

Forced-air Warming System을 이용한 수술 전 가온이 복부 수술 환자의 체온, 불안, 통증 및 온도 편안감에 미치는 효과

박옥분¹ · 최희정²

¹건국대학교병원 수술간호팀 수간호사, ²건국대학교 간호학과 교수

The Effect of Pre-warming for Patients under Abdominal Surgery on Body Temperature, Anxiety, Pain, and Thermal Comfort

Park, Ok Bun¹ · Choi, Heejung²

¹Head Nurse, Operation Room, Konkuk University Hospital, Seoul

²Professor, Department of Nursing, Konkuk University, Chungju, Korea

Purpose: The purpose of this study was to examine the effect of pre-warming on body temperature, anxiety, pain, and thermal comfort. **Methods:** Forty patients who were scheduled for abdominal surgery were recruited as study participants and were assigned to the experimental or control group. For the experimental group, a forced air warmer was applied for 45-90 min (M=68.25, SD=15.50) before surgery. Body temperature and anxiety were measured before and after the experiment, but pain and thermal comfort were assessed only after the surgery. Hypotheses were tested using t-test and repeated measured ANOVA. **Results:** The experimental group showed higher body temperature than the control group from right before induction to two hours after surgery. Post-operative anxiety and pain in the experimental group were less than those of the control group. In addition, the score of thermal comfort was significantly higher in the experiment group. **Conclusion:** Pre-warming is effective in maintaining body temperature, lowering sensitivity to pain and anxiety, and promoting thermal comfort. Therefore, pre-warming can be recommended as a preoperative nursing intervention.

Key words: Preoperative care, Body temperature, Anxiety, Pain, Temperature sense

서 론

1. 연구의 필요성

수술과 마취 과정에서는 마취제, 마약제 및 진정제의 작용으로 인해 환자의 자율신경 반응이 저하되고 떨림과 같은 행동반응이 소실되어 열생산과 열소실 간의 균형이 깨지면서 저체온 발생 가능성이 높아진다. 또한 수술 중의 신체 노출, 차가운 소

독제의 적용, 수액 주입, 수술장의 낮은 온도 등과 같은 외적 요인도 저체온 발생을 촉진하며 이러한 이유로 수술 환자의 50-90% 정도가 수술 중 저체온을 경험한다(Cooper, 2006; Insler & Sessler, 2006). 그러나 수술 중 경험하는 저체온은 그 정도가 경미하더라도 출혈량 증가, 심혈관계 문제, 상처 감염, 치유 지연 등과 같은 다양한 합병증을 유발하며(Sessler, 2008) 이는 환자의 편안감 지각에 저해가 될 뿐만 아니라 회복에 부정적인 영향을 미침으로써 입원 기간을 연장시키고 의료비 증가를 초

주요어 : 수술 전 가온, 체온, 통증, 불안, 온도 편안감

*본 논문은 제1저자의 석사학위 논문을 일부 수정한 내용임.

*This study is a part of first author's master's thesis.

Address reprint requests to : Park, Ok Bun

Operation Room, Konkuk University Hospital, 4-12 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul 143-729, Korea
Tel: 82-2-2030-5463 Fax: 82-2-2030-5422 E-mail: bada@kuh.ac.kr

투고일 : 2009년 7월 22일 심사회의일 : 2009년 7월 28일 게재확정일 : 2010년 5월 19일

래한다(Odom, 1999; Wagner, 2003).

이에 가온이 수술 환자에 미치는 영향에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다. 수술 중 가온의 효과를 검증하는 연구들은 각기 고관절 혹은 슬관절 치환술(Berti, Casati, Torri, Aldegheri, Lugani, & Fanelli, 1997; Borms, Engelen, Himpe, Suy, & Theunissen, 1994; Fanelli, Danelli, Ghisi, Ortu, Moschini, & Fanelli, 2009), 복부 수술(Negishi, Hasegawa, Mukai, Nakagawa, Ozaki, & Sessler, 2003) 등 다양한 종류의 성인 수술 및 소아의 척추 수술(Murat, Berniere, & Constant, 1994) 등을 대상으로 가온 담요, 가온 램프 및 forced-air warmer 등 다양한 방법으로 가온을 적용하였으며, 그 효과로는 주로 체온을 측정하였다. 그 결과 수술 중 적극적 가온(active forced-air warming system)이 환자의 체온 유지 및 저체온 예방에 효과가 있다는 일관성 있는 결과를 보고하였으며 이를 바탕으로 수술 중 가온 적용은 이미 임상에서 일상화된 간호중재로 자리 잡았다.

그러나 수술 중의 체온저하는 주로 심부에서 말초로의 열의 재분포에 따라 발생하며 이는 마취 시작 후 1시간 동안 급속히 진행되므로 이를 예방하기 위해서는 수술 시작 이전부터 가온이 필요하다는 주장이 제시되었다(Kiekkas & Karga, 2005). 이는 수술대기 시부터 체온 저하가 시작되며 특히 수술 전 체온이 36°C 이하로 저하된 환자의 경우 수술 중 저체온의 위험성이 더욱 높을 뿐만 아니라 심한 체온저하는 수술 중 가온 만으로는 완전히 해결되기 어렵기 때문이다. 더욱이 수술 전 가온은 환자의 편안감 증진과 즉각적인 불안 감소에도 기여함으로써 수술 과정 전반에 걸쳐 긍정적 영향을 미치므로(Wagner, Byrne, & Kolcaba, 2006) 수술 전 가온의 필요성이 강조되고 있다.

이에 수술 전 가온의 효과에 대한 연구들이 척추 수술(Andrzejewski, Hoyle, Eapen, & Turnbull, 2008), 복부 수술(Lim, Cho, & Choi, 1997; Vanni, Braz, Modolo, Amorim, & Rodrigues, 2003), 복강경 수술(Camus, Delva, Sessler, & Lienhart, 1995) 및 심장 수술(Kim, Shinn, Oh, Hong, Kwak, & Kwak, 2006) 등을 대상으로 이루어져 왔으며 그 결과 역시 일관성 있게 수술 전 forced-air warming system을 이용한 적극적 가온이 수술 중의 저체온 예방과 체온유지를 비롯하여 혈액학적 상태, 떨림 및 오심, 구토에도 긍정적인 효과를 미치는 것으로 나타났다. 수술 전 가온의 효과를 요약한 최근의 종설(Putzu, Casati, Berti, Pagliarini, & Fanelli, 2007)에서도 수술 전 적극적 가온이 저체온 예방에 효과가 있음을 인정하였다. 그러나 수술 전 가온을 적용하고 있는 의료기관은 많지 않다고 지적함과 동시에 한 시간 이상 지속되는 수술의 경우 수

술 전 가온을 반드시 제공해야 함을 제안하였다.

이렇듯 수술 전 가온에 대한 연구들은 대부분 대상자의 체온을 효과 변수로 측정하였고 측정 시기 또한 수술 전과 수술 중에 집중되고 있음을 알 수 있다. 그러나 인간은 자각에 종합적으로 반응하는 존재이므로 수술 전 추위를 느끼면 불편감을 지각하며, 근육긴장과 수면장애 등을 동반함으로써 통증 지각도 증가하게 될 뿐만 아니라(Robinson & Benton, 2002) 수술과 관련된 불안이 증폭될 수 있다(Wagner et al., 2006). 그러므로 가온의 결과변수로는 신체생리적인 측면뿐만 아니라 정서적 차원도 고려되어야 하는데 이는 결국 변수들이 상호 연관되어 전반적인 환자의 결과로 나타나기 때문이다(Wilson & Kolcaba, 2004). 이와 관련하여 Wagner 등(2006)은 Kolcaba (2003)의 편안감 이론(Comfort theory)을 바탕으로 수술 전 가온이 수술 전 불안 완화와 온도 편안감에 효과적임을 규명하였다.

그러나 편안감 이론을 바탕으로 가온의 효과를 총체적으로 검증한 연구가 매우 제한적일 뿐만 아니라, 편안감 이론을 바탕으로 한 Wagner 등(2006)의 연구에서도 수술 전 가온으로 인한 불안 완화 및 편안감 증진을 수술 시작 이전(가온 직후)에 국한하여 측정하였다. 그러나 수술 전 가온의 체온 유지 효과가 수술 중은 물론 수술 완료 시까지 지속된다는 연구 결과(Fossum, Hays, & Henson, 2001)에 따라 수술 전 가온이 수술 완료 시점에서의 통증, 불안, 온도 편안감 등에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 Kolcaba (2003)의 편안감 이론을 바탕으로 하여 수술시간이 3-5시간 정도인 복부 수술 환자를 대상으로 forced-air warming system을 통한 수술 전 가온이 수술 중과 수술 후의 체온, 수술 후 불안과 통증, 그리고 전반적 온도 편안감에 미치는 효과를 검증하고자 하였다.

2. 연구 목적 및 연구 가설

본 연구의 목적은 전신마취하에서 개복수술을 실시하는 성인 환자를 대상으로 수술 전 forced-air warming system을 통해 가온을 적용한 후 환자에게 미치는 효과를 검증하기 위함이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 수술 전 가온이 환자의 체온에 미치는 효과를 검증한다.
둘째, 수술 전 가온이 환자의 불안에 미치는 효과를 검증한다.
셋째, 수술 전 가온이 환자의 통증에 미치는 효과를 검증한다.
넷째, 수술 전 가온이 환자의 온도 편안감에 미치는 효과를 검증한다.

이와 같은 연구 목적을 바탕으로 다음과 같은 연구 가설을 설

정하였다.

가설 1: 수술 전 가온이 적용된 실험군은 대조군보다 마취 전, 마취 시작 후 15분, 30분, 45분, 60분, 수술완료 시, 및 수술 완료 2시간 후에 측정된 체온이 높다.

가설 2: 수술 전 가온이 적용된 실험군은 대조군보다 수술 완료 2시간 후와 수술 다음날 불안이 낮다.

가설 3: 수술 전 가온이 적용된 실험군은 대조군보다 수술 완료 2시간 후 통증 정도가 낮다.

가설 4: 수술 전 가온이 적용된 실험군은 대조군보다 수술 다음날 온도 편안감이 높다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 전신마취하에서 개복수술을 하는 환자를 대상으로 수술 전 가온을 적용한 후 그 효과를 검증하기 위한 비동등성 대조군 전후 시차 설계이다.

2. 연구 대상

Rose, Cohen 및 Soutter (1992)의 Power Analysis를 이용하여 단측검정에서의 유의수준 $\alpha=.05$, 검정력 80%, 평균 차이의 효과 크기를 큰 것으로 고려하였을 때 필요한 표본 수가 한 집단에 20명이므로 실험군 20명, 대조군 20명을 대상으로 자료를 수집하였다. 효과 크기를 큰 것으로 고려한 이유는 수술 전 가온의 효과를 고찰한 종설(Putzu et al., 2007)에서 본 연구와 동일한 방법의 수술 전 가온이 저체온 예방에 효과가 있음을 인정하였기 때문이다.

또한 아래와 같은 기준으로 본 연구의 대상자를 선정하였다. 첫째, 서울시 K 병원 외과에 입원한 환자 중 전신마취하에 수술이 예정된 18세 이상의 성인 환자, 둘째, 수술을 처음 받는 환자, 셋째, 수술실 입실에서 퇴실까지의 소요시간이 3-5시간으로 예상되는, 그리고 위암, 대장암, 췌장암 등의 암으로 인해 개복술이 예정된 환자, 넷째, 지남력이 있고, 청각이나 언어장애가 없으며, 의사소통에 장애가 없는 환자, 다섯째, 수술 관련 통증 이외의 다른 통증(예: 요통) 및 체온에 영향을 미치는 내분비 질환(예: 갑상선 질환)이 없고, 혈관에 영향을 미치는 약물(예: 고혈압제)을 투약하지 않고 있는 환자, 여섯째, 연구의 목적을 이해하고 본 연구에 참여를 동의한 환자.

3. 연구 도구

1) 체온

주위 조직이나 환경으로부터 가장 영향을 적게 받는 신체 중심부의 온도로 신체의 열 생산과 열 소실 기전에 의해 형성된다(Berman, Snyder, Kozier, & Erb, 2008). 본 연구에서는 마취 시작 시점과 수술 중(수술 시작 후 15분, 30분, 45분, 60분), 그리고 수술 완료 시점까지 총 6회 식도 하 상부 1/3체온계(S/5, GE Datex-Ohmeda, Madison, USA)를 이용하여 체온을 측정하였다. 수술 전 병동에서와 수술 후 외과계 중환자실에서 이 미 사용하고 있던 체온 측정방법인 전자체온계(IVAC, ALARIS, USA와 MT1681, Micro-Life, Shenzhen, China)를 이용한 액와 체온 측정을 이용하였다.

2) 불안

불안은 측정 시점에 따라 다음과 같이 두 가지 도구를 이용하였다. 첫째, 수술 완료 2시간 후에는 보다 간결하여 빠른 시간 내에 측정할 수 있는 100 mm 수평선인 시각적 상사척도(Visual Analogue Scale, VAS)에 대상자의 이해를 돕기 위해 10단위로 숫자를 첨가한 척도를 사용하였다. 점수가 높을수록 불안이 심한 것을 의미한다. 둘째, 수술 다음 날 불안 측정을 위해서는 상태-기질불안 측정도구(State-Trait Anxiety Inventory, STAI) (Spielberger, Gorsuch, Lushene, Vagg, & Jacobs, 1983) 중에서 특정상황에서 경험하는 상태불안 척도인 S-Anxiety Scale을 사용하였다. 자가보고 형식의 20문항 4점 척도로 구성된 본 도구는 점수가 높을수록 불안 정도가 높은 것을 의미한다. S-Anxiety Scale의 개발 당시 신뢰도 Chronbach's $\alpha=.92$ 였으며, 본 연구에서는 .70이었다.

3) 통증

통증은 진통제 사용과 주관적으로 지각하는 통증의 강도를 측정하였다. 진통제 사용의 경우, 다양한 종류의 진통제 사용으로 인해 진통제 사용량을 직접적으로 비교할 수 없었다. 따라서 통증이 측정되는 시점까지 자가통증조절장치(Patient controlled analgesia, PCA) 이외에 추가적인 진통제의 사용 여부에 대해서만 실험군과 대조군을 비교하였다. 통증 강도의 경우 시각적 상사 척도를 보다 정확하게 측정하기 위해 숫자와 언어적 표현을 첨가한 Visual Analogue Pain Rating Scale을 사용하였다. 점수가 높을수록 통증 정도가 심한 것을 의미한다.

4) 온도 편안감

온도 편안감이란 체온 및 주변의 온도에 대한 환자의 주관적인 경험을 의미한다(Wagner et al., 2006). 본 연구에서는 General Comfort Questionnaire (Kolcaba, 2003)를 바탕으로 하여 개발된(Wagner et al., 2006) Thermal Comfort Inventory (TCI)를 이용하여 온도 편안감을 측정하였다. TCI는 13문항의 6점 척도로 구성되어 최저 13점에서 최고 78점이 가능하며 점수가 높을수록 편안감 정도가 높음을 의미한다. 본 연구의 신뢰도 Cronbach's α 는 개발 당시 .82 (Wagner et al., 2006) 이었고 본 연구에서는 .69이었다.

4. 실험 처치 및 자료 수집 절차

본 연구의 자료는 800병상 규모의 일개 대학병원에서 2008년 8월과 9월에 수집되었다. 본 연구의 수행을 위해 병원 내 연구 윤리위원회의 승인을 얻었으며 대상자 선정 기준에 적합한 환자에게 연구 참여에 대한 설명 후 서면 동의를 얻었다. 먼저 대조군 20명으로부터 자료 수집을 완료한 후 실험군 20명에게 수술 전 가온을 적용하고 자료를 수집하였다. 수술 전 가온 적용 및 설문지와 의무기록지를 이용한 자료 수집은 본 연구자가 직접 수행하였고 체온 측정은 병실 간호사, 마취의 및 회복실 간호사에 의해 이루어졌다.

1) 실험처치(수술 전 가온)

호스를 통해 일회용 담요 안으로 가온된 공기를 순환시키는 forced-air warming system 기구인 Bair Hugger System (Model 505, Arizant Health Care, Eden Prairie, USA)을 사용하여 실험군 대상자의 어깨부터 발끝까지 덮은 다음 38-

43°C 범위의 온도(기구의 특성상 범위로만 온도를 지정할 수 있음) 가온하였다. 대상자가 병실에서 수술 전 처치를 받은 직후부터 이동 중과 수술 대기실에서 대기하는 동안 계속 가온 담요(forced-air blanket)를 적용하였다. 가온 적용시간은 수술 시간이 1-3시간 정도인 경우 30분 이상 수술 전 가온을 적용하여 유의한 효과를 보았다는 선행연구의 결과(Andrzejowski et al., 2008; Cooper, 2006; Lim et al., 1997; Vanni et al., 2003)를 바탕으로 하되, 본 연구에서는 이들 선행 연구보다 긴 시간의 수술이 예상되었으므로 최소 45분 적용을 목표로 하여 45-90분 정도(M=68.25, SD=15.50) 가온을 적용하였다. 반면 대조군의 경우 이동 시와 수술 대기실에서 일반 담요를 덮어주었다. 외부 환경의 온도가 모든 환자에게 동일해야 하므로 수술 대기실 온도를 23-24°C로 설정하였으며 수술실 내 온도는 21°C를 유지하였다.

2) 측정 절차

실험군과 대조군의 측정절차는 다음과 같다(Figure 1).

1) 병실에서 수술 전 처치를 하기 직전 사전 동질성 확인을 위해 액와 체온과 두 가지 도구(VAS, STAI)를 이용한 불안을 측정하였다.

2) 수술실에서 총 6회의 체온을 측정하였다: 마취 유도 시점, 마취 후 1시간까지 15분 간격으로 4회, 그리고 수술 완료 시 이는 수술 시작 후 1시간까지 급격한 체온저하가 발생하며(Kiekas & Karga, 2005) 또한 마취 중 체온이 10-15분 간격으로 유의하게 변하였다는 연구 결과(Kim, Baek, Hong, Park, & Kim, 1988)에 근거한 것이다.

3) 수술 완료 2시간 후 대상자의 의식이 회복된 상태에서 체온, 불안(VAS) 및 통증을 측정하였다. 그리고 의무기록지를 통

Measure time	Baseline data	Pre-warming	Right before induction	15 min after induction	30 min after induction	45 min after induction	60 min after induction	End of surgery	2 hr after surgery	Post-op day one
Groups	Nursing unit	Nursing unit & preoperative holding area	Operating room suite						SICU	Nursing unit
Experimental group	BT*, Anxiety (STAI & VAS)	Forced-Air warmer (45 to 90 min)	BT†	BT†	BT†	BT†	BT†	BT†	BT*, Anxiety (VAS), Pain analgesics‡	Anxiety (STAI), Thermal comfort
Control group	BT*, Anxiety (STAI & VAS)	Usual care only	BT†	BT†	BT†	BT†	BT†	BT†	BT*, Anxiety (VAS), Pain analgesics‡	Anxiety (STAI), Thermal comfort

BT*=Body temperature measured at axilla; BT†=Body temperature measured at esophagus; ‡Additional pain medication except for Patient's controlled anesthesia; SICU=Surgical intensive care unit; STAI=State-Trait Anxiety Inventory; VAS=Visual analogue scale.

Figure 1. Study design.

해 자가조절 진통제 이외의 추가적인 진통제 투여 여부를 체크하였다. 복부 수술 환자의 대부분이 수술 완료 2시간 후에는 의식을 회복하므로 수술 후 통증과 불안 측정 시간을 수술 완료 2시간 후로 정하였다.

4) 환자의 상태가 안정된 수술 후 1일째 오전에 병실에서 불안(STAI) 및 온도 편안감(TCI)을 측정하였다.

3) 외생변수의 통제

체온에 영향을 미치는 외생변수는 수술 전 처치, 피부소독 방법, 마취제(근이완제) 사용량, 수혈여부 혹은 양, 세척 용량, 전체 수술 시간, 수술 중 가온 여부 등이 있다. 이들 중, 수술 전 처치(항생제 Cefazolin 1 g 투여)와 피부소독(1차 7.5% Povidone soap, 2차 10% Povidone solution 이용)은 모든 대상자에게 동일하게 적용되었다. 수혈의 경우 실험군에 속한 대상자 한 명에게만 3 pint의 농축 적혈구가 투여되었다. 나머지 변수들의 경우 통제할 수 없으므로 측정하여 통계적으로 분석함으로써 외생변수로 작용하였는지 확인하였다.

5. 자료 분석 방법

수집된 자료는 SPSS 17.0을 이용하여 분석하였으며 구체적인 분석방법은 다음과 같다. 효과변수인 체온과 불안에 대한 실험군과 대조군의 사전 동질성 검사와 외생변수로 작용할 가능성이 있는 변수들(성별, 연령, 수술 시간, 마취제 사용량, 수액 주입량, 세척 용량, 수술 중 가온 여부 등)에 대한 동질성 검사, 그리고 실험군과 대조군의 실험 처치 후 체온, 불안, 통증, 온도 편안감의 차이 검증을 위해 chi-square test와 t-test를 실시하였다. 실험군과 대조군의 체온 변화의 차이를 검증하기 위해 동일한 체온계를 이용하여 측정하였으며 수술 중 가온으로 인한 외생변수 개입이 있기 전까지인 마취 시점부터 마취 시작 60분 후까지 총 5회의 체온 측정 결과만을 이용하여 반복측정 분산분석을 실시하였다.

연구 결과

1. 연구 대상자의 동질성 검증 및 외생변수에 대한 분석결과

외생변수로 작용할 수 있는 성별, 연령, 수술 시간, 수술 중 수액 주입량과 세척 용량, 마취제 사용량, 및 수술 중 가온 여부, 그리고 효과변수인 수술 전 체온 및 두 가지 도구로 측정된 수술 전 불안에 대한 실험군과 대조군의 사전 동질성 여부를 검

증하였으며 그 결과 마취제 사용량과 수술 중 가온 여부를 제외한 모든 변수에서 두 집단 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

마취제 사용량의 경우 실험군이 대조군 보다 유의하게 많은 용량의 근이완제가 주입되었는데($t=3.36$, $p=.002$), 근이완제는 근육의 전율을 억제하여 체온저하를 유발하는 요인이므로 체온유지에 대한 가온의 효과를 실제보다 확대시키는 외생변수로 작용하였다고는 볼 수 없다. 수술 중 가온의 경우 일반적으로 환자의 체온이 35.5°C 이하가 되었을 때부터 적용되는데, 수술 중 가온을 적용한 비율은 실험군(12명, 60%)보다 대조군(20명, 100%)이 유의하게 높았으나($\chi^2=10.00$, $p=.002$), 가온을 적용한 시점이 모두 마취 시작 60분 이후였으므로 이후 측정된 체온 즉 수술 종료 시 체온과 수술 2시간 후의 체온에만 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

2. 가설 검증

1) 수술 전 가온이 환자의 체온에 미치는 효과

수술 전 가온이 환자의 체온에 미치는 효과에 대한 가설 1을 검증하기 위해, 환자의 체온을 마취 시점, 마취 시작 후 15분, 30분, 45분 및 60분, 그리고 수술 완료 시와 수술 완료 2시간 후에 측정한 후 각 측정 시점에서의 실험군과 대조군의 평균을

Table 1. Homogeneity between Experimental Group and Control Group

Variables		Experimental group (n=20)	Control group (n=20)	χ^2 or t	p
		n (%) or Mean (SD)	n (%) or Mean (SD)		
Gender	Male	14 (70)	15 (75)	0.13	.723
	Female	6 (30)	5 (25)		
Age (yr)	<60	10 (50)	5 (25)	2.67	.102
	≥60	10 (50)	15 (75)		
Age (yr)		57.9 (9.17)	64.4 (11.16)	1.99	.053
Intra-op warming	Yes	12 (60)	20 (100)	10.00	.002
	No	8 (40)	0 (0)		
Duration of surgery (min)		280.95 (88.04)	259.10 (76.82)	0.84	.408
Amount of vecuronium during surgery (mg)		19.95 (5.42)	15.35 (2.85)	3.36	.002
Amount of infusion during surgery (mL)		1,975.00 (931.26)	1,820.00 (830.73)	0.56	.555
Amount of irrigation during surgery (mL)		2,650.00 (1,182.10)	2,650.00 (1,225.82)	0.00	1.000
Body temperature (°C)		36.37 (0.33)	36.23 (0.19)	1.64	.109
Anxiety (STAI)		54.50 (9.89)	54.50 (8.73)	0.03	.563
Anxiety (VAS)		6.30 (1.72)	6.55 (0.83)	0.59	.973

STAI=State-Trait Anxiety Inventory; VAS=Visual analogue scale.

Table 2. Mean differences in Body Temperature (°C), Anxiety, Pain and Thermal Comfort

Variables	Time of measure	Experimental group (n=20)	Control group (n=20)	χ^2 or t	p
		M (SD) or n (%)	M (SD) or n (%)		
Body temperature	Baseline	36.37 (0.33)	36.23 (0.19)	1.64	.109
	Right before induction	36.43 (0.28)	35.82 (0.44)	5.52	<.001
	15 min after induction	36.23 (0.28)	35.61 (0.47)	5.04	<.001
	30 min after induction	36.09 (0.29)	35.48 (0.52)	4.52	<.001
	45 min after induction	35.97 (0.30)	35.39 (0.55)	4.07	<.001
	60 min after induction	35.89 (0.32)	35.30 (0.54)	4.21	<.001
	End of surgery	35.75 (0.39)	35.46 (0.40)	2.36	.023
	2 hr after surgery	36.33 (0.37)	35.99 (0.44)	2.59	.014
Pain	2 hr after surgery	4.45 (1.19)	7.10 (1.02)	7.56	<.001
Post-op additional pain medication*	2 hr after surgery	9 (45.0)	19 (95.0)	11.91	.001
Anxiety (VAS)	2 hr after surgery	2.50 (1.82)	5.50 (1.10)	6.31	<.001
Anxiety (STAI)	Post-op day one	33.85 (7.52)	46.40 (7.09)	5.43	<.001
Thermal comfort	Post-op day one	67.60 (5.84)	48.70 (5.31)	10.7	<.001

*The number of person who was taken the additional pain medicine for 2 hr since end of surgery.

VAS=Visual analogue scale; STAI=State-Trait Anxiety Inventory.

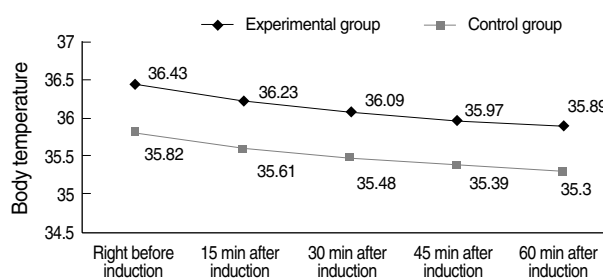
Table 3. Repeated Measure ANOVA of Intra-operative Body Temperature

Variable	Source of variance	F	p
Intra-operative body temperature	Experiment-control (group)	26.79	<.001
	Time	16.23	<.001
	Group × time	0.07	.989

비교한 결과는 다음과 같다(Table 2).

마취 직전 실험군의 체온은 평균 36.43°C, 대조군의 체온은 평균 35.82°C로 실험군이 유의하게 높았다($t=5.52$, $p<.001$). 마취 15분 후 실험군의 체온은 평균 36.23°C, 대조군의 체온은 평균 35.61°C로 실험군이 유의하게 높았다($t=5.04$, $p<.001$). 마취 30분 후 실험군의 체온은 평균 36.09°C, 대조군의 체온은 평균 35.48°C로 실험군이 유의하게 높았다($t=4.52$, $p<.001$). 마취 45분 후 실험군의 체온은 평균 35.97°C, 대조군의 체온은 평균 35.39°C로 실험군이 유의하게 높았다($t=4.07$, $p<.001$). 마취 60분 후 실험군의 체온은 평균 35.89°C, 대조군의 체온은 평균 35.30°C로 실험군이 유의하게 높았다($t=4.21$, $p<.001$). 수술 완료 시 실험군의 체온은 평균 35.75°C, 대조군의 체온은 평균 35.46°C로 실험군이 유의하게 높았다($t=2.36$, $p<.001$). 수술완료 2시간 후 실험군의 체온은 평균 36.33°C, 대조군의 체온은 35.99°C로 실험군이 유의하게 높았다($t=2.59$, $p<.001$). 결과적으로 수술 전 가온을 적용한 실험군은 마취 시작시점부터 시작하여 수술 중과 수술 완료 시점뿐만 아니라 그 이후까지 지속적으로 대조군보다 유의하게 높은 체온을 나타내었으므로 가설 1은 지지되었다.

반복측정 분산분석에서, 구형성 검정의 결과 정규화된 변형 중

**Figure 2.** Body temperature change for one hour from induction.

속변수의 오차 공분산 행렬이 단위행렬에 비례하지 않아(Mauchly's $W=0.167$, $\chi^2=65.15$, $p<.001$) 구형성 가정에 위배되므로 다변량 검정결과를 이용하였다. 그 결과 체온은 시간에 따라 점차 저하되었으며 이는 통계적으로 유의한 변화였고($F=16.23$, $p<.001$) 또한 실험군과 대조군 사이의 체온에도 유의한 차이가 있었다($F=26.79$, $p<.001$). 그러나 집단과 측정 시간 사이의 상호작용 효과($F=0.07$, $p=.989$)는 유의하지 않은 것으로 나타났다(Table 3, Figure 2).

2) 수술 전 가온이 불안에 미치는 효과

수술 전 가온이 적용된 실험군의 경우 수술 후 측정된 불안 점수가 대조군보다 낮을 것이라는 가설을 검증하기 위해 수술 완료 2시간 후와 다음 날 오전에 불안을 측정한 결과는 다음과 같다(Table 2). VAS를 이용해 수술 완료 2시간 후 측정된 실험군의 불안 점수는 평균 2.50, 대조군은 평균 5.50점($t=6.31$, $p<.001$)으로 실험군의 점수가 유의하게 낮았다. STAI를 이용해 수술 다음날 오전에 측정한 실험군의 불안점수는 평균 33.85,

대조군은 평균 46.40 ($t=5.43$, $p<.001$)으로 실험군의 점수가 유의하게 낮았다. 결론적으로 실험군이 대조군보다 수술 후 불안 점수가 낮다는 가설 2는 지지되었다.

3) 수술 전 가온이 통증에 미치는 효과

수술 전 가온이 적용된 실험군은 대조군보다 수술 완료 2시간 후 측정된 통증 정도가 낮을 것이라는 가설을 검증하기 위해 추가적 진통제 사용 여부를 분석할 결과 실험군은 9명(45.0%)만이 추가적인 진통제를 사용하여 19명(95.0%)이 추가적인 진통제를 사용한 대조군에 비해 유의하게 진통제를 사용한 대상자의 수가 적었다($\chi^2=11.91$, $p=.001$). 또한 대상자가 지각하는 통증의 강도를 측정할 결과 실험군의 통증은 평균 4.45, 대조군은 평균 7.10으로 실험군이 유의하게 낮았다($t=7.56$, $p<.001$). 따라서 가설 3은 지지되었다(Table 2).

4) 수술 전 가온이 온도 편안감에 미치는 효과

수술 전 가온이 적용된 실험군은 대조군보다 온도 편안감을 높게 지각할 것이라는 가설을 검증한 결과 실험군은 평균 67.60, 대조군은 평균 48.70으로 실험군이 유의하게 높았다($t=10.7$, $p<.001$) 가설4 역시 지지되었다(Table 2).

논 의

실험 직전과 마취 시작 60분 후 측정된 체온의 변화는 실험군이 -0.48°C , 대조군 -0.93°C 으로 실험군의 체온 저하가 보다 작았다. 이를 측정 단계별로 살펴보면, 가온이 이루어진 실험처치 기간 동안, 즉 마취 시작 시점까지의 실험군과 대조군의 체온 변화는 각각 $+0.06^{\circ}\text{C}$, -0.41°C 로 나타나 실험군은 체온 상승이 일어난 반면에 대조군의 경우는 체온의 저하가 일어났다. 가온을 종료하고 마취가 시작된 시점부터 마취 시작 60분 후까지 체온 변화는 실험군 -0.54°C , 대조군 -0.52°C 로서 수술이 진행되는 동안 두 집단의 체온 저하 정도는 차이가 거의 없었다. 즉 수술 두 집단 모두에게 가온이 적용되지 않았던 수술 시작 후 60분까지의 체온 저하 정도는 두 집단에서 비슷하게 일어났다. 그러나 실험군의 경우 수술 전 가온을 통해 환자의 체온이 높아졌거나 유지되었으므로 마취 시작 시점에서 대조군보다 높은 체온이었고 따라서 수술 중 각 측정 시점에서 대조군의 체온보다 일관성 있게 높은 체온을 유지할 수 있었던 것으로 보인다(Figure 2). 이는 반복측정 분산분석에서 집단과 측정시점 간의 상호작용 효과가 통계적 유의하지 않았던 결과를 통해서도 알 수 있다. 이러한 결과는 가온을 적용한 집단과

적용하지 않은 집단의 평균 체온이 마취 시작 시점에서는 1°C 가까이 차이를 보였으며, 마취 두 시간 후까지 두 집단의 체온의 차이가 유지되었다는 Vanni 등(2003)의 연구 결과와 일치한다. 이러한 사실로 미루어볼 때 마취 시작 이전에 가온을 통해서 수술 대기실에서 발생하는 체온 저하를 방지하는 것이 수술 기간 중 환자의 저체온을 예방하는 데에도 효과적임을 알 수 있다.

그러나 수술 전 가온에도 불구하고 마취시작 시점에서의 실험군과 대조군의 체온에 큰 차이가 나지 않았던 연구들(An-drzejowski et al., 2008; Camus et al., 1995; Lim et al., 1997)도 있는데, 이는 각 연구에서 적용한 forced-air warmer의 모델이 다르고 가온 온도($36-41^{\circ}\text{C}$), 가온 시간(30-60분), 그리고 수술 대기실 온도의 차이 등에 기인할 수 있으므로 가온 온도와 가온 시간을 체계적으로 조합하여 반복 연구를 시행할 필요가 있다.

한편 수술 중 가온 적용으로 인해 마취 60분 후까지 0.6°C 정도를 유지하였던 실험군과 대조군의 체온 차이가 수술 완료 시점에서 0.29°C 로 감소되었는데 이는 마취 60분 이후부터 적용된 수술 중 가온의 영향으로 보인다. 더욱이 대조군에 대해 수술 중 가온이 적용되었음에도 불구하고 수술 완료 시 대조군의 평균 체온이 실험군보다 유의하게 낮았던 사실로 미루어 볼 때 수술 중 가온을 적용하더라도 이미 저하된 체온을 높이는 것이 쉽지 않음을 시사하였다. 이러한 점에서 본 연구 결과는 수술 전 가온으로 체온 저하의 속도를 늦추는 것이 저체온을 예방하는데 보다 효과적이라는 Sessler (2000)의 주장을 지지하였다.

수술 완료 2시간 후에 측정된 실험군의 체온 또한 대조군보다 유의하게 높았다. 이와 같이 수술 전 가온의 효과를 규명하기 위해 수술 후의 체온을 측정된 선행 연구는 많지 않은데, 수술 시간이 1-3시간 정도인 수술 전 환자에게 45분 동안 forced-air warmer를 적용한 후 회복실 도착 시점에서 실험군과 대조군의 체온을 비교한 연구(Fossum et al., 2001) 결과에서도 실험군의 체온이 유의하게 높았다. 그러나 본 연구는 평균 수술 시간이 4시간 이상이었고 수술 완료 2시간 후에 측정된 체온에서 실험군의 체온이 유의하게 높았다는 점에서 수술 전 가온의 효과가 수술 후 대상자의 체온 회복에까지 영향을 미칠 수 있음을 시사하였다.

본 연구의 결과 대조군의 경우 통증자가조절장치 외 추가적인 진통제를 사용한 대상자의 빈도가 높았음에도 불구하고 평균 통증 점수가 높아 수술 전 가온이 수술 통증 지각을 감소시키는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 자가조절진통장치 이외에 추가적인 진통제 사용 여부 만을 변수로 측정하였으나 앞으로는 총체적인 진통제 사용량을 효과변수로 측정해야 할 것

로 생각된다. 또한 수술 전 가온 적용이 통증 지각 감소에 미치는 생리적 기전을 밝히기 위한 연구가 필요하다.

한편, 수술 전 가온이 통증, 불안 및 온도 편안감에 미치는 효과를 분석한 결과, Kolcaba (2003)의 제안처럼 가온을 통한 체온 유지가 통증 및 불안감의 완화, 편안감의 증진이라는 신체적, 심리적 차원에도 효과가 있음이 확인되었다. 이러한 결과는 가온 직후(수술 전)에 불안과 온도 편안감을 측정하여 유의한 효과를 얻은 Wagner 등(2006)의 연구에서 나아가 수술 전 가온이 수술 완료 이후에도 체온을 비롯하여 통증, 불안, 온도 편안감에 미치는 효과를 검증한 것으로 수술 전 가온의 효과가 수술의 전체 과정에 영향을 미칠 수 있음을 시사하였다.

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 실험군과 대조군의 평균 연령 차이가 비록 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았지만 대조군의 평균 연령이 높았고 유의수준이 .05에 가까웠으므로 연령에 의한 체온조절 능력의 차이가 결과에 영향을 미쳤을 가능성을 완전히 배제하기 어렵다. 둘째, 실험 처치와 불안, 통증 및 온도 편안감에 대한 자료수집을 모두 연구자가 직접 수행함으로써 후광효과(halo effect)와 같은 오차개입의 가능성을 배제하지 못했다. 셋째, 수술 다음날 측정한 불안과 온도 편안감에는 통제할 수 없거나 알 수 없는 외생변수가 개입되었을 가능성이 있지만 이들을 통제하거나 측정하지 못하였다는 점이다. 위와 같은 제한점을 보완하기 위해 보다 많은 수의 수술 환자를 대상으로 한 무작위 대조군 실험설계 및 이중차단장치를 적용한 반복 연구가 필요하다고 생각된다.

결론적으로, forced-air warming system을 이용한 수술 전 가온은 수술 중 저체온 예방에 효과적이며, 이로 인해 수술 후 체온 회복, 통증 경감, 불안 완화 및 온도 편안감 증진에도 효과가 있는 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 현재 임상실무에서는 수술 중과 수술 후 가온 적용은 일상적인데 반해 수술 전 가온은 적용하지 않는 경우가 대부분이다. 그러나 수술 전 가온이 수술 후 환자의 결과에 긍정적 효과를 나타낸다는 본 연구 결과를 근거로 하여 보다 적극적으로 활용되어야 할 것이라 생각된다. 이를 위해 앞으로 철저하게 외생변수를 통제할 수 있는 무작위 대조군 설계(randomized controlled trial, RCT) 및 이중차단장치를 적용한 연구와 수술 전 가온에 대한 비용 효과 연구가 요구된다.

결론

본 연구는 전신마취하에서 개복수술을 하는 성인 환자를 대상으로 forced-air warming system을 이용한 수술 전 가온

이 수술 중과 수술 후의 체온 및 수술 후 불안, 통증, 온도 편안감에 미치는 효과를 검증하고자 한 비동등성 대조군 전후 시차 설계의 실험 연구이다. 연구 결과 수술 전 가온은 수술 중 저체온을 예방하고 수술 후 체온 회복에도 기여할 뿐만 아니라 나아가 수술 후의 불안 및 통증완화, 그리고 온도 편안감 증진에 효과적이었다. 이를 바탕으로 수술 전 가온이 임상에서 활용되기 위해 무작위 대조군 설계를 통한 반복연구와 비용효과 연구가 필요하다.

REFERENCES

- Andrzejowski, J., Hoyle, J., Eapen, G., & Turnbull, D. (2008). Effect of prewarming on post-induction core temperature and the incidence of inadvertent perioperative hypothermia in patients undergoing general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, 101, 627-631.
- Berman, A., Snyder, S., Kozier, B., & Erb, G. (2008). *Kozier & Erb's fundamentals of nursing: Concepts, process, and practice* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Health.
- Berti, M., Casati, A., Torri, G., Aldegheri, G., Lugani, D., & Fanelli, G. (1997). Active warming, not passive heat retention, maintains normothermia during combined epidural-general anesthesia for hip and knee arthroplasty. *Journal of Clinical Anesthesia*, 9, 482-486.
- Borms, S., Engelen, S., Himpe, D., Suy, C., & Theunissen, W. (1994). Bair hugger forced-air warming maintains normothermia more effectively than thermo-lite insulation. *Journal of Clinical Anesthesia*, 6, 303-307.
- Camus, Y., Delva, E., Sessler, D., & Lienhart, A. (1995). Pre-induction skin-surface warming minimizes intraoperative core hypothermia. *Journal of Clinical Anesthesia*, 7, 384-388.
- Cooper, S. (2006). The effect of preoperative warming on patients' postoperative temperatures. *AORN Journal*, 83, 1074-1076, 1079-1084.
- Fanelli, A., Danelli, G., Ghisi, D., Ortu, A., Moschini, E., & Fanelli, G. (2009). The efficacy of a resistive heating under-patient blanket versus a forced-air warming system: A randomized controlled trial. *Anesthesia and Analgesia*, 108, 199-201.
- Fossum, S., Hays, J., & Henson, M. M. (2001). A comparison study on the effects of prewarming patients in the outpatient surgery setting. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 16, 187-194.
- Insler, S. R., & Sessler, D. I. (2006). Perioperative thermoregulation and temperature monitoring. *Anesthesiology Clinics*, 24, 823-837.
- Kiekkas, P., & Karga, M. (2005). Prewarming: Preventing intraoperative hypothermia. *British Journal of Perioperative Nursing*, 15, 444, 446-447, 449-451.
- Kim, C., Baek, W., Hong, J., Park, J., & Kim, B. (1988). Temperature changes during general anesthesia. *Journal of Korean Society*

Anesthesiology, 21, 27-32.

- Kim, J. Y., Shinn, H., Oh, Y. J., Hong, Y. W., Kwak, H. J., & Kwak, Y. L. (2006). The effect of skin surface warming during anesthesia preparation on preventing redistribution hypothermia in the early operative period of off-pump coronary artery bypass surgery. *European Journal of Cardiothoracic Surgery*, 29, 343-347.
- Kolcaba, K. (2003). *Comfort theory and practice: A vision for holistic health care and research*. New York, NY: Springer Publishing Co.
- Lim, S., Cho, M., & Choi, K. (1997). The effect of preoperative warming on reducing rectal temperature drop in surgical patients. *The Journal of Korean Academic Society of Adult Nursing*, 9, 55-69.
- Murat, I., Berniere, J., & Constant, I. (1994). Evaluation of the efficacy of a forced-air warmer (Bair Hugger) during spinal surgery in children. *Journal of Clinical Anesthesia*, 6, 425-429.
- Negishi, C., Hasegawa, K., Mukai, S., Nakagawa, F., Ozaki, M., & Sessler, D. I. (2003). Resistive-heating and forced-air warming are comparably effective. *Anesthesia and Analgesia*, 96, 1683-1687.
- Odom, M. (1999). Maintaining intraoperative normothermia: A meta-analysis of outcomes with costs. *AANA Journal*, 67, 155-164.
- Putzu, M., Casati, A., Berti, M., Pagliarini, G., & Fanelli, G. (2007). Clinical complications, monitoring and management of perioperative mild hypothermia: Anesthesiological features. *Acta Biomedica*, 78, 163-169.
- Robinson, S., & Benton, G. (2002). Warm blankets. *Geriatric Nursing*, 23, 320-323.
- Rose, D. K., Cohen, M. M., & Soutter, D. I. (1992). Laparoscopic cholecystectomy: The anaesthetist's point of view. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 39, 809-815.
- Sessler, D. I. (2000). Perioperative heat balance. *Anesthesiology*, 92, 578-596.
- Sessler, D. I. (2008). Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. *Anesthesiology*, 109, 318-338.
- Spielberger, C., Gorsuch, R., Lushene, R., Vagg, P., & Jacobs, G. (1983). *Manual for the state-trait anxiety inventory for adults*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Vanni, S. M., Braz, J. R., Modolo, N. S., Amorim, R. B., & Rodrigues, G. R. Jr. (2003). Preoperative combined with intraoperative skin-surface warming avoids hypothermia caused by general anesthesia and surgery. *Journal of Clinical Anesthesia*, 15, 119-125.
- Wagner, D., Byrne, M., & Kolcaba, K. (2006). Effects of comfort warming on preoperative patients. *AORN Journal*, 84, 427-448.
- Wilson, L., & Kolcaba, K. (2004). Practical application of comfort theory in the perianesthesia setting. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 19, 164-173.