

화상환자의 수술 중 저체온 발생 빈도와 체온변화에 영향을 미치는 요인

배혜영¹ · 김현정²

¹한강성심병원, ²한림대학교 간호학부 · 간호학연구소

Incidence of Hypothermia and Factors Associated with Body Temperature Changes during Surgery in Burned Patients

Hye-Young Bae¹, Hyunjung Kim²

¹Hallym University Hangang Sacred Heart Hospital, Seoul; ²Division of Nursing, Research Institute of Nursing Science, Hallym University, Chuncheon, Seoul, Korea

Purpose: The study aimed to evaluate the changes of body temperature and to identify the factors related to changes during surgery in burned patients. **Methods:** A retrospective study was conducted by reviewing the medical records of 439 adult burned patients who had a surgery under general anesthesia at the Burn Center of a university hospital. **Results:** After surgery, body temperature of the burned patients declined from 36.6°C to 35.2°C; 52.2% were hypothermia. There were significant differences in the changes of body temperature according to the participants' characteristics including American society of anesthesiologists physical status, type of burn injury, total burn surface area, range of exposure, operation time, anesthesia time, amount of fluid, blood transfusion, use of tourniquet, and the method of warming therapy. Factors that influence the temperature changes were total burn surface area ($\beta = 0.26$), operation time ($\beta = 0.25$), amount of fluid (0.20), and warming therapy including 'Room temperature setting + Heated circuit + Hot line' ($\beta = 0.09$) and 'Room temperature setting+one of others' ($\beta = 0.08$). **Conclusion:** Burned patients experienced a decrease of their body temperature during surgery despite of warming therapy. A nursing protocol is needed to provide an appropriate warming therapy based on their characteristics in burned patients.

Key Words: Body temperature; Burn patients; Hypothermia; Surgery

국문주요어: 체온, 화상환자, 저체온, 수술

서 론

1. 연구의 필요성

인체는 주위 환경 온도가 변화해도 심부 체온을 유지할 수 있는 항온 동물의 특성을 갖고 있다[1]. 그러나 수술 환자는 수술 및 마취 중 온도가 낮은 수술실에 노출되고 마취제에 의한 체온 조절의 역

제가 동반되면서 저체온이 흔하게 발생된다[2]. 또한 수술 중의 신체노출, 차가운 소독제의 적용, 수액 주입, 수술장의 낮은 온도 등과 같은 외적 요인도 저체온 발생을 촉진하며 이러한 이유로 수술 환자의 40-90% 정도가 수술 중 저체온을 경험한다[3-5].

수술환자에게 있어서 저체온은 근 이완제의 작용시간을 지연, 강화시키며, 산 염기의 불균형을 초래할 뿐만 아니라 면역반응을 저하

Corresponding author: Hyunjung Kim

Division of Nursing, Research Institute of Nursing Science, Hallym University, 1 Hallymdaehak-gil, Chuncheon 24252, Korea.
Tel: +82-33-248-2712, Fax: 82-33-248-2734, E-mail: hjkim97@hallym.ac.kr

* 본 논문은 제1저자 배혜영의 석사학위논문 일부 수정하여 작성한 것임.

* This article is based on a part of the first author's master thesis.

Received: September 26, 2016 Revised: October 21, 2016 Accepted: October 23, 2016

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

시켜 수술 부위의 감염을 일으키고 출혈량을 증가시켜 수혈요구를 증대시킨다[6]. 또한 저체온은 수술 후 회복을 지연시켜 회복실 체류 시간을 증가시키며, 결과적으로 사망률을 증가시킨다[7]. 그러므로 저체온 예방이 매우 중요하며 적극적인 간호 중재가 요구된다.

수술 중 저체온증은 심한 화상 등의 위험이 높은 환자에서 특히 심각한 문제로 발생한다. 화상환자들의 체온유지능력은 피부에 가해진 손상에 의해 저하되어 열소실의 모든 형태가 증가된다. 뿐만 아니라 손상된 진피에서 증발된 열소실은 정상인보다 훨씬 크며, 전도와 대류에 의한 이차적 소실도 역시 증가된다[8, 9]. 이런 생리적 취약성으로 인해 화상환자는 추운 환경에 더 견디기 힘들고 저체온에 빠지기 쉽다. 게다가 가온요법을 적용하더라도 체온유지가 어려우며, 저체온 중 심부체온이 34°C까지 감소하는 중등도 저체온 증은 환자를 극단적으로 불편하게 할 수 있는 수술 후 전율을 일으킨다. 전율은 또한 새로 이식된 피부조직의 위치를 이동시킬 수 있고, 수술 후 저산증을 유발한다[10]. 따라서 수술환자 특히 화상 수술환자의 저체온 예방이 중요하고 적극적인 간호 중재가 요구되며, 간호 중재 개발을 위해서는 화상 수술환자의 체온에 영향을 미치는 요인을 규명해야 할 필요가 있다.

수술 중 체온에 영향을 미치는 요인에 대한 기존 연구로는 성인 수술환자, 소아환자, 관절경 수술환자, 복강경 수술환자, 척추 수술환자, 노인 수술환자를 대상으로 주로 이루어졌다[3, 5, 7, 11-14]. 이들의 체온에 영향을 미치는 주요 요인으로는 연령, 마취의 종류와 수술시간, 마취시간, 수술의 등급, 체질량지수(body mass index, BMI), 수액량, 수혈의 유무, 수술 전 체온 등이 보고되었다[3, 5, 13, 15]. 화상환자에 있어서는 소생술 시에 사용된 수액량과 화상범위가 저체온에 기여하는 요인이며[16], 응급실 화상환자를 대상으로 한 기존 연구에서는 화상범위와 연령, 의식상태가 저체온 발생의 관련 요인으로 보고되었다[17]. 그러나 화상수술 환자의 체온유지가 중요함에도 불구하고 국내의 화상환자를 대상으로 수술 시 체온에 관한 연구는 전무한 실정이다. 국내와 국외에서 수술이 이루어지는 의료 환경 뿐만 아니라 환자의 신체적 요인도 다를 것으로 여겨지므로 이에 본 연구는 국내 화상환자를 대상으로 수술 중 체온변화를 확인하고, 체온변화에 영향을 미치는 관련요인을 파악하여 화상환자의 수술 중 저체온을 예방할 수 있는 간호중재의 기초를 제공하고 자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 화상환자의 수술 중 체온변화와 이에 관련된 요인을 확인하고 간호중재를 위한 근거를 마련하기 위함이며, 구체적 목적은 다음과 같다.

- 1) 화상 수술환자의 일반적 특성과 화상관련, 수술관련 특성을 확인한다.
- 2) 화상환자의 수술 직후 저체온 정도를 확인한다.
- 3) 화상환자의 특성에 따른 체온변화를 확인한다.
- 4) 화상환자의 수술 중 체온변화에 영향을 미치는 요인을 확인한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 화상환자의 수술 중 체온 변화를 확인하고, 이와 관련된 주요 요인을 규명하기 위한 후향적 조사 연구이다.

2. 연구 대상

본 연구의 대상자는 서울 H대학병원 화상센터 화상외과에서 2013년 7월 1일부터 2014년 6월 30일 까지 전신마취 하에 수술을 시행하는 만 18세 이상의 임신부를 제외한 성인 화상 수술환자이다. G-power 3.1.2 program을 이용하여 유의수준(α) .05, 검정력($1-\beta$) .80, 중간 정도의 효과크기(effect size) .15, 변수 8개를 적용하였을 때 다중회귀분석을 위해 필요한 대상자 수는 109명으로 본 연구 대상자인 439명은 충분한 설명력을 가지고 있다. 연구 대상자 선정 기준은 다음과 같다.

- 1) 화상 수술환자로 18세 이상 성인
- 2) 전신마취 하에 자가 피부이식, 변연절제술, 가피절제술, 동종피부이식술을 시행하는 자
- 3) 수술 전 고막체온이 정상범위에 있는 자
- 4) 미국마취과학회의 전신상태 분류(American society of anesthesiologists physical status, ASA)에 의하여 Class I, II, III에 속하는 자
- 5) 갑상선 질환이나 외이도 질환, 발열의 과거력이 없는 자
- 6) 인후두, 식도, 위장의 질환이 없고 출혈 소인이 없는 자

3. 연구 도구

1) 미국마취과학회의 전신상태 분류(ASA)

ASA는 미국마취과학회가 제정한 수술 전 환자상태에 대한 분류법으로 외과적 질환이나 내과적 질환으로부터 초래된 전신장애를 바탕으로 환자의 전신상태를 분류한 방법이다. Class I은 전신질환이 없는 건강한 환자, Class II는 경한 전신 질환을 가진 환자, Class III는 중증의 전신질환을 가진 환자, Class IV는 생명을 위협할 수 있는 중증 전신 질환을 가진 환자, Class V는 수술 없이는 생명을 구할 수 없는 빈사 상태의 환자, Class VI는 뇌사 판정된 환자로 장기 기증을 목적으로 수술을 받는 환자를 말한다[10].

4. 자료 수집 방법

본 연구의 자료수집은 2013년 7월 1일부터 2014년 6월 31일 까지 서울 H병원 화상외과에서 전신마취 하에 자가 피부이식, 변연절제술 또는 가피절제술, 동종피부이식술 등을 시행한 총 842명 중 의무기록이 미비한 환자와 연구대상자 선정기준에 위배되는 환자 403명을 제외한 439명의 의무기록을 이용하여 연구자 1인이 수집하였다. 본 연구에서 수집된 자료는 일반적 특성으로 성별, 연령, 키, 체중, ASA가 포함되었으며, 화상관련 특성에는 화상의 종류, 화상범위, 노출범위가 포함되었다. 수술적 특성으로는 수술명, 수술시간, 마취시간, 수액량, 수혈유무, 지혈대 사용유무, 가온요법의 종류가 포함되었으며, 수술 직 전부터 수술 종료 시까지 30분 간격의 심부 체온을 수집하였다. 자료 수집하기 전 해당 병원의 규정에 따른 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 심의를 거쳐 연구승인을 받았다(승인번호 2014-092).

1) 가온요법

본 연구에서 가온요법은 다음의 열소실을 막아 체내에 열을 보유하도록 하는 소극적 가온요법과 외부에서 열을 이동시켜 체내의 열을 증가시키는 적극적 가온요법을 이용하여 적용되었다. 수술실 온도 설정(Room temperature setting)은 각 방의 공조 시스템과 연결되어 있는 온도계로 28-32°C의 온도와 30-60%의 습도를 설정(Siemens)하여 환자가 수술실에 입실 시부터 수술 종료 시까지 적용되었다. 물 순환 담요(Water circulating Blanket)는 물 순환 담요(MedithermⅢ, MTAⅢ 6900, Gaymar, USA)의 온도를 38-42°C로 설정하여, 대상자의 어깨에서 엉덩이까지 수술실의 입실 시부터 수술이 종료될 때까지 적용되었다. 가온가습요법(Heated Circuit)은 Heated Humidification Circuit Tube (Unimedics, Inc., USA)를 37-38°C로 설정하여 환자의 기관삽관이 완료된 후부터 수술 종료 시까지 적용되었다. 수액가온요법(Hot line)은 Blood & fluid warmer (Model HL-90, Level 1 Technologies, Inc., USA)를 41°C로 설정하여 수액과 혈액이 주입될 때 사용되었다.

2) 체온측정

체온은 마취유도 직후 식도체온계(Esophageal Stethoscope with Temperature Sensor, Sewoon Medical co., Korea)를 식도하부 1/3에 위치시키고 30분 간격으로 수술 종료까지의 심부체온을 측정하였다. 심부체온이 37.5°C 이상이면 고체온, 36-37.5°C 미만은 정상체온, 36°C 미만으로 떨어진 경우 저체온으로 구분하였으며, 저체온중 34°C 미만으로 체온이 저하되는 것을 중등도 저체온이라 하였다 [18].

5. 자료 분석 방법

수집된 자료는 IBM SPSS Statistics 23(SPSS Inc., USA)을 이용하여 분석하였다. 화상수술 환자의 일반적 특성과 화상관련, 수술관련 특성 및 수술 직후 체온 분포는 빈도와 백분율 및 평균과 표준편차로 산출하였다. 화상환자의 특성에 따른 수술 중 체온변화의 차이는 Independent t-test와 One-way ANOVA로 검정하고, 사후 검정으로 Scheffe의 방법을 이용하여 분석하였다. 수술 중 체온변화에 영향을 미치는 변수는 다중회귀분석으로 분석하였다. 통계적 유의수준은 .05로 하였다.

연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성과 화상 및 수술 관련 특성

본 연구 대상자의 평균 나이는 49.9세이었으며, 남성이 65.4%로 여성 34.6%보다 많았다. 평균 BMI는 23.3kg/m²이었으며, ASA는 1등급이 59.9%로 가장 많았다. 화상의 종류에는 화염화상이 47.4%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 열상화상이 20.0%, 접촉화상 17.8% 순이었다. 화상의 범위는 평균이 19.6%이었으며, 20% 미만에 해당하는 대상자가 60.3%이었다. 수술명은 다중응답 하였으며 부분층 피부이식술이 80.0%로 가장 많았고, 다음으로 동종피부이식술이 18.7%, 가피절제술 8.9% 순이었다. 평균 수술시간은 77.7분이었고, 마취시간은 112.3분이었다. 수술 중 주입된 평균 수액량은 1,260.9 mL이었으며, 39.0%의 환자가 수혈을 받았고, 지혈대는 24.8%에서 사용되었다. 수술 중 가온요법은 모든 환자들에게서 수술실에서 설정된 온도가 적용되었으며, 이에 더하여 가온가습요법, 물 순환 담요, 수액가온요법 모두를 적용한 그룹은 11.8%이었고 가온가습요법과 수액가온요법을 적용한 그룹은 29.1%, 가온가습요법을 적용한 그룹은 27.8%를 차지하였다(Table 1).

2. 수술 직 후 저체온 발생 빈도

대상자의 수술 직후 평균체온은 35.7±0.76°C로, 정상체온은 210명(47.8%)이었고 저체온은 47.8%이었다. 34.0°C 이하의 중등도 저체온은 2.3%이었다(Table 2).

3. 대상자의 특성에 따른 체온변화

대상자의 일반적 특성에 따른 체온변화는 ASA가 1등급일 때 체온변화가 가장 적었으며 3등급일 때 가장 많은 체온변화가 있었다 (F=31.40, p<.001). 화상관련 특성에 따른 체온변화는 화상종류 (F=13.40, p<.001), 화상범위(F=41.21, p<.001), 노출범위(F=37.29, p<.001)에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이

Table 1. Characteristics of Participants (N = 439)

Variables	Category	n (%)	Mean ± SD
Gender	Male	287 (65.4)	49.86 ± 15.49
	Female	152 (34.6)	
Age	< 40	109 (24.9)	23.30 ± 4.02
	40-60	217 (49.4)	
	> 60	113 (25.7)	
Body mass index	Underweight	40 (9.1)	36.59 ± 0.38
	Normal weight	169 (38.5)	
	Overweight	100 (22.8)	
	Obesity	130 (29.6)	
ASA	1	263 (59.9)	19.56 ± 19.27
	2	127 (28.9)	
	3	49 (11.2)	
Preoperative body temperature	Normal (36.0-37.5°C)	439 (100.0)	36.59 ± 0.38
Types of burn injury	Heat	88 (20.0)	40.56 ± 19.29
	Flame	208 (47.4)	
	Contact	78 (17.8)	
	Chemical	12 (2.7)	
	Electrical	53 (12.1)	
Total burn surface area (%)	< 10	177 (40.3)	40.56 ± 19.29
	10-30	144 (32.8)	
	30-50	72 (16.4)	
	> 50	46 (10.5)	
Range of exposure (%)	< 30	149 (34.0)	40.56 ± 19.29
	30-50	155 (35.2)	
	> 50	135 (30.8)	
	Others†	19 (4.3)	
Warming therapy	Room+WB+HC+Hot	52 (11.8)	77.72 ± 46.61
	Room+WB+HC	39 (8.9)	
	Room+HC+Hot	128 (29.1)	
	Room+HC	122 (27.8)	
	Room	79 (18.0)	
	Others‡	19 (4.3)	
	Types of operation*	STSG	
Operation time (min)	< 60	183 (41.7)	112.26 ± 51.29
	60-120	180 (41.0)	
	> 120	76 (17.3)	
	Others‡	26 (6.0)	
Anesthesia time (min)	< 60	50 (11.4)	1,260.89 ± 946.34
	60-120	216 (49.2)	
	> 120	173 (39.4)	
Amount of fluid (mL)	< 1000	232 (52.8)	1,260.89 ± 946.34
	1,000-2,000	114 (26.0)	
	> 2,000	93 (21.2)	
Transfusion	Yes	171 (39.0)	6.17 < .001
No	268 (61.0)		
Tourniquet	Yes	109 (24.8)	6.17 < .001
No	330 (75.2)		

ASA = American Society of Anesthesiologists physical status; Room = Room temperature setting; WB = Water circulating blanket; HC = Heated circuit; Hot = Hot line; STSG = Split-thickness skin grafts.
 *multiple response; †Room+Hot or Room+WB.

를 사후검정을 실시한 결과 화상중류의 경우 화염이 다른 화상중류 그룹보다 체온변화가 컸으며, 화상범위가 커질수록 클수록 노출

Table 2. Body Temperature right after Operation (N = 439)

Category	n (%)	Mean ± SD
Normal (36.0-37.5°C)	210 (49.9)	36.32 ± 0.28
Hypothermia (34.0-35.9°C)	219 (47.8)	35.23 ± 0.51
Severe hypothermia (< 34.0°C)	10 (2.3)	33.45 ± 0.38
Total	439 (100)	35.71 ± 0.76

Table 3. Changes in Body Temperature according to Characteristics of Patients (N = 439)

Variables	Category	Pre-Post Differences		p	Scheffe
		Mean ± SD	t/F		
Gender	Male	0.92 ± 0.77	1.63	0.104	
	Female	0.79 ± 0.71			
Age	< 40	0.81 ± 0.64	0.91	0.458	
	40-60	0.91 ± 0.82			
	> 60	0.84 ± 0.64			
Body mass index	Underweight	0.91 ± 0.77	0.99	0.393	
	Normal weight	0.92 ± 0.78			
	Overweight	0.91 ± 0.79			
	Obesity	0.78 ± 0.67			
ASA	1 ^a	0.71 ± 0.62	31.40	< .001	a<b<c<c
	2 ^b	0.95 ± 0.76			
	3 ^c	1.56 ± 0.93			
Types of burn injury	Heat ^a	0.75 ± 0.71	13.40	< .001	a,c,d,e<b
	Flame ^b	1.12 ± 0.80			
	Contact ^c	0.53 ± 0.56			
	Chemical ^d	0.48 ± 0.34			
	Electrical ^e	0.70 ± 0.57			
Total burn surface area (%)	< 10 ^a	0.45 ± 0.45	41.21	< .001	a<b<c<d
	10-30 ^b	0.91 ± 0.59			
	30-50 ^c	1.36 ± 0.81			
	> 50 ^d	1.64 ± 0.83			
Range of exposure (%)	< 30 ^a	0.40 ± 0.41	37.29	< .001	a<b<c<c
	30-50 ^b	0.86 ± 0.59			
	> 50 ^c	1.41 ± 0.80			
Operation time (min)	< 60 ^a	0.47 ± 0.45	75.33	< .001	a<b<c<c
	60-120 ^b	0.96 ± 0.65			
	> 120 ^c	1.85 ± 0.89			
Anesthesia time (min)	< 60 ^a	0.24 ± 0.24	88.50	< .001	a<b<c<c
	60-120 ^b	0.60 ± 0.50			
	> 1,201 ^c	1.56 ± 0.74			
Amount of fluid (ml)	< 1,000 ^a	0.50 ± 0.45	87.70	< .001	a<b<c<c
	1,000-2,000 ^b	1.02 ± 0.64			
	> 2,000 ^c	1.62 ± 0.83			
Transfusion	Yes	1.36 ± 0.79	12.55	< .001	
	No	0.57 ± 0.53			
Tourniquet	Yes	1.24 ± 0.92	6.17	< .001	
	No	0.75 ± 0.64			

ASA = American Society of Anesthesiologists physical status.

범위가 클수록 체온변화가 컸다. 수술관련 특성에 따르면 마취시간 (F = 88.50, p < .001), 수술시간(F = 75.33, p < .001), 수액량(F = 87.70, p < .001), 수혈유무(t = 12.55, p < .001), 지혈대 사용유무(t = 6.17,

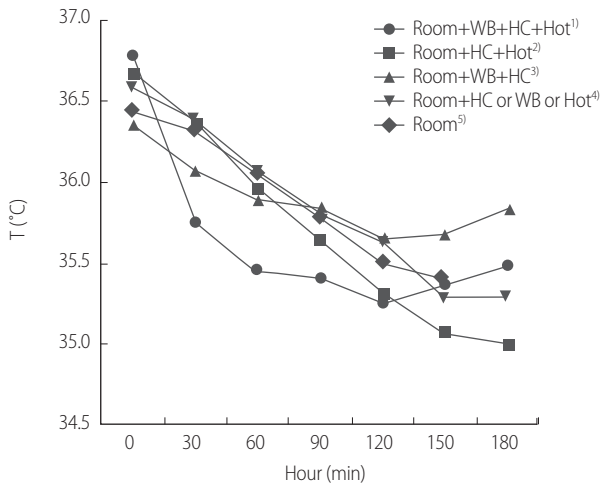


Figure 1. Changes in body temperature according to warming therapy ($F = 38.34, p < .001, {}^{1,3)} < {}^{2,4),5)}$).

WB = Water circulating blanket; HC = Heated circuit; Hot = Hot line.

$p < .001$ 에서 유의한 차이가 있었다. 수술시간과 마취시간은 60분 미만일 때 체온변화가 가장 변화가 작았고, 180분 이상일 때 체온변화가 가장 컸다. 수액량이 증가할수록 체온변화가 커졌으며, 수혈을 한 경우, 지혈대를 사용한 경우 체온변화가 컸다(Table 3).

4. 가온요법에 따른 체온변화

대상자의 체온변화는 가온요법 종류에 따라 유의한 차이가 있었다($F = 38.34, p < .001$). “수술실온도+가온가습요법+물 순환 담요+수액가온요법” 그룹과 “수술실온도+가온가습요법+물 순환 담요” 그룹이 나머지 그룹보다 더 적은 체온변화를 보였다(Figure 1).

5. 수술 중 체온변화에 영향을 미치는 요인

체온변화에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해 먼저 연구대상자의 특성 중 체온변화와의 상관계수가 1.5 이상인 독립변수 11개(수술 직전 체온, ASI, 화상의 종류, 화상범위, 노출범위, 수술시간, 마취시간, 수액량, 수혈유무, 지혈대 사용유무, 가온요법의 종류)를 선정하였다. 그 중 다중공선성을 배제하기 위해 독립변수 간 상관관계가 0.8 이상인 변수들은 하나의 변수만을 선정하여 총 8개의 변수가 동시입력방식으로 다중회귀분석에 적용되었으며, 불연속 변수들은 더미변수로 전환하여 분석되었다. 본 회귀 모형의 허용도(tolerance)가 .248-.872, 분산팽창지수(Variance Inflation Factor)는 1.120-2.858로 다중공선성의 문제는 없었으며, Durbin-Watson test는 1.933로 오차의 독립성을 만족하였다.

수술 직전 체온, ASI, 화상의 종류, 화상범위, 수술시간, 수액량, 지

Table 4. Factors associated with Temperature Changes during Operation (N = 439)

Variables	B	SE	β	t	p
Preoperative body temperature	-0.12	0.07	-.06	-1.65	.099
ASI (ref. = ASI-1)					
ASI-2	-0.01	0.06	-.01	-0.21	.835
ASI-3	-0.08	0.10	-.04	-0.84	.404
Types of burn injury (ref. = Flame)					
Heat	0.08	0.07	.04	1.05	.295
Contact	0.01	0.08	.01	0.13	.895
Chemical	-0.14	0.17	-.03	-0.86	.390
Electrical	0.09	0.09	.04	1.09	.276
Total burn surface area	0.01	0.01	.26	5.17	<.001
Operation time	0.01	0.01	.25	4.38	<.001
Amount of fluid	0.01	0.01	.20	2.96	.003
Toniquit (ref. = no)	-0.12	0.07	-.07	-1.75	.082
Warming therapy (ref. = Room)					
Room+WB+HC+Hot	0.12	0.11	.05	1.16	.247
Room+WB+HC	-0.03	0.08	-.02	-0.33	.738
Room+HC+Hot	0.23	0.10	.09	2.31	.022
Room+HC or WB or Hot	0.15	0.08	.08	1.93	.045
Adj R ² = .50, F = 29.31, p < .001					

ASA = American Society of Anesthesiologists physical status; Room = Room temperature setting; WB = Water circulating blanket; HC = Heated circuit; Hot = Hot line; ref. = Reference.

혈대 사용유무, 가온요법의 종류가 포함된 본 회귀 모형의 체온변화에 대한 설명력은 50%이었다($F = 29.31, p < .001$). 화상환자의 수술 시 체온변화에 영향을 미치는 변수는 화상범위($\beta = .26, p < .001$), 수술시간($\beta = .25, p < .001$), 수액량($\beta = .20, p = .003$), 가온요법의 종류 중 수술실의 온도설정과 가온가습요법, 수액가온요법의 적용($\beta = .09, p = .022$), 수술실 온도설정과 가온요법의 다른 한가지를 적용하는 것($\beta = .08, p = .045$)이 유의한 변수로 나타났다. 화상범위가 체온변화에 가장 큰 영향력을 가지고 있었으며, 수술시간, 수액량, 가온요법의 종류의 순으로 영향력을 보였다(Table 4).

논 의

본 연구는 화상환자 439명을 대상으로 수술 중 체온변화와 이에 관련된 요인을 확인하고, 화상환자의 저체온 예방을 위한 간호중재 개발의 근거를 마련하고자 하였다. 본 연구에서 화상환자는 정상범위에 있던 체온이 수술 중 감소하는 결과를 보였다. 수술 직후 저체온은 52.2%로 나타났는데 이중 34°C 미만인 중등도 저체온은 2.3%이었다. 이는 Kwon [3]의 가온요법을 적용한 노인수술 환자의 수술 후 저체온 발생률인 37.0%보다 높게 나타났으나, 수술 후 중환자실 입실 대상자로 한 연구[15]에서의 57.1%보다는 낮은 수치를 보였다. 이는 본 연구에서는 ASA가 3단계까지의 대상자만을 포함하고

있어 질병의 중증도가 더욱 심각한 중환자에게서 더 많은 저체온이 발생한 것으로 보여진다. 그러나 화상환자의 손상된 진피에서 증발된 열소실은 정상인보다 크며, 전도와 대류에 의한 이차적 소실도 역시 증가되기 때문에 화상환자는 저체온에 쉽게 빠지게 된다[8, 9]. 이러한 생리적 취약성 때문에 화상환자들은 가온요법을 적용하더라도 수술 중 체온감소가 더 크게 나타날 수 있으므로 다른 환자들에 비해 화상환자에게는 더 적극적인 가온요법이 필요한 것이다.

이에 본 연구에서는 가온요법 종류에 따른 체온변화를 살펴보았다. 본 연구의 시간흐름에 따른 체온변화를 보여주는 그래프에서 가장 효과적인 가온요법은 수술실 온도설정, 가온가습요법, 물 순환담요를 병합한 그룹으로 보이거나 이는 환자의 중증도와 예상수술 시간에 따라 적용한 가온요법의 종류가 다르기 때문일 지도 모른다. 수액가온요법은 주로 많은 수액을 주입하는 대상자나 수혈이 필요한 대상자에게 적용한다는 점을 감안한다면, 위의 그룹의 대상자가 중증화상이 아닐 가능성이 높기 때문이다. 본 연구에서 이 그룹의 화상범위는 17.5%, 수술 중 평균 노출범위가 37.8%였으며, 수액량과 수혈량이 894.1 mL와 74.2 mL를 보여 본 연구대상자의 평균수치보다 모두 적은 수치를 나타낸 이러한 결과는 위의 논의를 지지한다. 사후검정에서도 수액가온요법을 사용한 그룹인 수술실 온도설정, 가온가습요법, 수액가온요법을 적용한 그룹에서 체온변화가 큰 것으로 나타났다. 그러므로 화상환자에게 가온요법을 적용함에 있어 화상범위와 수술 중 노출 범위가 고려되어야 하며, 수술 중 수액량과 수혈량도 고려하는 것이 필요하다. 모든 가온요법을 사용한 그룹은 적극적인 가온요법을 적용함으로써 평균 화상범위 35.9%, 노출범위 55.0%, 수액량 2,210.9 mL, 혈액량 1,028.3 mL의 중증의 화상환자임에도 불구하고 큰 체온변화를 보이지는 않았다. 가온요법을 적용함에 있어 한 가지 방법을 적용한 경우보다 여러 가지 방법을 혼합하여 사용한 경우 체온유지 효과가 높게 나타난 연구결과[19]와 같이 화상환자 수술에서 환자의 상태를 고려하여 여러 가지 가온요법을 병합하여 적극적으로 가온시키는 것이 대상자의 체온을 유지하는데 도움이 될 것으로 여겨진다.

적극적인 가온요법이 필요한 환자를 예상하기 위해서는 체온변화에 영향을 미치는 요인을 파악하는 것이 필요하다. 이에 본 연구는 화상환자의 특성 중 체온변화에 관련된 요인을 살펴보았으며 화상범위, 수술시간, 수액량, 가온요법의 종류가 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 본 연구에서 화상범위는 10% 미만일 때 가장 체온변화가 작았으며 화상범위가 넓어질수록 체온변화가 커졌다. 이는 수술 환자는 아니지만 응급실 화상환자를 대상으로 한 저체온 연구에서 화상의 총 체표면적 20-39% (odds ratio 1.44) 및 $\geq 40\%$ (odds ratio 2.39)는 저체온증의 발생이 증가한다는 결과와 같은 맥락을 보

이고 있다[17]. 화상환자들의 체온유지능력은 피부에 가해진 손상에 의해 저하되어 열소실의 모든 형태가 증가되므로 화상부위가 커질수록 체온감소가 큰 것으로 보여진다[8]. 또한 화상환자는 화상범위가 클수록 수술부위와 공여부위를 포함하는 노출범위가 커지므로 체온감소에 더욱 민감할 수 있다. 열손실은 피부와 주위온도 차이에 의해 결정되며 인체에서 최대 열손실이 되는 부위는 손과 발로서 마취 유도 후 열손실의 67%는 사지에서 일어나고, 12%는 머리와 등에서 일어나므로 위의 피부를 단열재로 덮어줌으로써 열손실에 의해서 나타나는 대부분의 저체온은 예방할 수 있다고 한다[20]. 그러므로 수술 동안 노출 부위를 줄여주기 위해 수술이 진행되는 않는 부위는 덮어주어 체온감소를 방지 해야 한다.

수술시간 또한 수술 중 체온변화에 관련요인이며, 60분 미만일 때 가장 적게 변화였고, 180분 이상일 때 체온이 가장 많이 저하되었다. 이는 수술시간이 2시간 이상인 군에서 체온이 낮은 것[12]과 연구결과가 일치하며, 수술시간이 길수록 체온과 음의 상관관계를 갖는다는 결과[5]와도 일치한다. 화상환자의 수술 시간은 화상범위 및 중증도와 연관이 있을 수 있으므로 이러한 변수가 영향을 줄 수도 있을 것이다. 또한 수술 시간 동안 환자의 체온은 수술실의 환경으로 인해 복사, 전도, 증발 대류의 형태로 상실되므로 수술 시간이 길어짐에 따라 수술실의 차가운 공기에 노출되는 시간이 길어짐으로써 체온을 저하시키는 것으로 보여진다[3, 5].

또한 수술 중 주입된 수액량이 많아짐에 따라 체온이 저하됨을 보여주었다. 이는 수술 중 수액이 체내 순환을 거치면서 체온 정도로 덥혀지기 위해서는 많은 신체열을 필요로 하기 때문에, 수액량이 많을수록 체온의 하강 정도가 커지게 되는 것이다[21]. Kwon[3]의 연구에서 1,000 mL 미만 주입된 군($36.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$)이 2,000 mL 이상 주입된 군($35.8 \pm 0.7^\circ\text{C}$)보다 체온이 유의하게 높았으며, Kongsayreepong 등[15]의 연구에서 4,000 mL 이상의 수액주입량 군(odds ratio 1.24)이 수술 후 체온에 영향을 미치는 요인이라고 한 결과들이 이를 지지한다. 따라서 저체온을 예방하기 위해서는 수액가온요법이 필요한 것으로 보이며, 미국회복간호사회(American Society of PeriAnesthesia Nurses, ASPAN)에서 제시한 'ASPAN Hypothermia Guideline'에서 수액가온요법은 적극적 가온요법에 해당된다[22]. 반면 Han 등[23]은 수액가온요법을 적용한 전신마취 하 체온변화에 관한 연구에서 수액가온요법군과 실온주입군의 체온변화는 유의하였으나, 수액가온요법군에서도 수술 중 최저온도가 $35.63 \pm 0.95^\circ\text{C}$ 로 나타나 수술 중 다른 가온요법을 병행하기를 제언하였다. 본 연구의 회귀분석에서도 수술실 온도설정과 가온요법의 다른 한 가지만을 적용하는 것이 체온변화에 영향을 미치는 요인으로 나타나 여러 가지 방법의 가온요법을 병용하는 적극적인 가온요법의 필

요성을 보여주고 있다.

이에 더하여 본 연구에서 수술실의 온도설정과 가온가습요법, 수액가온요법의 적용한 경우 체온변화가 큰 것으로 나타났으며, 회귀 분석에서도 위의 방법이 체온변화에 영향을 주는 요인으로 나타났다. 기존 연구에서도 회복실에 도착했을 때 환자의 체온을 정상체온에 영향을 미치는 환자의 비율을 보았을 때 물 순환 담요가 체온을 유지하고 회복시키는데 도움이 되는 것으로 보인다고 하였다[24]. 본 연구에서도 물 순환 담요가 적용된 그룹의 체온변화가 크지 않은 것으로 보아 위의 기존 연구와 같은 맥락을 보이고 있다. 그러나 가온요법의 종류에 따른 체온변화의 효과를 측정하기 위해서는 많은 번수들을 통제한 상태에서의 실험연구를 바탕으로 이루어져야 하므로 가온요법의 효과를 평가하기 위한 추후 연구가 필요하다.

본 연구는 서울시 소재 일개 병원의 화상환자를 대상으로 하였으므로 연구 결과를 전체 화상환자에게 일반화하는데 신중을 기해야 한다. 또한 수술 중 체온은 환자의 특성과 가온요법 외에도 마취제의 종류와 용량이 말초혈관의 확장이나 뇌하수체의 체온조절 중추에 영향을 미치므로[1] 본 연구의 결과에 영향을 미쳤을 가능성을 완전히 배제하기 어렵다. 그러므로 이를 포함하여 화상환자의 수술 중 체온을 평가하기 위한 다기관, 대단위의 연구가 필요하다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 저체온 발생에 취약한 화상환자의 수술 중 체온변화를 확인하고 이들의 가온요법 가이드라인 개발을 위한 기초자료를 제공하였다는 것에 의의가 있다.

결론

본 연구는 화상환자의 수술 중 체온의 변화를 확인하고 이에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위한 후향적 서술적 연구로서, 이를 바탕으로 화상환자의 수술 시 체온저하를 줄일 수 있는 간호 중재 프로그램을 개발하고 실무에 적용시키기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 본 연구에서 화상환자는 가온요법을 적용했음에도 불구하고 수술 중 시간이 지남에 따라 체온이 저하되는 양상을 보였으며, 수술 전 정상체온을 유지했던 환자들의 절반 정도에서 수술 후 저체온이 발생하였다. 이러한 체온변화에 영향을 미치는 요인으로는 화상범위, 수술시간, 수액량, 가온요법의 종류가 중요한 요인으로 작용하였다. 그러므로 본 연구에서 확인된 화상 수술환자의 요인들을 고려하여 수술 시의 가온요법을 계획하여야 하며, 체온저하의 위험요인을 가진 환자들에게는 여러 개의 가온요법을 병용한 적극적인 가온요법을 적용할 필요가 있다. 또한 화상환자에게서 가온요법의 효과를 평가하기 위해서는 영향 요인을 통제한 상태에서 가온요법의 종류에 따른 체온유지의 효과를 평가하는 실험연

구가 필요하다. 이러한 연구를 기반으로 화상환자의 특성에 따른 가온요법 가이드라인을 개발하고 실무에 적용함으로써 수술 중 발생하는 저체온 빈도의 감소와 임상 결과의 향상을 기대할 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Young WL. Miller's anesthesia. 8th ed. Philadelphia: Elsevier; 2015. p.1622-1646.
2. Kim JS. Anesthesia and body temperature. Korean Journal of Anesthesiology. 2004;47(5):609-616.
3. Kwon MH, Byeon YS. Factors influencing body temperature in elderly surgical patients. Journal of Korean Fundamental Nursing. 2013;20(2):108-117.
4. Cho EJ, Lee KS, Hong SJ. Comparison of core temperature changes during prolonged laparoscopic and open surgery. Korean Journal of Anesthesiology. 2007;52(2):150-155.
5. Poveda VB, Galvao C, Santos CB. Factors associated to the development of hypothermia in the intraoperative period. Revista Latino-Americana De Enfermagem. 2009;17(2):228-233.
6. Reynolds L, Beckmann J, Kurz A. Perioperative complications of hypothermia. Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology. 2008;22(4):645-657.
7. Kwak IS, Kim KM, Chang JD. Case reports: hypothermia during total hip arthroplasty with combined spinal-epidural anesthesia. Journal of The Korean Hip Society. 2009;21(2):189-192.
8. Kwak IS, Choi DY, Lee TH, Bae JY, Lim TW, Kim KM. The effect of heated breathing circuit on body temperature and humidity of anesthetic gas in major burns. Korean Journal of Anesthesiology. 2013;64(1):6-11. doi: 10.4097/kjae.2013.64.1.6
9. Woodson L, Sherwood E, Arland A, Talon M, Kinsky M, Morvant E. Anesthesia for burned patients. Philadelphia: Elsevier; 2007. p.196-223.
10. Kang DH, Kang HS, Kho SH, Kwak SH, Kwak YR, Khu KH, et al. Anesthesiology and pain medicine. 3rd ed. Seoul: Ryo Moon Gak; 2014. p.67-80.
11. Pearce B, Christensen R, Voepel-Lewis T. Perioperative hypothermia in the pediatric population: prevalence, risk factors and outcomes. Journal of Anesthesia & Clinical Research. 2010;1(1):102. doi: 10.4172/2155-6148.1000102
12. Parodi D, Tobar C, Valderrama J, Sauthier E, Besomi J, Lopez J, et al. Hip arthroscopy and hypothermia. Arthroscopy. 2012;28(7):924-928. doi: 10.1016/j.arthro.2011.12.012
13. Jin F, Chung F. Minimizing perioperative adverse events in the elderly. British Journal of Anaesthesia. 2001;87(4):608-624.
14. Kumar S, Wong PF, Melling AC, Leaper DJ. Effects of perioperative hypothermia and warming in surgical practice. International Wound Journal. 2005;2(3):193-204. doi: 10.1111/j.1742-4801.2005.00102.x
15. Kongsayreepong S, Chaibundit C, Chadpaibool J, Komoltri C, Surasernivongse S, Suwannanonda P, et al. Predictor of core hypothermia and the surgical intensive care unit. Anesthesia & Analgesia. 2003;96(3):826-833.
16. Corallo JP, King B, Pizano LR, Namias N, Schulman CI. Core warming of a burn patient during excision to prevent hypothermia. Burns. 2008;34(3):418-420. doi: 10.1016/j.burns.2007.08.012
17. Weaver MD, Rittenberger JC, Patterson PD, McEntire SJ, Corcos AC, Ziembicki JA, et al. Risk factors for hypothermia in EMS-treated burn patients. Prehospital

- Emergency Care. 2014;18(3):335-341. doi: 10.3109/10903127.2013.864354
18. Matsuzaki Y, Matsukawa T, Ohiki K, Yamamoto Y, Nakamura M, Oshibuchi T. Warming by resistive heating maintains peri-operative normothermia as well as forced air heating. *British Journal of Anesthesia*. 2003;90(5):689-691.
19. Jeon JI. Analysis of Researches on the Warming Therapy for Surgical Patients. *The Journal of Korean Academic Society of Adult Nursing*. 2010;22(3):260-270.
20. Kang HJ, Lee SM, Kim GS. Effect of covering the head and face on intra-operative core temperature. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2003;44(5):667-671.
21. Bae IL, Hur MH. The effects of intra-operative heated humidification on body, temperature, blood pressure and shivering of patients undergoing general anesthesia. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2011;17(2):192-203.
22. Berry D, Wick C, Magons P. A clinical evaluation of the cost and time effectiveness of the ASPAN Hypothermia Guideline. *Journal of Perianesthesia Nursing*. 2008;23(1):24-35. doi: 10.1016/j.jopan.2007.09.010
23. Han HJ, Jeong SR, Lee JH, Choe GR, Cha N, J. The effect of warming intravenous fluids on body temperature change under a general anesthesia, shivering, and recovery. *Journal of Anesthesia & Clinical Research*. 2010;16(1):71-82.
24. Insler SR, Sessler DI. Perioperative thermoregulation and temperature monitoring. *Anesthesiology Clinics*. 2006;24(4):823-837.