



순차적 냉·온 요법이 척추 수술 후 통증과 통증 조절 만족도, 안위, 주관적 반응에 미치는 효과

김정희¹⁾ · 임승철²⁾ · 노성우²⁾ · 이순진¹⁾ · 고영미¹⁾ · 김여옥¹⁾ · 신용순³⁾

Effects of Sequential Application of Superficial Cold and Heat on Pain, Patient Satisfaction with Pain Control, Comfort Level and Subjective Response after Spine Surgery

Kim, Jeoung Hee¹⁾ · Lhim, Seung Chul²⁾ · Roh, Sung Woo²⁾ · Lee, Sun Jin¹⁾ · Ko, Young Mi¹⁾
Kim, Yeo Ok¹⁾ · Shin, Yong Soon³⁾

1) Department of Nursing, Asan Medical Center

2) Department of Neurosurgery, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center

3) College of Nursing, Hanyang University

Purpose: The aims of the current study were to evaluate the effects of superficial cold and heat after spine surgery on pain, satisfaction with pain control and comfort level, and to identify subjective responses and adverse effects. **Methods:** A prospective, single-blind, randomized controlled trial was utilized. The intervention group (n=36) received superficial cooling until the wound drain was removed and thereafter followed by superficial heating until discharge, while the control group (n=34) received only superficial cooling until wound drain was removed. Data were collected from August 4 to November 11 2014. **Results:** There was significant difference in pain according to time within groups ($F=71.87, p<.001$). However, we found no difference in pain between groups. The intervention group reported higher patient satisfaction with pain control (4 vs 3, $z=-2.83, p=.005$) and higher comfort level (5 vs 4, $z=-4.12, p<.001$) than the control group. **Conclusion:** Results indicate that sequential application of superficial cold and heat is a useful method in clinical practice for management of pain after spine surgery.

Key words : Cryotherapy, Hot temperature, Personal satisfaction, Postoperative pain, Spine

* This work was supported by the research fund of Hanyang University (HY-2014-517).

주요어 : 냉요법, 고체온, 개인만족, 수술후 통증, 척추

* 이 논문은 2014년 한양대학교 교내 연구비 지원으로 연구되었음(HY-2014-517).

1) 서울아산병원 간호부

2) 울산의대 서울아산병원 신경외과

3) 한양대학교 간호학부(교신처) E-mail: ysshin2k@hanyang.ac.kr

Received January 12, 2016 Revised February 3, 2016 Accepted May 13, 2016

• Address reprint requests to : Shin, Yong Soon

College of Nursing, Hanyang University

222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 133-791, Korea

Tel: 82-2-2220-0798 Fax: 82-2-2220-1163 E-mail: ysshin2k@hanyang.ac.kr

서 론

연구의 필요성

부적절한 수술 후 통증 조절은 신체 활동을 감소시키고 정맥의 정체와 심부 정맥 혈전, 폐 색전, 장 폐색, 오심, 구토, 요 정체 등 부작용을 일으킬 수 있다. 척추 수술을 받은 환자들은 수술 이후 중등도 이상의 통증을 경험하므로[1], 수술 후 잠재적 합병증을 최소화하고 불필요한 피로움과 고통을 감소시키기 위해서는 효과적인 통증 조절이 무엇보다 중요하다. 수술 후 발생한 급성 통증을 조절하는 것은 의료기관에서 치료의 결과로서 뿐만 아니라, 환자 만족의 중요한 요소로서 집중적 관심의 대상이 되어 왔다[2].

또한 통증은 생리적 현상이라기보다 심리적, 사회적, 문화적, 환경적 요인이 복합적으로 영향을 미친 결과이므로[3], 통증 조절 만족도는 전체적인 환자만족도의 중요한 구성요소라 할 수 있다[4]. 통증 조절의 효과성에 대한 환자의 판단과 만족도는 통증 조절의 결과를 평가하기 위해 많은 의료기관에 의해 중요한 결과지표로 측정되고 있다[5]. 통증 조절의 결과 평가는 통증의 강도 이외에도 통증조절에 대한 환자 만족도, 안위감 등 그 범위를 넓혀가고 있다[2].

수술 후 통증 조절을 위한 연구는 약물의 사용 효과를 중심으로 이루어져 왔으나, 약물적 치료와 비약물적 간호 중재를 병행하는 것이 가장 좋은 통증 조절 중재가 될 수 있다[6]. 비약물적 중재는 자가 간호를 촉진하고, 부작용이 적으면서 언제든 사용 가능하며, 비용이 저렴하여 독립적 간호실무의 범위 내에서 허용되고 있다[7]. 수술 후 통증 조절을 위한 비약물적 중재 중에서 특히 냉 요법과 온 요법은 관문통제이론[8]에서 설명하고 있는 통증 조절의 기전을 직접적으로 적용할 수 있는 중재이다. 통증 감각이 중추신경계로 도달하지 못하도록 통증 관문을 닫아 통증 지각을 낮추는 대표적인 비통증성 자극인 온도 자극은 통증 전달 체계에서 억제성 뉴런을 흥분시킨다. 흥분된 억제성 뉴런은 통증자극이 투사신경세포를 통해 통증 자극이 뇌로 전달되는 것을 억제하여 통증 지각을 낮출 수 있다[9]. 비통증성 자극을 활용한 통증 조절 중재로서 냉 요법과 온 요법은 그 자체의 특징과 피부 자극의 효과로 수술 후 급성 통증을 완화시킬 수 있고 값싸고 손쉽게 적용할 수 있는 이점이 있다. 냉과 온의 생리적 효과는 상반되지만 일반적으로 같은 상황의 문제를 해결하기 위하여 둘 다 사용되기도 한다[10].

수술 환자에게 냉 요법을 적용한 다양한 연구에서 냉 요법의 효과가 확인된 바 있는데 특히 개두술과 고관절 수술 환자의 부종과 통증, 출혈 감소에 효과적임이 입증되어 왔다[11,12]. 이러한 효과는 국소적 냉 적용이 피부와 조직의 온도를

를 낮추고, 혈관 수축으로 조직으로의 혈류를 감소시켜 상처의 출혈을 조절하며, 모세혈관의 투과성을 낮춰, 조직으로의 체액 이동을 방지하고 부종을 경감시키며, 신경 전도속도를 늦춤으로써 통증을 조절하는 기전으로 설명된다[13].

냉 요법과 함께 독자적인 간호중재의 하나인 온 요법 역시 척추 수술 후 근경련과 근육강직 치료를 위해 적용할 수 있다고 권고되고 있고[14], 급성 또는 아급성 요통 환자에서 통증 감소 효과가 있으며[15], 복부 및 충수절제술 환자의 통증 경감과 진통제 사용량을 줄이는 데 효과가 있다고 보고되었다[16]. 이러한 효과는 온 요법이 혈관 확장으로 혈류와 조직으로의 산소와 영양공급 증가, 식균 세포의 활동과 염증과정 및 상처치유 촉진[17], 결합조직 탄성 증가에 따른 관절강직 완화[18], 근육 이완에 따른 근경련 완화 등을 통해 통증을 조절한다는 기전에 근거한다.

지금까지의 연구 결과를 요약하면 냉 요법은 출혈 위험성이 높고 부종에 따른 통증 악화가 특징인 수술 직후시기에 적합한 중재가 될 수 있다. 그러나 수술 직후를 지나 수술 부위의 근육 손상과 근육경련에 따른 통증이 우세한 시기에는 냉 요법 보다는 온 요법이 근육 이완에 도움이 되므로 더 효과적일 수 있다[18]. 현재까지 척추 수술 후 간호는 감각과 운동 기능 사정과 수술 후 자세, 배뇨문제 등에 집중되어 있고, 수술 후 통증 완화를 위한 비약물적 중재는 심상요법이나 이완요법을 언급하는 수준에 머물러 있다[19]. 임상에서는 척추 수술 후 냉 요법을 적용하는 경우가 일부 있으나, 의료인의 개인적 선호 등에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 출혈 위험과 부종으로 인한 통증이 우세한 수술 직후와, 근육경련에 따른 통증이 있고 심부조직의 치유가 진행되는 수술 후 시기를 구분하여 냉·온 요법을 각 시기에 적합하게 적용해야 할 것이다. 이의 근거를 마련하기 위해서 두 시기를 구분하는 지표로 배액관 제거 일을 기준으로 할 필요가 있는데, 이는 수술 부위 혈종 등 출혈 위험이 감소하면서 배액관으로 인한 감염위험을 고려하여 배액관 제거 시기가 결정되기 때문이다[20]. 배액관 제거 전에는 냉 요법을, 배액관 제거 후에는 온 요법을 순차적으로 적용하여 통증 완화에 미치는 영향을 알아 볼 필요가 있다. 또한 통증완화 여부를 통증의 강도만 측정할 경우 단면적인 평가가 될 수 있으므로, 통증 조절에 대한 만족도나 안위감을 함께 조사해야 할 것이다.

최신 급성통증 관리 가이드라인도 수술 후 효과적인 통증 조절을 위해 비약물적 중재의 사용을 고려하고, 비약물적 중재의 통증 조절 효과를 평가할 것을 권고하고 있다[21]. 비약물적 중재의 적용에 있어서 그 효과에 대한 과학적 근거뿐만 아니라 대상자의 주관적 반응과 부작용을 평가함으로써 최선의 실무를 개발할 수 있다. 따라서 척추 수술 환자에게 관문통제 이론을 이용하여 비통증성 자극인 냉 요법과 온 요법을

순차적으로 적용함으로써 수술 후 통증과 통증조절 만족도, 안위감에 미치는 효과를 평가하고, 냉, 온 요법에 대한 주관적 반응과 부작용을 파악하는 연구가 필요하다. 이에 본 연구는 척추 수술 후 시기에 따라 냉 요법과 온 요법을 순차적으로 적용하여 그 효과를 규명하여 척추 수술 후 통증 관리에 효과적인 간호중재 방안을 마련하는 데 기여하고자 한다.

연구 목적

본 연구의 목적은 척추수술 후 순차적으로 냉 요법과 온 요법을 적용하였을 때 수술 후 통증 강도와 통증조절 만족도, 안위감에 미치는 효과를 평가하고, 대상자의 주관적 반응과 냉, 온 요법의 부작용을 확인하기 위함이다.

연구 가설

연구의 목적에 따른 가설은 다음과 같다.

- 가설 1. 냉·온 요법을 순차적으로 적용한 실험군은 냉 요법만 적용한 대조군에 비하여 통증강도가 낮을 것이다.
- 가설 2. 냉·온 요법을 순차적으로 적용한 실험군은 냉 요법만 적용한 대조군에 비하여 통증조절에 대한 만족도가 높을 것이다.
- 가설 3. 냉·온 요법을 순차적으로 적용한 실험군은 냉 요법만 적용한 대조군에 비하여 안위감이 높을 것이다.

연구 방법

연구 설계

본 연구는 순차적 냉·온 요법이 척추 수술 후 통증과 통증조절 만족도, 안위에 미치는 효과를 평가하고, 냉, 온 요법에 대한 주관적 반응과 부작용을 확인하기 위한 무작위 대조군 실험설계이다(Table 1).

연구 대상

본 연구의 대상자는 서울시내 A 의료기관 신경외과에서 척추 추간판 탈출증, 척추관 협착증, 또는 척추 전방 전위증으로 진단 받은 후 20일에서 한 달까지, 계획된 척추 후궁 절제술, 디스크 절제술, 또는 척추 유합술을 받은 19세 이상 환자로 하였다. 또한 국문해독과 의사소통이 가능하여 자발적으로 대답할 수 있는 자로 하였다. 그러나 2분절 이상의 유합술, 좌골편 이식술, 6개월 이내 재수술인 경우, cold allergy가 있거나 활력징후가 불안정한 경우, 신경학적으로 급격한 변화가

Table 1. Research Design

	Pretest	Treatment	Posttest			
Experimental group	Y ₀	X ₁	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Control group	Y ₀	X ₂	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄

X₁=Superficial cold (from postop 1 hour until wound drain was removed) and thereafter followed by superficial heat until discharge; X₂=Superficial cold only (from postop 1 hour until wound drain was removed);

Y₀=Pain; Y₁=Pain on superficial cold day 1; Y₂=Pain on superficial cold day 2; Y₃=Pain on superficial heat day 1 in the experimental group and day 1 after cold stop in the control group; Y₄=Pain and patient satisfaction with pain control on superficial heat day 2 in the experimental group and day 2 after cold stop in the control group.

있는 경우는 제외하였다.

표본 크기 선정은 Cohen의 Power analysis에 근거하여 두 집단의 반복측정 분산분석을 위해 적절한 대상자 수를 산출하고자 시행되었다. 냉요법을 적용한 선행연구에서 효과크기는 0.43 [12]부터 1.03 [10]까지 다양하였으나, 냉요법의 적용 방법과 대상이 본 연구 대상과 일치하지 않았다. 따라서 본 연구의 효과크기는 낮은 정도의 효과크기 0.2와 선행연구에서 가장 낮은 효과크기였던 0.43의 중간정도인 0.27로 예상하였다. Power and Precision을 이용하여 효과크기 0.27, 유의수준 .05, 검정력 80%, 측정 시점 5회를 기준으로 산출한 결과, 총 68명이 도출되었고 20%의 탈락률을 고려하여 대상자를 모집하였다.

연구 도구와 결과 변수

● 통증(Pain)

수술 부위 통증은 100mm 길이의 시각상사척도(visual analog scale, VAS)를 이용하여 연구 참여자가 직접 통증의 정도를 표시하게 한 후 해당 지점의 길이를 측정하였다. 점수가 높을수록 통증 정도가 심함을 의미한다.

● 통증 조절 만족도(Patient satisfaction with pain control)

냉·온 요법에 대한 통증 조절에 대한 전반적인 만족도를 질문하는 문항으로 “얼음팩(또는 황토팩)의 통증조절에 대한 귀하의 만족도는 어느 정도입니까?”라는 내용으로 질문한 후, 1점(매우 불만족)에서 4점(매우 만족)의 4점 척도인 Likert scale로 측정하였고, 점수가 높을수록 통증조절에 대한 만족도는 높음을 의미한다.

● 안위감(Comfort level)

냉(또는 온)을 적용하여 얼마나 편안해졌는가에 대한 문항으로 “얼음팩(또는 황토팩)을 적용하여 얼마나 편안해지셨습

니까?라는 내용으로 질문한 후, 선행 연구[22]에 기초하여 1점(매우 불편)에서 5점(매우 편안)의 5점 Likert scale로 측정하였고, 점수가 높을수록 척추 수술 후 안위감이 높음을 의미한다.

● 주관적 반응(Subjective response)

냉, 온 요법에 대한 대상자의 주관적 반응을 조사하기 위해 “얼음팩(또는 황토팩)을 적용하니 어떻습니까?”라는 개방형 질문을 이용하였다.

● 냉, 온요법의 부작용(Adverse effect)

냉, 온 요법에 따른 부작용 여부는 Royal Children's Hospital 상처 사정 도구[23]를 참조하여 피부 반응, 냉 또는 열로 인한 손상 등을 평가하여 조사하였다.

예비 조사

본 연구를 진행하기 전 냉·온 요법을 이용한 실험처치의 안전성을 확보하기 위하여 예비조사를 시행하였다. 총 4명을 대상으로 한 예비조사에서 냉동고에서 2시간 보관한 냉 젤 팩 표면 온도는 8~10℃, 15분간 적용한 이후 팩의 표면 온도는 10~12℃로 측정되었다. 피부온도는 냉 요법을 적용하기 전에 29~34℃이었고, 15분간 냉 요법을 적용한 후에는 27~32℃로 약 2℃ 낮아지는 것을 확인하였다. 온 요법을 위해 3분간 가열한 황토 팩의 표면 온도는 39~40℃, 15분간 적용한 후에는 33~35℃로 측정되었다. 온 요법을 적용한 후 피부 온도는 적용 전에 29~34℃에서 15분 적용 후 31~36℃로 상승하였다. 온 요법 온도는 성인의 경우 46~52℃, 노인의 경우 40.5~46℃가 적당하다는 문헌[24]에 근거하고, 적용부위가 수술 상처인 점을 고려하여 냉·온 요법 적용 시간을 15분으로 결정하였다. 냉·온 요법을 15분 적용한 후 발적, 통증 등 이상 반응이 없어 실험 처치에 따른 온도변화로 인한 피부손상 위험이 없음을 확인하였다.

무작위화와 맹검

본 연구는 무작위 대조군 실험 연구로 대상자를 두 군으로 배정하였다. 연구자 중 한 명(A)이 독립적으로 웹사이트(<http://www.randomization.com>) 상에서 중앙화된 무작위법을 이용하여 실험군과 대조군으로 배정을 하였다. 연구자 A가 제공한 배정 봉투는 연구자 C와 D가 대상자로부터 연구 참여 동의를 받은 후 중재 직전에 개봉하여 해당 중재를 개시함으로써 배정은폐를 유지하였다. 중재 특성 상 연구 대상자는 맹검이 안되었고, 자료수집자인 연구자 B와 자료 분석자인 연구자 A와 E는 대상자가 속한 군을 인지하지 못하도록

하여 부분적 맹검을 유지하였다.

실험 처치

냉·온 요법 군(실험군)은 수술직후 1시간부터 배액관 제거 전까지 냉 요법을 적용하며, 배액관을 제거한 후부터 퇴원 전일까지는 온 요법을 순차적으로 적용하였다. 냉은 손상부위의 출혈과 부종, 염증반응을 감소시키며 신경전도 속도를 느리게 하고 감각신경을 차단하여 통증 경감 효과가 있어 수술직후에 적용하는 것이 적절한 반면, 온(溫)은 혈액순환을 도와 삼출물 흡수를 용이하게 하고 회복을 촉진시키므로 수술 후 최소한 24시간 경과 후부터 적용하는 것이 적절하다고 알려져 왔다[10,25]. 따라서 본 연구의 실험처치 프로토콜은 위와 같은 선행연구와 수술 후 출혈의 위험성이 저하되었다는 전제하에 배액관을 제거한다는 사실에 근거하여 배액관 제거 일을 기준으로 순차적 냉·온 요법 프로토콜을 구성하였다. 수술직후부터 배액관을 제거하기 전까지, 즉 출혈의 위험이 보다 우세한 시기에는 냉 요법을 적용하고, 배액관을 제거한 이후, 즉 출혈의 위험이 낮아진 시기에는 온 요법을 적용하였다. 냉 요법은 냉동고에서 얼린 34×16×2cm 크기의 냉 젤 팩을 한 겹의 린넨으로 감싼 후 폐쇄 드레싱된 수술 상처의 환의 위에 매 시간마다 15분간 적용하고, 배액관을 제거하면 냉 요법을 중단하고 온 요법을 적용하였다. 온 요법은 배액관 제거 후부터 퇴원 전일까지 35×26×2cm 크기의 황토 팩을 마이크로웨이브에서 3분간 가열한 다음 한 겹의 린넨으로 감싼 후 폐쇄 드레싱된 수술 상처의 환의 위에 매 시간마다 15분간 적용하였다. 그러나 참여자의 안위를 위해 수면 중에는 냉, 온 요법을 적용하지 않도록 하였다. 평균적으로 오전 8시 30분부터 오후 9시까지 냉, 온요법을 적용하였고, 냉요법 적용기간은 평균 2.49±1.15일, 온요법 적용기간은 평균 2.39±0.90일이었다.

냉 요법 단독 적용군(대조군)은 수술 후 일반적 관리에 해당하는 냉 요법만을 적용하였다. 대조군에게 시행되는 일반적 관리의 편차를 줄이기 위하여 냉 요법은 기존에 시행하던 대로 수술 직후 1시간부터 배액관 제거 전까지 적용하되, 냉동고에서 얼린 냉 젤 팩을 한 겹의 린넨으로 감싼 후 폐쇄 드레싱된 수술상처의 환의 위에 매 시간마다 15분간 적용하도록 하였다. 충분한 숙면을 위해 수면 시간에는 냉 요법을 적용하지 않도록 하였고, 배액관 제거 이후에는 냉 요법을 중단하고 일반적 수술 후 간호를 제공하였다. 냉요법을 적용한 시간대는 평균 오전 8시 30분부터 오후 9시 30분까지였고, 평균 적용기간은 2.26±0.86일이었다.

수술 상처 드레싱의 종류나 두께는 냉·온 요법의 적용 결과에 영향을 미칠 수 있으므로, 수술 상처 드레싱을 표준화하

여 동일하게 적용하였다. 모든 연구 참여자의 수술 부위에 롱 거즈(10×20cm) 10장을 댄 후 fixomol로 고정하는 드레싱을 적용하였다. 냉, 온 요법 시에는 측위에서 냉 젤 팩 또는 황토팩을 수술 부위에 적용한 후, 밀착력 유지와 척추 수술 부위의 안정을 위해 등 베개와 쿠션으로 지지하였다. 진통제의 종류와 사용량은 수술 후 통증에 영향을 미칠 수 있는 혼동변수이나, 윤리적 측면을 고려하여 직접적인 통제를 가하지 않았다.

자료 수집

자료 수집은 2014년 8월 4일부터 11월 11일까지 이루어졌으며, 구체적인 자료 수집 절차는 다음과 같다.

통증은 실험군의 경우 처치 전, 냉 요법 적용 1, 2일과 온 요법 적용 1, 2일에, 대조군의 경우 처치 전, 냉 요법 적용 1, 2일과 냉 요법 중단 후 1, 2일 오전 10시에 각각 측정하였다. 통증 조절 만족도는 두 군 모두 자료 수집 마지막 날에 측정하였다. 자료 수집은 배정 내용을 모르는 연구자 한 명이 시행하여 맹검을 유지하였다. 그 외 자료 수집 내용은 연구 참여자의 인구 사회학적 특성과 진단명, 수술 명, 수술 소요 시간, 진통제 종류 및 진통제 사용량, 스테로이드 사용 유무, 당 노력, 아스피린 또는 항 혈소판제제 사용 유무, 하루 총 배액량, 배액관 제거일, 첫 거동일 등이다. 또한 연구자 B가 매일 부작용 여부를 평가하였고, 자료수집 마지막 날에 냉, 온요법 적용에 따른 안위감을 평가하였다. 또한 냉, 온 요법에 대한 참여자의 주관적인 반응을 개방형 질문으로 조사하였다. 실험군에서 냉·온 요법과 대조군에서 냉 요법의 정확한 적용과 중재의 일관성 유지를 위해 연구 참여자 혹은 보호자가 해당 처치의 시행 여부를 기록하도록 하였다. 연구자 C와 D는 매일 하루 2회씩 순회하며 해당 처치의 시행 여부를 확인하여 누락이 없도록 하였다.

윤리적 고려

본 연구는 서울 시내 A 의료 기관의 기관생명윤리심의위원회(IRB No: 2014-0707)의 승인을 받은 후 연구 계획서에 따라 진행하였고, 식품의약품안전청 및 ICH (International Conference on Harmonization of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use)가 정한 임상 시험 관리기준(Good Clinical Practice, GCP)에 준하여 실시하였다. 연구 참여자는 연구 도중 언제든지 철회할 수 있도록 하였고, 수집된 자료는 연구목적으로만 사용하고, 코드화하여 연구자만 접근할 수 있도록 하였다.

자료 분석 방법

수집된 자료는 SPSS 20.0 프로그램을 이용하였고, 탈락한 대상자의 경우 자료 누락이 많아 per-protocol analysis를 하였다. 누락된 자료를 대체하는 몇 가지 방법들이 존재하지만, 누락 자료 대체가 오히려 본 연구 자료의 특성을 변형할 수 있다고 판단되어 탈락한 대상자 자료는 분석에 포함하지 않았다.

대상자의 일반적 및 임상적 특성은 평균과 표준편차, 중앙값과 사분위 범위, 빈도와 백분율 등 기술 통계를 이용하여 분석하였다. 연속형 변수의 정규성 검정은 Shapiro-Wilk test를 이용하였고, 두 군의 동질성 검정은 Chi-square test, Fisher's exact test, independent t-test, Mann-Whitney U test로 분석하였다. 정규분포를 이룬 두 군 간의 통증은 반복측정 분산분석을 이용하였고, 정규 분포를 하지 않은 통증조절 만족도와 안위감의 차이는 Mann-Whitney U test로 분석하였다. 모든 자료분석은 유의수준은 .05로 하여 일측검정을 실시하였다.

연구 결과

연구 참여 과정

본 연구의 진행 흐름도는 Figure 1과 같다. 연구 기간 동안 총 88명에 대해 대상자 선정 기준에 부합하는지 사정하였고, 이중 이분절 이상의 유합술(6명)과 좌골편 이식(4명) 등 선정 기준을 충족하지 못하는 대상자 10명을 제외한 78명을 실험군과 대조군으로 각각 40명, 38명으로 무작위 배정하였다. 실험군 중에서 실험처치를 중단한 대상자는 4명(동의 철회, 수술 상처의 감염 의심, 삼출물, 배액관 장기 유지), 대조군 중에서 해당 처치를 받지 못한 대상자 1명(뇌척수액 누출)과 처치를 중단한 3명(동의 철회, 배액관 장기 유지)을 제외하고, 실험군 36명과 대조군 34명 등 총 70명을 분석에 포함하였다.

실험군과 대조군의 동질성 검정

실험군과 대조군 간의 일반적 특성과 질병 관련 특성의 차이는 Chi-square test와 independent t-test, 정규분포를 하지 않은 배액관 유지기간, 수술 후 거동일, PCA 사용 기간, 진통제 사용량에 대해 Mann-Whitney U test, 셀이 5개 이하인 항혈소판제 사용, 스테로이드 사용, 화상 경험의 차이는 Fisher's Exact test로 확인한 결과, 두 군 간의 유의한 차이가 없었으며, 또한 실험처치 전 통증도 유의한 차이가 없어 두 집단이 동질함을 확인하였다(Table 2).

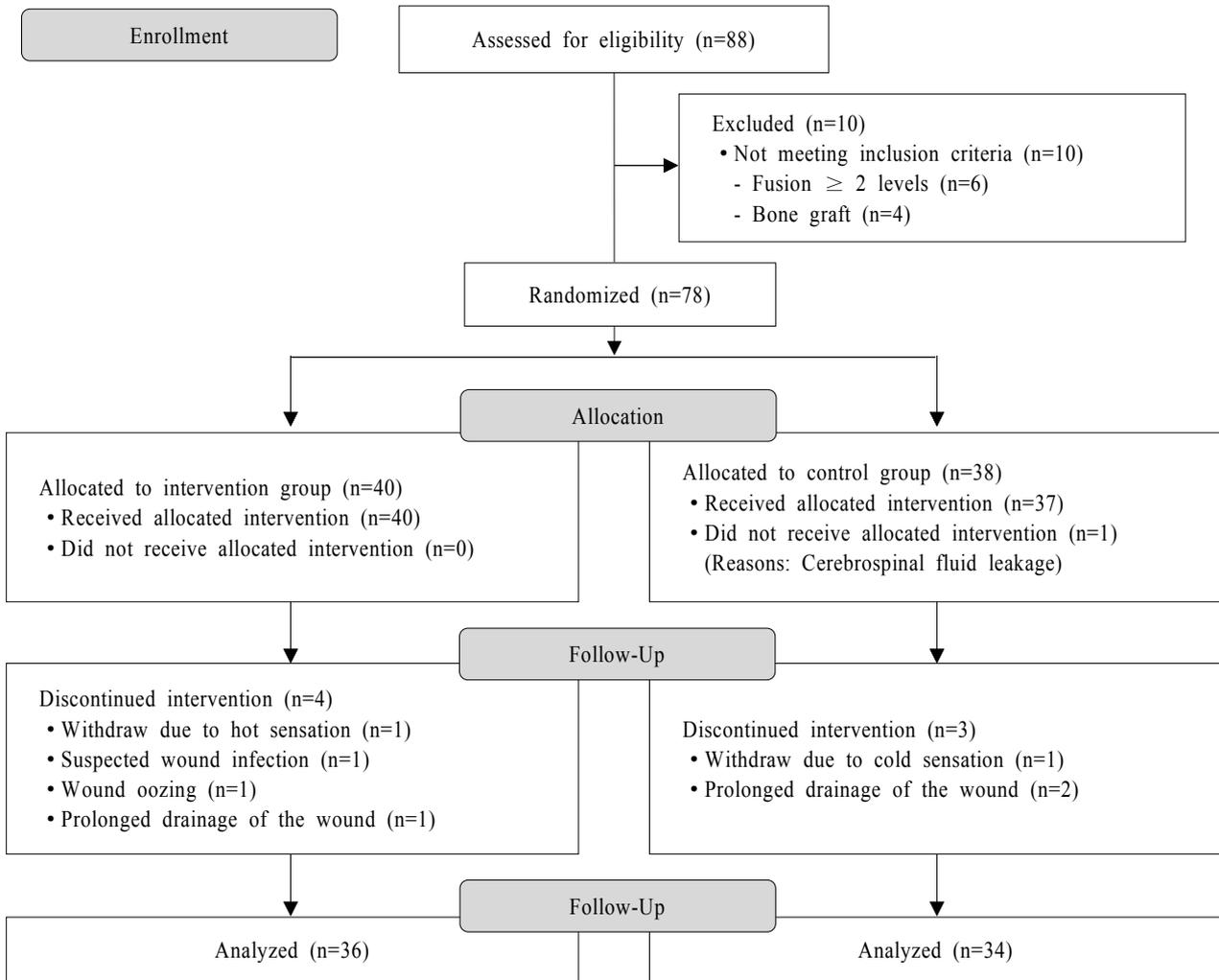


Figure 1. Flow chart of the study

가설 검정

● **가설 1:** 냉·온 요법을 순차적으로 적용한 실험군은 냉·온 요법만 적용한 대조군에 비하여 통증강도가 낮을 것이다. 두 군 간의 통증 정도의 변화 추세에 대한 차이를 파악하기 위해 시행한 반복 측정 분산 분석에서 Mauchly의 구형성 검정 결과 구형성 가정이 성립되지 않아 다변량 검정 결과를 분석에 이용하였다. 냉·온 요법을 적용한 실험군은 처치 전 통증이 50.6±14.9점에서 온 요법 적용 2일에 24.3±18.2점으로, 냉·온 요법을 단독 적용한 대조군은 47.4±15.2점에서 냉·온 요법 중단 후 2일에 20.8±16.1점으로 감소하였다(F=71.87, p<.001). 그러나 두 군 간의 시점 간 교호 작용은 유의하지 않아(F=0.56, p=.690) 가설 1은 기각되었다(Table 3).

● **가설 2:** 냉·온 요법을 순차적으로 적용한 실험군은 냉·온 요법만 적용한 대조군에 비하여 통증조절에 대한 만족도가 높을 것이다.

실험군에서의 냉·온 요법의 통증 조절 만족도 점수의 중위수는 4점으로 대조군의 냉·온 요법 통증 조절 만족도 점수의 중위수 3점 보다 유의하게 높은 것으로 나타나(z=-2.83, p=.005) 가설 2는 지지되었다(Table 4).

● **가설 3:** 냉·온 요법을 순차적으로 적용한 실험군은 냉·온 요법만 적용한 대조군에 비하여 안위감이 높을 것이다. 실험군에서 냉·온 요법 적용 시의 안위감은 중위수 5점으로 대조군에서 냉·온 요법 단독 적용 시의 4점 보다 유의하게 높은 것(z=-4.12, p<.001)으로 나타나 가설 3은 지지되었다(Table 4).

Table 2. Homogeneity between Experimental Group and Control Group

(N=70)

Characteristics	Categories	Exp. (n=36)	Cont. (n=34)	t, z or χ^2	p
		n (%), Mean \pm SD or median (IQR)	n (%), Mean \pm SD or median (IQR)		
Age (yr)		60.3 \pm 12.6	61.4 \pm 14.8	-0.35	.730
Gender	Female	19 (52.8)	21 (61.8)	0.58	.448
	Male	17 (47.2)	13 (38.2)		
Surgery history	Yes	20 (57.1)	14 (41.2)	1.76	.185
	No	16 (42.9)	20 (58.8)		
Diagnosis	Herniated nucleus pulposus	15 (41.7)	10 (29.4)	3.80	.149
	Stenosis	8 (22.2)	15 (44.1)		
	Spondylolisthesis	13 (36.1)	9 (26.5)		
Operation type	Decompression	20 (55.6)	19 (55.9)	0.01	.978
	Fusion	16 (44.4)	15 (44.1)		
Surgeon	A	21 (58.3)	20 (58.8)	0.01	.967
	B	15 (41.7)	14 (41.2)		
Diabetes mellitus	Yes	9 (25.0)	7 (20.6)	0.19	.660
	No	27 (75.0)	27 (79.4)		
Antiplatelet use	Yes	10 (27.8)	4 (11.4)	2.99	.135
	No	26 (72.2)	30 (88.6)		
Steroid use	Yes	0 (0.0)	1 (2.9)	1.07	.486
	No	36 (100.0)	33 (97.1)		
Burn history	Yes	0 (0.0)	1 (2.9)	1.07	.486
	No	36 (100.0)	33 (97.1)		
Cold allergy	Yes	0 (0.0)	0 (0.0)	-	-
	No	36 (100.0)	34 (100.0)		
Duration of operation (min)		245.1 \pm 102.9	239.5 \pm 92.8	0.25	.807
Volume of wound drainage (cc)		440.0 (625.0)	484.0 (536.0)	-0.46	.647
Wound drain (day)		3.5 (1.0)	3.0 (2.0)	-0.14	.889
Ambulation after surgery (day)		2.0 (2.0)	2.0 (1.0)	-0.30	.762
PCA	Yes	24 (66.7)	26 (76.5)	0.82	.364
	No	12 (33.3)	8 (23.5)		
Duration of PCA (day)		2.0 (1.0)	3.0 (1.0)	-0.39	.700
Immediate postoperative pain		50.6 \pm 14.9	47.1 \pm 15.3	0.97	.336
Analgesics (mg)	Ketorolac	152.5 (158.0)	95.0 (225.0)	-0.57	.599
	NSAID	1600.0 (297.5)	2000.0 (4000.0)	-0.15	.885
	Opioid (oral)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	-0.21	.983
	Opioid (intravenous)	6.0 (7.0)	5.0 (8.0)	-0.05	.959

Exp.=Experimental group; Cont=Control group; SD=Standard deviation; IQR=Inter-quartile range; POD=Post operative day; PCA=Patient controlled analgesia; NSAID=Non-steroidal anti-inflammatory drug

주관적 반응과 부작용

연구 종료 시점에서 냉, 온 요법에 대한 주관적인 반응을 개방형 질문으로 확인한 결과, 실험군에서는 ‘온찜질을 하니 허리가 훨씬 부드러워졌다’, ‘얼음찜질도 시원하지만 온찜질이 더 시원하다’, ‘따뜻한 게 더 좋다’는 응답이 대부분이었다. 대조군의 경우 ‘얼음찜질이 시원하다’, ‘얼음을 대니 덜 아프다’, ‘너무 차가웠다’ 등의 반응을 나타냈다. 실험군과 대조군 모두에서 냉·온 요법 또는 냉 요법으로 인한 부작용은 관찰되지 않았다.

논 의

본 연구는 순차적 냉·온 요법이 척추 수술 후 통증 감소 효과가 있는지 평가하기 위해 진행되었다. 냉·온 요법과 냉 요법 단독 적용은 모두 수술 후 시간 경과에 따라 통증 감소 효과를 나타냈으나, 두 가지 중재의 효과 차이는 없는 것으로 나타났다. 즉, 본 연구에서는 수술 후 통증 조절을 위한 중재로서 냉·온 요법이 냉 요법 단독 적용 보다 더 우월하다는 가설을 지지하지 못하였다. 이것은 최근 한 체계적 고찰에서 온 요법이 급성 또는 아급성 요통의 단기 통증 감소에 효과가 있음을 밝힌 것[15]과는 대조되는 결과이다.

Table 3. Pain Differences between Experimental Group and Control Group (N=70)

Time	Exp. (n=36)	Cont. (n=34)	t*	p	Source	F	p
	Mean±SD	Mean±SD					
Pretest	50.6±14.9	47.4±15.2	0.87	.386	Time (T)	71.87	<.001
Posttest 1	66.8±24.1	68.7±22.1	-0.33	.741	Group (G)	1.18	.282
Posttest 2	55.6±22.0	51.2±17.3	0.93	.354	G*T	0.56	.690
Posttest 3	31.9±22.1	32.4±20.9	-0.08	.936			
Posttest 4	24.3±18.2	20.8±16.1	0.74	.465			

Exp.=Experimental group; Cont.=Control group; SD=Standard deviation; Posttest 1=superficial cold day 1; Posttest 2=superficial cold day 2; Posttest 3=superficial heat day 1 in the experimental group and day 1 after cold stop in the control group; Posttest 4=superficial heat day 2 in the experimental group and day 2 after cold stop in the control group.

* t was calculated by independent t test according to time points.

Table 4. Patient Satisfaction with Postoperative Pain Control, Comfort Level (N=70)

Variables	Exp. (n=36)	Cont. (n=34)	z	p
	Median (IQR)	Median (IQR)		
Satisfaction with postoperative pain control (1-4)	4.0 (1.0)	3.0 (0.0)	-2.83	.005
Comfort level (1-5)	5.0 (1.0)	4.0 (0.0)	-4.12	<.001

Exp.=Experimental group; Cont.=Control group; IQR=Inter-quartile range

선행연구 결과와 차이가 나는 이유를 분석하기 위해서는 가장 먼저 혼동변수의 통제 과정과 그에 따른 영향을 확인해야 할 것이다. 수술 후 통증에 영향을 미칠 수 있는 혼동 변수는 크게 수술 과정의 특성과 수술 후 진통제 사용 등을 들 수 있다. 수술 과정에서 근육의 견인이나 봉합 기술 등에 따라 수술 후 통증 정도가 달라질 수 있으나 본 연구에서는 집도의의 분포가 유사하여 혼동 변수에서 배제할 수 있다. 수술 후 진통제 사용을 직접 통제하지 않았지만 두 군의 진통제 사용량과 종류는 통계적으로 유의한 차이가 없음을 확인하였다. 따라서 다른 측면의 원인으로 중재 프로토콜이나 자료수집 과정을 확인할 필요가 있다. 중재 프로토콜에서 가장 중요한 것은 실험군과 대조군에서 대비가 되는 실험군의 온 요법 적용이다. 실험군에서 온 요법 적용 시 충분히 온(溫)이 전달되었는가를 확인하기 위해 온 팩 온도의 적절성, 드레싱의 두께 등에서 그 원인을 생각해 볼 수 있다. 선행 연구에서 통증 감소 효과를 확인한 온 요법은 피부온도를 중재 적용 전보다 7.5℃ 높일 정도로 적용하였고[26,27], 냉 요법은 피부 온도를 32.2~16℃까지, 또는 중재 전 피부 온도보다 4~9℃ 낮게 될 때까지 적용하였다[28]. 그러나 본 연구에서는 중재 전에 비해 온 요법을 적용한 이후 피부온도는 평균 2℃ 상승하였고, 이는 선행 연구에서 제시한 온도 격차에 도달하지 못한 것으로 생각된다. 상처부위에 국소적 온 적용이 피하조직의 산소 분압 상승과 혈류 증가 등의 효과를 나타내 위해서는 평균 피하조직의 온도가 4℃ 이상 상승해야 한다[27]. 온 요법의 경우 생리적 기전을 완전히 밝힌 선행 연구는 찾기 어렵고, 본 연구에서는 조직의 온도를 직접 측정하지 않았기 때문에

조직 온도의 증가 수준을 확인하기는 어려우나, 피부 온도의 상승 폭을 고려할 때 온도 자극이 통증 자극의 전달 경로를 차단할 만큼 충분하지 못한 것으로 사료된다.

일반적으로 상처 치유는 염증 과정을 포함하므로, 국소적 온 요법을 적용할 때 수술 상처와 같은 급성 상처 부위는 일반 조직과는 달리 피부 통합성이 약하여, 온 요법으로 인한 조직손상에 좀 더 주의가 필요하다[29]. 앞서 언급한 바와 같이 온 요법 적용 시 7.5℃ 피부온도 상승으로 통증 감소 효과가 있다고 보고한 Oosterveld & Rasker의 연구[26]는 슬관절 염 부위에, Rabkin & Hunt의 연구[27]는 일반적인 상처부위에 온 요법을 적용한 연구였다. 본 연구와 같이 척추수술 부위에 온 요법을 적용한 선행 연구가 거의 없어 본 연구에서 참고할만한 적정 온도 상승 기준이 없었다는 점, 연구의 초기 단계에서는 효과 검증도 중요하지만 안전성에 비중을 두었어야 했다는 점 등이 충분한 온도 격차를 두지 못하게 된 배경이라 할 수 있겠다.

냉 요법과 온 요법의 통증 감소 효과를 입증한 선행 연구는 수술 환자에게 냉 요법을 더 자주 적용하거나[11], 혹은 수술 환자가 아닌 대상자에게 온 요법을 적용하여 통증 감소 효과를 입증하였다[17]. 본 연구에서는 수술 부위에 온 요법을 적용할 때 안전한 중재 지침이 없는 상황에서 대상자의 안전을 고려한 연구 프로토콜을 계획함에 따라, 온 팩의 온도는 적절했으나, 모든 대상자에게 동일하게 적용한 롱 거즈 10장으로 인하여 열의 전달이 불충분하였다고 사료된다. 결론적으로 중재의 적절성 측면에서 평가해 볼 때 실험처치 프로토콜이 미흡했다고 판단되는 바, 향후 연구에서는 드레싱의 두

계를 좀 더 얇게 적용해 볼 필요가 있다.

냉, 온 요법을 모두 경험한 실험군의 경우 냉 요법 보다는 온 요법을 선호한다는 주관적 반응을 나타낸 것은 매우 흥미로운 결과이다. 또한 두 군 간에 시간에 따른 통증 강도가 유의한 차이를 나타내지 않았음에도 불구하고, 통증 조절 만족도와 안위감이 높았던 것은 온 요법이 근육 경련을 완화하여 수술 후 근육 경련으로 인한 통증 부담을 덜어주었기 때문으로 사료된다. Sherwood 등[5]의 보고에 의하면 통증 조절에 대한 환자 만족도에 영향을 미치는 네 가지 영역은 환자의 통증 경험, 간호제공자에 대한 관점, 환자의 통증조절 경험, 통증조절의 결과 등이다. 이를 고려할 때 본 연구에서는 다른 영역보다 통증과 통증관리에 대한 태도 등을 포함하는 환자의 통증 경험과, 환자의 돌봄 과정 참여 등을 포함하는 환자의 통증조절 경험이 만족도에 더 많이 영향을 미친 것으로 생각할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 통증 조절에 대한 만족도를 1개 문항으로 평가함에 따라, 제한적인 정보만을 확인하였다고 사료된다. 이후 통증 조절 만족도를 평가하는 연구에서는 선행연구[5]에서 제안하고 있는 바와 같이 통증 조절 만족도를 네 가지 영역에서 평가하여 보다 정확한 자료를 수집해야 것이다. 또한 안위감과 주관적 반응도 1개 문항으로 평가하기보다 타당도가 입증된 구조화된 도구를 활용하는 것이 결과변수 측정의 타당도와 신뢰도를 확보하는 방법이라 사료된다.

본 연구 참여자의 70% 이상이 정맥용 PCA를 사용하고 있었던 것에 비해 수술 후 1일째 통증은 65점 이상으로 수술 후 기간 중 가장 심하였다. 이는 수술 직후 통증이 50점, 수술 후 1일째 36점이었던 선행 연구[30] 보다 높은 수준이다. 정맥용 PCA 이외에도 추가 진통제를 사용하였음에도 불구하고 수술 후 1일의 통증이 효과적으로 조절되었다고 평가하기는 어렵다. 따라서 수술 후 1일째의 통증 관리를 집중적으로 수행하기 위한 다각적인 전략을 모색해야 할 것이다.

본 연구는 냉·온 요법의 수술 후 통증 감소 효과를 평가하기 위하여 무작위 대조군 실험 설계를 이용하여 무작위 배정은폐 및 부분 맹검을 유지하는 등 비뉘림 위험을 최소화하기 위하여 노력했으나, 다음과 같은 몇 가지 제한점을 갖고 있다. 첫째, 관문 통제 이론에서 제시하는 통증 관문을 닫을 수 있을 만큼 효과적으로 냉 또는 온을 전달하지 못했다는 제한점이 있다. 실험처치 프로토콜의 적절성 측면에서 미흡한 것으로 사료되며, 추후 연구에서는 드레싱의 두께를 고려한 충분한 예비조사를 통해 적절한 프로토콜을 구성한 후, 냉, 온 요법의 효과를 평가해 볼 필요가 있다. 둘째, per-protocol analysis를 함에 따라 무작위 배정에 의한 두 군 간의 잠정적 동질성을 분석에서까지 유지하지 못한 점이다. 셋째, 통증조절 만족도와 안위, 주관적 반응을 단일 문항으로 측정함으로

써 결과 평가가 제한적으로 이루어졌다. 넷째, 냉 요법과 온 요법 등 어떠한 처치도 받지 않는 순수 대조군을 두지 않아 냉 요법의 단독 효과를 규명하지 못하였다. 이러한 제한에도 불구하고 본 연구는 독자적인 간호 중재의 하나인 냉·온 요법의 과학적 근거를 모색하고자 실험적 노력을 시도했다는 점에서 의의가 있다고 생각된다. 본 연구 결과는 척추 수술 후 냉, 온 요법 적용이 집도의 등의 선호에 의존하여 수행 또는 미 수행되어 오던 임상 실무가, 수술 후 통증의 경과나 상처치유의 과정 등 과학적 근거에 기초하여 냉, 온 요법을 적용할 필요가 있음을 부각했다고 사료된다. 또한 척추 수술 후 순차적 냉, 온 요법 적용 방법에 대해 완결된 형태는 아니지만 간호 실무에 참고가 될 수 있는 기초자료를 제공했다는 면에서 임상적 의의를 두고자 한다.

결론 및 제언

본 연구는 냉·온 요법이 척추 수술 후 통증 감소와 통증 조절 만족도, 안위감에 미치는 영향을 평가하고, 냉, 온 요법에 대한 주관적 반응과 부작용을 확인하기 위해 수행되었다. 냉·온 요법은 냉 요법 단독 적용 시와 유사한 통증 감소 효과를 나타냈고, 통증 조절에 대한 만족도와 안위감은 냉 요법 단독 적용군보다 높았다. 따라서 냉·온 요법은 척추 수술 후 통증 관리를 위한 중재의 하나로 활용해 볼 수 있을 것으로 기대한다. 향후에는 온 요법의 작용 기전을 활용한 통증 완화 효과를 입증하는 후속 연구 및 온(溫)을 안전하면서도 충분히 조직으로 전달할 수 있는 방법에 대한 기초 연구를 통해 기본 간호 실무의 과학적 근거를 마련할 것을 제언한다.

References

1. Srivastava S, Gupta D, Naz A, Rizvi MM, Singh PK. Effects of preoperative single dose Etoricoxib on postoperative pain and sleep after lumbar discectomy: prospective randomized double blind controlled study. *Middle East Journal of Anaesthesiology*. 2012;21(5):725-730.
2. Milutinovic D, Milovanovic V, Pjevic M, Martinov-Cvejin M, Cigic T. Assessment of quality of care in acute postoperative pain management. *Vojnosanitetski Pregled*. 2009;66(2):156-162.
3. Bates MS. Ethnicity and pain: a biocultural model. *Social Science & Medicine*. 1987;24(1):47-50.
4. Cavin A, Becker H, Biering P, Grobe S. Measuring patients opinion of pain management. *Journal of Pain and Symptom Management*. 1999;18(1):17-26.
5. Sherwood G, Adams-McNeill J, Starck PL, Nieto B, Thompson CJ. Qualitative assessment of hospitalized patients' satisfaction with pain management. *Research in Nursing & Health*.

- 2000;23(6):486-495.
6. Australian and New Zealand College of Anesthetists and Faculty of Pain Medicine. Guidelines on acute pain management: scientific evidence [Internet]. Melbourne: Australian and New Zealand College of Anaesthetists; 2013 [cited 2014 April 20] Available from: <http://www.anzca.edu.au/resources/professional-documents/pdfs/ps41-2013-guidelines-on-acute-pain-management.pdf>.
 7. AGS Panel on Persistent Pain in Older Persons. The management of persistent pain in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2002;50(6 Suppl): S205-S224.
 8. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science*. 1965;150(3699):971-979.
 9. Braz J, Solorzano C, Wang X, Basbaum AI. Transmitting pain and itch messages: a contemporary view of the spinal cord circuits that generate gate control. *Neuron*. 2014; 82(3): 522-536. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2014.01.018>
 10. Kim M, Doh BN, Sung KW. Effect of planned information, cold and hot application the postoperative pain after gastrectomy. *Kyungpook University Medical Journal*. 1996;37(1):197-209.
 11. Leegwater NC, Willems JH, Brohet R, Nolte PA. Cryocompression therapy after elective arthroplasty of the hip. *Hip International*. 2012;22(5):527-533. <http://dx.doi.org/10.5301/HIP.2012.9761>
 12. Shin YS, Lim NY, Yun SC, Park KO. A randomised controlled trial of the effects of cryotherapy on pain, eyelid oedema and facial ecchymosis after craniotomy. *Journal of Clinical Nursing*. 2009;18(21):3029-3036. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2702.2008.02652.x>
 13. Guild DG. Mechanical therapy for low back pain. *Primary Care*. 2012;39(3):511-516. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pop.2012.06.006>
 14. Starkweather A, Darnell K, Heck C, Merchant K, Myers CS, Smith K. Thoracolumbar spine surgery: a guide to preoperative and postoperative patient care [Internet]. Glenview, IL: American Association of Neuroscience Nurses; 2012 [cited 2012 February 23]. Available from: http://www.aann.org/uploads/AANN12_CPG_Lumbar_Spine_Final.pdf.
 15. French SD, Cameron M, Walker BF, Reggars JW, Esterman AJ. A Cochrane review of superficial heat or cold for low back pain. *Spine*. 2006;31(9):998-1006. <http://dx.doi.org/10.1097/01.brs.0000214881.10814.64>
 16. Choi MA. Study about the effects of heat application on the postoperative pain and flatus after intra-abdominal surgery. *Chungnam Medical Journal*. 1979;6(2):120-124.
 17. Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician* 2004;7(3):395-399.
 18. Malanga GA, Yan N, Stark J. Mechanisms and efficacy of heat and cold therapies for musculoskeletal injury. *Postgraduate Medicine*. 2015;127(1):57-65. <http://dx.doi.org/10.1080/00325481.2015.992719>
 19. Hickey JV. The clinical practice of neurological and neurosurgical nursing. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p.464-466.
 20. Drinkwater CJ, Neil MJ. Optimal timing of wound drain removal following total joint arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 1995;10(2):185-189. [http://dx.doi.org/doi:10.1016/S0883-5403\(05\)80125-1](http://dx.doi.org/doi:10.1016/S0883-5403(05)80125-1)
 21. Registered Nurses' Association of Ontario. Assessment and management of pain (3rd ed.) [Internet]. Toronto: Registered Nurses' Association of Ontario; 2013 [cited 2015 November 10]. Available from: <http://rnao.ca/sites/rnao-ca/files/AssessAndManagementOfPain2014.pdf>.
 22. Ross EL, Bell SE. Nurses' comfort level with emergency interventions in the rural hospital setting. *Journal of Rural Health*. 2009;25(3):296-302. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-0361.2009.00233.x>
 23. Royal Children's Hospital. Wound Care Guideline [Internet], Melbourne: Royal Children's Hospital; 2013 [cited 2014 March 10]. Available from: http://www.rch.org.au/rchcpg/hospital_clinical_guideline_index/Wound_care/
 24. Kim W, Kim J, Lee S, Jang O, Seo K, Kang H, et al. Fundamentals of Nursing Interventions. Seoul: Soomoonsa; 2015.
 25. Nam HK, Park YS. A study on comparisons of ice bag and heat lamp for the relief of perineal discomfort. *Kanho Hakhoe Chi*. 1991;21(1):27-40.
 26. Oosterveld FG, Rasker JJ. Effects of local heat and cold treatment on surface and articular temperature of arthritic knees. *Arthritis and Rheumatism*. 1994;37(11):1578-1582. <http://dx.doi.org/10.1002/art.1780371104>
 27. Rabkin JM, Hunt TK. Local heat increases blood flow and oxygen tension in wounds. *Archives of Surgery*. 1987; 122(2):221-225. <http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.1987.01400140103014>.
 28. 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*. 2002;34(1):45-50.
 29. Rosdahl C.B, Kowalski M.T. Textbook of Basic Nursing. 10th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2014. p. 694.
 30. Sim KD, Lee SH, Hwang KI, Kim KH. The effect of preoperative epidural analgesia with intravenous patient-controlled analgesia (IV-PCA) for postoperative pain control in bone fusion and pedicle screw fixation. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2007;52(3):296-300.