

ORIGINAL ARTICLE

Open Access

대장암 노인 환자의 복강경 수술시 마취가스 가온가습요법의 효과: 무작위 대조군 실험연구



박효선¹ · 강윤희²

가천대학교 길병원¹, 이화여자대학교 간호대학²

Effects of Heated-Humidified Anesthetic Gas in the Elderly Patients with Colorectal Cancer during Laparoscopic Surgery: Randomized Controlled Trial

Park, Hyo-Sun¹ · Kang, Younhee²

¹Gachon University, Gil Hospital, Incheon, Korea

²College of Nursing, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Purpose: This study aimed to evaluate effects of heated-humidified anesthetic gas on body temperature, acid-base balance, blood cortisol, and lymphocyte in the elderly patients with colorectal cancer during laparoscopic surgery. **Methods:** This study utilized an experimental design with a randomized controlled trial. A total of 60 patients with colorectal cancer were randomly assigned to one of two groups: either to the heated-humidified anesthetic gas group or to the usual anesthetic gas group. The following variables were measured: body temperature, acid-base balance, blood cortisol, and lymphocyte. The data were analyzed with independent t-test, χ^2 test, ANCOVA, and repeated ANOVA using SPSS/WIN 20.0. **Results:** There was a significant difference in body temperature between the experimental group and the control group during laparoscopic surgery ($F=41.18, p<.001$). However, no statistically significant differences were found in acid-base balance, blood cortisol, and lymphocyte between two groups. **Conclusion:** In this study, the body temperature during laparoscopic surgery was more effectively maintained with the heated-humidified anesthetic gas compared with the regular anesthetic gas. Therefore, the heated-humidified anesthetic gas might be considered to maintain the body temperature during laparoscopic surgery especially in the elderly population.

Key Words: Anesthesia, Colorectal neoplasms, Laparoscopy, Body temperature

서론

1. 연구의 필요성

우리나라 전체 인구 중 노인이 차지하는 비율이 2015년에 12.8%였으나 2065년에는 42.5%로 매우 급격하게 증가될 것으

로 예상되고 있다[1]. 이러한 노인인구의 증가는 65세 이상 노인 암 유병률과 노인 암 환자의 수술 증가와도 밀접히 연관되어 있다. 최근 국내 암 통계[2]에 의하면, 서구화된 식습관과 좌식 생활 등으로 대장암 발생률이 1999년에는 20.4%였으나 2014년에는 31.9%로 급증하였다. 그러나 대장암 발생률의 추이를 상세히 살펴보면 1990년부터 2010년 기간에는 연간퍼센트변

주요어: 마취, 대장암, 복강경, 체온

Corresponding author: Kang, Younhee <https://orcid.org/0000-0002-7964-5674>

College of Nursing, Ewha Womans University, 52 Ewhayeodae-gil, Seodaemun-gu, Seoul 03760, Korea.

Tel: +82-2-3277-4483, Fax: +82-2-3277-2850, E-mail: yxk12@ewha.ac.kr

Received: Jan 1, 2018 / Revised: Apr 2, 2018 / Accepted: Apr 12, 2018

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

화(Annual Percentage Change, APC)가 통계적으로 유의미하게 6% 증가하였으나 2010년부터 2014년 기간에는 대장암 발생률의 APC가 통계적으로 유의미하게 4.6% 감소한 것으로 나타났다[2]. 그럼에도 모든 암 발생률 중 대장암의 발생률은 갑상선암, 위암 다음으로 3위를 나타내고 있어 대장암의 발생률은 여전히 매우 높다고 할 수 있다[2].

대장암의 치료방법으로는 근치적 수술이 시행되고 있는데 특별히 노인 대상자는 성인 대상자와 비교하여 수술상처 치유 지연, 감염 등 개복수술에 의한 대장암 수술 후 합병증의 발생 가능성이 더 높기 때문에 최근 복강경에 의한 대장암 수술이 선호되는 추세이다[3]. 개복수술의 경우 절개 부위가 크고, 수술 소요시간이 길어 수술 중 저체온 발생 비율이 60~70%이며, 개복 수술 대상자의 30%에서 35.0 °C 이하의 저체온 발생이 보고되고 있다[4]. 개복수술과 복강경수술 간의 시간에 따른 체온변화를 비교한 결과 개복수술에서는 30분 이후, 복강경수술에서는 45분 이후부터 체온의 감소가 나타났다[5].

위와 같이 복강경 수술과 개복수술 중에 일어나는 주된 문제인 저체온은 특히 수술 시 사용하는 전신마취제로 인한 말초혈관의 확장과 혈관수축 반응의 역치 증가에 의해 나타난다[6,7]. 또한 15°C의 마취가스, 실온의 소독제와 수액 및 수술실의 낮은 온도도 저체온의 원인이 된다[8]. 복강경 수술의 경우에는 기복을 위해 21°C의 CO₂가스를 복강 내 주입하는 과정이 부가되므로 저체온의 발생 가능성이 훨씬 높다[9]. 복강경 수술을 시행 받는 성인 대상자 30명에게 21 °C의 CO₂가스 주입이후 체온의 변화를 살펴본 결과 마취 전 36.3 °C에서 수술 90분 후에 35.8 °C로 체온이 감소되었다[10].

36 °C 이하 저체온이 발생되면 신체는 내부의 열을 보충하려고 신체대사율을 증가시키고, 35 °C 이하인 경우에는 전율이 심해지며, 30 °C 이하가 되면 의식이 상실된다. 25 °C 이하로 체온이 내려가면 심실세동이 자주 발생하며 20 °C 이하가 되면 심정지로 사망하게 된다[11]. 특히 노인 대상자의 경우에는 성인에 비해 혈관수축의 역치가 저하되어 있으며, 혈관 수축 반응이 잘 일어나지 않는 등 정상적인 체온조절 능력의 저하로 인해 수술 중 저체온 발생 가능성이 높은 위험군이라고 할 수 있다[12,13].

수술 중 발생한 저체온은 혈중 카테콜라민을 증가시켜 빈맥, 고혈압, 말초혈관 수축은 물론 조직의 저산소증을 유발한다. 조직의 저산소증은 혐기성 대사를 유도하여 젖산이 생산되며 이는 대사성 산증을 초래한다[6,14]. 또한 저체온은 혈중 코티솔을 증가시키고[15] 면역반응을 저하시켜 수술 부위 감염과 상처회복을 지연시키기도 한다[16]. 즉, 저체온, 외상, 수술 등의 스트레스로 인해 혈중 코티솔이 상승되면 림프구와 대식세

포의 기능을 방해하고 싸이토카인의 생성을 억제하여 면역기능의 중심 역할을 하는 림프구가 감소되면서 면역억제가 일어나게 된다[17]. 더불어 15 °C의 마취가스 흡입은 호흡상피 세포에 손상을 주고 섬모 기능을 저하시켜 분비물의 축적을 유발하며 체온을 감소시킨다[12]. 이와 같이 저체온이 심혈관계와 호흡기계에 부작용을 초래하고, 면역기능을 억제시키며 수술 후 회복을 지연시킨다는 점에서 저체온 예방을 위한 간호중재는 매우 중요하며 필수적이다.

체온은 인간의 생명보존을 위한 기본적인 생리적 지표로 정상 체온유지업무는 기본간호 업무 중 하나이다. 이러한 정상 체온유지 업무는 수술대상자의 대상자뿐 아니라 모든 간호대상자에게 기본적으로 체온유지를 위한 간호과정과 중재를 통해 제공되어야 할 독자적인 간호업무라고 할 수 있다. 특히 정상체온유지에 취약한 대상인 수술대상자에 대한 체온유지를 위한 간호중재는 매우 중요하다. 현재 개복수술 대상자에게 이용하고 있는 저체온 예방 간호중재로는 피부가온요법, 수액가온요법과 마취가스 가온가습요법이 있다. 피부가온요법에는 전기순환 물 담요를, 수액가온요법에는 애니맥 또는 핫라인을 이용하고 있다[10,18]. 개복 위절제술시 피부가온요법이 수액가온요법과 비교하여 체온유지 효과가 좋으나 피부가온요법만으로는 수술 중 정상 체온을 유지하지 못하는 것으로 보고되었다[19]. 그러나 마취가스 가온가습요법은 개복수술 중 15 °C 마취가스의 지속적인 주입으로 인한 체온 감소를 예방하는데 효과가 있는 것으로 나타났다[10,20]. 또한 마취가스 가온가습요법은 장시간 수술시 15 °C의 건조한 마취가스로부터 기관손상의 합병증을 예방하고 감염을 예방할 수 있고[21] 다양한 체위에도 제약 없이 적용할 수 있는 장점도 있다[10].

복강경 수술을 하는 경우 섶석위 자세를 하고 15 °C의 마취가스를 흡입하며 수술 중 복강내 21°C CO₂가스의 계속주입을 하게 되어 저체온의 위험성이 높으므로 체온 유지를 위한 간호중재가 필요하다. 그러나 복강경 수술시 마취가스 가온가습요법이 체온에 미치는 효과에 대한 연구는 실험설계가 아닌 단순 비교 연구[22] 외에 전무하고 특히 저체온의 위험성이 높은 노인을 대상으로 한 중재평가 연구는 전무하다. 저체온의 결과로 나타나는 산 염기 불균형, 혈중 코티솔의 변화에 대한 가온가습요법의 효과 또한 알려지지 않았다. 따라서 수술 중 저체온의 고 위험군인 노인 복강경 수술 대상자에서의 마취가스 가온가습요법의 효과를 체온뿐만 아니라 저체온으로 인한 생리적 반응 지표인 산염기 균형, 혈중 코티솔, 림프구에 미치는 영향을 총체적으로 파악할 필요가 있다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 대장암으로 복강경 수술을 받는 노인 환자를 대상으로 마취가스 가온가습요법이 체온, 산염기 균형, 혈중 코티졸 및 림프구에 미치는 영향을 파악하기 위함이다.

3. 연구가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음의 가설을 설정하였다.

- 가설 1. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 중 체온은 차이가 있을 것이다.
- 가설 2. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 중 산 염기 균형은 차이가 있을 것이다.
 부가설 2-1. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 중 pH는 차이가 있을 것이다.
 부가설 2-2. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 중 PCO₂는 차이가 있을 것이다.
 부가설 2-3. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 중 HCO₃⁻는 차이가 있을 것이다.
 부가설 2-4. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 중 base excess는 차이가 있을 것이다.
- 가설 3. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 후 혈중 코티졸은 차이가 있을 것이다.
- 가설 4. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 후 림프구는 차이가 있을 것이다.

연구방법

1. 연구설계

본 연구는 복강경 수술을 받는 노인 대상자에게 마취가스 가온가습요법 적용 시 체온, 산 염기 균형, 혈중 코티졸, 림프구에 미치는 영향을 파악하기 위한 무작위 대조군 사전-사후 설계의 실험연구이다. 실험군과 대조군의 배정은 블록 무작위배정(block blind randomization) 방법을 활용하였다[23]. 블록 무작위배정 방법은 특별히 대상자의 수가 적은 경우, 단순 무작위배정 방법에서 발생할 수 있는 실험군과 대조군 간 대상자의 수

의 불균형을 막기 위해 개발된 설계 방법으로 블록의 크기는 집단의 수의 배수로 정한다[23]. 즉 실험군, 대조군 총 2개의 집단과 블록크기 4로 정하여 산출되는 총 6가지 방법을 컴퓨터 프로그램(microsoft excel)을 이용하여 무작위로 블록을 선택하여 정하였다. 최종적으로 실험군에 30명, 대조군에 30명을 배정하는 과정을 수행하였다.

2. 연구대상

본 연구의 대상자는 일개 도시 소재 대학부속병원에서 전신 마취 하에 복강경 대장암수술을 받기 위해 입원한 60명의 노인 환자로서 수술전날 연구목적과 절차를 설명하고 서면 동의를 구하였다. 대상자의 선정기준은 65세 이상의 노인 대상으로 미국 마취과학회(American Society of Anesthesiologist, ASA) 신체상태분류법(physical status classification) [24]에서 Class I 또는 Class II에 해당하고 복강경 하에 대장암 수술을 받는 대상자에서 수술시간이 3~5시간 이상을 초과하지 않는 환자이다. 이는 복강경을 이용하여 대장암을 수술하는 시간은 결장암에서 평균 193분, 직장암에서 238분이 소요되므로 [25] 수술 시간에 따라 체온이 변화할 수 있어 수술 시간을 3시간에서 5시간까지로 통제하였다. 또한 4~8℃에 보관되는 전혈 1 pint 수혈 시 체온이 감소된다는 사실에[26] 근거하여 수술 중 수혈을 하지 않은 자로 제한하였다. 고도의 전신질환을 가진 ASA Class III 이상의 자는 연구대상에서 제외하였다.

연구대상자수는 G*Power 프로그램 3.1.0[27]을 이용하여 분석하였다. 본 연구의 목적을 달성하기 위해 체온 비교 선행연구[18,28]에 근거해서 independent t-test 효과크기(d) .65, 유의수준(α) .05, 검정력(1- β) .80을 유지하기 위한 대상자 수는 실험군, 대조군 각각 30명으로 총 60명이었다. 실험군과 대조군에 각각 배정된 총 60명의 대상자 중 연구진행과정에서 탈락한 대상자는 없었다.

3. 연구도구

1) 체온

수술 중 체온의 변화는 식도 하 1/3 부위에 식도청진기(#4-9552-D, Deroyal, USA)를 삽입한 후 ECG monitor에 연결하여 수술 전과 수술 중 15분마다 총 17회 측정하였다. 체온의 측정시기는 수술 대상자 14명을 대상으로 가장 큰 폭으로 체온이 감소하는 시간과 감소치를 비교한 결과 체온이 10~15분 간격으로 유의하게 변화하였다는 결과에 근거하여 설정하였다[29].

2) 산 염기 균형

산 염기 균형은 요골동맥 천자부에 적용한 monitoring kit (PX 260 Edwards, USA)를 통하여 1 mL의 동맥혈을 채취해 동맥혈 가스 분석기(Gem premier 3000, Hippo, USA)를 이용하여 pH, PCO₂, HCO₃⁻, base excess를 수술 전, 수술 중 1시간 마다 총 5회 측정하였다. 각 측정 변수의 정상범위는 pH가 7.35~7.45, PCO₂는 35~48 mmHg, HCO₃⁻는 18~23 mEq/L, base excess는 0±2 mEq/L이다.

3) 혈중 코티졸

혈중 코티졸은 정맥혈 4 mL를 채취하여 이디티에이(Ethylenediaminetetraacetic Acid, EDTA) 튜브에 담아 항 응고 처리를 하고 원심분리기(KUBOTA, KN70)를 이용해서 2,500 RPM으로 10분간 원심분리를 한 후 방사면역측정방법(radio immuno assay)으로 분석하였으며 수술 전, 수술 후 1시간, 수술 후 1일, 수술 후 3일, 수술 후 5일에 혈중 코티졸을 오전 8시에 총 5회 측정 하였다. 혈중 코티졸은 오전 8시 정상수치가 8~15 ug/dL이다.

4) 림프구

림프구는 정맥혈 2 mL를 채취하여 EDTA 튜브에 담아 항 응고 처리를 하고 면역비탁법(immuno turbidimetric assay)으로 원심분리를 한 후 자동혈구 분석기(Coulter AC*T, USA)를 이용하여 분석하였다. 림프구를 수술 전, 수술 후 1시간, 수술 후 1일, 수술 후 3일, 수술 후 5일 오전 8시에 총 5회 측정하였다. 이는 면역억제가 수술 후 2시간에서 1주일 까지도 나타난다는 선행연구에 근거를 두었으며[29] 림프구의 정상치는 15.0~30.0% 이다.

4. 마취가스 가온가습요법

마취가스 가온가습요법은 가온가습 기구를 이용하여 마취가스를 가온가습 시키는 방법으로[10] 마취가스 가온가습기구(Heated Humidification Circuit, A10677, Medimed, Korea) 흡기 회로 안에 증류수를 넣고 전기장치를 41 ℃로 설정하고 수술 환자 기관 내 삽관 튜브에 연결하여 마취가스를 가온가습하는 방법이다.

5. 자료수집

본 연구의 자료수집은 인천광역시 가천대학교 부속 길병원

에서 진행되었고 자료를 수집하기 전에 기관연구윤리심의위원회의 승인을 받은 후(IRB No. IRB GIRBA2388) 시행되었다. 자료수집기간은 2010년 12월 1일부터 2011년 8월 31일까지 진행되었다.

연구대상자의 일반적 특성과 수술 관련 특성은 본 연구자가 수술 전 날 진료기록을 통해 수집하였다. 수술 시작부터 수술종료까지의 자료수집은 지속성을 위해 1인의 마취전문간호사가 시행하였고, 수술 전과 후의 혈액 채취는 외과의사, 외과 전담간호사와 병동간호사에 의해 이루어졌다.

수술 당일 대상자가 마취준비실 도착 시 앙와위 상태로 요골동맥에서 1 mL의 동맥혈을 채취하여 동맥혈가스 분석을 하였다. 실험군과 대조군의 동일한 실험조건을 유지하기 위해 수술실 온도는 22~26 ℃, 습도를 30~40%로 유지를 하였고 수술환경에 따른 변화를 통제하기 위해 동일한 수술 방을 지정하였다. 실험군과 대조군 모두 수술 전 투약은 Robinul을 근육주사하였고 마취제로는 Pofol, Alfentanil, Desflurane을 사용하였으며 근이완제는 Esmeron (1 mg/kg)을 정맥으로 주사하고 기관내 삽관 후 인공호흡기로 호흡을 유지하였다. 마취유도 직후 식도 하 1/3지점에 식도청진기를 삽입한 후 가온가습장비를 가동시키고 가온장비의 체온계로 체온을 측정하였다. 실험군에는 가온 전기장치(Heated Humidification Circuit, A10677, Medimed, Korea)에 의해 마취가스가 41 ℃로 가온가습된 마취가스를 제공하고 대조군에는 15 ℃의 일반 마취가스를 제공하였다. 일반적인 수술처치로 실험군과 대조군 모두에게 동일한 방법으로 마취유도 전부터 전기순환 물 담요를 38 ℃로 유지하여 환자 등에 깔아주고 수액가온기로 수액을 41 ℃로 가온하여 정맥 주입하였다. 피부는 실온의 Povidine으로 소독하였다. 연구 주요 변수 외에 연령, 성별, 진단명, 수술유형, 수액 주입량, 수술실 온도와 습도, 수술시간, 마취시간은 연구자료수집 기록지를 통해 수집하였다.

6. 자료분석

수집된 자료는 SPSS/WIN 20.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

- 실험군과 대조군 간의 일반적 특성에 대한 동질성은 Independent t-test와 χ^2 test로 분석하였다.
- 실험군과 대조군 간의 체온, pH, PCO₂, HCO₃⁻, base excess, 혈중 코티졸, 림프구의 차이는 동질성을 확보하지 못한 수술시간과 마취시간을 공변량으로 통제하여 반복 측정 분산분석법을 이용하여 분석하였다.

- 실험군과 대조군 간의 산증 대상자 수 차이는 χ^2 test를 이용하여 분석하였다.

연구결과

1. 연구대상자의 동질성 검증

대상자의 일반적 특성은 연령, 성별, 진단명, 수술명, 수액량, 수술실 온도와 습도로 통계적으로 유의한 차이가 없어 실험군과 대조군 간의 동질성이 검증되었다. 그러나 마취시간이 실험군은 245.3 ± 45.0 min이었고 대조군이 226.6 ± 22.2 min으로 두 군 간에 유의한 차이가 있었으며($t=2.04, p<.001$), 수술 시간도 실험군은 210.3 ± 38.8 min, 대조군이 190.5 ± 18.1 min으로 유의한 차이가 있어($t=2.53, p<.001$), 공변수 처리하였다. 수술 전 체온, pH, PCO_2 , HCO_3^- , base excess, 혈중 코티졸, 림프구는 두 집단 간에 유의한 차이가 없어 동질성이 검증되었다(Table 1).

2. 마취가스 가온요법의 효과

1) 가설 1. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 중 체온은 차이가 있을 것이다.

연구대상자의 체온을 15분 단위로 반복 측정한 결과 실험군과 대조군 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($F=41.18, p<.001$), 수술 시작부터 수술 종료 4시간까지 반복 측정한 시점별 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($F=1.34, p=.220$). 또한 실험군과 대조군의 수술 시작부터 수술 종료 4시간까지 반복 측정한 집단과 시점간의 교호작용은 유의한 차이가 있는 것으로 나타나 가설이 채택되었다($F=15.03, p<.001$) (Figure 1).

2) 가설 2. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 중 산염기 균형은 차이가 있을 것이다.

실험군과 대조군 간의 pH, HCO_3^- , base excess는 유의한 차이가 없었고 수술시작부터 수술종료 4시간까지 반복 측정한

Table 1. Homogeneity of General Characteristic between Experimental Group and Control Group

(N=60)

Variables	Categories	Exp. (n=30)	Cont. (n=30)	χ^2	t	p
		n (%) or M \pm SD	n (%) or M \pm SD			
Age (year)		73.7 \pm 6.2	72.6 \pm 4.2		0.85	.399
Gender	Male	17 (54.8)	13 (44.8)	0.60		.606
	Female	14 (45.2)	16 (55.2)			
Diagnosis	Rectal cancer	15 (50.0)	15 (50.0)	0.00		1.000
	Colon cancer	15 (50.0)	15 (50.0)			
Operation	Laparoscopic LAR	27 (52.9)	24 (47.1)	1.18		.472
	Laparoscopic colectomy	3 (33.3)	6 (66.7)			
Fluid (mL)		1,774 \pm 641	1,550 \pm 299		1.74	.088
Room temperature (°C)		23.8 \pm 1.7	23.6 \pm 2.0		0.47	.640
Humidity (%)		26.3 \pm 9.1	27.6 \pm 9.2		2.76	.594
Anesthetic time (min)		245.3 \pm 45.0	226.6 \pm 22.2		2.04	<.001
Operating time (min)		210.3 \pm 38.8	190.5 \pm 18.1		2.53	<.001
Body temperature (°C)		36.1 \pm 0.4	36.0 \pm 0.4		1.76	.085
pH		7.45 \pm 0.2	7.46 \pm 0.3		-0.60	.551
PCO_2 (mmHg)		38.5 \pm 4.2	37.6 \pm 3.2		0.98	.331
HCO_3^- (mEq/L)		26.8 \pm 2.6	26.2 \pm 2.5		0.84	.407
Base excess (mEq/L)		2.8 \pm 2.5	2.5 \pm 2.4		0.45	.655
Cortisol (ug/dL)		15.5 \pm 11.9	16.2 \pm 9.4		-0.24	.813
Lymphocyte (%)		26.8 \pm 9.4	30.7 \pm 1.1		-1.50	.140

LAR=low anterior resection; Exp.=experimental group; Cont.=control group.

시점별 차이는 유의하지 않았다. 그러나 PCO_2 는 실험군과 대조군에서 유의한 차이가 나타났으나 수술시작부터 수술종료 4시간까지 반복 측정된 시점별 차이는 유의하지 않았다. 대사성 산증을 나타내는 base excess -2mEq/L 이하인 환자의 분포가 수술 후 4시간에는 실험군에서 4명(13.3%), 대조군이 12명(40.0%)으로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=5.45, p=.020$)(Table 2).

3) 가설 3. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 후 혈중 코티졸은 차이가 있을 것이다.

실험군과 대조군 간의 혈중 코티졸은 수술 전, 수술 후 1시간, 수술 후 1일, 수술 후 3일, 수술 후 5일에 유의한 차이가 없었으나($F=2.35, p=.131$) 반복 측정된 혈중 코티졸의 시점별 차이는 유의한 것으로 나타났다($F=4.65, p=.003$). 반면 실험군과 대조군의 집단과 시점간의 교호작용은 통계적으로 유의하지 않은

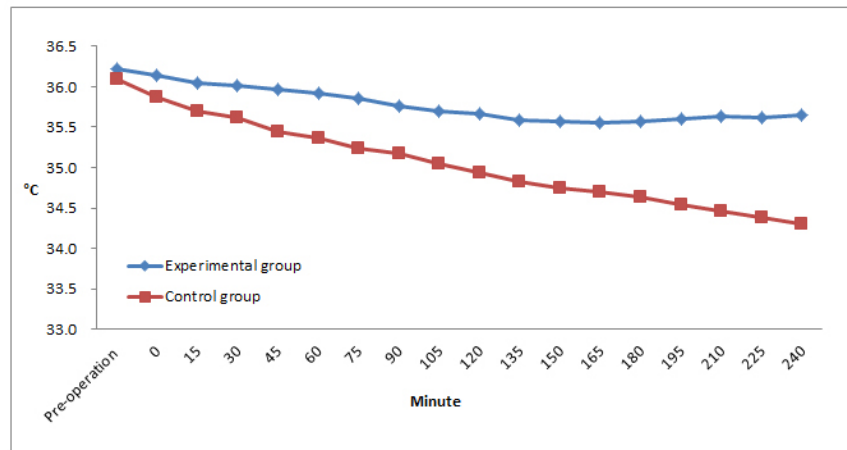


Figure 1. Differences in body temperature between experimental group and control group.

Table 2. Differences in Acid Base Balance between Experimental Group and Control Group

(N=60)

Variables	Categories	Exp. (n=30) M±SD	Cont. (n=30) M±SD	Source	F	p
pH	1	7.45±0.2	7.46±0.3	Group	0.14	.706
	2	7.39±0.1	7.43±0.1	Time	2.35	.066
	3	7.37±0.1	7.38±0.1	G * T	2.20	.082
	4	7.38±0.1	7.39±0.1			
	5	7.39±0.1	7.36±0.1			
PCO_2 (mmHg)	1	38.5±4.2	37.6±3.2	Group	4.26	.044
	2	43.3±6.5	38.6±6.9	Time	1.13	.354
	3	44.2±7.5	42.2±5.7	G * T	1.87	.129
	4	42.8±8.1	40.3±5.8			
	5	39.7±4.9	39.3±4.4			
HCO_3^- (mEq/L)	1	26.8±2.6	26.2±2.5	Group	0.99	.325
	2	26.0±2.5	25.6±2.3	Time	0.21	.316
	3	25.2±2.4	25.0±2.4	G * T	0.77	.552
	4	25.0±2.4	24.7±2.5			
	5	24.0±2.3	24.3±2.8			
Base excess (mEq/L)	1	2.8±2.5	2.5±2.4	Group	1.05	.309
	2	0.8±2.7	1.0±2.5	Time	0.41	.798
	3	0.0±2.9	-0.3±2.7	G * T	4.04	.006
	4	0.0±2.9	0.3±2.7			
	5	0.3±2.5	0.6±2.9			

Exp.=experimental group; Cont.=control group; G*T=Group*Time; 1=Pre-operation; 2=1 hour after surgery; 3=2 hours after surgery; 4=3 hours after surgery; 5=4 hours after surgery.

Table 3. Differences in Cortisol and Lymphocyte between Experimental Group and Control Group

(N=60)

Variables	Categories	Exp. (n=30)	Cont. (n=30)	Source	F	p
		M±SD	M±SD			
Cortisol	1	15.2±11.9	16.2±9.4	Group	2.35	.131
	2	19.9±8.5	23.2±9.1	Time	4.65	.003
	3	11.2±8.5	10.8±7.5	G * T	0.79	.535
	4	13.7±6.7	13.3±4.9			
	5	13.0±5.6	12.9±6.3			
Lymphocyte	1	26.8±9.4	30.7±1.0	Group	0.60	.442
	2	11.0±8.0	10.3±6.6	Time	1.99	.110
	3	13.3±5.1	14.0±6.2	G * T	0.75	.562
	4	17.6±6.3	17.2±5.7			
	5	21.1±7.3	22.6±8.1			

Exp.=experimental group; Cont.=control group; G*T=Group*Time; 1=Pre-operation; 2=1 hour after surgery; 3=1 day after surgery; 4=3 days after surgery; 5=4 days after surgery.

것으로 나타나($F=0.79, p=.535$) 가설은 기각되었다(Table 3).

4) 가설 4. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 수술 후 림프구는 차이가 있을 것이다.

실험군과 대조군 간의 림프구는 수술 전, 수술 후 1시간, 수술 후 1일, 수술 후 3일, 수술 후 5일에 유의한 차이가 없었으며($F=0.60, p=.442$) 반복 측정된 림프구의 시점별 차이도 유의하지 않은 것으로 나타났다($F=1.99, p=.110$). 또한 실험군과 대조군의 반복 측정된 림프구의 집단과 시점 간의 교호작용도 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타나($F=0.75, p=.562$) 가설이 기각되었다(Table 3).

논 의

본 연구에서는 노인 대장암 복강경 수술 대상자에게 마취가스 가온가습요법을 적용하여 대상자의 체온, 산 염기 균형, 혈중 코티졸, 림프구에 미치는 영향을 확인하였다. 전기순환 물 담요 및 수액 가온 요법을 받은 대조군은 수술 전 체온이 36.0℃ 이었으며 수술 후 15분부터 체온이 35.7℃로 저하된 후 150분에 34.7℃ 그리고 240분에 34.3℃로 저하되었다. 그러나 전기순환 물 담요 및 수액 가온요법 이외에 마취가스 가온가습요법을 받은 실험군은 수술 전 체온이 36.1℃ 이었고 수술 후 90분부터 체온이 35.8℃로 저하된 후에 수술 240분 후에도 체온이 35.6℃로 나타났다. 이러한 결과를 통해 마취가스 가온가습요법은 대장암 노인대상자의 복강경 수술 중 체온 감소를 예방하는데 효과가 있다는 것을 확인할 수 있었다. 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군에서 수술 240분 후의 체온은 대조군보다 1.3℃ 높게 유지되었다.

이러한 연구결과는 전신마취 하에 수술을 시행 받는 대상자에게 마취가스 가온가습요법을 제공하여 수술 3시간 후에 36.2℃로 체온을 유지 하였고 대조군보다 0.5~0.7℃ 높게 나타난 선행연구결과들[18,20]과 일치하고 있다. 그러나 이들 선행 연구는 개복수술시 마취가스 가온가습요법을 적용한 연구결과[18,20]로서 수술 후 3시간 후에 체온이 36.2℃로 유지되어 본 연구결과인 수술 4시간 후에 35.6℃로 나타난 결과와 비교해 0.6℃ 높은 것으로 나타났다. 이러한 차이는 선행연구의 경우 20세부터 60세의 성인만을 대상으로 하였고[20] 본 연구의 대상은 65세 이상 노인대상자로서 연령에 따른 체온조절 기능의 차이로 인한 것으로 설명될 수 있다.

또한 본 연구에서는 노인 대장암 복강경 수술 대상자에게 마취가스 가온가습요법을 시행하였으나 마취 3시간 후에 35.6℃로 정상체온 유지하지 못한 반면에 개복 위절제술 대상자에게 마취가스 가온가습요법을 시행한 결과 마취 3시간 후에도 36.2℃의 정상체온을 유지할 수 있었는데[18] 이는 복강경 수술의 경우 기복을 위해 주입하는 21℃ CO₂ 가스주입이 부가되므로 체온유지에 차이가 있었을 것으로 추측할 수 있다.

본 연구에서 노인 대장암 복강경 수술 대상자에게 마취가스 가온가습요법과 수액가온 및 전기순환 물 담요를 적용하고 수술 3시간 후의 체온을 측정 한 결과 35.6℃였다. 그러나 성인 대장암 복강경 수술 대상자에게 마취가스 가온가습요법만을 적용하여 수술 3시간 후의 체온이 35.7℃로 측정되었다[22]. 이러한 결과를 보면 본 연구에서 노인대상자에게 수술 중 마취가스 가온가습요법, 수액가온, 전기순환 물 담요를 병행하여 적용했음에도 불구하고 마취가스 가온가습요법만을 성인 대상으로 한 연구결과[22]와 유사한 것은 노인의 체온조절 능력이 저하되어 나타난 결과라고 생각된다. 따라서 노인 수술대상자

의 저체온 예방을 위해서는 기존의 체온유지를 위한 간호중재 방법보다 중재의 시간 연장을 고려하고 피부가온, 수액가온, 마취가온가습 등 다양한 유형의 중재법을 동시에 활용하는 적극적인 중재가 필요함을 알 수 있었다.

본 연구에서 마취가스 가온가습요법을 받은 수술 대상자의 체온은 마취가스 가온가습요법을 제공받지 못한 대상자의 체온과 비교하여 수술 시작 1시간, 2시간, 3시간 그리고 4시간 시점에서 각각 0.5 °C, 0.6 °C, 0.9 °C 그리고 1.3 °C가 높은 것으로 나타났다. 그러나 수술 시작 1~4시간의 체온은 35.6~35.9 °C에 불과하여 정상 체온을 유지하지 못하였다. 본 연구에서 전기순환 물 담요, 수액가온과 마취가스 가온가습요법을 적용했음에도 불구하고 개복수술을 하는 경우와 비교하여 정상체온을 유지하지 못한 것은 복강경 수술 시 복강 내로 주입되는 21 °C의 CO₂가스도 저체온의 원인이라고 생각된다. 따라서 대장암 복강경 수술을 받는 대상자에게 수술 중 36 °C 이하로 저체온이 발생하는 것을 예방하기 위해서는 전기순환 물 담요, 수액가온과 마취가스 가온가습요법 외에 복강 내로 주입되는 21 °C의 CO₂가스가온요법을 추가적으로 고려해야 할 것으로 생각한다.

수술 중 체온감소가 됨에도 불구하고 pH, HCO₃⁻, base excess는 정상 범위를 유지하였으며 실험군과 대조군의 유의한 차이가 없었다. 반면 PCO₂는 실험군과 대조군의 집단 간의 차이가 있었으나 PCO₂는 두 군 모두 정상범위 내에 있었다. 또한 실험군과 대조군의 시점 간의 차이가 없었으며 집단과 시점 간의 교호작용도 유의한 차이가 없었다. 그러나 대사성 산증을 나타내는 pH가 7.35 이하로 떨어진 대상자는 수술 종료 4시간에 실험군에서는 6명, 대조군에서는 10명으로 나타났고, base excess는 집단과 시점간의 교호작용에 유의한 차이가 있었으며 base excess -2meq/DL 이하인 환자가 수술 종료 4시간에 실험군에서는 4명으로 13.3%였으며, 대조군에서는 12명으로 40%를 차지하였다. 또한 대조군에서 수술시간이 길어지면서 체온감소에 따른 산 염기 불균형이 나타났다. 이와 같은 현상은 수술 중 체온 감소로 인해 산 염기 불균형이 나타난 연구결과와도 유사한 맥락이다[19]. 이상의 결과에 근거하여 수술시간이 길어질수록 체온감소로 인한 산 염기 불균형이 나타나고 있는 것으로 추측된다.

본 연구에서는 마취시간과 수술시간이 대조군에 비해 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군에서 수술시간이 더 길었음에도 불구하고 체온이 유지됨을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 토대로 복강경 수술 대상자에게 저체온을 예방하기 위해 피부가온요법, 수액가온요법, 마취가스 가온가습요법 등을 포함한 적극적인 가온 중재가 필요함을 확인할 수 있었다.

수술 중 마취가스 가온가습요법을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 혈중 코티졸은 수술 전, 수술 후 1시간, 수술 후 1일, 수술 후 3일, 수술 후 5일의 시점별 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 본 연구에서 수술 전 실험군의 혈중 코티졸은 15.5±11.9이며 대조군은 16.2±9.4였으며 이는 모두 오전 8시 기준 혈중 코티졸 정상수치인 8~15 ug/dL와 근접하였다. 그러나 수술 후 1시간에 혈중 코티졸은 실험군에서 19.9±8.5이고 대조군에서는 23.2±9.1로 두 군 모두 상승하였다. 이는 복부 수술을 하는 대상자 74명이 수술 중 체온이 감소됨에 따라 수술 후 1시간에 혈중 코티졸이 상승되었다는 연구결과와 일치 하였다[30]. 그리고 대조군에서 혈중 코티졸이 더 많이 상승되었는데 이는 체온감소가 클수록 혈중 코티졸이 더 상승되는 것으로 생각된다. 본 연구에서 코티졸은 수술 후 1일, 수술 후 3일, 수술 후 5일에는 두 군 모두 정상으로 회복되었다.

본 연구에서는 혈중 코티졸과 체온의 측정시점이 일치하지 않아 체온 변화에 의한 두 군 간의 혈중 코티졸 수치의 차이를 명확히 제시하는 데에는 제한이 따른다. 또한 수술 후 혈중 코티졸을 상승시킬 수 있는 요인인 노인의 정신적 스트레스, 통증, 감염 등을 총체적으로 고려하지 못하였으므로 결과해석에 주의가 요구된다. 뿐만 아니라 본 연구에서는 수술 중 체온감소에 따른 혈중 코티졸이 최고로 상승된 시점과 림프구가 최저로 감소된 시점을 파악하지 못하였다. 따라서 추후 연구를 통해서 체온변화에 따른 혈청 코티졸 및 림프구의 변화를 확인할 수 있는 연구설계를 제언한다.

혈중 코티졸의 상승은 림프구와 대식세포의 기능을 방해하고 사이토카인의 생성을 억제시켜 림프구가 감소되면서 면역억제가 일어난다[16,17]. 림프구의 정상치는 15.0~30.0%이며 본 연구에서 혈중 코티졸과 림프구를 수술 후 1시간, 수술 후 1일, 수술 후 3일, 수술 후 5일에 측정한 것은 수술스트레스에 의한 면역억제가 수술 후 2시간에서 1주일 까지 나타난다는 선행연구에 근거를 두었다[29,30]. 본 연구결과에서 림프구는 실험군과 대조군간의 차이, 시점별 차이, 집단과 시점간의 교호작용은 나타나지 않았다. 그러나 림프구는 수술 전 실험군에서 26.8± 9.4, 대조군에서는 30.7±1.1이었으며 수술 후 1시간에 실험군은 11.0±8.0, 대조군은 10.3±6.6으로 두 군 모두 수술 전에 비해 림프구가 감소하였고 수술 후 1일, 수술 후 3일에서 서서히 회복되었다. 이러한 결과는 수술 후 1일에 림프구가 감소되었다가 서서히 회복되었다는 결과와 일치하고 있음을 알 수 있었으나[18, 30] 그 외 관련된 선행연구가 전무하여 이에 대한 측정비교가 불가능하므로 반복연구가 필요할 것으로 생각된다. 본 연구에서 실험군에서는 2명, 대조군에서는 4명에서 수

술 후 감염이 나타났으며 모두 혈중 코티졸은 상승되었고 림프구는 감소되었다.

본 연구에서는 수술과 저체온으로 인하여 수술 후 1시간에 혈중 코티졸이 상승되었고 이에 따른 림프구는 수술 후 1시간에 감소되면서 수술 후 1일에 정상으로 회복되었다. 이러한 연구결과는 수술 중인 대상자에게서 수술 중 체온이 감소되면 혈중 코티졸이 상승되고 이에 따른 면역억제 반응이 일어나 림프구의 감소가 나타나며 대상자의 건강상태에 따라 회복지연과 수술 부위 감염이 발생될 수 있다는 사실을 지지한다. 따라서 이러한 면역기능의 회복을 위해 수술 중 가온요법을 적용하여 정상 체온을 유지하는 것이 필수적으로 요구됨을 알 수 있다. 또한 수술 중 가온요법의 적용뿐 아니라 수술 전, 수술 후 회복실에서도 수술 대상자의 저체온을 예방하고 빠른 회복과 감염을 도모하는 간호중재의 적용을 고려해 볼 필요가 있다.

본 연구는 체온과 혈중 코티졸의 각 측정시점에 차이가 있어 체온변화에 따른 혈중코티졸의 변화를 반영하는 데에는 제한이 따른다. 따라서 추후 연구를 통해서 체온 변화에 따른 혈중 코티졸과 림프구의 변화를 탐색하기를 제언한다.

결론 및 제언

본 연구를 통해 대장암 노인 복강경 수술 대상자에게 수술 중 체온을 유지하기 위한 마취가스 가온가습요법의 적용은 효과적인 가온간호중재 요법임을 확인 하였다. 산 염기 균형, 혈중 코티졸, 림프구에 미치는 영향은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 혈중 코티졸은 반복 측정된 시점별 차이가 유의한 것으로 나타났으며 수술 후 1시간에 두 군 모두 상승하였고 림프구는 반복 측정된 시점별 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났으나 두 군 모두 수술 후 1시간에 림프구가 감소되었음을 파악할 수 있었다. 본 연구의 결과에 따르면 복강경 수술 중 마취가스 가온가습요법은 체온감소 예방에는 효과가 있으나 수술 중 정상 체온을 유지하기에는 부족함을 알 수 있었다. 그러므로 추후 수술 전, 수술 중, 수술 후에 지속적인 가온요법을 적용하여 체온유지의 효과를 지속적으로 확인하는 연구를 제언한다.

결론적으로 본 연구는 최근 지속적으로 증가하고 있는 노인 대장암 환자의 복강경 수술 중 발생하는 저체온을 예방하기 위한 간호중재로서 마취가스 가온가습요법의 효과를 확인하고 실제적인 중재적용의 가능성을 보여준 주요한 임상적 의의가 있는 연구라고 판단된다. 특별히 가온요법은 간호사의 독자적인 간호중재로서 다양한 가온요법의 효과를 검증하여 실무에

활용하는 연구는 독자적 간호중재의 개발과 확대를 위해서 매우 의의가 있다고 생각한다. 본 연구시행 시에는 마취가스 가온가습요법이 전혀 의료보험에 적용되지 않아서 고가의 비용이 소요되는 중재이었으며 연구수행에도 많은 재원이 투입되었다. 그러나 현재는 본 중재가 의료보험에 적용되는 가온요법으로 분류되어 있으므로 간호사는 복강경 수술 대상자에게 마취가스 가온가습요법의 효과에 대한 정보를 제공하고 수술대상자의 저체온을 예방하기 위한 적극적 중재 활용에 관심을 가져야 할 것으로 생각한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

ACKNOWLEDGEMENT

This manuscript is based on a part of the first author's doctoral dissertation from Ewha Womans University.

ORCID

Park, Hyo-Sun <https://orcid.org/0000-0002-9464-0652>

Kang, Younhee <https://orcid.org/0000-0002-7964-5674>

REFERENCES

1. Statistics Korea. Population projections for Korea (2015~2065) [Internet]. Seoul: Statistics Korea; 2016 [cited 2018 April 09]. Available from: http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=357935&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&sTarget=title&sTxt=%EC%9E%A5%EB%9E%98%EC%9D%B8%EA%B5%AC%EC%B6%94%EA%B3%84
2. Jung KW, Won YJ, Oh CM, Kong HJ, Lee DH, Lee KH, et al. Cancer statistics in Korea: incidence, mortality, survival, and prevalence in 2014. Cancer Research and Treatment. 2017;49(2):292-305. <https://doi.org/10.4143/crt.2017.118>
3. Lee YS, Lee IK, Kang WK, Cho HM, Park JK, Kim JG. Laparoscopic surgery for colorectal cancer in elderly patients. Journal of the Korean the Society of Coloproctology. 2007;23(4):257-61. <https://doi.org/10.3393/jksc.2007.23.4.257>
4. Kongsayreepong S, Chaibundit C, Chadpaibool J, Komoltri C, Suraseranivongse S, Suwannaononda P, et al. Predictor of core hypothermia and the surgical intensive care unit. Anesthesia and Analgesia. 2003;96(3):826-33. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000048822.27698.28>
5. Cho EJ, Lee KS, Hong SJ. Comparison of core temperature changes during prolonged laparoscopic and open surgery.

- Korean Journal of Anesthesiology. 2007;52(2):150-5.
<https://doi.org/10.4097/kjae.2007.52.2.150>
6. 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):1381-3.
<https://doi.org/10.1097/0000539-200211000-00051>
 7. Cereda M, Maccioli GA. Intraoperative temperature monitoring. *International Anesthesiology Clinics*. 2004;42(2):41-54.
<https://doi.org/10.1097/00004311-200404220-00005>
 8. Cooper S. The effect of preoperative warming on patients' postoperative temperatures. *AORN Journal*. 2006;83(5):1073-6, 1079-84. [https://doi.org/10.1016/S0001-2092\(06\)60118-X](https://doi.org/10.1016/S0001-2092(06)60118-X)
 9. Peng Y, Zheng M, Ye Q, Chen X, Yu B, Liu B. Heated and humidified CO₂ prevents hypothermia, peritoneal injury, and intra-abdominal adhesions during prolonged laparoscopic insufflations. *Journal of Surgical Research*. 2009;151(1):40-7.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2008.03.039>
 10. Kim MH, Park JJ, Lee MY, Kim GM, Jung MJ, Park SH, et al. A study on the effects of heated and humidified gas inhaled on patients' body temperature during and after surgery with general anesthesia. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2000;6(1):115-27.
 11. Kim SJ. *Human physiology*. Seoul: Medicine Books; 2012.
 12. Kilgour E, Rankin N, Ryan S, Pack R. Mucociliary function deteriorates in the clinical range of inspired air temperature and humidity. *Intensive Care Medicine*. 2004;30(7):1491-4.
<https://doi.org/10.1007/s00134-004-2235-3>
 13. Frank SM, Raja SN, Bulcao C, Goldstein DS. Age-related thermoregulatory differences during core cooling in humans. *American Journal Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 2000;279(1):349-54.
<https://doi.org/10.1152/ajpregu.2000.279.1.r349>
 14. Holden M, Makic MBF. Clinically induced hypothermia: why chill your patient? *Advanced Critical Care*. 2006;17(2):125-32.
<https://doi.org/10.1097/00044067-200604000-00007>
 15. Yi JW, Choi YK. The hemodynamic changes and stress hormone responses to mild intraoperative hypothermia during intravenous anesthesia in neurosurgical patients. *Journal of Korean Prevention Medicine Public Health*. 2003;45(6):702-9.
<https://doi.org/10.4097/kjae.2003.45.6.702>
 16. Kim JS. Anesthesia and temperature. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2004;47(5):609-16.
<https://doi.org/10.4097/kjae.2004.47.5.609>
 17. Kurosawa S, Kato M. Anesthetic, immune cells, and immune responses. *Journal of Anesthesiology*. 2008;22(3):263-77.
<https://doi.org/10.1007/s00540-008-0626-2>
 18. Kim MH, Kang YL. Effects of intraoperative hypothermia on the incidence of postoperative infection and responses of peripheral white blood cells. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2002;43(6):742-8. <https://doi.org/10.4097/kjae.2002.43.6.742>
 19. 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):1061-72.
<https://doi.org/10.4040/jkan.2007.37.7.1061>
 20. Park HG, Lim JS, Park JS, Joe JK, Lee S, Yon JH, et al. A comparative evaluation of humidifier with heated wire breathing circuit under general anesthesia. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2009;57(1):32-7.
<https://doi.org/10.4097/kjae.2009.57.1.32>
 21. Ricard JD, Boyer A, Dreyfuss D. The effect of humidification on the incidence of ventilator-associated pneumonia. *Respiratory Care Clinics of North America*. 2006;12(2):263-73.
 22. 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*. 2011;17(2):192-203.
 23. Park BJ, Park KH, Kim OJ. *Fundamental manual for clinical researchers*. Seoul: Ministry of Food and Drug Safety; 2006.
 24. Haynes SR, Lawler PG. An assessment of the consistency of ASA physical status classification allocation. *Anesthesia*. 1995; 50(3):195-9. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1995.tb04554.x>
 25. Lee GJ, Lee JN, Oh JW, Baek JH. Mid-term results of laparoscopic surgery and open surgery for radical treatment of colorectal cancer. *Journal of the Korean Society of Coloproctology*. 2008;24(5):373-9. <https://doi.org/10.3393/jksc.2008.24.5.373>
 26. Kim DS. *Basics Q & A for anesthesia residents*. Seoul: Goonja Books; 2007.
 27. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*. 2007;39(2):175-91. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
 28. Ginsberg S, Solina A, Papp D, Krause T, Pantin E, Scott G, et al. A Prospective comparison of three heat preservation methods for patients undergoing hypothermic cardiopulmonary bypass. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2000;14(5): 501-5. <https://doi.org/10.1053/jcan.2000.9489>
 29. Morris RH, Wilkey BR. The effect of ambient temperature on patient temperature during surgery not involving body cavities. *Anesthesiology*. 1970;32(2):102-7.
<https://doi.org/10.1097/0000542-197002000-00003>
 30. Frank SM, Higgins MS, Breslow MJ, Fleisher LA, Gorman RB, Sitzmann JB, et al. The catecholamine, cortisol, and hemodynamic responses to mild perioperative hypothermia: a randomized clinical trial. *Anesthesiology*. 1995;82(1):83-93.
<https://doi.org/10.1097/0000542-199501000-00012>