

국소적 냉 요법이 정상 성인의 조직과 말초의 산소포화도, 말초 혈류, 피부 온도, 체온에 미치는 효과

김승옥¹, 신용순^{2*}

¹한양대학교 일반대학원 간호학과, ²한양대학교 간호학부

Effects of local cold application on tissue & peripheral oxygen saturation, peripheral blood flow, skin temperature, and body temperature of healthy adult

Seung Ok Kim¹, Yong Soon Shin^{2*}

¹Graduate School of Nursing, Hanyang University

²College of Nursing, Hanyang University

요약 목적: 본 연구는 국소적 냉 요법 중 가장 일반적으로 적용하는 냉 젤 팩과 얼음 팩을 적용 한 후와 수동적 재가온 후의 생리적 변화를 확인하여 냉 요법의 적용시간과 간격에 대한 근거를 마련하고자 합니다.

방법: 무작위 비교군 반복측정 실험연구로 건강한 성인 22명을 냉 젤 팩과 얼음 팩 그룹에 무작위 배정하여 30분 동안 냉요법을 적용한 후 40분 동안 수동 재가온을 실시했습니다. 오른쪽 액와에 냉요법이 적용되는 동안 5분 간격으로 총 15회, 조직과 말초의 산소포화도, 말초혈류, 피부온도, 체온을 측정하였습니다. 결과: 냉 젤 팩 군에서 StO₂는 냉 요법 전 69.43%였고, 냉 젤 팩 적용 30분 후 61.06% 였으며 얼음 팩 군에서 StO₂는 냉 요법 전 67.66%였고, 얼음 팩 적용 30분 후 64.80%로 크게 줄었습니다.(p <.001) 냉 젤 팩 군에서 피부온도는 냉 요법 전 33.57℃였고, 냉 젤 팩 적용 30분 후 29.15℃ 였으며 얼음 팩 군에서 피부온도는 냉 요법 전 32.64℃였고, 얼음 팩 적용 30분 후 28.90℃로 크게 줄었습니다.(p <.001) 40분 재가온 후에는 피부 온도만이 완전히 회복되었습니다. 냉 젤 팩과 얼음 팩 그룹 간에는 큰 차이가 없었습니다. 결론: 액와에 국소적 냉 요법을 적용할 때는 30분 적용 후 적어도 40분 이상의 수동적 재가온을 위한 시간을 갖도록 해야 할 것입니다.

Abstract Purpose: This study aimed to establish a basis for application time and cold therapy interval by checking the physiological changes after applying a cold-gel and ice pack, commonly applied to cold therapy, and after passive rewarming. Method: A total of 22 healthy adults used cold-gel packs and ice packs in a Randomized control group repeated measurement study, and passive rewarming was performed for 40 minutes after 30 minutes of cold therapy. After applying to the right axilla, StO₂, SpO₂, peripheral blood flow, skin and body temperature were measured 15 times every 5 minutes. Result: In the cold-gel pack group, StO₂ decreased from 69.43% to 61.06% after 30 minutes application, and in the ice pack group, StO₂ decreased from 67.66% to 64.80% (p <.001). In the cold-gel pack group, skin temperature decreased from 33.57°C to 29.15°C after 30 minutes application, and in the ice pack group, skin temperature decreased from 32.64°C to 28.90°C (p <.001). Only skin temperature recovered completely after 40 minutes of rewarming. There were insignificant differences between the cold-gel pack and ice pack. Conclusion: When applying cold therapy to the axillary, at least 40 minutes for passive rewarming is necessary after 30 minutes of application.

Keywords : Blood flow velocity, Body temperature, Cryotherapy, Rewarming, Skin temperature

본 논문은 한국연구재단(미래창조과학부) 지원으로 수행되었음.

*Corresponding Author : Yong-Soon Shin(Hanyang Univ.)

email: ysshin2k@hanyang.ac.kr

Received July 29, 2020

Revised September 3, 2020

Accepted October 5, 2020

Published October 31, 2020

1. 서론

1.1 연구의 필요성

국소적 냉 요법은 발열 환자의 체온조절과 다양한 근골격계 손상의 급성기 관리와 재활을 위해 널리 사용되고 있으며, 기본간호 중 하나인 냉 요법은 특히 발열 환자의 체온관리를 위해 간호사가 독립적으로 사용할 수 있는 중재이다.

간호중재분류(Nursing Interventions Classification)에서는 냉 요법이란 통증 및 염증과 관련된 근육경련을 감소할 목적으로 피부와 조직을 자극하기 위해 냉을 사용하는 것이라고 정의했다[1]. 냉 요법은 신경 전도속도를 줄이고, 통증의 역치와 내성을 증가시키고, 말초혈류와 대사율을 감소시킨다는 생리학적 근거가 제시된 바 있다[2]. 이러한 기전을 통해 냉 요법은 통증과 부종, 출혈을 줄여주고, 체온을 낮추는 효과가 있다고 알려져 왔다[3-6].

발열은 중심체온이 상승하거나 또는 발열점이 상승한 것으로 중환자실 환자의 40%에서 발열이 보고되고 있고 [7], 또한 입원환자에게 가장 흔한 증상으로 입원환자의 8%에서 입원 기간 중 발열을 경험한다[8]. 발열은 호흡의 깊이와 횟수, 산소 소모와 이산화탄소 생성에도 영향을 미치는 등 환자의 예후에 부정적 영향을 줄 수 있어 이를 가능하면 피해야 한다고 알려져 왔다[9]. 특히 발열은 신경학적 손상이 있는 환자의 예후를 악화시키므로 적극적으로 관리되어야 한다[10].

혈관 내 냉요법과 냉담요, 얼음주머니, 젤 팩 등의 국소적 냉 요법은 발열 감소에 도움이 되며[5], 액와, 서혜부, 복부 및 무릎 아래에 냉요법을 적용하고 종료 후 30분에 심부 체온이 0.57°C 감소하였다[11]는 보고가 있다. 임상에서 활용할 수 있는 다양한 냉 요법 중에서도 발열 환자의 체온감소를 위해 가장 흔히 사용되는 것은 냉 젤 팩과 얼음 팩으로, 액와와 서혜부에 가장 많이 적용된다 [12,13]. 발열 환자의 체온을 낮추기 위해서 혈관이 피부 표면 가까이에 많이 분포하는 신체 부위, 즉 액와나 목 뒤, 서혜부, 복부, 무릎 뒤 등에 냉 요법을 적용해야 한다는 것이 일반적으로 권장되고 있다[11,14].

장시간의 냉 적용이나 지나치게 낮은 온도의 냉 적용 등 과도한 냉 요법은 조직 관류와 산소공급을 너무 많이 낮추어 조직손상을 유발하고, 예기치 못한 저체온, 전율, 또는 헌팅 반응과 같은 반동성 혈관 확장을 초래할 수 있다[15]. 냉 요법의 부작용을 줄이기 위해서는 간헐적 냉 적용, 즉 수동적 재가온이 이루어질 수 있도록 회복시간

또는 간격을 두어야 한다. 또한 지속적 냉 요법을 적용하는 경우에는 냉 요법 기구의 온도를 지속적으로 감시할 필요가 있다. 특히 장기간의 냉 요법은 소아나 노인 환자 등 취약한 환자에게 해가 될 수 있기 때문에[16] 적절한 적용 시간이 무엇보다 중요하다. 그러나 냉 요법의 적절한 적용 시간과 수동적 재가온을 위한 적용 간격을 결정하기 위한 근거는 찾기 어렵다.

기존의 연구들의 냉요법 적용 시간은 2-5분[17], 10-20분[4], 30분[11,14], 하루 12시간 동안[6], 등 다양하게 적용되었으며 냉요법 도구 또한 다양하게 적용하고 있으며 냉요법 적용 후 재가온 효과를 확인한 연구가 부족하다.

비록 학계와 임상에서 다양한 냉 요법 방법의 생리적 효과에 대해 합의가 이루어져 있지만, 각 냉 요법의 안전하고 효율적인 사용에 관한 지침을 마련하기에는 근거가 부족한 실정이다. 더구나 기존의 냉 요법 프로토콜은 냉 요법 적용시간이 다양하게 제시되어 있어 정확한 비교가 어렵다[18].

냉 요법 적용 시간과 간격은 기구의 특성이나 적용부위의 범위나 해부학적 특성, 적용 목적에 따라 다를 수 있지만[19], 주요 기본간호 중 하나인 냉 요법을 안전하고 효과적으로 적용하는 것은 중요하다. 따라서 냉 요법 적용 후 생리적 영향을 확인함으로써, 적용방법에 대한 과학적 근거를 마련하는 기초연구가 필요하다.

본 연구는 국소적 냉 요법 중 가장 일반적으로 적용하는 냉 젤 팩과 얼음 팩 적용 후와 수동적 재가온 후 생리적 변화를 확인하여 냉 요법의 적용시간과 간격에 대한 근거를 마련하고자 한다.

1.2 연구 목적

본 연구에서는 발열 환자에게 흔히 적용되는 냉 젤 팩과 얼음 팩을 액와에 사용할 때, 적절한 적용 시간과 간격에 대한 근거를 마련하기 위하여 냉 요법 적용 후와 수동적 재가온 후 생리적 변화를 확인하고자 하였다. 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 냉 젤 팩을 액와에 적용했을 때 조직과 말초의 산소포화도, 말초혈류, 피부온도, 체온의 변화를 확인한다.

둘째, 얼음 팩을 액와에 적용했을 때 조직과 말초의 산소포화도, 말초혈류, 피부온도, 체온의 변화를 확인한다.

셋째, 냉 젤 팩 군과 얼음 팩 군의 조직과 말초의 산소포화도, 말초혈류, 피부온도, 체온을 비교한다.

2. 연구방법

2.1 연구설계

본 연구는 무작위 비교군 반복측정 실험연구이다 (Table 1).

Table 1. Study Design.

Group	Bas- line	Inter- vention	After cooling	After rewarming
Group1 (Cold gel pack)	Y0	X1	Y1	Y2
Group2 (Ice pack)	Y0	X2	Y1	Y2

X₁: 30-minute cooling with a cold gel pack followed by a 40-minute passive rewarming, X₂: 30-minute cooling with a ice pack followed by a 40-minute passive rewarming, Y₀: tissue & peripheral oxygen saturation, peripheral blood flow, skin temperature, and body temperature before cooling, Y₁: tissue & peripheral oxygen saturation, peripheral blood flow, skin temperature, and body temperature after cooling, Y₂: tissue & peripheral oxygen saturation, peripheral blood flow, skin temperature, and body temperature after rewarming.

2.2 연구대상

본 연구는 무작위 비교군 반복측정 실험설계로 건강한 성인 22명을 대상으로 하였다. 발열이 있는 환자는 윤리적 측면에서 해열제나 기타 냉 요법 추가 사용을 통제하기 어렵고, 전신 건강상 이유로 본 연구 목적에 따른 중재를 진행하는 데 현실적인 어려움이 있었기 때문에 건강한 성인을 대상으로 기초조사를 진행하였다. 연구대상자는 **대학교의 캠퍼스 내 게시판과 대학교 홈페이지 내 게시판에 모집 공고를 통하여 모집하였다. 대상자 선정 기준은 20세 이상, 동반 질환이 없는 경우였고, 제외기준은 혈관작용 약물 사용하는 경우, 낮은 온도에 대한 알러지가 있는 경우, 혹은 정신과적 질환이 있거나 액와의 피부 손상이 있는 경우로 하였다. 연구 참여 탈락의 기준은 냉 요법을 적용한 결과로 통증이나 오한이 발생하거나 연구 프로토콜을 완료하지 못한 경우로 정하였다.

대상자 수는 G-power 3.1.3을 이용하여 산출하였고, 두 집단에서 유의수준 .05, 검정력 .80, 15회 반복측정을 할 때 선행연구[19]에 근거한 효과크기 .25를 확인하기 위해 18명이 필요한 것으로 나타났다. 본 연구에서는 탈락률 10%를 예상하여 총 22명을 모집하였다.

무작위 배정 순서는 연구자 1인이 웹 기반 도구를 사용하여 생성하였고, 생성된 무작위 배정은 밀봉된 봉투를 사용하여 다른 연구자 1인이 이에 따라 배정을 한 후 중

재를 진행하였다.

모든 중재는 연구 대학의 동일한 실험실에서 진행하였다. 실험실은 일반 병실과 유사한 환경으로 실내 온도는 25±1℃, 실내 습도는 50±5%를 유지하였고, 연구기간은 2015년 10월부터 2016년 1월까지였다.

2.3 연구도구

본 연구의 일차변수는 조직 산소포화도(tissue oxygen saturation, StO₂)이고, 이차변수는 말초 산소포화도(peripheral oxygen saturation, SpO₂)와 말초혈류, 피부온도, 체온이다.

StO₂는 조직 산소 감시 장치인 MoorVMS-Oxy (Moor Instruments Ltd., Millwey, Devon, UK)를 이용하여 액와로부터 15cm 아래 우측 팔의 내측에서 측정하였다. 센서는 중심 액와선과 액와로부터 15cm 지점의 수평선이 교차하는 지점의 1cm 전방에 위치하도록 했다. 이 장치는 백색 반사 분광법을 사용하여 조직 산소를 측정하는 도구로 측정 범위는 0%~99%, 오차범위는±2%이다. 측정된 수치가 높을수록 StO₂는 높음을 의미한다.

SpO₂는 pulse oximetry (Patient monitor BM 3, Bionet, Seoul, Korea)를 이용하여 우측 검지에서 측정하였다. 측정범위는 0%~100%이고, 오차범위는 ±2%이다. 측정된 수치가 높을수록 말초 산소포화도가 높음을 의미한다.

말초혈류는 Doppler flowmetry system (Biodop ES-100V3, Hadeco, Kawasaki, Japan)과 8 MHz probe (BT8M05S8C, Hadeco, Kawasaki, Japan)를 이용하여 우측 요골동맥에서 측정하였다. 말초혈류는 평균 속도(cm/s)로 측정되며 오차범위는±10 %이다. 측정된 수치가 높을수록 혈류속도가 빠름을 의미한다.

피부온도는 NT Logger (N543, Bientron, Ibaraki, Japan)와 두 개의 센서를 이용하여 각각 액와 15cm 아래의 중심 액와선과 팔의 내측에서 동시에 측정하였다. 팔의 내측 센서는 중심 액와선과 액와로부터 15cm 지점의 수평선이 교차하는 지점의 1cm 후방에 위치하도록 했다. 온도의 측정범위는 0℃~100℃이고 오차범위는 ±0.1℃이다.

체온은 Thermoscan (IRT-4020, Braun, Mexico City, Mexico)을 이용하여 우측 고막에서 측정하였다. 측정범위는 34℃~42.2℃이고, 오차범위는 ±0.2℃이다.

연구환경 조사를 위한 실내 온도와 실내 습도는 온습도계(Testo 608-H1, Testo, Aundh, Pune, India)를 이용하여 확인하였다.

주요 결과변수 이외에 참여자의 나이와 성별, 흡연 여부, 피부두께, 체질량 지수(body mass index, BMI)는 자료수집양식을 이용하여 수집하였다.

2.4 냉요법 중재

본 연구에서 국소적 냉 요법은 양와위를 취하고, 배정된 집단에 따라 각각 냉 젤 팩이나 얼음 팩을 우측 액와에 30분간 적용한 후, 냉 젤 팩이나 얼음 팩을 제거한 상태로 40분간 수동적 재가온을 위한 회복시간을 갖는 것을 의미한다. 냉 요법을 30분간 적용한 것은 국소적 냉 요법의 체온감소 효과를 평가한 선행연구에 근거하였고 [20], 수동적 재가온 시간을 40분간 시행한 것은 국내 냉 요법 간호 실무지침[18]에 근거하였다.

그룹 1은 냉 젤 팩을 우측 액와에 30분간 적용했고, 이때 냉장고에 3시간 이상 보관해둔 30×14×2cm 크기의 젤 팩을 사용하였다. 냉 젤 팩은 얇은 천으로 감싸서 액와에 수직으로 밀착하여 적용하였다.

참여자는 냉 적용 전, 냉 적용 30분 동안, 냉 요법 후 적용했던 냉 젤 팩을 제거하고 40분간 휴식을 취하는 동안 5분 간격으로 15회 조식과 말초의 산소포화도, 말초 혈류, 피부온도, 체온 측정을 실시하였다.

그룹 2는 냉 젤 팩과 동일한 크기와 모양의 얼음 팩을 그룹 1과 동일한 방법으로 적용하였다. 얼음 팩을 30분 적용한 후 40분간 휴식을 취하도록 하였다.

2.5 자료수집 방법

모든 결과변수는 중재 전, 냉 요법(30분)과 재 가온(40분) 동안 매 5분 간격으로 총 15회 측정하였다. 주요 결과변수 측정 시 중재의 특성상 눈가림을 유지하지는 못하였으나, 자료 분석은 눈가림을 유지하였다.

모든 연구절차는 기관연구윤리심의위원회의 승인(승인번호 15-168-1)을 받아 연구윤리 표준에 따라 진행하였고, 모든 참여자로부터 서면 동의를 받은 후 연구를 진행하였다.

2.6 자료분석 방법

자료 분석은 SPSS version 24.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA)를 이용하였다. 자료 중 연속형 변수는 평균과 표준편차로, 범주형 변수는 빈도와 백분율로 요약하였다. 그룹 별 동질성은 카이제곱 검정, 독립 t 검정을 이용하였고, 각 그룹에서 StO₂, SpO₂, 말초혈류, 피부온도, 체온의 변화는 반복측정 분산분석에서 집단 내 검정을

이용하였다. 냉 젤 팩 군과 얼음 팩 군 간 결과변수 비교는 냉 요법 전과 후, 수동적 재가온 후 등 3회 측정 자료를 이용하였으며, 동질성 검정에서 유의한 차이가 있었던 BMI를 공변량으로 한 반복측정 분산분석을 실시하였다. 연속형 변수의 정규성 검정은 Shapiro-Wilk test로 하였고, 모든 분석은 양측검정에서 유의수준 .05로 하였다.

3. 연구결과

3.1 냉 젤 팩 군과 얼음 팩 군의 동질성 검정

냉 젤 팩 군과 얼음 팩 군의 일반적 특성 중 BMI가 유의한 차이가 있었고(t=-2.47, p=.020), 그 외 나이, 성별, 피부두께, 흡연 여부 등은 차이가 없었다(Table 2).

Table 2. Participant Characteristics. (N=22)

Characteristic	Group 1 (Cold gel pack) (n=11)	Group 2 (Ice pack) (n=11)	t or χ^2	p
	Mean±SD or n (%)	Mean±SD or n (%)		
Age (year)	27.5±5.5	25.6±3.4	0.93	.360
Sex				
Male	5 (45.5)	7 (63.6)	0.07	.785
Female	6 (54.5)	4 (36.4)		
BMI (kg/m ²)	21.5±2.3	23.5±1.6	-2.47	.020
Skin fold thickness(mm)	24.4±3.9	27.4±6.4	-1.33	.200
Smoking				
No	9 (81.8)	8 (72.7)	0.26	.999
Yes	2 (18.2)	3 (27.3)		

BMI=body mass index.

Table 3. Homogeneity between the Cold Gel Pack Group and the Ice Pack Group. (N=22)

Characteristic	Group 1 (Cold gel pack) (n=11)	Group 2 (Ice pack) (n=11)	t	p
	Mean±SD	Mean±SD		
StO ₂ (%)	69.43±7.97	67.66±6.27	0.25	.253
SpO ₂ (%)	97.52±1.25	97.09±1.05	-1.65	.115
Peripheral blood flow (cm/s)	7.49±4.63	7.13±2.97	-0.98	.336
Skin-temperature (°C)				
Trunk	33.57±0.87	32.64±1.63	-1.35	.193
Arm	32.21±1.89	31.77±1.97	-0.69	.510
Body-temperature(°C)	36.41±0.31	36.55±0.35	-0.06	.949

StO₂=tissue oxygen saturation; SpO₂=peripheral oxygen saturation.

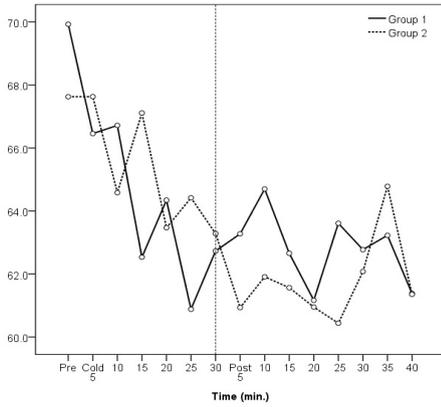


Fig. 1-A. Tissue oxygen saturation.

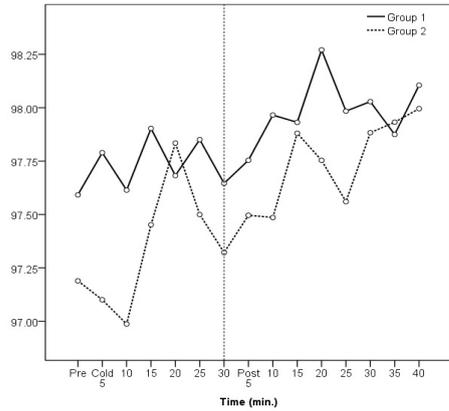


Fig. 1-B. Peripheral oxygen saturation

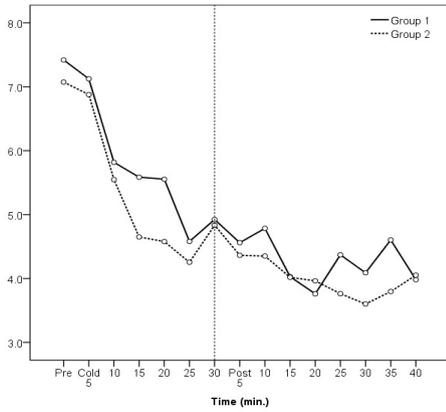


Fig. 1-C. Peripheral blood flow

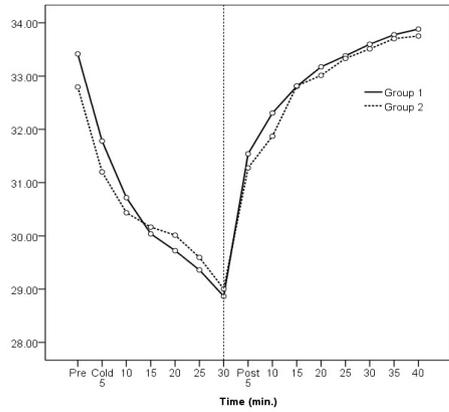


Fig. 1-D. Skin temperature on the trunk.

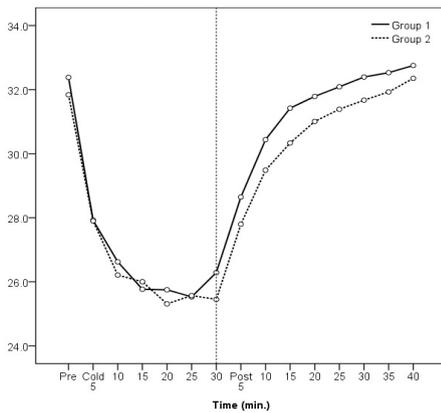


Fig. 1-E. Skin temperature on the arm.

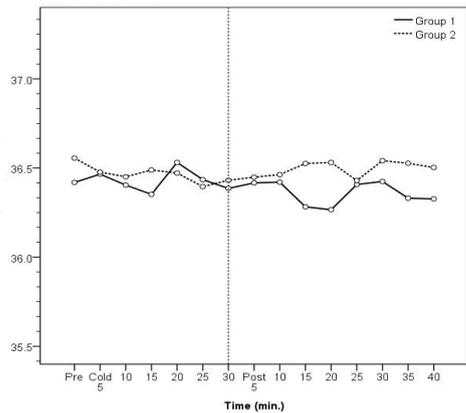


Fig. 1-F. Body temperature.

Fig. 1. Changes in the main variables during 30 minute-local cooling and 40 minute-rewarmin

중재 전 주요 결과변수는 두 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 없어 동질함을 확인하였다(Table 3).

3.2 냉 젤 팩 군에서 조직과 말초의 산소포화도, 말초혈류, 피부온도, 체온의 변화

냉 젤 팩 군에서 StO₂는 냉 요법 전 69.43%였고, 냉 젤 팩 적용 이후 감소하다가 25분 후 60.88%로 가장 낮았으며 냉 젤 팩 제거 40분 후에는 61.46%로 냉 적용 이전 수준으로 회복하지는 않았다(Figure 1-A).

SpO₂는 냉 적용 후 97.52% ~ 98.20% 이내의 미세한 변화가 불규칙한 양상으로 나타났다(Figure 1-B).

말초혈류는 냉 요법 전 7.49cm/s였는데 냉 젤 팩 적용 이후 감소하였고, 냉 젤 팩을 제거한 이후에도 지속적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 냉 젤 팩을 제거하고 40분 경과 후에는 3.96cm/s로 냉 적용 이전 수준으로 회복하지 않았다(Figure 1-C).

피부온도는 냉 젤 팩 적용 전 체간부 33.57℃, 팔 32.21℃였고, 모두 냉 요법 적용 이후 감소하다가 30분 후에 팔에서 최저 26.05℃까지 낮아졌다(Figure 1-D, E). 냉 젤 팩을 제거한 이후부터 피부온도는 점차 상승하여 냉 젤 팩 제거 40분 후에는 체간부 33.97℃, 팔 32.49℃로 모두 중재 이전의 수준으로 회복하였다.

체온은 냉 젤 팩 적용 및 제거에 따른 변화는 나타나지 않았다(Figure 1-F).

3.3 얼음 팩 군에서의 조직과 말초의 산소포화도, 말초혈류, 피부온도, 체온의 변화

얼음 팩 군에서 StO₂는 냉 요법 전 67.66%였고, 얼음 팩 적용 이후 감소하다가 얼음 팩을 제거한 이후 25분 경과시점에서 60.44%로 최저치를 나타냈다. 얼음 팩을 제거하고 40분 후에도 냉 젤 팩 군과 유사하게 StO₂는 61.19%로 냉 적용 이전 수준으로 회복하지 않았다(Figure 1-A).

SpO₂는 냉 적용 후 불규칙한 양상의 변화를 보였으나 97.09%~97.91% 이내에서의 미세한 변화였다(Figure 1-B).

말초혈류는 냉요법 전 7.13cm/s였고 얼음 팩 적용 이후 감소하였고, 냉을 제거한 이후에도 지속적으로 감소하였다. 얼음 팩을 제거하고 40분 후에는 4.02cm/s로 중재 이전 수준으로 회복하지 않고 낮은 수준에 머물러 있었다(Figure 1-C).

피부온도 역시 냉 젤 팩 군과 매우 유사한 양상을 나

타냈다. 체간부 32.64℃, 팔 31.77℃에서 모두 얼음 팩 적용 이후 감소하였고, 20분 후에 팔에서 최저 24.73℃까지 낮아졌다. 냉을 제거한 이후부터 피부온도는 점차 상승하여 체간부와 팔에서 각각 33.75℃, 32.58℃로 모두 중재 이전의 수준으로 회복하였다(Figure 1-D, E). 체온은 얼음 팩 적용 및 제거에 따른 변화를 나타내지 않았다(Figure 1-F).

3.4 냉 젤 팩 군과 얼음 팩 군에서의 조직과 말초의 산소포화도, 말초혈류, 피부온도, 체온 비교

두 그룹 간의 주요 변수의 변화를 비교하기 위한 반복 측정 분산분석은 BMI를 공변량으로 하여 분석했고, 구형성 가정을 만족하지 않아 다변량 결과를 이용하였다(Table 4).

Table 4. Changes in the Main Variables after the Intervention (N=22)

Variables	Group 1 (Cold gel pack) (n=11)	Group 2 (Ice pack) (n=11)	Source	F	p
	Mean±SD	Mean±SD			
StO ₂ (%)					
T1	69.43±7.97	67.66±6.27	Group	4.01	.059
T2	61.06±9.89	64.80±7.01	Time	3.41	<.001
T3	61.46±13.07	61.19±7.61	G*T	0.89	.567
SpO ₂ (%)					
T1	97.52 ±1.25	97.09±1.05	Group	0.29	.599
T2	97.70±0.82	97.27±1.10	Time	1.33	.364
T3	98.20±0.63	97.91±0.83	G*T	1.08	.486
Peripheral blood flow (cm/s)					
T1	7.49±4.63	7.13±2.97	Group	0.06	.803
T2	4.74±4.26	5.00±2.67	Time	2.70	.095
T3	3.96±3.18	4.02±1.82	G*T	0.57	.827
Skin temperature (°C)					
Trunk					
T1	33.57±0.87	32.64±1.63	Group	0.17	.683
T2	29.15±3.67	28.90±3.44	Time	13.86	.001
T3	33.97±1.47	33.75±1.31	G*T	1.20	.422
Arm					
T1	32.21±1.89	31.77±1.97	Group	0.19	.662
T2	26.92±5.15	24.88±5.38	Time	5.71	.014
T3	32.49±1.90	32.58±2.11	G*T	0.31	.971
Body temperature (°C)					
T1	36.41±0.31	36.55±0.35	Group	0.25	.626
T2	36.46±0.33	36.36±0.30	Time	0.59	.811
T3	36.32±0.38	36.48±0.31	G*T	0.31	.970

T1: baseline, T2: after cooling, T3: after rewarming, StO₂=tissue oxygen saturation, SpO₂=peripheral oxygen saturation, *G*T:Group*Time

StO₂는 시간 경과에 따라 유의한 차이를 나타냈다 (F=3.41, p<.001). 그러나 그룹 간에 유의한 차이가 없었으며, 집단과 시간 경과와의 상호작용 효과도 유의하지 않았다.

말초혈류는 시간 경과나 그룹 간에 유의한 차이가 없었으며, 집단과 시간 경과와의 상호작용 효과도 유의하지 않았다. 피부온도는 체간(F=13.86 p=.001)과 팔(F=5.71, p=.014)에서 시간 경과에 따라서 유의한 차이가 있었으나, 그룹 간 차이나 집단과 시간 경과와의 상호작용 효과는 유의하지 않았다. SpO₂와 체온은 유의한 차이가 없었다.

4. 논의

본 연구는 정상 성인 22명을 대상으로 냉 요법에 따른 생리적 변화를 확인하고 비교함으로써 냉 요법 기구인 냉 젤 팩과 얼음 팩의 적정 적용시간 및 회복시간을 규명하기 위해 진행되었다.

냉 젤 팩과 얼음 팩을 적용했을 때 StO₂는 급격히 감소하였다. 이는 선행연구[2]에서 StO₂의 감소는 냉 요법이 말초혈류와 대사를 낮춘 결과에 의한 것이라는 보고와 일치한다. 이러한 감소추세는 냉 요법 중단 후에도 지속되다가 수동적 재가온 후에는 중재 전의 91~92% 수준으로 회복되었다. 냉 요법 후 StO₂를 측정할 연구가 거의 없어 직접 비교가 어려우나, 발목 관절부위에 10분간의 냉 요법 후 10분간의 수동적 재가온을 유지한 선행연구[21]에서 180% 회복했다는 결과보다 낮은 회복율을 나타냈다. 본 연구에서는 선행연구보다 긴 회복시간을 가졌음에도 불구하고 StO₂가 완전히 회복되지 않은 것은 냉 요법 적용시간이 선행연구보다 길었고, 측정부위의 조직학적 특성이 다른 데 기인한 것으로 생각된다. 본 연구에서 StO₂의 변화는 냉 젤 팩이나 얼음 팩을 액와에 적용할 때 적어도 40분 이상의 휴식시간, 즉 수동적 재가온이 필요함을 보여준다.

SpO₂는 냉 젤 팩이나 얼음 팩을 적용한 후와 수동적 재가온 기간 동안 불규칙한 변동을 보였으나 1% 이내의 미미한 변화였다. 이러한 결과는 발열환자에게 얼음 팩을 액와, 서혜부, 복부, 무릎 아래에 20분간 적용했던 연구[11]와 일치한다. 냉 요법을 전신에 적용하지 않고 국소적으로 적용함에 따라 전신의 산소포화도는 큰 영향을 받지 않는다는 것을 의미한다.

말초혈류는 냉 젤 팩과 얼음 팩을 적용한 후, 적용 전

대비 최저 62%까지 감소하였다. 이것은 냉 적용이 혈관 수축을 가져오고 그에 의해 말초 혈류가 감소한다는 것 [22]을 보여주는 결과이다. 특히 수동적 재가온 후에 말초혈류의 회복율이 냉 적용 전 대비 60% 수준으로 나타난 것은 주목할 만하다. 40분이라는 짧지 않은 회복시간을 두었음에도 불구하고 말초혈류가 충분히 회복하지 않은 점에 비추어볼 때, 냉 요법을 장시간 적용할 경우 혈관수축과 그로 인한 허혈 등을 초래할 수 있으므로 [23], 주의해야 할 것으로 생각된다.

피부온도는 냉 젤 팩과 얼음 팩을 적용한 후 급격히 저하되었고, 수동적 재가온 후에는 냉 적용 전의 수준으로 회복되었다. 냉 요법을 액와에 적용한 후 적용부위의 피부온도를 보고한 연구가 거의 없어 직접비교는 어려우나, 냉수를 이용한 냉 요법이 16.9℃ [19], 연조직 손상 환자에게 30분간 적용한 얼음 팩이 20.7℃ [24], 20분간 적용한 냉 젤 팩이 14.4℃까지 피부온도를 낮추었다는 선행연구[25]보다 높은 수준이었다. 본 연구에서 냉 요법 적용 부위의 피부온도가 선행연구보다 다소 높았던 것은 선행연구 대부분이 대퇴부에서 측정한 것과 달리, 상대적으로 큰 혈관분포가 많은 신체 중심부에 더 근접한 체간부와 팔의 내 측면에서 측정했기 때문이라 유추해 볼 수 있다. 냉 요법은 피부온도를 13℃~32.2℃까지 혹은 중재 전의 피부온도보다 4℃~9℃ 낮게 적용하는 것이 안전하고 효율적이라고 알려져 있다 [20,26]. 본 연구에서 최저 피부온도는 24.73℃~26.05℃로 이러한 범위에 속한다고 볼 수 있다. 과도한 피부온도 저하는 조직손상을 초래할 수 있으므로 [27], 본 연구에서 냉 요법 이전 수준으로 피부온도가 완전히 회복된 것을 근거로 하여 30분 냉 요법 후 40분 수동적 재가온 방법은 임상적으로 유용할 것으로 본다.

본 연구에서 체온은 약 0.2℃ 이내의 변화를 보였는데, 이는 오차범위 이내이므로 의미 있는 변화로 보기 어렵다. 냉 요법 후의 체온변화 결과는 발열이 있는 중환자에게 얼음 팩을 30분간 적용한 후 0.57℃ 체온감소를 보였다는 선행연구[11]와는 차이가 있다. 이 선행연구는 얼음 팩을 액와, 서혜부, 복부, 무릎 뒤에 동시에 적용한 반면, 본 연구에서는 액와에 냉 요법을 적용했기 때문에 이러한 차이가 나타난 것으로 볼 수 있다. 국소적 냉 요법이 정상 체온에 미치는 영향과 발열 체온에 미치는 영향은 차이가 있겠으나, 발열 환자에게 체온 감소 목적으로 국소적 냉 요법을 적용할 경우는 접촉 면적을 넓히는 것이 체온 감소에 더 효과적일 수도 있으므로, 액와에 단독으로 적용하는 것 보다는 신체 여러 부위에 적용하는 것

을 고려해 볼 수 있겠다.

마지막으로 냉 젤 팩과 얼음 팩의 효과를 비교한 결과 StO₂, SpO₂, 말초혈류, 피부온도, 체온에 미치는 영향은 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉 두 가지 냉 요법 기구는 비슷한 효과를 가지고 있어 어느 것이 더 우월하다고 볼 수는 없다. 따라서 임상에서 국소적 냉 요법을 적용할 때는 환자의 특성이나 병원의 여건, 간호사의 판단에 따라 냉 젤 팩이나 얼음 팩을 선택하여 사용해도 될 것이다.

우리나라 의료기관의 냉 요법 적용 실태조사[13]에서 냉 요법을 발열환자에게 적용하는 경우가 62%로, 처치 후 통증이나 부종, 출혈 감소 목적으로 사용하는 경우보다 월등히 많았다. 그러나 발열환자의 냉 요법 실무지침은 거의 없는 실정이고, 최근 국내에서 개발된 성인 환자의 냉 요법 실무지침[18]도 발열환자에게 국소적 냉 요법을 적용할 때의 적정 적용시간과 간격을 구체적으로 제시하지는 못하였다. 이는 발열환자를 대상으로 한 무작위 대조군 연구가 부족하기 때문으로 보인다. 이러한 상황에서 본 연구는 발열환자에게 흔히 적용되는 냉 요법을 액와에 적용할 경우 생리적 변화를 확인함으로써 적정 적용시간과 수동적 재가온 시간을 제시하고자 하였다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 우선 수동적 재가온 시간을 40분으로 제한함에 따라 각 지표의 충분한 회복에 소요되는 시간을 확인하는 데 한계가 있고, 건강한 성인을 대상으로 하여 국소적 냉 요법의 발열 감소 효과를 확인하기는 어려웠다. 본 연구 결과는 건강한 성인과 대사가 다른 발열환자에게 적용할 때 주의할 필요가 있겠다.

이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 가장 흔히 사용되는 냉 요법인 냉 젤 팩과 얼음 팩 적용 후 생리적 변화와 회복 정도를 파악함으로써, 냉 요법의 적정 적용 시간과 간격을 결정하는 데 참고가 될 수 있는 기초자료를 제공했다는 점에서 의의가 있다고 사료된다.

5. 결론

본 연구는 냉 젤 팩과 얼음 팩 적용 후와 수동적 재가온 후 생리적 변화를 확인하여 냉 요법의 적용시간과 간격에 대한 근거를 마련하고자 하였다. 액와에 30분간 적용한 냉 젤 팩과 얼음 팩은 모두 조직 산소포화도와 피부온도 감소에 효과가 있었고, 두 냉 요법의 효과는 비슷했다. 그러나 40분간의 수동적 재가온을 위한 회복시간 후에도 조직 산소포화도와 말초혈류는 냉 적용 이전 수준

으로 충분히 회복되지 않았다. 따라서 액와에 국소적 냉 요법을 적용할 때는 30분 적용 후 적어도 40분 이상의 수동적 재가온을 위한 시간을 갖도록 해야 할 것이다. 추후 발열환자를 대상으로 한 반복연구를 통해, 발열감소라는 목적과 생리적 회복이라는 부작용 감소 전략을 균형 있게 반영한 냉 요법의 효과를 규명하는 연구를 제안한다.

References

- Butcher HK, Bulechek GM, Dochterman JM, Wagner CM. "Nursing interventions classification (NIC)". 7th ed. St. Louis, MO: Elsevier; p.214, 2018.
- Khoshnevis S, Craik NK, Diller KR. Cold-induced vasoconstriction may persist long after cooling ends: an evaluation of multiple cryotherapy units. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. vol. 23, no.9, pp. 2475-2483, Sep, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-014-2911-y>
- Adie S, Kwan A, Naylor JM, Harris IA, Mittal R. Cryotherapy following total knee replacement. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. vol.12, no.9, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007911.pub2>
- East CE, Begg L, Henshall NE, Marchant PR, Wallace K. Local cooling for relieving pain from perineal trauma sustained during childbirth. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. vol.12, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006304.pub3>
- Hammond NE, Boyle M. Pharmacological versus non-pharmacological antipyretic treatments in febrile critically ill adult patients: a systematic review and meta-analysis. *Australian Critical Care*. vol.24, no.1, pp.4-17. Feb, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2010.11.002>
- Modabber A, Rana M, Ghassemi A, Gerressen M, Gellrich NC, Holzle F, et al. Three-dimensional evaluation of postoperative swelling in treatment of zygomatic bone fractures using two different cooling therapy methods: a randomized, observer-blind, prospective study. *Trials*. vol.29, pp14-238, Jul, 2013, DOI: <https://doi.org/10.1186/1745-6215-14-238>
- Kilpatrick MM, Lowry DW, Firlirk AD, Yonas H, Marion DW. Hyperthermia in the neurosurgical intensive care unit. *Neurosurgery*.vol.47,no.4, pp.855-856, Oct, 2000 DOI: <https://doi.org/10.1097/00006123-200010000-00011>
- Jeon EJ, Lee HM, Cho SG, Kang HK, Kwak HW et al. Causes of Fever in the ICU - A Prospective, Cohort Study. *Korean Journal of Critical Care Medicine*. vol.23, no.1, pp.13-17, Jun, 2008. DOI: <https://doi.org/10.4266/kiccm.2008.23.1.13>
- Kallmunzer B, Krause C, Pauli E, Beck A, Breuer L, Kohrmann M, et al. Standardized antipyretic

- treatment in stroke: a pilot study. *Cerebrovascular Disease*. vol.31, no.4, pp.382-389, March, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1159/000321733>
- [10] Carney N, Totten AM, O'Reilly C, Ullman Js, Hawryluk GWJ, Bell MJ, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. *Journal of Neurotrauma*. VOL.80, N0.1, PP.6-15, Jan, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000001432>
- [11] Asgar PH, Yavuz M. Effects of peripheral cold application on core body temperature and haemodynamic parameters in febrile patients. *International Journal of Nursing Practice*. vol.20, no.2, pp.156-163, August,2014.
DOI: <https://doi.org/10.1111/ijn.12151>
- [12] Salgado PO, Silva LC, Silva PM, Chianca TC. Physical methods for the treatment of fever in critically ill patients: a randomized controlled trial. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*. vol.50, no.5,pp. 823-830, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1590/s0080-623420160000600016>
- [13] Shin YS. Nursing protocols of cold application in different medical institutions in Korea. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. vol.21, pp.355-365, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.22650/JKCN.R.2015.21.3.355>
- [14] Lissoway JB, Lipman GS, Grahn DA, Cao VH, Shaheen M, Phan S, et al. Novel application of chemical cold packs for treatment of exercise-induced hyperthermia: a randomized controlled trial. *Wilderness & Environmental Medicine*. vol.26,no.2,pp.173-179Jun, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wem.2014.11.006>
- [15] Sprouse-Blum AS, Gabriel AK, Brown JP, Yee MH. Randomized controlled trial: targeted neck cooling in the treatment of the migraine patient. *Hawai'i Journal of Medicine & Public Health*. vol.72,no.2,pp.237-241, 2013.
- [16] Ko I. "Procedure for Fundamentals of Nursing". Seoul: Jeongdam Media: p.27, 2013.
- [17] Chailier M, Ellis J, Stolarik A, Woodend K. Cold therapy for the management of pain associated with deep breathing and coughing post-cardiac surgery. *Canadian Journal of Cardio-Nursing Practice Guidelines for Cold Application vascular Nursing*. vol. 20, no. 2, pp. 18-24, 2010.
- [18] Bleakley CM, O'Connor S, Tully MA, Rocke LG, Macauley DC, McDonough SM. The PRICE study (Protection Rest Ice Compression Elevation): design of a randomised controlled trial comparing standard versus cryokinetic ice applications in the management of acute ankle sprain [ISRCTN13903946]. *BMC Musculoskeletal Disorders*. vol.19, pp.8-125, Dec, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-125>
- [19] Shin YS, Kim HJ, An JW, Lee Y. Development of evidence-based nursing practice guidelines for cold application in adult care. *Korean Journal of Adult Nursing*. vol.30, no.3, pp. 325-345, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7475/kjan.2018.30.3.325>
- [20] Ihsan M, Watson G, Lipski M, Abbiss CR. Influence of postexercise cooling on muscle oxygenation and blood volume changes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. vol.45, no.5, pp. :876-882, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31827e13a2>
- [21] Enwemeka CS, Allen C, Avila P, Bina J, Konrade J, Munns S. Soft tissue thermodynamics before, during, and after cold pack therapy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. vol. 34, no.1, pp. 45-50, Jan, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1097/00005768-200201000-00008>
- [22] Knobloch K, Grasemann R, Jagodzinski M, Richter M, Zeichen J, Krettek C. Changes of achilles midportion tendon microcirculation after repetitive simultaneous cryotherapy and compression using a cryo/cuff. *American Journal of Sports Medicine*. vol.34,pp.1953-1959, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0363546506293701>
- [23] Lilleby K, Garcia P, Gooley T, McDonnell P, Taber R, Holmberg L, et al. A prospective, randomized study of cryotherapy during administration of high-dose melphalan to decrease the severity and duration of oral mucositis in patients with multiple myeloma undergoing autologous peripheral blood stem cell transplantation. *Bone Marrow Transplantation*. vol. 37, no. 11, pp.1031-1035, Jun, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.bmt.1705384>
- [24] Music M, Finderle Z, Cankar K. Cold perception and cutaneous microvascular response to local cooling at different cooling temperatures. *Microvascular Research*. vol. 81, no. 3, pp. 319-324, May, 2011..
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2011.01.004>
- [25] Kuo CC, Lin CC, Lee WJ, Huang WT. Comparing the antismelling and analgesic effects of three different ice pack therapy durations: a randomized controlled trial on cases with soft tissue injuries. *Journal of Nursing Research*. vol. 21, no. 3, pp. 186-194,Sep, 2013..
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/jnr.0b013e3182a0af12>
- [26] Chesterton LS, Foster NE, Ross L. Skin temperature response to cryotherapy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. vol .83, no.4, pp.543-549, Apr, 2002
DOI: <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.30926>
- [27] Gorji HM, Nesami BM, Ayyasi M, Ghafari R, Yazdani J. Comparison of ice packs application and relaxation therapy in pain reduction during chest tube removal following cardiac surgery. *North American Journal of Medical Sciences*.vol.6,no.1,pp.19-24,Jan, 2014..
DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/1947-2714.125857>
- [28] Kim W, Kim J, Lee S, Jang O, Seo K, Kang H, et al. "Fundamentals of nursing interventions." Seoul: Soomoonsa: p.214, 2015.

김 승 옥(Seung-Ok Kim)

[정회원]



- 2006년 8월 : 연세대학교 보건대학원 석사 졸업
- 2015년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 일반대학원 박사 수료

<관심분야>

육창예방 간호, 수술간호, 감염관리

신 용 순(Yong-Soon Shin)

[정회원]



- 2012년 3월~2014년 2월 : 국립 창원대학교 간호학과 조교수
- 2014년 3월~현재 : 한양대학교 간호학부 교수

<관심분야>

성인간호학