cancer; SBP = Systolic blood pressure; STG = Subtotal gastrectomy; TG = Total gastrectomy

Table 2. Correlation Analysis between Variables

(N = 138)

Variables	Weight r p	TBF r p	BMI r p	Weight/BSA ratio r p	Preoperative CBT r p	CBT at induction r p	Preoperative SBP r p	Preoperative heart rate r p	Ambient temperature r p	Irrigation saline r p
Age	-.091 .287	-.059 .492	.021 .803	-.024 .774	-.240 .002	-.240 .005	-.224 .008	.386 <.001	-.110 .118	-.036 .674
Weight		.527 <.001	.820 <.001	.938 <.001	-.009 .913	-.021 .804	-.060 .483	-.118 .169	.066 .441	-.002 .981
TBF			.824 <.001	.729 <.001	.177 .038	.188 .027	.063 .450	-.015 .862	.068 .425	.125 .044
BMI				.966 <.001	.102 .233	.110 .199	-.063 .461	-.038 .655	.052 .545	.049 .570
Weight/BSA ratio					.050 .558	.050 .561	.019 .824	-.075 .385	-.060 .481	.030 .723
Preoperative CBT						.693 <.001	-.089 .301	.325 <.001	.074 .391	-.063 .465
CBT at induction								-.054 .694	.372 <.001	.025 .815
Preoperative SBP								.217 .010	-.084 .327	-.008 .928
Preoperative heart rate									.007 .934	.029 .739
Ambient temperature										.092 .285

BMI = Body mass index; BSA = Body surface area; CBT = Core body temperature of tympanic membrane; Preoperative = Right after arriving at preanesthetic room; SBP = Systolic blood pressure; TBF = Total body fat.

Table 3. Comparison of Factors Influencing Intraoperative Body Temperature at 1 hour, 2 hours and 3 hours after Induction of General Anesthesia

(N = 138)

Variables	B	β	t	p	Tolerance	VIF
At 1 hour after induction						
Age	-0.03	-0.08	-1.19	.236	0.80	1.26
Total body fat	0.02	0.23	4.02	<.001	0.94	1.06
CBT at induction	0.82	0.66	10.4	<.001	0.79	1.27
Preoperative SBP	0.00	0.01	0.10	.918	0.78	1.29
Preoperative heart rate	0.00	-0.01	0.08	.938	0.79	1.28
	R ² = .582, adj. R ² = .567, F = 36.8, p < .001; Durbin-Watson = 1.797					
At 2 hours after induction						
Age	-0.01	-0.13	-1.86	.062	0.80	1.26
Total body fat	0.02	0.25	4.07	<.001	0.94	1.06
CBT at induction	0.74	0.58	8.56	<.001	0.79	1.27
Preoperative SBP	0.01	-0.01	-0.08	.911	0.78	1.29
Preoperative heart rate	0.01	0.58	0.18	.809	0.79	1.27
	R ² = .518, adj. R ² = .501, F = 28.42, p < .001; Durbin-Watson = 1.848					
At 3 hours after induction						
Age	-0.01	-0.19	-2.61	.010	0.79	1.27
Total body fat	0.02	0.23	3.46	.001	0.93	1.09
CBT at induction	0.64	0.44	6.12	<.001	0.79	1.27
Preoperative SBP	-0.00	0.07	-0.93	.344	0.78	1.29
Preoperative heart rate	0.00	-0.11	1.53	.128	0.79	1.27
Ambient temperature	0.08	0.17	2.65	.010	0.98	1.03
Irrigation saline	1.1*10 ⁻⁵	0.05	0.52	.467	0.98	1.03
	R ² = .475, adj. R ² = .446, F = 16.8, p < .001; Durbin-Watson = 2.146					

CBT = Core body temperature of tympanic membrane; Preoperative = Right after arriving at preanesthetic room; SBP = Systolic blood pressure; VIF = Variance inflation factor.

과 체지방률($\beta=0.23, p<.001$)의 영향을 받으며 2가지 요인이 마취유도 후 1시간에서의 체온에 대해 56.7%를 설명하는 것으로 나타났다. 마취유도 후 2시간에서의 체온은 마취유도 시 체온($\beta=0.58, p<.001$)과 체지방률($\beta=0.25, p<.001$)의 영향을 받으며 2가지 요인이 마취유도 후 1시간에서의 체온에 대해 50.1%를 설명하는 것으로 나타났다.

마취유도 후 3시간에서의 체온에 영향을 미치는 요인은 나이, 체지방률, 마취유도 시 체온, 수술 전 수축기압 및 심박수, 수술실 실내온도와 생리식염수 세척액의 7개 변수를 독립변수로 하여 입력방법으로 다중회귀분석을 하였다(Table 3). 마취유도 후 3시간에서의 체온은 나이($\beta=-0.19, p=.010$), 마취유도 시 체온($\beta=0.44, p<.001$), 체지방률($\beta=0.23, p=.001$)과 수술실 실내온도($\beta=0.17, p=.009$)의 영향을 받으며 4가지 요인이 마취유도 후 3시간에서의 체온에 대해 44.6%를 설명하는 것으로 나타났다.

논 의

본 연구에서 마취유도 후 1시간에 개복수술환자의 63.0%에서 36°C 미만의 저체온이 나타나며, 마취유도 후 2시간에 66.7%, 그리고 마취유도 후 3시간에 63.8%에서 저체온이 발생하였다. 마취유도 후 3시간에서 저체온 발생률이 오히려 낮아진 현상은 마취유도 후 3시간에 수술이 종료되고 따스한 생리식염수로 복강 내 세척을 하면서 체온이 다소 상승한 것으로 생각한다[25]. 반면 저체온이 마취유도 후 1시간에 개복수술환자의 34.6%, 마취유도 후 2시간에 개복수술환자의 46.3% 그리고 마취유도 후 3시간에 개복수술환자의 54.4%에서 발생한 것으로 보고한 선행연구[19]와 비교하여 본 연구에서 저체온 발생 빈도가 현저히 높은 것을 볼 수 있다. 이와 같이 연구에 따라 저체온 발생률이 다소 상이한 이유는 수술실 실내온도 또는 수술환자에게 적용한 가온요법이 다르기 때문이라고 생각한다. 본 연구에서 수술실 실내온도는 22.0-22.4°C이지만 저체온 발생률이 다소 낮은 선행연구[19]의 수술실 실내온도는 23.4-23.5°C로 본 연구와 비교하여 1.1-1.4°C가 높다는 점이다. 수술실 실내온도가 1.1°C 낮을 때 수술환자에게 저체온 발생이 높은 것으로 보고한 선행연구[3]도 본 연구의 결과를 지지해 주고 있다. 또한 물순환 매트리스 가온요법과 수액가온요법의 병용은 물순환 매트리스 가온의 단독 적용과 비교하여 체온을 1°C 상승시킬 수 있을 정도로[26] 가온효과가 크지만 본 연구에서는 물순환 매트리스를 단독으로 적용하였기 때문에 수술 중 저체온 발생률이 다소 높았던 것으로 생각한다. 따라서 수술 중 저체온이 예상되는 환자에게는 물순환 매트리스 외에 수액가온요법 또는 마취가스 가온요법 등을 병용하는 것

이 필요하리라 생각한다.

본 연구에서 마취유도 후 1시간에서 저체온 발생률이 63%, 그리고 2시간에서 67.1%로 수술소요시간이 길어지면서 저체온 발생률이 증가하지만 마취유도 후 1시간에서 저체온군의 체온은 35.6°C, 그리고 마취유도 후 2시간과 3시간에서도 각각 35.5°C로 마취유도 후 1-3시간 동안 저체온 발생자의 평균체온이 거의 변화하지 않는 것으로 나타났다. 이와같이 마취유도 후 1시간에서 3시간까지의 체온이 거의 유사하게 35.5°C 정도를 유지한 것으로 나타난 본 연구의 결과는 체온이 35.3-35.8°C로 저하되면 체온조절성 혈관수축이 왕성해지면서 체열 상실을 최소화하여[16,19] 더 이상 체온이 저하되지 않는 정체기에 이르며 이러한 체온 정체기는 마취유도 후 3-4시간 정도 지속된다는 선행연구에 의해 지지되고 있다[21,27].

본 연구를 통해 마취유도 전 체온이 마취유도 후 1시간에서 3시간까지의 체온에 주로 영향을 미치는 것으로 나타난 현상은 수술 전 체온이 수술 후 저체온에 영향을 주는 것으로 보고한 선행연구[3,4,8,19]에 의해 지지되고 있다. 그런데 저체온군의 체온이 수술전 처치실에서 36.75-36.77°C였으나 마취유도 시에 35.84-35.86°C로 0.91°C 저하된 현상은 수술실 입실 후 마취유도 직전까지 체열 상실이 많다는 것을 뜻한다. 0.2°C 이상의 체온 변화는 체온저하 또는 체온상승의 의미로 중요하다는 점에서[24] 수술환자가 수술실 입실 후 마취유도가 이루어지기 직전까지 체열상실을 막기 위해 보다 적극적인 가온요법 및 보온 등의 체온간호중재가 필요하다고 생각한다.

체지방률이 마취유도 후 1시간에서 3시간의 체온에 영향을 미치는 것으로 나타난 본 연구의 결과는 체지방률이 높을 때 체온저하가 지연된다는 선행연구[8]에서 지지 근거를 찾을 수 있지만 체중이 수술 중 체온의 영향 요인이 되는 것으로 보고한 선행연구결과[19]와는 상이하다. 그런데 체중이 수술 중 체온에 영향을 미치는 것으로 보고한 선행연구[19]와 본 연구는 모두 개복수술 환자를 연구 대상으로 하였으며, 수술 중 동일한 가온요법을 제공하였으나 본 연구의 수술실 실내온도가 1.1-1.4°C 낮다는 점에 주목하고자 한다. 본 연구와 선행연구[19]의 수술실 환경을 고려해 볼 때 수술실 실내온도에 따라 저체온에 영향을 미치는 신체계측요소가 달라지는 것으로 보인다. 본 연구와 몇몇 선행연구[3,8,19]를 고려해 볼 때 실내온도가 22.0°C 이하의 수술실에서 수술이 진행되는 경우 수술 중 저체온에 영향을 미치는 요인으로는 신체계측요소 중 체지방률을 고려해야 할 것으로 보인다.

본 연구에서 수술실 실내온도가 마취유도 3시간에서의 체온에 영향을 미치는 것으로 나타난 현상은 수술실 실내온도가 수술 중 저체온에 영향을 미치며, 26°C의 수술실 실내온도가 저체온 예방에 효과적인 것으로 보고한 선행연구[3,28]에 의해 지지되고 있다.

그러나 수술 중 저체온을 예방하기 위해 수술실 실내온도를 25-26°C로 유지하는 것은 수술 후 감염 발생은[23,29] 물론 에너지 효율에도 적합하지 않으므로 수술실 실내온도는 22-23°C를 유지하면서[24] 수술환자의 저체온 위험요인을 고려하여 개별적 보온 및 가온요법을 제공하는 것이 바람직할 것으로 생각한다. 그러나 본 연구에서 마취유도 후 1시간 및 2시간에서의 수술실 실내온도를 측정하지 못하여 수술실 실내온도가 마취유도 후 1시간 및 2시간의 저체온에 미치는 영향력을 분석하지 못하였다.

한편 본 연구에서 나이는 마취유도 후 3시간 이후의 체온에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 이러한 현상은 나이가 저체온의 위험요인이 되는 것으로 보고한 몇몇 선행연구[16,17,20]에 의해 지지되고 있다. 특히 본 연구에서 나이가 마취유도 후 1시간에서는 거의 영향을 미치지 못하지만 마취유도 후 2시간 시점부터 체온에 영향을 미치기 시작하는 것을 볼 수 있다. 이러한 본 연구의 결과는 나이가 마취유도 1시간 이후의 체온에 영향을 미치는 것으로 보고한 선행연구[19]의 결과와는 다소 상이하다. 이와 같이 나이가 체온에 영향을 미치는 시점이 다소 상이한 현상은 연구 대상자의 나이와 관련이 깊은 것으로 생각한다. 본 연구 대상자의 평균 나이는 58세이나 마취유도 후 1시간부터 나이가 체온에 영향을 미치는 것으로 보고한 선행연구[19]의 연구 대상자 나이는 69세로 본 연구와 비교하여 10년 정도 노령화되어있다는 점에 주목하고자 한다. 노화와 함께 인체는 저체온에 대한 자율신경계 반응이 지연되고, 혈관수축반응을 유도하는 체온의 역치가 낮아지며, 대사율과 피하지방층이 감소하는 등[21,30]의 저체온에 대한 방어능력 저하는 마취유도 후부터 저체온에 노출될 가능성을 높이는 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점은 식도체온 또는 폐동맥체온과 같은 심부체온 측정이 안정적이지만 고막체온을 측정하였다는 점이다. 이와 같이 고막체온을 측정하는 이유는 수술실 입실 시의 체온, 마취유도 시의 심부체온 측정은 고막체온 측정이 가능하나 식도체온 및 폐동맥체온 측정은 전신마취 후에 가능하기 때문에 수술 전 처치실 입실 시부터 전신마취 유도, 그리고 마취 종료 시까지 공통적으로 이용할 수 있는 심부체온 측정은 고막체온이기 때문이다. 그러나 연구 보조자를 대상으로 고막체온 측정법을 교육하여 고막체온 측정에서 발생할 수 있는 측정오차를 최소화하였다. 또 다른 제한점은 마취유도 후 1시간과 2시간에서 수술실 실내온도 및 생리식염수 세척액을 측정하지 못하였다는 점이다.

결론

마취유도 후 2시간 동안의 체온에 영향을 미치는 요인은 마취유

도전 체온과 체지방률이며, 마취유도 후 1시간에서 2시간으로 경과하면서 마취유도 전 체온의 영향력은 감소하는 반면 체지방률의 영향은 다소 증가하는 것으로 보인다. 또한 마취유도 후 3시간의 체온은 마취유도 전 체온, 체지방률, 수술실 실내온도와 나이의 영향을 받는 것으로 보인다.

따라서 수술실 실내온도가 22.0°C 이하, 수술환자의 체지방률이 23.9% 이하 또는 나이가 58세 이상인 수술환자의 경우 수술실 입실 후 마취유도가 이루어지기까지 적극적인 보온 및 가온, 그리고 수술중 따뜻한 생리식염수의 복강 내 세척이 수술 중 저체온 예방에 도움이 될 것으로 생각한다. 추후 마취유도 후 1시간 2시간에서 수술실 실내온도 및 생리식염수 세척액이 수술 중 저체온에 미치는 영향과 마취유도 전의 가온요법이 수술 중 체온에 미치는 영향에 대한 연구가 이루어지기를 제안한다.

REFERENCES

1. Lenhardt R. The effect of anesthesia on body temperature control. *Frontiers in Bioscience*. 2010;S2:1145-1154.
2. Kiekkas P, Pouloupoulou M, Papahatzi A, Souleles P. Effects of hypothermia and shivering on standard PACU monitoring of patients. *AANA Journal*. 2005; 73(1):47-53.
3. Kongsayrepong S, Chaibundit C, Chadpaibool J, Komoltri C, Suraseranivongse S, Suwannanonda P, et al. Predictor of core hypothermia and the surgical intensive care unit. *Anesthesia and Analgesia*. 2003;96(3):826-833. <http://dx.doi.org/10.1213/01.ANE.0000048822.27698.28>
4. Abelha FJ, Castro MA, Neves AM, Landeiro NM, Santos CC. Hypothermia in a surgical intensive care unit. *BMC Anesthesiology*. 2005;5:7. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2253-5-7>
5. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. *The New England Journal of Medicine*. 1996;334(19):1209-1215.
6. Kurz A, Sessler DI, Christensen R, Dechert M. Heat balance and distribution during the core-temperature plateau in anesthetized humans. *Anesthesiology*. 1995;83(3):491-499.
7. 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(3):662-673.
8. Yamakage M, Kamada Y, Honma Y, Tsujiguchi N, Namiki A. Predictive variables of hypothermia in the early phase of general anesthesia. *Anesthesia and Analgesia*. 2000;90(2):456-459. <http://dx.doi.org/10.1213/00000539-200002000-00040>
9. Kasai T, Hirose M, Yaegashi K, Matusukarao T, Takamata A, Tonaka Y. Preoperative risk factors of intraoperative hypothermia in major surgery under general anesthesia. *Anesthesia and Analgesia*. 2002;95(5):1381-1383. <http://dx.doi.org/10.1097/00000539-200211000-00051>
10. Sarti A, Recanati D, Furlan S. Thermal regulation and intraoperative hypothermia. *Minerva Anestesiologica*. 2005;71(6):379-383.
11. Winkler M, Akça O, Birkenberg B, Hetz H, Scheck T, Arkilic CF, et al. Aggressive warming reduces blood loss during hip arthroplasty. *Anesthesia and Anal-*

- gesia. 2000;91(4):978-984.
12. Connor EL, Wren KR. Detrimental effects of hypothermia: A systems analysis. *Journal of Perioperative Nursing*. 2000;15(3):151-155. <http://dx.doi.org/10.1053/jpan.2000.7508>
 13. Lenhardt R, Marker E, Goll V, Tschernich H, Kurz A, Sessler DI, et al. Mild intraoperative hypothermia prolongs postanesthetic recovery. *Anesthesiology*. 1997;87(6): 1318-1323.
 14. Eberhart LHJ, Doderlein F, Eisenhardt G, Kranke P, Sessler DI, Torossian A, et al. Independent risk factors for postoperative shivering. *Anesthesia and Analgesia*. 2005;101(6):1849-1857.
 15. Frank SM, Beattie C, Christopherson R, Norris EJ, Rock P, Parker S, et al. Epidural versus general anesthesia, ambient operating room temperature and patients age as predictors of inadvertent hypothermia. *Anesthesiology*. 1992;77(2):252-257.
 16. Ozaki M, Sessler DI, Suzuki H, Ozaki K, Tsunoda C, Atarashi K. Nitrous oxide decreases the threshold for vasoconstriction less than sevoflurane or isoflurane. *Anesthesia and Analgesia*. 1995;80(6):1212-1216.
 17. Ayres U. Older people and hypothermia: The role of the anaesthetic nurse. *British Journal of Nursing*. 2004;13(7):396-403.
 18. de Brito Poveda V, Galvão CM, dos Santos CB. Factors associated to the development of hypothermia in the intraoperative period. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. 2009;17(2):228-233.
 19. Kim EJ, Yoon H. Preoperative factors affecting the intraoperative core body temperature in abdominal surgery under general anesthesia. *Clinical Nurse Specialist*. 2014;28(5):268-276. <http://dx.doi.org/10.1097/NUR.0000000000000069>
 20. Macario A, Dexter F. What are the most important risk factors for a patient's developing intraoperative hypothermia? *Anesthesia and Analgesia*. 2002;94(1):215-220. <http://dx.doi.org/10.1213/00000539-200201000-00042>
 21. Ozaki M, Sessler DI, Matsukawa T, Ozaki K, Atarashi K, Negishi C, et al. The threshold for thermoregulatory vasoconstriction during nitrous oxide/sevoflurane anesthesia is reduced in the elderly. *Anesthesia and Analgesia*. 1997;84(5):1029-1033.
 22. Flores-Maldonado A, Guzman-Llanez Y, Castaneda-Zarate S, Pech-Colli J, Alvarez-Nemegyei J, Cervera-Saenz M, et al. Risk factors for mild intraoperative hypothermia. *Archives of Medical Research*. 1997;28(4):587-590.
 23. Mills SJ, Holland DJ, Hardy AE. Operative field contamination by the sweating surgeon. *The Australian and New Zealand Journal of Surgery*. 2000;70(12):837-839.
 24. National Institute for Health and Clinical Excellence. The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults [Internet]. Manchester: National Institute for Health and Clinical Excellence; 2008 [Cited 2014 Oct 5]. Available from: <http://www.nice.org.uk/guidance/cg65/resources/guidance-inadvertent-perioperative-hypothermia-pdf>.
 25. Moore SS, Green CR, Wang FL, Pandit SK, Hurd WW. The role of irrigation in the development of hypothermia during laparoscopic surgery. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 1997;176(3):598-602.
 26. Park, H, Yoon, H. A comparison of the effects of intravenous fluid warming and skin surface warming on peri-operative body temperature and acid base balance of elderly patients with abdominal surgery. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2007;37(7):1061-1072.
 27. Kurz A, Plattner O, Sessler DI, Huemer G, Redl G, Lackner F. The threshold for thermoregulatory vasoconstriction during nitrous oxide/isoflurane anesthesia is lower in elderly than in young patients. *Anesthesiology*. 1993;79(3):465-469.
 28. El-Gamal N, El-Kassabany N, Frank SM, Amar R, Khabbar HA, El-Rahmany HK, et al. Age-related thermoregulatory differences in a warm operating room environment (approximately 26 °C). *Anesthesia and Analgesia*. 2000;90(3):694-698. <http://dx.doi.org/10.1097/00000539-200003000-00034>
 29. De Mattia AL, Barbosa MH, De Matia Rocha A, Farisas HL, Santos CA, Santos DM. Hypothermia in patients during the perioperative period. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*. 2012;46(1):60-66.
 30. Tappen RM, Andre SP. Inadvertent hypothermia in elderly surgical patients. *AORN Journal*. 1996;63(3):639-644.