



30분의 수술전 가온이 고관절 전치환술 노인 환자의 수술중 심부체온, 수축기압, 심박동수, 수술후 전율 및 염증반응에 미치는 효과

천유미¹ · 윤혜상²

¹가천대학교 길병원 간호부, ²가천대학교 간호대학

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

Cheon, You Mi¹ · Yoon, Haesang²

¹Department of Nursing, Gachon University Gil Medical Center, Incheon

²College of Nursing, Gachon University, Incheon, Korea

Purpose: This study was designed to determine the effects of pre-warming on core body temperature (CBT) and hemodynamics from the induction of spinal anesthesia until 30 min postoperatively in surgical patients who undergo total hip replacement under spinal anesthesia. Our goal was to assess postoperative shivering and inflammatory response. **Methods:** Sixty-two surgical patients were recruited by informed notice. Data for this study were collected at a 1,300-bed university hospital in Incheon, South Korea from January 15 through November 15, 2013. Data on CBT, systemic blood pressure (SBP), and heart rate were measured from arrival in the pre-anesthesia room to 3 hours after the induction of spinal anesthesia. Shivering was measured for 30 minutes post-operatively. C-reactive protein (CRP) and erythrocyte sedimentation rate (ESR) were measured pre-operatively, and 1 and 2 days postoperatively. The 62 patients were randomly allocated to an experimental group (EG), which underwent pre-warming for 30 minutes, or a control group (CG), which did not undergo pre-warming. **Results:** Analysis of CBT from induction of spinal anesthesia to 3 hours after induction revealed significant interaction between group and time ($F=3.85, p=.008$). In addition, the incidence of shivering in the EG was lower than that in the CG ($\chi^2=6.15, p=.013$). However, analyses of SBP, heart rate, CRP, and ESR did not reveal significant interaction between time and group. **Conclusion:** Pre-warming for 30 minutes is effective in increasing CBT 2 and 3 hours after induction of spinal anesthesia. In addition, pre-warming is effective in decreasing post-operative shivering.

Key words: Hypothermia; Body temperature regulation; Hemodynamics; Shivering; Inflammation

서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

인체가 한기에 노출되면 말초혈관수축 및 전율과 같은 체온조절성 보상기전으로 정상 체온을 유지할 수 있으나 전신마취 또는 척수마취와 같은 신경차단마취 하에서 인체는 체온조절성 보상기전을 상실

주요어: 저체온, 체온조절, 혈액학, 전율, 염증

* 이 논문은 제 1 저자의 석사학위 논문을 수정하여 작성한 것임.

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

Address reprint requests to : Yoon, Haesang

College of Nursing, Gachon University, 191 Hambakmoero, Incheon 21936, Korea

Tel: +82-32-820-4212 Fax: +82-32-820-4201 E-mail: yoonhs@gachon.ac.kr

Received: February 1, 2017 Revised: May 22, 2017 Accepted: May 22, 2017

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NoDerivs License. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>)

If the original work is properly cited and retained without any modification or reproduction, it can be used and re-distributed in any format and medium.

하고 체열생산이 저하되어 정상 체온의 유지가 어렵게 된다[1,2]. 인체의 체온조절 보상기전 상실과 체열생산 저하는 체열이 심부조직에서 말초조직으로 이동하는 체열의 재분포를 유도하여 마취후 3시간에 이르면 상지와 하지와 같은 말초부는 57 kcal의 체열을 상실하며 동시에 체간부 등의 심부에서 말초부로 46 kcal의 체열이 이동하여 심부체온이 저하된다[3,4]. 따라서 전신마취 또는 척수마취 중 별다른 가온요법을 제공하지 않으면 마취유도 후 1시간에 1.0~1.6°C, 그리고 추후 1시간 경과후 1.1°C의 체온이 저하되는데 심부체온이 36°C 미만으로 저하되는 것을 저체온이라고 한다[1,2,5]. 수술중 저체온을 예방하기 위해 다양한 가온요법을 제공하고 있으나 여전히 마취환자의 45~70%에서 저체온이 발생하고 있다[6,7].

수술 중 저체온은 순환 혈중 카테콜아민을 증가시켜 말초혈관 수축, 빈맥 및 고혈압 등으로 심혈관계에 부담을 줄 수 있고[8], 혈액응고장애로 출혈을 증가시키고, 마취제 및 근이완제의 대사를 지연시켜 수술 및 마취로 부터의 회복을 지연시키거나 수술부위감염증을 초래하여[9,10] 의료비의 증가를 초래할 수 있다. 또한 척수마취 환자의 25~43%에서 수술후 회복과정 중 전율이 나타나며 고관절 전치환술과 같은 인공보철기구 삽입후 저체온에 대한 보상기전으로 전율이 발생할 가능성이 높다[11,12]. 전율은 인체의 산소소모량을 증가시켜 수술 및 마취로 부터 회복되지 않은 심혈관계에 부담을 주거나 뇌압 및 안압 상승 등을 초래하기도 한다[12,13].

수술중 저체온에 대한 위험요인은 개복술 및 개흉술, 복강경 수술, 수술중 수혈, 수술소요시간이 2시간 이상인 경우, 수술실 실내온도가 21°C 이하, 그리고 전신마취 및 척수마취 등이 있다[11,14,15]. 또한 수술환자의 당뇨병, ASA (American Society Anesthesiologist) 신체등급, 체중, 나이, 수술전 혈압 및 심박동수와 수술전 체온 등과 같은 내적 요인도 수술중 저체온에 영향을 미친다[6,7,16,17]. 특히 마취유도 후 1시간과 비교하여 2시간과 3시간에서 저체온에 대한 노령의 영향력이 높은 것으로[6] 보아, 마취시간이 길어짐에 따라 노인들에게 수술중 저체온이 발생할 가능성이 높다. 고관절 전치환술은 60세 이상의 노령자에게 수술 빈도가 높는데 2010년에 8,543건이 행해졌으나 2015년에 26,194건이 행해져 5년 간 무려 208%가 증가하였다[18]. 이와 같은 고관절 전치환술의 증가와 우리나라 인구의 노령화 추세를 고려할 때 추후 노령 인구의 수술 빈도가 증가하여 노인 수술환자의 저체온 관련 간호중재가 중요하다고 생각한다.

영국의 National Institute for Health and Clinical Excellence [5]는 저체온 위험 요인을 가진 수술환자에게는 수술전 가온을 통해 마취유도전의 체온을 36°C 이상으로 유지하도록 권장하고 있다. 수술전 가온은 1990년부터 수술중 저체온 예방을 위해 시도되었는데 수술전 가온이 수술중 저체온 예방에 효과가 있다는 보고도 있지만

[19-22] 효과가 없는 것으로 보고한 연구도 있다[23,24]. 이와 같이 1990년대부터 저체온 예방을 위한 수술전 가온에 대한 많은 연구가 이루어져 왔지만 몇 가지 논란이 있다. 첫째, 수술전 가온의 적용시간은 10분에서 120분에 이를 정도로 범위가 넓고[19-22] 수술전 가온이 수술중 체온에 미치는 효과도 상반되어 있다는[19-24] 점이다. 둘째, 나이, ASA 신체등급, 수술종류와 마취유형이 수술중 저체온에 영향을 미치지 않지만 일부 선행연구는 이러한 외생변수를 통제를 하지 못한 제한점을 가지고 있다[20,23,25]. 셋째, 영국의 National Institute for Health and Clinical Excellence [5]는 수술중 저체온 예방을 위해 수술전 가온을 권장하지만 수술전 가온시간에 대한 명확한 지침이 없다는 점이다. 마지막으로 일부 외과의는 19°C 이하 수술실 실내 온도를 선호하지만 19°C 이하의 수술실에서 이루어진 연구는 찾아보기 어렵다.

본 연구자들은 마취유도 후 3시간에 상지와 하지와 같은 말초부의 체열은 57 kcal가 감소하고 체간부와 두부와 같은 중심부로 부터 말초부로 46 kcal의 체열이 이동하며[3,4] 43°C 강제공기를 30분 제공하여 69 kcal의 체열을 증가시킬 수 있었다는 Sessler 등[26]의 선행연구에 주목하고자 한다. Kurz 등[3], Matsukawa 등[4]과 Sessler 등[26]의 연구에 근거하여 30분의 수술전 69 kcal의 체열을 비축해두면 마취유도후 3시간 동안 57 kcal의 체열을 상실해도 수술중 정상적 체온 유지가 가능한 것으로 추론해 볼 수 있다. 이에 본 연구자는 척추마취 하에 고관절 전치환술을 받는 65세 이상의 환자를 대상으로 30분의 수술전 가온이 수술중 체온, 수축기혈압 및 심박동수, 수술 및 마취종료 후 전율과 수술후 염증지수에 미치는 효과를 파악하여 저체온 관련 간호중재에 대한 근거기반실무를 위한 기초자료를 제공하기 위해 본 연구를 시도하였다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 고관절 전치환술을 받는 65세 이상의 노인환자를 대상으로 30분의 수술전 가온이 수술중 및 수술 및 마취종료 후의 체온, 수축기혈압, 심박동수, 수술 및 마취종료 후 전율과 염증지수에 미치는 영향을 파악하기 위함에 있으며 구체적 가설은 다음과 같다.

가설 1. 30분의 수술전 가온을 제공받은 실험군과 대조군의 수술중 체온은 차이가 있을 것이다.

가설 2. 30분의 수술전 가온을 제공받은 실험군과 대조군의 수술중 수축기 혈압은 차이가 있을 것이다.

가설 3. 30분의 수술전 가온을 제공받은 실험군과 대조군의 수술중 심박수는 차이가 있을 것이다.

가설 4. 30분의 수술전 가온을 제공받은 실험군의 전율 발생빈도는 대조군과 차이가 있을 것이다.

가설 5. 30분의 수술전 가운을 제공받은 실험군과 대조군의 C-Reactive protein (CRP)은 차이가 있을 것이다.

가설 6. 30분의 수술전 가운을 제공받은 실험군과 대조군의 Erythrocyte sedimentation rate (ESR)는 차이가 있을 것이다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 30분 간 43°C 강제공기가운을 제공하여 69 kcal의 체열을 증가시킬 수 있었다는 Sessler 등[26]의 연구를 토대로 30분의 수술전 가운이 마취유도후부터 수술 및 마취종료 후 30분까지의 심부체온, 수축기압과 심박동수, 수술 및 마취종료 후 전율, 그리고 수술후 1일과 2일에서의 염증지수에 미치는 효과를 파악하기 위한 무작위화 대조군 실험연구설계이다.

2. 연구 기간 및 대상자

본 연구는 2013년 1월 15일부터 11월 15일까지 인천에 소재하는 G 대학 병원에서 척추마취 하에 고관절 전치환술을 받은 65세 이상의 노인환자 62명을 대상으로 하였으며 구체적인 기준은 다음과 같다.

첫째, 본 연구목적을 이해하고 연구 참여에 동의한 자

둘째, 미국마취과학회(America Society of Anesthesiologist, ASA) 신체등급 I 또는 II인 자

셋째, 65세 이상으로 척추마취 하에 고관절전치환술을 받은 자

넷째, 의식이 있고 의사소통이 가능하며 지남력이 있는 자

다섯째, 당뇨로 진단을 받은 자

고관절 전치환술 환자가 대부분 고령이며, 고령의 노인에게 당뇨병이 많은 편인데 당뇨병이 말초 혈액순환을 저하시켜 체온에 영향을 미칠 수 있는 외생변수로 작용할 수 있으므로 외생변수를 통제하고자 연구대상자를 당뇨환자로 제한하였다. 그러나 체온에 영향을 미칠 수 있는 clonidine, phenothiazine 및 meperidine 약물 투약, 수술 전 투약, 수술중 수혈을 받은 자 또는 갑상선 질환자는 연구대상자로 부터 제외시켰다[5,11].

본 연구의 표본수는 G-power 3.1을 이용하여 산정하였으며 An-drzejowski 등[21], Fossum 등[25]의 연구를 토대로 계산한 효과크기는 0.55~1이었다. 이에 효과크기를 0.75, 유의수준 .05 (양측검정), 그리고 검정력을 80%로 정하여 추정된 표본크기는 집단 당 29명으로 총 58명이나 본 연구에서는 62명으로 정하였고 연구대상자의 선정과정을 Figure 1에 제시하였다.

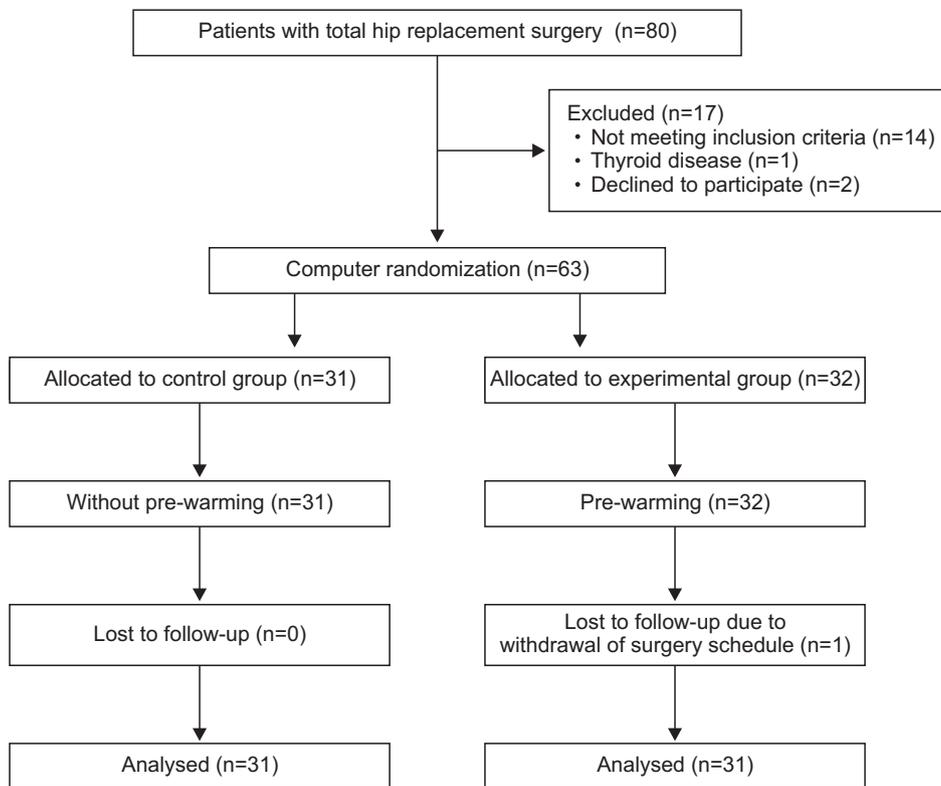


Figure 1. Flow diagram of the study participants.

3. 연구 집단의 무작위화 배정

자료수집을 시작하기 전 연구자가 엑셀함수를 이용한 컴퓨터 무작위로 63명의 연구대상자를 대조군 또는 실험군에 1:1 비율로 배정하고 63장의 봉투 겉면에 1번에서 63번까지 번호를 부여하고 각각의 봉투에 컴퓨터 무작위 배정군의 목록을 넣은 후 봉하여 서랍장에 보관해 두었다. 그 후 수술환자가 입원하는 순서대로 즉 첫 번째 연구대상자는 1번 봉투, 두 번째 연구대상자는 2번 봉투, 63번째 연구대상자는 63번 봉투에 들어있는 실험처치를 제공하였다.

연구자는 수술당일 연구대상자에게 해당되는 봉투를 열어 실험처치를 확인한 후 대조군의 수술환자는 수술예정 시간, 그리고 실험군의 수술환자는 수술예정 시간 보다 30분 일찍 수술실로 내려오도록 해당 병동에 요청하였다.

4. 실험처치

실험처치는 연구자와 2명의 연구보조자가 제공하였으며 실험처치를 제공한 연구자 및 연구보조자는 결과변수 측정에 참여하지 않았다. 실험처치를 위한 연구보조자는 마취회복실 간호실무 경력 2년 이상의 간호사로 선정하였으며 실험처치 과정은 다음과 같다.

1) 실험군의 수술환자는 수술 예정시간 보다 30분 일찍, 대조군의 수술환자는 수술예정 시간에 맞추어 내려오도록 해당 병동에 요청하였다.

2) 연구대상자가 수술전 처치실로 입실하면 환자 확인, 금식여부와 수술전 투약을 확인하였다.

3) 연구대상자로서의 참여 동의를 재확인하였다.

4) 실험군은 40~42°C로 조정된 강제공기 가온담요를 얼굴 아래 목부터 발끝까지 덮고 30분 경과후 스위치를 끄고 가온담요를 덮은 채로 수술실로 이동시켰다. 반면 대조군은 작동시키지 않은 강제공기 가온담요로 얼굴 아래 목에서 부터 발끝까지 덮어준 후 수술실로 이동시켰다.

5) 수술환자가 수술실로 입실한 후 수술침대로 이동하기 직전에 실험처치제공자는 연구대상자가 덮고 있던 강제공기 가온담요를 제거하여 실험처치 제공자외의 다른 사람들이 실험처치 내용을 알지 못하게 하였다.

5. 연구도구

주요 결과변수로 체온, 수축기혈압 및 심박동수, 전율과 염증지수를 측정하였고 2차 결과변수로 총체지방량과 수술실 실내온도를 측정하였다. 결과변수 측정은 간호사로서 마취 회복실 간호 실무경력 5년 이상의 연구보조자 4명이 하였으며 결과변수를 측정하는 연구보조자에게는 실험처치 내용을 노출시키지 않았다.

1) 심부체온

식도, 폐동맥, 직장 및 고막에서 측정한 체온으로[10] 본 연구에서는 고막용 체온계(Thermoscan IRT4520, Braun, Frankfurter, Germany)를 이용하여 오른쪽 고막에서 2번 측정하여 높은 값을 취하였다.

2) 혈압 및 심박동수

혈압은 앙와위 상태에서 혈압기(Dura-Cuf, GE Medical System, Milwaukee, WI, USA)를 연구대상자의 팔 상박에 적용하여 상완동맥에서 측정하였고, 심박수는 ECG monitor (Solar 8000, GE Medical System, Milwaukee, WI, USA)를 사용하여 측정하였다.

3) 전율

전율정도는 떨림이 전혀 없을 때 0점, 간헐적으로 약한 턱과 목의 떨림을 보일 때 1점, 강한 흥부의 떨림을 보일 때 2점, 간헐적이거나 강한 전신의 떨림을 보일 때 3점, 그리고 지속적으로 강한 떨림을 보일 때 4점을 부여하는 전율측정도구[27]를 이용하여 전율의 발생 유무를 관찰하였다. 떨림이 전혀 없는 0점은 전율 발생 “무”와 1점 이상은 전율 발생 “유”를 의미한다. 전율 유무는 2명의 연구보조자가 동시에 관찰하였으며 관찰자 2명간의 신뢰도 분석을 위한 Kappa 계수는 .88 ($p < .001$)로 나타났다.

4) 염증반응

C-Reactive protein (CRP)은 PLA 분석기(Advia 2400, Siemens, Tokyo, Akishima, Germany)를 이용하여 분석하였고 erythrocyte sedimentation rate (ESR)는 2 mL의 혈액을 구연산나트륨 또는 0.85%의 염화나트륨에 희석하여 ESR 분석기(Test-1, Alifax, Padova, Veneto, Italy)를 이용하여 분석하였다.

5) 체중 및 신장

디지털 자동신장 체중계(DB-1, CAS, YangJu, Korea)를 이용하여 체중과 신장을 측정하였다.

6) 수술실 온도 및 습도

수술실에 설치되어 있는 온도/습도계(HTC-1, Living & Home, China)로 측정하였다.

6. 윤리적 고려

자료수집을 시작하기 전 해당 의료기관 임상시험심사위원회(IRB No: GBIRB2013-19)의 승인을 받았다. 환자들에게 연구목적, 실험처치, 결과변수 측정과 수술전 가온요법을 설명한 후 연구대상자로

참여하게 되면 무작위화를 통해 대조군에 배정되면 작동시키지 않은 가온 담요 그리고 실험군에 배정되면 수술전 30분 동안 40~42°C 가온 담요를 제공받게 됨을 설명하였다. 연구에 참여하기로 동의한 후에도 자유의사에 따라 연구 참여에 대한 동의를 철회할 수 있음을 설명하고, 질문에 상세히 응답해 준 후 연구대상자로 참여의사를 밝힌 후 서면동의서에 서명을 받았다.

7. 자료수집 절차

본 병원에 근무하고 있는 간호사로 5년 이상의 마취회복실에서 간호실무경력을 가지고 있는 4명의 연구보조자는 2013년 1월 15일부터 2013년 11월 15일까지 결과변수에 대한 자료수집을 하였다. 또한 실험처치는 본 연구자와 본 병원에 근무하고 있는 간호사로 마취회복실 간호실무 경력 2년 이상의 연구보조자 2명이 제공하였다. 연구대상자에게는 자신의 연구배정 집단을 알려주지 않았으며 또한 결과변수를 측정할 연구보조자에게 연구대상자의 해당 집단을 알리지 않는 이중맹검법으로 자료수집을 하였으며 연구진행 절차는 다음과 같다(Table 1).

- 1) 본 병원 임상시험심사위원회의 승인을 얻었다.
- 2) 수술 전날 연구대상자에게 연구목적을 설명하고 연구 참여의사를 보이면서 서면동의서에 서명을 받은 후 연구대상자의 성별, 나이, 체중을 기록하였다.

3) 연구대상자가 수술전 처치실에 도착하면 양와위에서 상박에 혈압계를 적용하고, EKG 모니터를 연결한 후 혈압과 심박동수를 측정하고 오른쪽 고막에서 체온을 측정하였다(Base line).

4) 실험처치 제공자는 실험군 또는 대조군에 해당되는 실험처치를 한 후 연구대상자를 수술실로 이동시켰다.

5) 실험처치 제공자는 연구대상자가 수술실 입실 후 수술침대로 이동하기 직전에 환자가 덮고 있던 강제공기 가온 담요를 제거하였다.

6) 수술침대에 깔아놓은 전기순환 물담요(Hyper-hypothermia, Cincinnati sub-zero Products, inc., Cincinnati, Ohio, USA)를 37°C로 조정하고 작동시켰다.

7) 양와위 상태에서 연구대상자의 상박에 혈압계를 적용하고, EKG 모니터를 연결한 후 혈압과 심박동수를 측정하고 오른쪽 고막에서 체온을 측정하였다(Time 1).

8) 손가락에 산소포화도 측정기를 거치하였다.

9) 측와위에서 26 G 척수천자 침을 이용하여 0.5% bupivacaine 2 mg/kg을 L3~L4의 지주막 하강에 투여하여 마취유도를 한 후 환자의 체온, 혈압과 심박동수, 마취수준을 측정하였다.

10) 실온의 수액은 8~12 mL/kg/hr로 투여하였다.

11) 척수마취 유도 후 1시간(Time 2), 2시간(Time 3), 그리고 3시간(Time 4)에 고막체온, 심박동수 및 혈압을 측정하였다.

12) 수술 및 마취전, 수술후 1일 그리고 수술후 2일에 각각 CRP

Table 1. Measurement of Outcome by Time Sequence

Time	At preanesthetic review	Arrival at preanesthetic room	Just before spinal anesthesia	Induction of spinal anesthesia	1, 2 and 3 hours after induction of spinal anesthesia			30 minutes after arrival at PACU		Postoperative
		Base line	Time 1		Time 2	Time 3	Time 4	Time 5	Time 6	
Spinal anesthesia				Administration of 0.5% bupivacaine 2 mg/kg into subdural cavity						
Nursing intervention		CG: No intervention EG: prewarming using forced-air warming mattress set to 40~42°C during 30 min		CG and EG: Starting intraoperative warming using circulating water mattress set to 37°C					CG and EG: Postoperative warming using forced-air warming mattress set to 40~42°C	
Outcomes	Weight Height WBC CRP ESR	CBT SBP Heart Rate	CBT SBP Heart Rate SaO ₂		CBT SBP Heart Rate Ambient temperature				Shivering	CRP ESR

PACU=Postanesthetic care unit; CG=Control group; EG=Experimental (pre-warming) group; CRP=C-reactive protein; ESR=Erythrocyte sedimentation rate; CBT=Core body temperature; SBP=Systolic blood pressure.

와 ESR을 측정하였다.

13) 연구대상자들이 수술 및 마취종료 후 회복실에 도착하면 실험군과 대조군 모두에게 40~42°C로 조정된 강제공기가온 담요를 적용해주고 회복실 도착 30분 간 전열 발생을 관찰하였다.

14) 마취유도 전 수술실 실내 온도는 21~22°C, 습도는 30~50%를 유지하였으나 마취유도후에는 수술실 실내 온도를 18~19°C로 유지하였다.

8. 자료 분석

수집된 자료는 IBM SPSS (Version 21.0) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 Chi-square test와 Independent samples t-test로 분석하였다. 또한 실험군과 대조군 간에 수술전 처치실 입실후, 마취유도전, 마취유도후 1시간, 2시간, 그리고 3시간에서의 체온, 수축기 혈압과 심박동수의 차이는 Repeated measures ANOVA로 분석하였다. Repeated measures ANOVA 분석에서 구형성 가정의 충족을 확인하였으며 구형성 가정이 충족되지 않는 경우 Wilks의 람다값을 제시하였다. 교호작용이 통계적으로 유의한 종속변수는 사후검정으로 각각의 시점에서 독립표본 t-검정으로 실험군과 대조군간의 차이를 비교하였으며 이때의 유의수준은 5회 반복 측정이므로 Bonferroni correction을 이용하여 유의도를 .010로 보정하였다.

또한 실험군과 대조군 간에 수술전, 수술후 1일 및 수술후 2일에서의 CRP와 ESR의 차이는 Repeated measures ANOVA로 분석하

였다. Repeated measures ANOVA 분석에서 구형성 가정의 충족을 확인하였으며 구형성 가정이 충족되지 않는 경우 Wilks의 람다값을 제시하였다. 실험군과 대조군간 회복실 도착 후 30분 동안의 전열 발생 빈도에 대한 차이는 Chi-square test로 분석하였다.

연구 결과

1. 일반적 특성에 대한 동질성 검증

연구대상자의 일반적 특성에 대한 동질성 검증 결과는 Table 2에 제시하였다. 실험군과 대조군의 나이, 체중, 성별, 진단명, 척수마취 수준, 수술실 실내온도, 과거력, 수술소요시간과 마취소요시간은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 실험군과 대조군의 수술전 헤모글로빈, 알부민, WBC, CRP, ESR, 혈액소실량, 산소포화도는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. 가설검정

대조군과 실험군의 수술전 처치실 입실시, 마취유도전, 마취유도 후 1시간, 마취유도후 2시간, 그리고 마취유도후 3시간에서 5회 측정된 체온, 수축기압, 심박수와 회복실 도착후 30분간 발생한 전열의 비교는 Table 3에 제시하였다. 또한 대조군과 실험군의 CRP와 ESR 비교는 Table 4에 제시하였다.

Table 2. Baseline Demographic and Clinical Characteristics of Subjects

(N=62)

Variables	Experimental group (n=31)		Control group (n=31)		t or χ^2	p
	M±SD or n (%)		M±SD or n (%)			
Age (yr)	73.33±6.43		73.41±6.82		0.03	.926
Gender	Female	20 (64.5)	22 (71.0)		0.30	.587
	Male	11 (35.5)	9 (29.0)			
Weight (kg)	56.34±9.67		60.82±9.92		1.81	.077
Level of spinal anesthesia	T4	15 (48.4)	21 (67.7)		3.22	.200
	T5	11 (32.3)	9 (25.0)			
	T8	6 (19.4)	3 (6.3)			
Duration of operation (min)	179.33±24.04		185.71±25.14		1.03	.310
Duration of anesthesia (min)	212.89±27.88		212.79±29.24		-0.02	.984
Ambient temperature (°C)	18.43±0.24		18.34±0.33		-0.95	.347
Albumin (g/dL)	3.25±0.61		3.48±0.64		1.49	.143
SaO ₂ (%)*	94.62±9.01		95.21±4.91		0.33	.742
Blood loss (mL)	319.44±195.23		406.89±194.44		1.74	.087
WBC (number/mm ³)	7,790±1,880		7,990±3,230		0.30	.767
CRP (mg/dL)	2.12±2.31		3.36±2.68		1.94	.069
ESR (mm/h)	18.93±16.73		24.14±22.06		1.06	.297

CRP=C-reactive protein; ESR=Erythrocyte sedimentation rate.

*=SaO₂ just before spinal anesthesia/Time 1.

1) 가설 1

실험군과 대조군의 수술전 처치실 입실시, 마취유도전, 마취유도 후 1시간, 마취유도후 2시간, 그리고 마취유도후 3시간 시점에서 5회 측정된 체온에 대한 Repeated measures ANOVA에서 Mauchly의

구형성 가정을 만족시키지 못하였으므로(Mauchly's $W=0.23$, $p<.001$) 다변량 검증의 Wilks 람다값을 취하였다. 실험군과 대조군의 체온은 시점과 교호작용이 있는 것으로 나타나($F=3.85$, $p=.008$) 실험군과 대조군의 체온은 유의한 차이가 있으며 가설 1은 지지되었다

Table 3. Comparison of Body Temperature, Systolic Blood Pressure, Heart Rate and Shivering between Control and Experimental Groups (N=62)

Variable	Time	Experimental group (n=31)	Control group (n=31)	Source	F or χ^2	p	Mean difference (95% CI)	t	p [‡]
		M±SD or n(%)							
Body temperature (°C)	Arrival at pre-anesthetic room	36.71±0.33	36.82±0.39				0.08 (-0.09~0.27)	0.92	.364
	Before induction for spinal anesthesia	36.70±0.39	36.52±0.34				-0.17 (-0.02~-0.35)	-2.23	.029
	1 hr after spinal anesthesia	36.13±0.48	35.93±0.41	Time	99.21	<.001	-0.22 (-0.01~-0.45)	-2.22	.031
	2 hr after spinal anesthesia	35.84±0.48	35.53±0.42	Group	4.20	.045	-0.31 (-0.07~-0.54)	-3.10	.003
	3 hr after spinal anesthesia	35.62±0.53	35.31±0.44	T*G	3.85	.008	-0.30 (-0.05~-0.54)	-3.14	.003
Systolic blood pressure (mmHg)	Arrival at pre-anesthetic room	143.00±20.45	153.10±29.63						
	Before induction for spinal anesthesia	145.65±25.59	152.10±26.72	Time	9.88	<.001			
	1 hr after spinal anesthesia	126.68±18.63	132.77±19.07	Group	2.75	.102			
	2 hr after spinal anesthesia	128.10±18.64	135.03±19.23	T*G	0.27	.899			
	3 hr after spinal anesthesia	128.68±17.89	136.39±20.20						
Heart rate (bpm)	Arrival at pre-anesthetic room	74.32±13.26	75.19±12.12						
	Before induction for spinal anesthesia	71.58±15.27	75.26±12.95	Time	5.43	.001			
	1 hr after spinal anesthesia	68.97±14.03	69.87±14.13	Group	0.16	.691			
	2 hr after spinal anesthesia	68.81±12.99	69.35±14.98	T*G	0.94	.480			
	3 hr after spinal anesthesia	69.03±11.92	69.19±13.33						
Shivering	For 30 after arrival at PACU								
	Yes	5 (16.1)	14 (45.2)		6.15	.013			
	No	26 (83.9)	17 (54.8)						

PACU=Post anesthetic care unit; T*G=Time*Group; bpm=Beats per minute.

‡=Multiple comparison with Bonferroni's correction ($p=.010$) between control and experimental group.

Table 4. Comparison of CRP and ESR between Control and Pre-warming Groups (N=62)

Variable	Time	Experimental group (n=31)	Control group (n=31)	Source	F	p	Mean difference (95% CI)	t or U	p [‡]
		M±SD							
CRP	Pre-operative	1.93±2.41	3.06±2.41	Time	28.12	<.001	1.13 (-0.09~2.36)	1.85	.069
	Post-op 1day	5.33±3.11	8.70±6.08	Group	5.42	.023	3.37 (0.92~5.83)	2.75	.008
	Post-op 2day	2.87±3.51	3.99±6.47	T*G	1.85	.166	1.12 (-1.52~3.77)	-0.36 [†]	.720
ESR	Pre-operative	18.92±16.72	24.16±22.10	Time	11.43	<.001	5.24 (-4.71~15.18)	1.05	.297
	Post-op 1day	25.71±20.40	35.09±28.50	Group	1.82	.094	9.38 (-3.20~21.04)	1.49	.141
	Post-op 2day	25.90±15.52	36.50±24.11	T*G	0.69	.508	10.60 (0.31~20.87)	2.06	.044

CRP=C-Reactive protein; U=Mann-Whitney U test; ESR=Erythrocyte sedimentation rate; T*G=Time*Group; Pre-op=Pre-operative; Post-op=Post-operative; CI=Confidence interval.

‡=Multiple comparison with Bonferroni's correction ($p=.017$) between control and experimental group.

(Table 3).

실험군의 체온은 대조군보다 마취유도후 2시간($t=-3.10, p=.003$)과 3시간에 ($t=-3.14, p=.003$) 각각 0.31°C 높으며 Bonferroni 보정 유의도 .010을 적용할 때 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

2) 가설 2

실험군과 대조군의 수술전 처치실 입실시, 마취유도전, 마취유도 후 1시간, 마취유도후 2시간, 그리고 마취유도후 3시간 시점에서 5회 측정된 수축기 혈압에 대한 Repeated measures ANOVA에서 Mauchly의 구형성 가정을 만족시키지 못하여(Mauchly's $W=0.14, p<.001$) 다변량 검증의 Wilks 랏다값을 취하였다. 실험군과 대조군의 수축기 혈압은 실험군과 대조군의 수축기 혈압은 시점과 교호작용이 없는 것으로 나타나($F=0.27, p=.899$) 실험군과 대조군의 수축기 혈압은 유의한 차이가 없으며 가설 2는 지지되지 못하였다.

3) 가설 3

실험군과 대조군의 수술전 처치실 입실시, 마취유도전, 마취유도 후 1시간, 마취유도후 2시간, 그리고 마취유도후 3시간 시점에서 5회 측정된 심박동수에 대한 Repeated measures ANOVA에서 Mauchly의 구형성 가정을 만족시키지 못하여(Mauchly's $W=0.44, p<.001$) 다변량 검증의 Wilks 랏다값을 취하였다. 실험군과 대조군의 심박동수는 시점과 교호작용이 없는 것으로 나타나($F=0.94, p=.480$) 실험군과 대조군의 심박동수는 유의한 차이가 없으며 가설 3은 지지되지 못하였다.

4) 가설 4

실험군과 대조군 간에 마취종료 후 30분간의 전율 발생 빈도에 차이가 있는 것으로 나타나($\chi^2=6.15, p=.013$) 가설 4는 지지되었다.

5) 가설 5

실험군과 대조군의 수술후 1일과 2일의 CRP에 대한 Repeated measures ANOVA에서 Mauchly의 구형성 가정을 만족시켰으며 (Mauchly's $W=0.92, p=.087$) 실험군과 대조군의 CRP는 시점과 교호작용이 없는 것으로 나타나 ($F=2.00, p=.139$) 실험군과 대조군의 유의한 차이가 없으며 가설 5는 지지되지 못하였다. 수술후 1일에서 대조군보다 실험군의 CRP가 낮으며($t=2.75, p=.008$) Bonferroni 보정 유의도 .017을 적용할 때 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

6) 가설 6

실험군과 대조군의 수술후 1일과 2일의 ESR에 대한 Repeated measures ANOVA에서 Mauchly의 구형성 가정을 만족시키지 못

여(Mauchly's $W=0.81, p=.002$) 다변량 검증의 Wilks 랏다값을 취하였다. 실험군과 대조군의 ESR은 시점과 교호작용이 없는 것으로 나타나($F=0.69, p=.508$) 실험군과 대조군의 ESR은 유의한 차이가 없으며 가설 6은 지지되지 못하였다.

수술후 2일에서 대조군과 실험군의 ESR에 차이가 있으나($t=2.06, p=.044$) Bonferroni 보정 유의도 .017을 적용하여 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

논 의

본 연구는 19°C 미만의 수술실에서 고관절 전치환술을 받는 65세 이상의 노인을 대상으로 $40\sim 42^{\circ}\text{C}$ 의 강제공기가온 담요를 이용한 30분의 수술전 가온이 마취유도후부터 수술 및 마취 종료 후 30분까지의 심부체온, 수축기혈압, 심박동수, 수술 및 마취종료후의 전율 및 염증반응에 미치는 효과를 파악하기 위하여 시도되었다. 30분의 수술전 가온이 마취유도후 2시간과 3시간의 체온에 영향을 미치는 것으로 나타난 본 연구의 결과는 Hynson 등[19], Horn 등[20], Andrzejowski 등[21]과 Fossum 등[25]의 연구결과에 의해 지지되고 있으나 이러한 선행연구의 수술전 가온 적용 시간이 10분~120분으로 편차가 크기 때문에 수술전 가온 시간의 적절성에 대한 검토가 필요하다. 120분의 수술전 가온을 했을 때 마취유도후 1시간에서의 체온은 36.1°C [19]로 본 연구에서의 36.13°C 와 유사하며, 60분의 수술전 가온으로 마취유도후 2시간에서 대조군보다 0.3°C 의 체온상승이 나타난 현상은[21] 본 연구에서 수술전 가온으로 마취유도후 2시간에서 대조군과 비교하여 체온을 0.31°C 상승시킬 수 있었다는 점에 주목하고자 한다. 즉 본 연구에서의 30분 수술전 가온은 선행 연구에서의 60분 또는 120분의 수술전 가온이 수술중 체온에 미치는 영향과 거의 유사한 것으로 보인다. 한편 Horn 등[20]은 10분, 20분과 30분의 수술전 가온에 관계없이 세 집단 모두에서 수술시작 후 90분 동안 $36.3\sim 36.4^{\circ}\text{C}$ 의 체온을 유지했다며 10분의 수술전 가온은 수술중 저체온 예방에 충분한 것으로 주장하고 있다. 그러나 Horn 등[20]의 연구는 유방절제술, 복강경 수술, 간단한 근골격계 및 이비인후과 수술 환자를 연구대상자에 모두 포함시켰고 수술소요시간이 30분~90분으로 다양하여 수술유형과 수술소요시간을 통제하지 못하였다는 제한점을 가지고 있다. 체열의 재분포에 의한 체온저하는 마취유도후 1시간 이후에 나타나므로[3,4] 1시간 이내에 수술이 종료되는 환자는 저체온이 나타나지 않을 수 있다. 수술유형 및 수술소요시간을 통제하지 못한 Horn 등[20]이 주장하는 10분의 수술전 가온이 수술중 정상 체온유지에 충분하다는 결론은 신중해야 한다고 생각한다. 수술전 가온으로 120분을 제공한 Hynson 등[19], 60분을 제공한 Andrzejowski 등[21]과 10분, 20분 및 30분을

제공한 Horn 등[20]의 연구결과와 본 연구의 결과를 고려할 때 수술전 가온시간은 30분이 적절한 것으로 보인다.

한편 수술전 가온이 수술중 심부 체온에 영향을 미치지 못한 것으로 보고한 Fettes 등[23]과 Wong 등[24]의 연구는 수술전 가온이 심부 체온에 미치는 효과가 은폐되었을 가능성이 높다. Fettes 등[23]과 Wong 등[24]은 실험군에게 강제공기가온장치를 이용하여 수술전 가온을 제공한 후 수술중에도 실험군과 대조군에게 모두 수액가온기와 강제공기가온 장치를 이용하여 가온을 하였고, 실험군과 대조군 모두가 수술 종료 시 36.2~36.7°C의 정상 체온을 유지했다는 공통점을 가지고 있다. 반면 본 연구자, Horn 등[20]과 Fossum 등[25]은 수술전 강제공기가온장치를 이용하여 실험군에게 가온을 제공하였지만, 수술 중 가온으로 본 연구자는 물순환 가온담요, 그리고 Horn 등[20]은 수액가온기를 이용하였으며 Fossum 등[25]은 아무런 가온도 제공하지 않았다. 수술중 강제공기가온장치를 이용하지 않은 본 연구, Horn 등[20]의 연구와 Fossum 등[25]의 연구에서 수술중 저체온이 발생하였다는 공통점을 가지고 있다. 피부가온에 사용하는 가온장치는 37°C의 공기를 에어담요에 주입하는 강제공기가온장치와 물순환 담요가 있는데 강제공기가온장치가 물순환 담요와 비교하여 가온 효과가 우수한 것으로 보고되어 있다[28]. 즉 실험군과 대조군의 모든 수술환자들이 수술 중 가온효과가 강력한 강제공기가온[28]을 지속적으로 제공받음으로써 수술중은 물론 수술종료 후에도 정상 체온을 유지하므로써 수술전 가온효과가 나타나지 못하였을 가능성이 높다고 생각한다.

인체가 37.0°C 이상의 온열에 노출되어 심부체온이 36.9~37°C에 이르면 온열성 발한이 나타나 심부체온이 37.0°C이상으로 상승하지 않기 때문에[29] 수술전 가온을 통해 이를 수 있는 최고의 체온은 37°C이다. 본 연구에서는 30분의 수술전 가온을 통해 가온 직후 심부체온을 36.7°C에서 37.0°C로 0.3°C 상승시켰는데, 45분~120분의 수술전 가온을 통해 0.4~0.5°C의 심부체온을 상승시킨 것으로 보고한 연구도 있다[19,24,25]. Fossum [25]은 수술실 입실시의 체온이 36.2°C인 연구대상자를 45분의 수술전 가온으로 심부체온을 0.4°C 상승시켰지만 가온 후 체온은 36.6°C에 불과하며 37°C에 이르기 위해서는 0.4°C의 추가 상승이 필요한 상태이다. 반면 본 연구에서는 30분 가온으로 수술전 처치실 입실시 36.7°C의 체온을 0.3°C 상승시켜 온열성 발한이 시작되는 37°C에 도달시켰다. 따라서 수술전 가온을 통해 심부온도를 37°C로 상승시키기 위해서는 수술전 가온을 제공하기 전 체열의 상실을 막기 위한 보온이 선행되어야 한다고 생각한다.

본 연구는 인체가 마취유도후 3시간 동안 말초부로부터 57 kcal의 체열이 소실되고[3,4] 30분의 가온으로 69 kcal의 체열을 증가시킬 수 있으므로[26] 30분의 수술전 가온으로 말초를 통해 소실되는 체

열을 비축하여 수술중 저체온을 최소화할 수 있다는 가설을 토대로 이루어졌다. 수술전 가온을 통해 상승시킨 0.3°C의 체온은 마취유도 후 3시간까지의 수술중 체온에 지속적으로 영향을 미치는 것으로 보인다. 그런데 본 연구에서 수술전 가온을 통해 온열성 발한이 시작되는 37°C까지[29] 심부체온을 상승시켰고, 37°C의 전기순환 물담요로 수술중 가온을 제공했음에도 불구하고 수술중 35.6°C의 저체온이 발생하였다. 본 연구에서 수술중 저체온이 발생한 원인은 연구대상자가 73세의 노령이며, 체내 보철물을 유지시키는 인공고관절 대체술을 받았으며, 수술실 실내온도가 18.3°C이었으며 수술에 3시간이 소요되는 등 수술중 저체온 발생 관련한 불리한 조건을 가지고 있기 때문으로 생각한다. 수술중 저체온 예방을 위해 수술실 실내온도를 21°C 이상으로 유지하는 것이 바람직 하지만[5] 본 연구에선서는 집도의사의 요청으로 수술실 실내온도를 18.3°C로 유지시켰다. 따라서 마취 및 회복 간호실무 제공자는 수술환자의 수술 중 저체온 위험요인을 평가하여 수술중 저체온을 예방하기 위한 보다 적극적인 간호중재를 제공해야 한다.

본 연구에서 30분의 수술전 가온은 마취유도후 2시간과 3시간의 체온을 0.3°C 상승시킬 수 있었는데 이러한 0.3°C 상승은 45분~60분의 수술전 가온 효과와 유사한 것으로 보인다[21,22,25]. Andrzejowski 등[21]과 Akhtar 등[22]의 연구는 연구대상자 나이가 각각 54세와 52세, 수술실 실내온도가 20.7°C와 22.3°C로 본 연구에서의 연구대상자 나이 73세, 수술실 실내온도는 18.3°C와 비교하여 저체온 예방에 유리한 조건을 가지고 있다. 본 연구가 Andrzejowski 등[21]과 Akhtar 등[22]의 연구와 비교하여 수술중 저체온 발생에 대한 불리한 조건을 가지고 있었음에도 불구하고 45분~60분의 수술전 가온과 유사한 효과를 얻을 수 있었다는 점에서 30분의 수술전 가온은 수술전 가온 제공 시간으로 적절한 것으로 보인다. 30분 이상의 수술전 가온은 심부체온을 37°C 이상으로 상승시켜 발한 및 온도 불편감을 초래할 수 있기 때문이다[26,29].

체온에 대한 다중비교에서 마취유도전에는 수술전 가온군과 대조군의 체온 차이가 0.17°C에 불과하지만 마취유도후 2시간과 3시간에서 수술전 가온군의 체온이 대조군과 비교하여 각각 0.31°C 높다. 마취유도후 3시간에서 수술전 가온 효과가 본페로니 보정유의도를 만족시키지는 못하지만 이러한 현상은 수술전 가온이 가온 직후 보다는 인체의 체온조절 보상기전이 상실된 마취유도후 2~3시간에[1,2] 저체온 예방에 대한 효과가 크다는 것을 시사하는 것으로 생각된다.

수술중 저체온은 수술 및 마취종료 후 저체온으로 이어지면서 마취로부터 회복 중 전율이 나타나는데[12] 30분간의 수술전 가온은 마취로부터 회복 중 동반될 수 있는 전율 예방에 효과가 있는 것으로 나타났다. Andrzejowski 등[21]과 Fossum 등[25]도 수술전 가온이 마취로부터 회복 중 전율 예방 효과가 있는 것으로 보고하여 본

연구 결과를 지지해 주고 있다. 본 연구, Andrzejowski 등[21]과 Fossum 등[25]의 연구결과를 종합해 볼 때 수술전 가온이 수술중 온 물론 수술 및 마취로부터의 회복기 체온에까지 영향을 미치는 것으로 보인다.

본 연구에서 수술전 가온이 수술중 혈압과 심박동수에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타난 결과는 Hynson 등[19]과 Wong 등[24]의 연구결과와도 유사하다. 수술전 가온이 수술중 혈압과 심박동수에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타난 현상은 수술전 가온이 말초혈관을 이완시켜 혈압을 저하시키지만 부위마취에 의한 혈관이완 작용이 보다 강력하여[19] 수술전 가온이 말초혈관을 이완시키는 현상을 은폐시키는 것으로 생각된다.

본 연구에서 수술전 가온이 CRP와 ESR에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났지만 수술후 1일에서 수술전 가온군의 CRP가 현저히 낮고, 본페로니 보정 유의도($p=.017$)를 만족시키지 못하지만 수술후 2일에서 ESR ($p=.044$)이 낮으며 저체온이 염증반응을 악화시킨다는 것[9]을 고려해 볼 때 수술전 가온이 염증반응에 영향을 미칠 가능성이 높은 것으로 보인다. 본 연구에서 수술전 가온이 수술후 2일에서의 ESR에 영향을 미치지 못한 것으로 나타난 현상은 ESR이 염증요인 발생 후 1주경에 최고치를 보이나[30] 본 연구에서의 ESR 관찰 기간이 짧은 것과 관련이 있을 것으로 생각된다. 따라서 수술전 가온이 염증반응에 미치는 영향을 파악하기 위해 많은 수의 연구대상자를 확보하고 ESR의 관찰기간을 길게 하는 추후 연구를 제안한다.

본 연구의 제한점은 ESR은 염증요인 발생 후 7일에 최고에 이르나 본 연구의 관찰기간은 수술 후 2일로 ESR의 변화를 충분히 관찰하지 못하였다는 점이다. 또한 체온 측정에서 정확성이 높은 폐동맥 또는 식도에서 체온을 측정하지 못하였고 고막에서 체온을 측정하였다는 점이다. 식도에서의 심부체온 측정에 필요한 온도계 탐침의 식도내 삽입은 전신마취 후에 이루어질 수 있으나 본 연구의 대상자는 척추마취를 받은 수술환자이기 때문이다. 그러나 고막에서의 심부체온 측정에 따른 오차를 최소화하기 위해 보조연구자에 대한 고막 체온 측정법을 교육하였고, 고막체온을 2회 측정하여 최고값을 취하였다.

결론

본 연구를 통해 30분의 수술전 가온은 가온직후 0.3°C의 체온 상승으로 37°C의 체온에 이르며 마취유도후 3시간까지의 체온에 영향을 미치나 혈압 및 심박동수, 수술후 48시간 동안의 CRP와 ESR에 영향을 미치지 못하는 것으로 보인다. 특히 수술전 가온은 마취유도 후 2시간과 3시간에서의 심부체온을 0.31°C 상승시키는 효과가 있으

며, 수술 및 마취종료 후 전율 발생 빈도를 저하시키는 것으로 나타났다. 체온에서 0.2°C 이상의 변화는 임상적 의미가 있는 것으로 정의하고 있는 National Institute for Health and Clinical Excellence [5]의 가이드라인을 고려할 때 40~42°C의 강제공기가온 담요를 이용한 30분의 수술전 가온은 수술중 저체온과 마취종료 후 회복실에서의 전율을 예방할 수 있는 간호실무로써 적용해야 할 것으로 생각한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

REFERENCES

- Sessler DI, Moayeri A, Støen R, Glosten B, Hynson J, McGuire J. Thermoregulatory vasoconstriction decreases cutaneous heat loss. *Anesthesiology*. 1990;73(4):656-660.
- Matsukawa T, Sessler DI, Christensen R, Ozaki M, Schroeder M. Heat flow and distribution during epidural anesthesia. *Anesthesiology*. 1995;83(5):961-967.
- 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.
- 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.
- National Institute for Health and Clinical Excellence. Clinical Practice Guidelines: The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. London: Royal College of Nursing; 2008. p. 1-567.
- Kim EJ, Yoon H. Preoperative factors affecting the intraoperative core body temperature in abdominal surgery under general anesthesia: an observational cohort. *Clinical Nurse Specialist*. 2014;28(5):268-276. <http://dx.doi.org/10.1097/NUR.000000000000069>
- Lee SH, Yoon HS. Factors affecting intraoperative body temperature in surgical patients with laparotomy under general anesthesia. *Journal of Korean Biological Nursing Science*. 2015;17(3):236-244. <http://dx.doi.org/10.7586/jkbn.2015.17.3.236>
- Kasai T, Hirose M, Matsukawa T, Takamata A, Yaegashi K, Tanaka Y. Preoperative blood pressure and catecholamines related to hypothermia during general anesthesia. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2003;47(2):208-212. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-6576.2003.00048.x>
- Matsui T, Ishikawa T, Takeuchi H, Okabayashi K, Maekawa T. Mild hypothermia promotes pro-inflammatory cytokine pro-

- duction in monocytes. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. 2006;18(3):189-193.
<http://dx.doi.org/10.1097/01.ana.0000188639.39844.f6>
10. Cereda M, Maccioli GA. Intraoperative temperature monitoring. *International Anesthesiology Clinics*. 2004;42(2):41-54.
 11. Eberhart LH, D derlein 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.
 12. Shakya S, Chaturvedi A, Sah BP. Prophylactic low dose ketamine and odansetron for prevention of shivering during spinal anaesthesia. *Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology*. 2010;26(4):465-469.
 13. Frank SM, Fleisher LA, Olson KF, Gorman RB, Higgins MS, Breslow MJ, et al. Multivariate determinants of early postoperative oxygen consumption in elderly patients. Effects of shivering, body temperature, and gender. *Anesthesiology*. 1995;83(2):241-249.
 14. Kong MJ. Risk factors of intraoperative hypothermia in laparoscopic abdominal surgery [Master's thesis]. Incheon: Gachon University; 2013. p. 1-42.
 15. Kasai T, Hirose M, Yaegashi K, Matsukawa T, Takamata A, Tanaka Y. Preoperative risk factors of intraoperative hypothermia in major surgery under general anesthesia. *Anesthesia and Analgesia*. 2002;95(5):1381-1383.
 16. Kitamura A, Hoshino T, Kon T, Ogawa R. Patients with diabetic neuropathy are at risk of a greater intraoperative reduction in core temperature. *Anesthesiology*. 2000;92(5):1311-1318.
 17. Kongsayreepong 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>
 18. A statistical year book for 2015 major surgical case [Internet]. Seoul: National Health Insurance Service; 2016 [cited 2017 May 31]. Available from:
<http://www.nhis.or.kr/bbs7/boards/B0039/22280>.
 19. Hynson JM, Sessler DI, Moayeri A, McGuire J, Schroeder M. The effects of preinduction warming on temperature and blood pressure during propofol/nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology*. 1993;79(2):219-228, discussion 21A-22A.
 20. Horn EP, Bein B, B hm R, Steinfath M, Sahili N, H cker J. The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of peri-operative hypothermia. *Anaesthesia*. 2012;67(6):612-617.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2044.2012.07073.x>
 21. Andrzejowski J, Hoyle J, Eapen G, Turnbull D. Effect of prewarming on post-induction core temperature and the incidence of inadvertent perioperative hypothermia in patients undergoing general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*. 2008;101(5):627-631. <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aen272>
 22. Akhtar Z, Hesler BD, Fiffick AN, Mascha EJ, Sessler DI, Kurz A, et al. A randomized trial of prewarming on patient satisfaction and thermal comfort in outpatient surgery. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2016;33:376-385.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.04.041>
 23. Fettes S, Mulvaine M, Van Doren E. Effect of preoperative forced-air warming on postoperative temperature and postanesthesia care unit length of stay. *AORN Journal*. 2013;97(3):323-328.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aorn.2012.12.011>
 24. Wong PF, Kumar S, Bohra A, Whetter D, Leaper DJ. Randomized clinical trial of perioperative systemic warming in major elective abdominal surgery. *British Journal of Surgery*. 2007;94(4):421-426. <http://dx.doi.org/10.1002/bjs.5631>
 25. Fossum S, Hays J, Henson MM. A comparison study on the effects of prewarming patients in the outpatient surgery setting. *Journal of Perianesthesia Nursing*. 2001;16(3):187-194.
<http://dx.doi.org/10.1053/jpan.2001.24039>
 26. Sessler DI, Schroeder M, Merrifield B, Matsukawa T, Cheng C. Optimal duration and temperature of prewarming. *Anesthesiology*. 1995;82(3):674-681.
 27. Crossley AW, Mahajan RP. The intensity of postoperative shivering is unrelated to axillary temperature. *Anaesthesia*. 1994;49(3):205-207.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2044.1994.tb03422.x>
 28. Kim HY, Lee KC, Lee MJ, Kim MN, Kim JS, Lee WS, et al. Comparison of the efficacy of a forced-air warming system and circulating-water mattress on core temperature and post-anesthesia shivering in elderly patients undergoing total knee arthroplasty under spinal anesthesia. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2014;66(5):352-357.
<http://dx.doi.org/10.4097/kjae.2014.66.5.352>
 29. Mekjavi IB, Bligh J. Core threshold temperatures for sweating. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 1989;67(9):1038-1044.
 30. C-reactive protein: Clinical applications [Internet]. Delhi: Embee Diagnostics; c2002 [cited 2017 July 07]. Available from: www.embeediagnosics.com.