

척추마취하 고관절 전치환술 환자의 수술 전 가온이 수술 중 저체온 예방에 미치는 효과

이민지¹⁾ · 정정희²⁾

¹⁾분당서울대학교병원 간호사, ²⁾성균관대학교 임상간호대학원 교수

Effect of Preoperative Warming on Prevention of Hypothermia during Surgery in Patients with Total Hip Replacement Arthroplasty under Spinal Anesthesia

Lee, Min Ji¹⁾ · Jeong, Jeong Hee²⁾

¹⁾RN, Department of Nursing, Seoul National University Bundang Hospital

²⁾Professor, Graduate School of Clinical Nursing Science, Sungkyunkwan University

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the effect of preoperative warming to prevent hypothermia in surgery for patients undergoing total hip replacement arthroplasty under spinal anesthesia. **Methods:** A randomized experimental study was conducted. Data were collected at an S University hospital in Gyeonggi-do from December 3, 2019 to March 31, 2020. A random allocation program was used to randomize participants into intervention and control groups. A total of 90 participants were assigned to the study: 30 people were randomized to a pre-warming group using Bair Hugger forced-air warming blankets (Model 505) 30 minutes before surgery, 30 to a pre-warming group 15 minutes before surgery, or 30 to a control group. The findings from 88 participants were analyzed. For data analysis, χ^2 test and ANOVA were used utilizing the SPSS 21.0 program. **Results:** The pre-warming group 30 minutes before surgery had significantly higher body temperature than the control group, from 30 minutes after inducing anesthesia to the end of anesthesia. Body temperature over anesthesia time showed significant differences among the three groups, but there were no statistically significant differences in interactions between time and groups. **Conclusion:** Warming patients' body for 30 minutes before surgery was effective in maintaining normal body temperature while preventing intraoperative hypothermia.

Key words: Spinal Anesthesia, Total Hip Replacement Arthroplasty, Preoperative Care, Hypothermia, Body Temperature Regulation

I. 서론

1. 연구의 필요성

인체는 주위 환경 온도가 변화해도 심부 체온을 유지할 수 있는 특성이 있지만[1], 수술 환자의 50.0~70.0%에서 수술 중 저체온이 발생한다[2]. 수술 중 저체온이란 심부 체온이 36.

0°C 미만인 경우를 말하며[3], 수술 중 저체온이 발생하면 전 반적인 대사 저하와 생리적 변화를 초래하여 응고 장애, 출혈 량 증가, 약물 작용의 변화, 감염 증가, 회복 지연, 상처 치유의 변화 및 통증, 스트레스 및 인지 기능 장애 등 다양한 합병증을 야기한다[4,5]. 이러한 저체온으로 인한 합병증 발생은 재원 기간을 3~5일 연장시키며 이로 인한 치료 비용 또한 증가시키는 것으로 보고되어 환자와 의료기관 모두에 부정적인 경제적

주요어: 척추마취, 고관절 전치환술, 수술 전 관리, 저체온, 체온 조절

Corresponding author: Lee, Min Ji

Department of Nursing, Seoul National University Bundang Hospital, 82 Gumi-ro, 173 beon-gil, Bundang-gu, Seongnam 13620, Korea.
Tel: 82-31-787-3813, Fax: 82-31-787-4002, E-mail: lmj8400@naver.com

* 본 논문은 제 1 저자 이민지의 2020년 석사학위논문을 수정한 논문임.

투고일: 2020년 9월 21일 / 심사외퇴일: 2020년 10월 8일 / 게재확정일: 2020년 10월 23일

영향을 미친다[6].

수술 중 저체온이 발생하는 원인은 낮은 수술실 온도, 낮은 체질량지수, 고령, 긴 수술 시간과 마취 시간, 수혈, 높은 미국 마취과학회 신체등급(American Society Anesthesiologist, ASA class) 등이 있는데[7-9], 특히 척추마취와 같은 부위마취의 경우에는 나이가 많을수록, 신경차단 범위가 높을수록 심부 체온을 하강시킨다[10]. 고관절 치환술을 시행하는 경우 일반적으로 척추마취를 적용하는데[11], 척추마취는 환자의 혈관수축을 감소시키고 전율 역치를 감소시켜 체온 조절을 방해하고[12], 심부 체온이 하강함에도 불구하고 차가운 감각 신경을 차단하게 된다. 그로 인해 환자들이 상대적 온기로 인식하면서 추위를 잘 호소하지 않으며 의료진 또한 전신마취보다 환자의 체온에 관심을 덜 기울이게 되어 저체온의 문제를 간과하는 경우가 많다[10]. 또한, 고관절 치환술 시 인공삽입물의 고정을 위해 사용하는 시멘트는 굳는 속도가 온도와 연관되어 있어 수술실 온도를 낮게 유지하는 경향이 있고[13], 수술 중 90.0% 이상이 적극적 가온장치(bair hugger)를 사용함에도 불구하고 저체온 발생이 흔하였으며[14], Frisch 등[14]의 연구에서 고관절 치환술 환자의 저체온 발생률은 43.9%였고, Leijtens 등[15]의 연구에서는 저체온이 26.3% 발생하였다.

이러한 수술 중 저체온을 예방하기 위해서 수술 중 가온 적용은 환자 체온 유지 및 저체온 예방에 효과가 있다는 결과를 바탕으로 이미 일상화된 간호중재로 자리 잡아[16], 본 연구가 진행된 S대학병원에서도 수술 중에 강제 공기 가온장비인 Bair Hugger System (Model 505: 3M, London, Ontario, Canada) 과 수액 가온 장비인 Barkey S-line (Barkey, Leopoldshoehe, Germany)을 사용하여 가온 중재를 적용하고 있지만, 여전히 저체온이 발생한다[17]. Leslie와 Sessler [18]는 수술 전 가온 없이 마취 후 적극적 가온을 적용하더라도 저체온이 일반적으로 발생한다고 보고하였다. 따라서 수술 중 가온뿐만 아니라 수술 전 가온을 해야 한다는 연구결과[16,19]들이 발표되고 있다.

수술 전 가온(preoperative warming)이란 마취 유도 전부터 체표면이나 말초 조직을 가온시키는 것을 말한다[20]. 수술 전 가온을 할 경우, 수술 중 저체온 예방에 효과적이고[21] 수술 후 정상체온 회복 및 수술 후 불안 감소, 통증 완화, 온도 편안감 증진에 효과적이며[16], 저체온 예방으로 인한 오한 및 회복실 체류 시간을 감소시킬 수 있다[22]. 이에 영국 National Institute for Health and Care Excellence [23]에서는 수술 전 가온이 마취 유도 최소 30분 전에 이루어져야 한다고 권고하고 있으나, 30분 이상의 수술 전 가온은 30분 가온 시점부터 대상자가 체온 불편감을 호소하고 수술 전 처치실의 혼잡함을

나타냈고[19], 수술 전 대기 공간이 없거나 제한적인 대부분의 임상 상황에서 적용하기에는 어려움이 있다[24].

그래서 이러한 제한점으로 30분보다 짧은 수술 전 가온 효과를 검증한 연구를 보면, 국외 연구에서 제왕절개 산모 그리고 복강경을 이용한 복부 수술 환자를 대상으로 15분 이하의 수술 전 가온 효과를 검증하였고[25,26], 국내에서도 전신마취 유도 전, 사각 근간 상완 신경총 차단술을 시행하는 환자들을 대상으로 평균 14분의 짧은 수술 전 가온으로 수술 중 저체온 발생을 약 40.0% 감소시켰다고 보고한 연구[19]와 제왕절개 수술을 받는 산모를 대상으로 15분 수술 전 가온을 적용하여 산모의 저체온 예방과 오한을 감소시킨 연구가 있다[27]. 그러나 30분보다 짧은 수술 전 가온 효과를 발표한 국내의 선행 연구는 전신마취 환자를 대상으로 하였거나[19], 척추마취로 한 경우는 1시간 이내의 짧은 수술을 대상으로 시행되었다[27]. 또한 Cheon과 Yoon [28]의 연구에서는 65세 이상 척추마취 하 고관절 치환술 환자를 대상으로 40.0~42.0℃로 조정된 강제 공기 가온 장비를 통해 30분 수술 전 가온을 적용하여 수술 중 저체온 예방 효과를 검증하였으나, 30분보다 짧은 시간으로 수술 전 가온을 적용하여 효과를 검증한 연구는 없는 실정이다.

따라서, 본 연구는 현재 국내 종합병원 이상의 의료기관 중 수술 전 가온을 적용하고 있는 의료기관은 없고 표준화된 가온 지침이 없는 실정으므로, 척추마취하 고관절 전치환술 환자를 대상으로 30분 수술 전 가온과 15분 수술 전 가온 적용이 수술 중 저체온 예방에 효과를 나타내는지 확인함으로써 적용 가능한 효율적인 수술 환자 체온 관리 가이드라인의 기초자료의 근거를 마련하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구는 척추마취하 고관절 전치환술을 받는 환자를 대상으로 수술 전 가온이 수술 중 저체온 발생 예방에 미치는 효과를 파악하여 국내 적용 가능한 수술 환자 체온 관리 가이드라인의 기초자료로 활용하고자 함이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 30분 동안 수술 전 가온을 적용한 군과 15분 동안 수술 전 가온을 적용한 군, 수술 전 가온을 적용하지 않은 군의 수술 전과 마취시점에 따른 수술 중 체온의 차이를 확인한다.
- 2) 30분 동안 수술 전 가온 적용한 군과 15분 동안 수술 전 가온을 적용한 군, 수술 전 가온을 적용하지 않은 군의 수술 중 체온의 변화 차이를 확인한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 척추마취하에 고관절 전치환술을 받는 환자를 대상으로 30분과 15분 동안의 수술 전 가온이 수술 중 저체온 예방에 미치는 효과를 알아보기 위한 무작위 대조군 전후 실험연구이다(Figure 1).

2. 연구대상

본 연구는 경기도에 위치한 S대학 병원에서 2019년 12월 3일부터 2020년 3월 31일까지 척추마취하 고관절 전치환술을 받는 환자들을 대상으로 하였으며 구체적인 기준은 다음과 같다.

- 1) 본 연구목적에 이해하고 연구참여에 동의한 자
- 2) 미국 마취과학회 신체등급(ASA class) I 또는 II인 자
- 3) 19세 이상 성인으로서 척추마취로 수술을 받는 자

또한 수술 전 체온이 36.0℃ 미만, 37.5℃ 이상인 대상자는 연구대상자로부터 제외시켰다.

연구의 표본 수는 G*Power 3.1을 이용하여 산정하였고, Cheon과 Yoon [28]의 연구를 토대로 계산한 효과 크기는 .35 이었고, 유의수준 .05, 검정력 80.0%로 정하여 ANOVA에 필요한 표본 수를 산출한 결과 군당 27명으로 총 81명이었으나, 10.0% 탈락률을 고려하여 군당 30명, 총 90명을 대상으로 실시하였다. 무작위화 방법은 컴퓨터 무작위화 프로그램을 이용하여 90명의 연구대상자를 30분 수술 전 가온군, 15분 수술 전 가온군, 대조군 배정하였다. 즉, 매일 저녁 다음날 수술스케줄을 확인하여 수술 순서에 따라 1~90번까지 컴퓨터 무작위 배정군의 목록에 따라 실험처치를 제공하였다. 자료수집 중 15분 수술 전 가온군에서 전신마취로 전환된 대상자 1명과 대조군에서 부적절한 자료수집 절차로 1명이 제외되어 총 88명이 분석에 포함되었다.

3. 연구도구

1) 체온 측정도구

본 연구에서는 고막체온계(Braun ThermoScan® Ear thermometer IRT6030, BRAUN, Seoul, Korea)를 사용하였고, 측정도구의 정확성을 유지하기 위해 1개의 고막체온계를 사용하였다. 연구대상자가 수술 전 처치실에 도착하면 대상자마다 고막체온계의 탐침커버를 바꾸고, 대상자의 외이도에 고막체온계의 온도 감지부를 바짝 붙이고, 시작 버튼을 눌렀다가 손을 떼면 삐 소리와 함께 액정화면에 표시된 체온 값을 취하였다.

2) 증례 기록지

수술 중 저체온에 영향을 주는 요인들이 연령, 체중, 체질량 지수, 미국 마취과학회 신체등급(ASA class), 마취 시간, 수술 시간, 수술실 온도, 수혈 유무, 신경차단 범위라는 선행연구 [7-10]를 바탕으로 수술 전 가온 중재를 제외한 나머지 변수들을 통제하기 위하여 증례 기록지에 이 내용을 포함하여 수술 전과 수술 중 체온을 작성하였다.

4. 실험처치

실험군과 대조군에 대한 실험처치는 다음과 같이 적용하였다.

1) 수술 전 가온 중재

(1) 30분 수술 전 가온군

강제 공기 가온 장비인 Bair Hugger System (Model 505)을 이용하여 전신 가온 담요를 대상자의 어깨부터 발끝까지 덮은 다음 43.0℃로 가온하고 담요의 허용 범위(38.0℃~43.0℃) 중 가장 높은 온도이며 현재 수술 중 적용하고 있는 담요의 온도인 43.0℃로 가온하고 온도를 확인한 후 스톱워치를 30분에 맞춰서 가온 30분 경과 후 전원 스위치를 끄고 전신 가온 담요는 그대로 덮어 두었다.

	Pre operation		During operation	
	Before warming	Intervention	After warming	
30mins pre-op warming	Ye ₁	X ₁	Ye ₂	Ye ₃₋₈
15mins pre-op warming	Ye ₁	X ₂	Ye ₂	Ye ₃₋₈
Without pre-op warming	Yc ₁		Yc ₂	Yc ₃₋₈

X1=pre-op warming for 30mins; Y1=body temperature before pre-op warming; Y2=body temperature before anesthesia; Y3~8=body temperature during anesthesia (0,30,60,90,120 mins & at the end); X2=pre-op warming for 15mins

Figure 1. Research design.

(2) 15분 수술 전 가온 군

강제 공기 가온 장비인 Bair Hugger System (Model 505)을 이용하여 전신 가온 담요를 대상자의 어깨부터 발끝까지 덮은 다음 30분 수술 전 가온 군과 같은 43.0℃로 가온하고 온도를 확인한 후 스톱워치를 15분에 맞춰서 가온 15분 경과 후 전원 스위치를 끄고 전신 가온 담요는 그대로 덮어 두었다.

(3) 대조군

전원이 연결되지 않은 전신 가온 담요를 대상자의 어깨부터 발끝까지 덮어 두었다.

2) 수술 중 가온 중재

30분 수술 전 가온 군과 15분 수술 전 가온 군, 대조군 모두 강제 공기 가온 장비인 Bair Hugger System (Model 505)을 이용하여 상체 가온 담요로 대상자의 어깨, 팔, 목까지를 덮어 수술 동안 43.0℃로 가온하였고, 수액 가온 장비인 Barkey S-line의 초록색 가열 프로파일에 대상자의 주요 수액(main fluid)의 수액 라인을 넣어 39.0℃로 가온하였다.

5. 자료수집절차

환자의 체온 측정은 마취 회복실 간호실무 경력 3년 이상의 3명의 간호사로 선정하여 연구보조자 간의 일관성을 유지하고 오차를 줄이기 위해 고막체온계 사용에 대한 교육을 실시하고 고막체온계의 최대 허용 오차±0.2℃ 범위 내에서 100.0% 일치도를 확인하였다. 또한 환자에게 실험처치 전 체온 측정하는 연구보조자와 실험처치 후 체온 측정하는 연구보조자는 다르게 배정하고 연구대상자 및 연구보조자에게 대상자의 해당 배당 집단을 알려주지 않는 이중 맹검법을 사용하였으며 자료 수집 절차는 다음과 같다.

- 1) 수술 전날 연구대상자에게 연구목적을 설명하고 연구참여 의사를 보이면 서면동의서를 받은 후 연구대상자의 성별, 나이, 키, 체중, 체질량지수, 미국 마취과학회 신체 등급(ASA class)을 기록하였다.
- 2) 수술 전 처치실에 도착하면 연구대상자들의 수술받는 쪽 귀의 고막 체온을 측정한 후 30분 수술 전 가온 군, 15분 수술 전 가온 군은 강제 공기 가온 장비인 Bair Hugger System (Model 505)을 사용하여 전신 가온 담요를 두 실험 군 대상자의 어깨부터 발끝까지 덮은, 다음 43.0℃ 온도로 가온하였고, 대조군은 전원이 연결되지 않은 전신 가온 담요를 덮어주었다.
- 3) 수술실 입실 시 체온은 수술실 침대로 이동하여 마취 감시

장치 부착 시 수술받는 쪽 귀의 고막 체온을 측정하였다.

- 4) 마취 유도 직후 체온은 마취 자세인 측위에서 마취 후 앙와위로 변경 시 수술받는 쪽 귀의 고막 체온을 측정하였다.
- 5) 수술 중 가온은 30분 가온군과 15분 가온군, 대조군 모두 수술 자세(측위)를 취한 후 강제 공기 가온 장비인 Bair Hugger System (Model 505)을 이용하여 상체 가온 담요로 대상자의 어깨, 팔, 목까지를 덮어 수술동안 43.0℃로 가온하고, 수액 가온 장비인 Barkey S-line의 초록색 가열 프로파일에 대상자의 주요수액(main fluid)의 수액라인을 넣어 39.0℃로 가온하였다.
- 6) 마취 유도 후 30분, 60분, 90분, 120분에 수술받는 쪽 귀의 고막 체온을 측정하였다.
- 7) 마취 종료 시 체온은 수술실 퇴실 시 수술받는 쪽 귀의 고막 체온을 측정하였다.

6. 자료분석방법

수집된 자료는 SPSS/WIN 21.0 프로그램을 이용하여 분석하였으며 구체적인 분석방법은 다음과 같다.

변수들의 정규성 검정을 한 결과 수술실 온도, 실혈량, 교질액, 마취 유도 90분 체온은 정규성을 따르지 않아 이 변수들은 비모수 통계로 분석하였다.

- 1) 대상자의 일반적 특성과 수술 관련 특성은 평균과 표준편차로, 동질성 검증에서 범주형 변수는 χ^2 test와 Fisher's exact test, 연속형 변수 중 정규성 변수는 ANOVA, 비정규성 변수는 Kruskal-Wallis test로 분석하였다.
- 2) 30분 동안 수술 전 가온을 적용한 군과 15분 동안 수술 전 가온을 적용한 군, 수술 전 가온을 적용하지 않은 군의 수술 전과 마취시점에 따른 수술 중 체온의 차이는 ANOVA, Kruskal-Wallis test를, 사후 분석은 Scheffé test, Mann Whitney U test를 사용하였고, Bonferroni correction로 보정하였다.
- 3) 30분 동안 수술 전 가온을 적용한 군과 15분 동안 수술 전 가온을 적용한 군, 수술 전 가온을 적용하지 않은 군의 수술 중 체온의 변화 차이는 마취 유도 90분 체온이 정규성을 따르지 않았고, 마취 유도 90분 이전에 3명, 120분 이전에 27명의 마취가 종료되어 자료분석에 결측치로 처리되어 정규성과 결측값을 고려하여 일반화 추정 방정식 (Generalized Estimating Equation, GEE)으로 분석하였으며, GEE 분석 시, 공분산 행렬은 Autoregressive (1)로 설정하였다.

7. 윤리적 고려

본 연구의 진행은 경기도 S 대학병원의 생명윤리 심의위원회 (Institutional Review Board, IRB)의 승인(B-1912-580-309)을 받았다. 연구대상자의 윤리적 측면을 고려하여 참여를 원하지 않을 경우 언제라도 중단할 수 있음과 연구참여에 대한 비밀이 유지될 것임을 대상자에게 설명하였다. 또한 실험 내용과 결과 자료는 전산처리하여 비밀유지가 되도록 관리하였으며, 수집된 정보는 잠금 장치가 있는 곳에 안전하게 보관하였고, 연구 관련 기록은 연구가 종료된 시점부터 3년간 보관 후 보관 기간이 지난 문서 중 개인 정보에 관한 사항은 파기할 예정이다.

III. 연구결과

1. 대상자의 일반적, 수술 관련 특성과 세 군간 동질성 검증

연구대상자의 일반적, 수술 관련 특성과 세 군간 동질성 검증

중한 결과는 Table 1과 같다.

30분 수술 전 가온 군, 15분 수술 전 가온 군, 대조군의 일반적 특성인 성별, 나이, 체질량지수(Body Mass Index, BMI), 미국 마취과학회 신체등급(ASA class), 수술 관련 특성인 신경차단 범위, 수혈 유무, 수술실 온도, 수술 시간, 실혈량, 총 수액량은 모두 동질한 것으로 확인되었다.

2. 세 군의 수술 전과 마취시점에 따른 수술 중 체온의 차이

30분 수술 전 가온 군, 15분 수술 전 가온 군과 대조군의 수술 전과 마취시점에 따른 수술 중 체온의 차이를 확인한 결과에서, 수술 전 처치실 도착 시 체온의 차이(F=0.99, p=.375)와 수술실 입실 시 체온의 차이(F=1.84, p=.165)는 세 군에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

또한 마취 유도 직후 체온의 차이에서는 30분 수술 전 가온 군과 15분 수술 전 가온 군, 대조군 간에 차이가 있는 것으로 나타났다(F=3.16, p=.048) 사후 검증 결과 세 군간의 통계적

Table 1. Homogeneity for Characteristics of the Participants

(N=88)

Variables	Characteristics		Exp.		Cont.	χ ² or F	p
			30 mins POW (n=30)	15 mins POW (n=29)	without POW (n=29)		
			n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
General characteristics	Gender	M	15 (50.0)	12 (41.4)	15 (51.7)	0.72	.699
		F	15 (50.0)	17 (58.6)	14 (48.3)		
	Age (yr)		53.3±14.2	57.4±12.0	56.5±9.7	0.44	.646
	Height (cm)		163.5±10.1	161.6±7.6	162.5±9.5	0.04	.961
	Weight (kg)		65.4±14.1	64.5±12.3	67.3±9.5	0.36	.701
	BMI (kg/m ²)		24.4±3.4	24.6±3.6	25.5±2.9	0.85	.434
ASA class	1	9 (30.0)	11 (37.9)	7 (24.1)	1.31	.520	
	2	21 (70.0)	18 (62.1)	22 (75.9)			
Surgical characteristics	Surgical site	Right	8 (26.7)	14 (48.3)	13 (44.8)	3.34	.189
		Left	22 (73.3)	15 (51.7)	16 (55.2)		
	Level of spinal anesthesia*	≥T5	5 (16.7)	5 (17.2)	7 (24.1)	0.98	.913
		T6~T9	20 (66.6)	20 (69.0)	19 (65.6)		
		≤T10	5 (16.7)	4 (13.8)	3 (10.3)		
	Transfusion*	Yes	1 (3.3)	1 (3.4)	0 (0.0)	1.01	>.999
		No	29 (96.7)	28 (96.6)	29 (100.0)		
	Operating room temperature (°C)†		17.27±1.06	16.84±0.94	17.17±1.23	3.36	.187
	Duration of anesthesia (min)		135.50±27.24	138.1±18.05	136.72±31.57	1.14	.326
	Duration of operation (min)		96.67±28.48	95.00±16.31	95.86±29.19	0.37	.690
Blood loss (mL)†		545.00±278.34	572.41±203.36	568.97±203.72	0.94	.626	
Crystalloid (mL)		635.00±198.77	663.79±210.82	634.48±223.03	0.54	.587	
Colloid (mL)†		620.00±351.01	606.90±286.21	577.59±302.54	0.64	.725	
Total amount of fluid (mL)		1221.67±420.12	1291.72±368.44	1212.07±470.31	0.85	.433	

*Fisher's exact test; †Kruskal-Wallis test; ASA class=American society of anesthesiologist; BMI=body mass index; Exp.=experimental group; Cont.=control group; POW=pre-operation warming.

Table 2. Differences in Body Temperature Preoperation and during Operation (N=88)

Variables		Exp.		Cont.	χ^2 or F	p	Scheffe' or bonferroni
		30 mins POW ^a (n=30)	15 mins POW ^b (n=29)	without POW ^c (n=29)			
		M±SD	M±SD	M±SD			
Pre operation	At arrival preoperative area (°C)	36.96±0.31	36.86±0.32	36.94±0.23	0.99	.375	n/a
	Entering operation room (°C)	37.06±0.35	36.91±0.34	36.92±0.32	1.84	.165	n/a
During operation	Immediately after anesthesia induction (°C)	37.03±0.37	36.81±0.37	36.82±0.38	3.16	.048	n/a
	30 mins after anesthesia induction (°C)	36.41±0.36	36.21±0.32	36.06±0.32	8.12	.001	a > c
	60 mins after anesthesia induction (°C)	36.44±0.45	36.26±0.34	36.16±0.37	3.91	.024	a > c
	90 mins after anesthesia induction (°C)*	36.42±0.46	36.14±0.37	35.99±0.36	10.20	.006	a > c
	120 mins after anesthesia induction (°C)	36.41±0.45	36.09±0.27	35.97±0.31	8.54	.001	a > b, c
	At the end of anesthesia (°C)	36.25±0.36	36.04±0.33	35.89±0.36	8.58	< .001	a > c

*Bonferroni correction (p < .017); Exp.=experimental group; Cont.=control group; POW=pre-operation warming.

Table 3. Differences in Body Temperature during Operation (N=88)

Variable	Source of variance	χ^2	Degrees of freedom	p
Body temperature	Time	357.19	5	< .001
	Group	21.53	2	< .001
	Group×time	11.64	10	.310
	Intercept	1,600,610.41	1	< .001

차이는 확인되지 않았다. 그러나 마취 유도 후 30분 체온의 차이를 보면 30분 수술 전 가온 군과 15분 수술 전 가온 군, 대조군 간에 유의한 차이가 있었고(F=8.12, p=.001), 사후 검정 결과 30분 수술 전 가온 군이 대조군보다 체온이 유의하게 높았다. 마취 유도 후 60분 체온의 차이는 30분 수술 전 가온 군과 15분 수술 전 가온 군, 대조군은 통계적으로 유의한 차이가 있었고(F=3.91, p=.024) 사후 검정 결과 30분 수술 전 가온 군이 대조군보다 체온이 높았다. 마취 유도 후 90분 체온의 차이를 보면 30분 수술 전 가온 군과 15분 수술 전 가온 군, 대조군은 유의한 차이가 있었고($\chi^2=10.20$, p=.006), 사후 검정 결과 30분 수술 전 가온 군이 대조군보다 유의하게 높았다. 마취 유도 후 120분 체온의 차이를 보면 30분 수술 전 가온 군과 15분 수술 전 가온 군, 대조군은 유의한 차이가 있었고(F=8.54, p=.001), 사후 검정 결과 30분 수술 전 가온 군이 15분 수술 전 가온 군, 대조군보다 유의하게 체온이 높았다. 마취 종료 시 체온의 차이를 보면 30분 수술 전 가온 군과 15분 수술 전 가온 군, 대조군은 통계적으로 유의하고(F=8.58, p<.001), 사후 검정 결과 30분 수술 전 가온 군이 대조군보다 유의하게 높았다(Table 2).

3. 세 군의 수술 중 체온의 변화 차이

30분 수술 전 가온 군, 15분 수술 전 가온 군과 대조군의 수술 중 체온의 변화 차이를 살펴본 결과 Table 3과 같다.

마취 시간 경과에 따른 체온은 유의한 차이가 있고($\chi^2=357.19$, p<.001) 세 군 간의 체온도 유의한 차이가 있으나($\chi^2=21.53$, p<.001), 시간과 군 간의 상호작용은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($\chi^2=11.64$, p=.310)(Table 3).

IV. 논 의

본 연구는 척추마취하 고관절 전치환술 환자를 대상으로 30분, 15분 동안의 수술 전 가온 적용이 저체온 예방에 미치는 효과를 파악하여 국내 적용 가능한 수술 환자 체온 관리 가이드라인의 기초자료로 활용하기 위해 진행되었다.

대상자의 수술 관련 특성 중 본 연구의 수술실 온도는 16.8~17.3°C로 고관절 치환술과 슬관절 치환술 환자를 대상으로 저체온 발생률을 조사한 Leijtens 등[15] 연구의 수술실 온도 18.0~21.0°C, Cheon과 Yoon [28]의 연구에서 수술실 온도 18.4°C보다도 낮았다. 그리고 수술실 온도는 21.0°C 이상 유지해야 한다는 영국 NICE [23] 가이드라인의 권고 사항을 고려해 볼 때, 수술 환자의 저체온 예방을 위한 적절한 수술실 온도 유지 전략이 요구된다고 하겠다.

본 연구에서는 30분 수술 전 가온 군에서는 마취 종료 시까지 평균 체온이 36.0°C 이상 유지되는 것이 확인되었으나 Cheon과 Yoon [28]의 연구에서는 30분 수술 전 가온 군에서 마취 유도 120분부터, Becerra 등[22]의 연구에서는 30분 수

술 전 가온 군에서 수술 종료 시에 평균 체온이 36.0℃ 미만으로 나타나 본 연구와 다른 결과를 나타냈다. 이는 30분 수술 전 가온 대상자의 연령과 신경차단 범위 및 수술 중 가온 중재방법의 차이로 인한 것으로 생각된다. 본 연구대상자의 경우 평균 연령이 56.7세로 Cheon과 Yoon [28]의 연구에서 평균 연령 73.3세, Becerra 등[22]의 연구에서 평균 연령 72.8세보다 젊고, 신경차단 범위 또한 본 연구에서는 T5 이상은 16.7%인 것에 비해 Cheon과 Yoon [28]의 연구에서의 신경차단 범위 T5 이상이 80.7%인 것을 볼 때 나이가 많을수록 0.3℃씩, 차단 범위가 높을수록 0.15℃씩 심부 체온이 하강한다고 한 Frank 등[10]의 주장을 지지하는 것으로 생각된다. 뿐만 아니라, 본 연구에서는 수술 중 Barkey S-line을 이용한 수액 가온과 Bair hugger를 이용한 강제 공기 가온 두 가지 가온 중재를 함께 적용한 반면, Cheon과 Yoon [28]의 연구에서는 물 순환 담요를, Becerra 등[22]의 연구에서는 상체 가온 담요 한 가지 가온 중재를 적용하였다. 이는 두 가지 이상의 수술 중 가온 요법을 병용하는 것이 저체온 예방 효과가 크고[29], 물 순환 담요보다 강제 공기 가온 적용이 환자의 체온 상승에 더 효과적이라는 Warttig 등[30]의 연구결과를 지지한다.

또한, 30분 수술 전 가온 군과 15분 수술 전 가온 군은 마취 종료 시까지 평균 체온이 36.0℃ 이상을 유지하였으나, 대조군의 경우 마취 유도 90분부터 평균 체온 36.0℃ 미만으로 저체온이 나타나는 것으로 확인되었다. 이는 수술 중 가온만으로는 수술 중 저체온 예방에 한계가 있음을 나타내는 것으로 수술 전 가온 없이 수술 중 적극적 가온이 시행되어도 저체온이 발생할 수밖에 없다고 한 Leslie와 Sessler [18]의 주장과 일치하는 것으로 수술 전 가온의 효과를 다시 한번 확인한 것이라 할 수 있겠다.

수술 중 환자의 체온 차이를 살펴보면, 수술 전 가온을 적용한 후 수술실 입실시 체온에서는 세 군 간의 유의한 차이가 없었다. 이는 대상자 체온이 수술 전 가온이 적용되기 전부터 정상 체온을 유지하고 있으며 가온 직후의 체온 측정으로 체온 변화가 나타내지 못한 것으로 생각된다. 하지만 마취 유도 후 30분부터 마취 종료 시까지의 체온의 차이에서는 수술 전 가온을 적용하지 않은 대조군에 비해 30분 수술 전 가온 군의 체온이 통계적으로 유의하게 높았다. 이는 Cheon과 Yoon [28], Becerra 등[22], Lau 등[21]의 연구결과에 의해 지지되고 있다. 즉, 30분 수술 전 가온은 척추마취뿐 아니라 저체온 발생이 더 흔한 전신마취에서도 그 효과가 입증된바 30분 수술 전 가온은 충분히 저체온 예방에 도움이 되는 것을 알 수 있었다. 또한 척추마취 직후부터 체온이 감소하지만 마취 유도 45분부터는 급속도로 체온이 하강한다[10]는 점에서 마취 유도 후 30분

부터 30분 수술 전 가온을 적용한 대상자의 체온이 대조군에 비해 높은 것으로 나타난 것은 30분 수술 전 가온 중재가 수술 중 환자의 저체온 예방에 중요한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

반면, 15분 수술 전 가온 군과 대조군의 체온의 차이에서는 마취 유도 직후부터 마취 종료 시까지 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않은 것으로 확인되었다. 하지만 15분 수술 전 가온 군이 마취 종료 시까지 평균 체온 36.0℃ 이상을 유지함으로써 저체온이 발생하지 않았다는 것은 수술 중 저체온 발생으로 생길 수 있는 합병증[4,5]을 줄일 수 있다는 점에서 환자의 수술 후 예후까지 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

또한, 30분 수술 전 가온 군과 15분 수술 전 가온 군, 대조군의 수술 중 체온의 변화 차이를 확인한 결과 각 군과 마취 시간 사이의 상호작용 효과는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 마취 시작 시점부터 수술 중 체온을 측정하는 각 시점에서 가온을 적용한 군이 대조군보다 높은 체온을 일관성 있게 유지했다는 Park과 Choi [16]의 연구와 일치한다. 하지만 Horn 등[26]의 연구에서는 마취 시간에 따라 가온을 적용하지 않은 군은 체온이 지속적으로 낮아졌으나 가온을 적용한 군에서는 체온이 지속적으로 상승하면서 각 군과 마취 시간 사이의 상호작용에 유의한 차이를 보였고 Cheon과 Yoon [28]의 연구에서도 가온을 적용하지 않은 군과 적용한 군의 체온이 마취 시간과 교호작용이 있다고 하여 본 연구와 다른 결과를 나타내므로 반복 연구를 통해서 다시 확인할 필요가 있다고 생각한다.

본 연구는 척추마취하 고관절 전치환술 환자에게서 수술 중 저체온 예방을 위해 30분 수술 전 가온 적용이 수술 중 저체온 예방에 효과적인 가온 중재임을 입증하였다. 따라서 30분 수술 전 가온 중재를 임상 상황에서 보다 효과적이고 적용 가능하도록 수술 환자의 체온 관리 중요성에 대한 의료진의 인식을 고취시키고, 수술 전 대기 공간 확충과 적절한 수술실 온도 유지, 가온 장비의 구비, 충분한 의료 인력 배치 등의 의료환경 개선이 필요하다. 본 연구에서 15분 수술 전 가온의 효과를 검증하지 못하였으나, 국내 임상 여건을 고려할 때, 보다 짧은 시간의 가온 효과를 확인할 수 있는 중재방법 개발이 요구되므로 수술 전 가온에 대한 다양한 확대 연구가 필요하다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 척추마취하 고관절 전치환술을 받는 환자를 대상으로 수술 중 저체온을 예방하기 위해 30분 수술 전 가온과 15분 수술 전 가온 효과를 확인하고자 시행된 무작위 실험연

구이다. 연구결과 30분 수술 전 가온을 적용한 군이 수술 전 가온을 적용하지 않은 경우보다 수술 중 체온 하강 정도가 적고, 정상체온 유지에 효과가 있는 것으로 나타나, 30분 수술 전 가온 적용이 수술 동안 저체온 예방에 효과적인 가온 중재방법임을 알 수 있었다. 따라서 30분 수술 전 가온 적용을 위해 수술 환자의 체온 관리 중요성에 대한 의료진의 인식을 고취시키고, 수술 전 대기 공간 확충과 적절한 수술실 온도 유지, 가온 장비의 구비, 충분한 의료 인력 배치 등의 의료 환경 개선을 통해 수술 중 저체온을 예방하려는 노력이 필요하다. 본 연구에서 수술 전 15분 가온의 효과를 검증하지 못하였으나, 국내 임상 여건을 고려할 때, 보다 짧은 시간의 가온 효과를 확인할 수 있는 중재방법 개발이 요구되므로 수술 전 가온에 대한 다양한 연구가 필요할 것이라 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

참고문헌

- Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Cohen NH, Young WL. Miller's anesthesia. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2014. p. 1622-1624.
- Roberson MC, Dieckmann LS, Rodriguez RE, Austin PN. A review of the evidence for active preoperative warming of adults undergoing general anesthesia. AANA Journal. 2013; 81(5):351-356.
- American Society of PeriAnesthesia Nurses. Clinical guideline for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. Journal of PeriAnesthesia Nursing. 2001;16(5):305-314. <https://doi.org/10.1053/jpan.2001.28060>
- Burns SM, Piotrowski K, Caraffa G, Wojnakowski M. Incidence of postoperative hypothermia and the relationship to clinical variables. Journal of PeriAnesthesia Nursing. 2010; 25(5):286-289. <https://doi.org/10.1016/j.japan.2010.07.001>
- Madrid E, Urrútia G, Roquéi Figuls M, Pardo-Hernandez H, Campos JM, Paniagua P, et al. Active body surface warming systems for preventing complications caused by inadvertent perioperative hypothermia in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2016;CD009016. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009016.pub2>
- Sobczak K. Complications of perioperative hypothermia: The temperature of IV fluids and the OR can lead to hypothermia. OR Nurse 2015. 2014;8(5):33-39.
- Kleimeyer JP, Harris AH, Sanford J, Maloney WJ, Kadry B, Bishop JA. Incidence and risk factors for postoperative hypothermia after orthopaedic surgery. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2018;26(24):e497-e503. <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-16-00742>
- de Brito Poveda V, Galvão CM, dos Santos C. Factors associated to the development of hypothermia in the intraoperative period. Revista Latino-Americana de Enfermagem. 2009; 17(2):228-233. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692009000200014>
- Torossian A, Bräuer A, Höcker J, Bein B, Wulf H, Horn EP. Preventing inadvertent perioperative hypothermia. Deutsches Ärzteblatt International. 2015;112(10):166-172. <https://doi.org/10.3238%2FArztebl.2015.0166>
- Frank SM, El-Rahmany HK, Cattaneo CG, Barnes RA. Predictors of hypothermia during spinal anesthesia. Anesthesiology. 2000;92(5):1330-1334. <https://doi.org/10.1097/0000542-200005000-00022>
- Basques BA, Toy JO, Bohl DD, Golinvaux NS, Grauer JN. General compared with spinal anesthesia for total hip arthroplasty. Journal of Bone and Joint Surgery. 2015;97(6):455-461. <https://doi.org/10.2106/jbjs.n.00662>
- Frank SM, Shir Y, Raja SN, Fleisher LA, Beattie C. Core hypothermia and skin-surface temperature gradients: Epidural versus general anesthesia and the effects of age. Anesthesiology. 1994;80(3):502-508. <https://doi.org/10.1097/0000542-199403000-00005>
- Kwak IS, Kim KM, Chang JD. Hypothermia during total hip arthroplasty with combined spinal-epidural anesthesia. Journal of the Korean Hip Society. 2009;21(2):189-192. <https://doi.org/10.5371/jkhs.2009.21.2.189>
- Frisch NB, Pepper AM, Rooney E, Silverton C. Intraoperative hypothermia in total hip and knee arthroplasty. Orthopedics. 2017;40(1):56-63. <https://doi.org/10.3928/01477447-20161017-04>
- Leijtens B, Koëter M, Kremers K, Koëter S. High incidence of postoperative hypothermia in total knee and total hip arthroplasty: A prospective observational study. Journal of Arthroplasty. 2013;28(6):895-898. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2012.10.006>
- Park OB, Choi HJ. The effect of pre-warming for patients under abdominal surgery on body temperature, anxiety, pain, and thermal comfort. Journal of Korean Academy of Nursing. 2010;40(3):317-325. <https://doi.org/10.4040/jkan.2010.40.3.317>
- Yi J, Xiang Z, Deng X, Fan T, Fu R, Geng W, et al. Incidence of inadvertent intraoperative hypothermia and its risk factors in patients undergoing general anesthesia in Beijing: A prospective regional survey. PLoS One. 2015;10(9):e0136136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136136>
- Leslie K, Sessler DI. Perioperative hypothermia in the high-risk surgical patient. Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology. 2003;17(4):485-498. [https://doi.org/10.1016/S1521-6896\(03\)00049-1](https://doi.org/10.1016/S1521-6896(03)00049-1)
- Shin KS, Lee GY, Chun EH, Kim YJ, Kim WJ. Effect of short-term prewarming on body temperature in arthroscopic shoulder surgery. Anesthesia and Pain Medicine. 2017;12(4): 388-393. <https://doi.org/10.17085/apm.2017.12.4.388>

20. Moayeri A, Hynson JM, Sessler DI, McGuire J. Pre-induction skin-surface warming prevents redistribution hypothermia. *Anesthesiology*. 1991;75(3):A1004.
<https://doi.org/10.1097/0000542-199109001-01003>
21. Lau A, Lowlaavar N, Cooke EM, West N, German A, Morse DJ, et al. Effect of preoperative warming on intraoperative hypothermia: A randomized-controlled trial. *Canadian Journal of Anesthesia*. 2018;65(9):1029-1040.
<https://doi.org/10.1007/s12630-018-1161-8>
22. Becerra Á, Valencia L, Ferrando C, Villar J, Rodríguez-Pérez A. Prospective observational study of the effectiveness of pre-warming on perioperative hypothermia in surgical patients submitted to spinal anesthesia. *Scientific Reports*. 2019;9:16477. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52960-6>
23. National Institute for Health and Care Excellence. Hypothermia: Prevention and management in adults having surgery. Clinical guideline CG65 [Internet]. London: National Institute for Health and Care Excellence; 2008 Apr 23 [updated 2016 Dec 14; cited 2020 Mar 30]. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg65>.
24. Forbes SS, Eskicioglu C, Nathens AB, Fenech DS, Laflamme C, McLean RF, et al. Evidence-based guidelines for prevention of perioperative hypothermia. *Journal of the American College of Surgeons*. 2009;209(4):492-503.
<https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2009.07.002>
25. Horn EP, Schroeder F, Gottschalk A, Sessler DI, Hiltmeyer N, Standl T, et al. Active warming during cesarean delivery. *Anesthesia & Analgesia*. 2002;94(2):409-414.
<https://doi.org/10.1097/0000539-200202000-00034>
26. Horn EP, Bein B, Broch O, Iden T, Böhm R, Latz SK, et al. Warming before and after epidural block before general anaesthesia for major abdominal surgery prevents perioperative hypothermia: A randomised controlled trial. *European Journal of Anaesthesiology*. 2016;33(5):334-340.
<https://doi.org/10.1097/eja.0000000000000369>
27. Chung SH, Lee BS, Yang HJ, Kweon KS, Kim HH, Song J, et al. Effect of preoperative warming during cesarean section under spinal anesthesia. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2012;62(5):454-460. <https://doi.org/10.4097/kjae.2012.62.5.454>
28. Cheon YM, Yoon HS. The effects of 30-minutes of pre-warming on core body temperature, systolic blood pressure, heart rate, postoperative shivering, and inflammation response in elderly patients with total hip replacement under spinal anesthesia: A randomized double-blind controlled trial. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2017;47(4):456-466.
<https://doi.org/10.4040/jkan.2017.47.4.456>
29. Park HS, Yoon HS. 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.
<https://doi.org/10.4040/jkan.2007.37.7.1061>
30. Warttig S, Alderson P, Campbell G, Smith AF. Interventions for treating inadvertent postoperative hypothermia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2014;11:CD009892.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD009892.pub2>