

## 냉(cold)적용 방법에 따른 동통 역치 및 피부 온도의 변화

안동전문대학 물리치료과 · 유석병원\* · 세종정형외과의원\*\* · 성신병원\*\*\*

김선엽 · 류이화\* · 박은화\*\* · 배혜진\*\*\*

### The Changes in the Electrical Stimulation Induced Pain Threshold and Skin Temperatures According to Methods of Cold Application

Kim, Suhn Yeop M.P.H., R.P.T., O.T.R.  
Ryu, I Hwa\* R.P.T., Park, Eun Haw\*\* R.P.T.  
Bae, Hye Jin\*\*\* R.P.T.

*Dept. of Physcial Therapy, Andong College*  
*Dept. of Physcial Therapy, You Seok Hospital\**  
*Dept. of Physcial Therapy, Se Jong Orthopaedic Clinic\*\**  
*Dept. of Physcial Therapy, Sung Shin Hosiptal\*\*\**

#### — ABSTRACT —

The purpose of this experimental study was conducted to examine the most effective modality between two methods of cold application(ice pack and cold spray), the most effective length of time for the application and the continuing effect after each type of cold application.

Sixty students were assigned randomly to each of two cold application methods;(a) ice pack, (2) cold spray. Each methods was applied to the posterior surface of right forearm with subject in the sitting position.

Skin temperature and the electrical stimulation induced pain threshold were measured before each application and every five degree(°C) decline point after ice pack application. They were also measured point of minimum skin temperature after cold spray application.

The results of this study are as follows;

1. Skin temperatures according to the cold spray application decreased to a range of 4.2°C ~9.2°C(male,  $p < 0.001$ ), 3.6°C ~7.6°C(female,  $p < 0.001$ ).
2. Pain threshold according to the cold spray application increased to a range of 0.6 mA ~ 1.9 mA(male,  $p < 0.01$ ), 1.2 mA ~3.86 mA(female,  $p > 0.05$ ).

## 차 례

서 론
연구방법
실험대상자
실험방법
분석방법
연구결과
고 찰
결 론
참고문헌

## 서 론

동통의 치료방법에는 여러 가지가 있지만 가  
격이 저렴하고 부작용이 비교적 적은 온열과  
한랭 치료가 많이 사용되어지고 있다. 지금까  
지 우리 나라의 물리치료 분야에서 온열 치료  
는 많이 사용 되어져 왔지만, 한랭 치료는 온  
열치료에 비해 상대적으로 선호되어지지 못하  
고 있었다. 이러한 현상에는 여러 가지 문화적  
인 영향과 냉자극의 효과에 대한 과학적인 이  
해의 부족 등에 요인들이 있었을 것이라 생각  
된다. 현재 선진국에서 행해지고 있는 온도차  
에 의한 생리학적 치료에 있어서 냉자극 치료는  
오히려 열자극에 비해 더 선호되어지고 있는 것  
이 현실이며 특히 정형의학적 치료나 신경학적  
치료 분야에서 많이 이용되어지고 있다.

히포크라테스는 기원전 300~400년경에 일찍  
이 냉각 요법의 적용이 저림(numbness)이 일어  
나면서 염증이나 부종이 감소되고, 동통을 진정  
시킨다고 기록 하였고, 현재까지 많은 연구자들  
이 냉각 요법의 적용에 대한 연구와 실험을 계  
속해 오고 있다. 흔히 얼음이나 냉습포 등을  
이용하여 치료적 목적으로 국소를 냉각시키는  
방법을 이용한 연구들에 의하면 냉자극의 적절  
한 적용이 인간에게 나타나는 여러 가지 문제  
점의 해결에 좋은 결과를 낳는다고 하였다.

열과 냉은 분자가 움직일 때 생성되는 에너  
지의 형태로 조직내의 분자가 느리게 움직일 수

록 열이 적게 발생한다. 또 조직내에서 냉(冷)  
은 증발(evaporation), 대류(convection)에 의  
해 전달 되는 것이라기 보다는 주위조직과 냉  
에 접촉되면 체표면으로부터 주위환경으로 열  
을 이동시켜 열을 상실하게 된다. 얼음주머니  
와 냉분무(cold spray)는 냉에너지를 전달하는  
전달방식에 차이가 있다고 할 수 있다. 즉 얼  
음주머니는 전도(conduction)에 의해 열이 이  
동되고, 냉분무법은 전환(conversion)방식에 의  
한 기전이라 할 수 있다<sup>18)</sup>. 얼음이나 냉분무를  
이용하여 냉각 시킬 때 피부 온도는 초기에 급  
격히 떨어지다가 그 후에는 서서히 떨어지면서  
10분 경과 후에는 약 12~13°C 정도 낮은 평  
형 온도에 도달하게 되며, 피하지방은 더욱 서  
서히 떨어져서 10분 경과 후 체온보다 약 3~  
5°C 정도 낮게 되고, 심부 근육의 온도는 이보  
다 훨씬 더 서서히 떨어지게 된다고 한다.

임상에서 냉자극을 이용한 치료는 조직의 온  
도를 낮춤으로 얻을 수 있는 효과를 얻고자 함  
이다. Michlovitz는 급성 외상인 경우 냉자극치  
료의 목적은 먼저 동맥의 혈관을 수축시킴으로  
출혈을 줄이고, 조직의 신진대사와 히스타민과  
같은 혈관운동자극 물질을 자극해 염증반응을  
억제하고, 조직액의 삼출을 줄이는데 있다. 그  
리고 동통에 대한 역치수준을 상승시킴으로 환  
자가 좀더 편안함을 얻게 하는데 목적이 있다  
고 하였다.<sup>19)</sup> 한랭 적용은 열 적용과는 달리  
혈관 수축으로 인하여 혈류를 감소 시키고 신  
체 대사활동을 감소시키며, 근육의 긴장도를  
감소시켜 경련성과 간대경련(clonus)을 감소시  
키기도 하고, 또한 부종 감소, 관절 염증 감소,  
위장관 운동성 증가, 신경 전도 속도를 느리게  
함으로써 진통효과를 발생시키는 등의 여러 가  
지 생리적 효과를 기대할 수 있다.

본 연구는 냉적용 방법 중에서도 물리치료실  
에서 쉽게 적용할 수 있는 얼음주머니(cold pack)  
와 냉분무(cold spray)방법을 이용하여 냉자극  
을 적용한 조직에 전기자극으로 유발시킨 통증  
역치와 체온의 변화 양상 등을 실험, 분석함으  
로서 냉자극치료의 기준을 제시하고자 한다.

## 연구방법

### 실험대상자

본 실험의 대상자 선정 기준은 안동전문대학교 재학생 중 실험 당시 신경계 이상이나 근육계 질환이 없고, 비정상적인 촉각과 압력 감각을 나타내지 않는 신체 건강한 남녀 60명의 자원을 대상으로 실시하였다. 실험기간은 1995년 9월 25일부터 같은 해 10월 17일까지 실시하였다.

### 실험방법

본 실험에서 사용한 도구는 동통역치 측정기, 온도측정기, 얼음주머니, 얼음, 냉분무, 초시계, 타월, 실험용 탁자, 3단 스크린 등이었다. 온도 측정기구는 측정 범위가  $-40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 인 전자 디지털 온도계(electrical digital thermometer, Model TM99A, USA)를 사용하였으며, 동통역치 측정 기구는 인공적인 전기자극에 의한 동통역치를 측정하기 위해 다기능 전기자극 치료기(Endomed 582, ENRAF)를 사용 하였다. 이 기구로 실험시에 선택한 파의 자극파형은 직각파이고, 주파수는 5 Hz, 통전시간은 100  $\mu\text{s}$ 인 자극조건을 임의로 선택하여 실험하였다.

실험군은 냉적용방법에 따라 얼음주머니 적용군과 냉분무 적용군 두 개의 군으로 구분하였다. 실험대상자들은 무작위로 각 군에 30명씩 배치하였다. 실험을 실시하기 전에 모든 실험 대상자들은 10분 동안 실험용 탁자에서 편안히 안정을 취하도록 하였고, 실험직전과 휴식 중에 음식섭취와 흡연을 금하도록 하였다.

냉자극을 적용하고 또 이후에 체온측정과 동통역치의 측정은 연구자들이 임의로 정한 우측 요수근신근(extensor carpi radialis)의 근복(muscle belly) 부위에 냉적용과 측정을 하였고, 동통역치 측정을 위하여 검사하기 전에 실험 대상자에게 측정 부위를 비누로 깨끗이 씻게 한 후 실시하였다. 동통역치를 측정하기 전

에 전기 자극을 받았을 때 나타나는 바늘로 찌르는 듯한 감각에 대해 미리 알려 주었고, 측정 과정 중에 동통의 느낌이 시작될 때 “그만!”이라고 말하도록 지시하였다. 그 순간 전기자극 강도를 역치수준으로 결정하였다. 이러한 과정을 모든 단계에서 각 3번 반복하여 측정하고 그 평균값을 측정값으로 선정하였다.

얼음주머니(ice pack)는 병원이나 가정에서 주로 사용하고 있는 얼음주머니에 냉장고에서 얼린 얼음을 채워서 사용하였다. 얼음주머니 적용전 체온을 측정하기 위해 요수근신근의 근복 위에 온도계를 부착한 후 3분 후의 온도로 정하였다. 그 후 측정 부위의 근복(belly) 위에 물로 약간 적신 수건을 한 겹으로 대고 그 위에 얼음주머니를 얹고 다시 타월과 비닐로 얼음주머니를 적용한 전체를 싸게 하여 냉작용이 지속되도록 하였다. 그 후 적용전 측정한 기초 체온에서  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-15^{\circ}\text{C}$ 씩 각각 체온이 내려 갈 때마다 그 순간까지의 소요 시간 및 동통 역치를 측정하였다.

냉분무(cold spray, 대일 쿨란트, 대일화학공업주식회사)의 사용도 얼음주머니를 적용한 부위와 같은 부위에 적용하였고, 사용 방법은 적용 부위에서 약 10cm 떨어진 거리에서 피부면과  $30^{\circ}$ 의 각도를 유지한 자세로 6번을 분무하였으며, 분무 속도는 초당 10cm의 속도로 5초 이내에 실시하였다. 냉분무 후에 동통역치의 측정은 냉분무 적용 직전, 최저 체온 도달시점, 적용 전 체온으로 회복된 시점에서 각각 측정하였다. 각 시점에서 3번씩 반복 측정하고 그 평균값을 역치값으로 설정하였다. 실험실의 온도는 평균  $22.63^{\circ}\text{C}$ 였다.

### 분석방법

실험의 결과를 분석하기 위해 자료를 부호화한 후 SPSS/PC+ 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 모든 분석 결과에 유의성 검증을 위해 통계학적 유의도를 0.05로 설정하였다. 분석시 이용한 분석 방법은 실험 대상자의 실

험 군별 일반적인 특성을 기술분석(descriptive analysis)과 빈도(frequency)분석을 이용하였다. 얼음주머니와 냉분무후 남녀별 동통역치 및 체온의 변화에 차이를 t-test로 분석하였고, 냉자극의 적용 전과 적용 후 사이에 동통 역치 및 체온의 차이를 각각 짝비교(paired t-test)로 분석하였다.

## 연구 결과

### 실험대상자의 일반적인 특성

얼음주머니(ice pack)군의 평균 연령은 21세, 평균 체중은 55 kg, 평균 신장은 164 cm였고, 냉 분무(spray)군의 평균 연령은 20세, 평균 체중은 60 kg, 평균 신장은 169 cm였다(표 1).

표 1. 실험대상자의 성별 일반적인 특성

변수	실험군	남 자	여 자	계
인원수	얼음주머니	19	11	30
(명)	냉 분 무	13	17	30
연 령	얼음주머니	23.18±1.83	20.42±0.92	21.43±1.87
(세)	냉 분 무	21.59±2.12	20.08±0.86	20.93±1.84
체 중	얼음주머니	60.36±10.12	52.00±4.22	55.07±7.94
(kg)	냉 분 무	64.24±9.25	54.69±5.38	60.10±9.07
신 장	얼음주머니	169.36±3.50	161.26±3.16	164.23±5.12
(cm)	냉 분 무	172.82±5.01	163.38±3.71	168.73±6.50

(단위 : 평균±표준편차)

### 냉분무(cold spray)적용에 의한 체온의 변화

냉분무를 적용한 후, 자극부위의 체온에 변화를 분석한 결과(표 2), 적용 전에 평균 31.26°C였던 체온이 적용 후에 25.01°C로 약 6.25°C 하강하였다.

적용 전의 체온은 남자가 31.6°C로 여자(30.79°C)보다 높았으나( $P < 0.05$ ), 최저 온도시점에서는 남녀간에 체온의 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 냉분무 후 적용 전과 최저 체온에 도달된 직후 사이에 체온의 차이는 남자가 6.7°C,

여자가 5.64°C씩 모두 의미있게 하강하였다( $P < 0.001$ ).

표 2. 냉분무 적용에 의한 체온의 변화

자 극	성 별	적용 직전	최저체온시점	t값	p값
냉분무	남자	31.61±0.63	24.91±2.39	11.16	.000
	여자	30.79±0.74	25.15±2.08	10.14	.000
	계	31.26±0.78	25.01±2.23		

(단위 : 평균체온(°C)±표준편차)

### 얼음주머니와 냉분무 적용시 남녀별 동통역치의 변화 비교

얼음주머니 적용에 의한 동통역치 변화는 적용전에 10.9 mA였던 역치가 냉적용 전 체온보다 5°C 저하시 12.96 mA로 상승 했으며, 10°C, 15°C 저하시 각각 14.78 mA, 17.72 mA로 계속 상승하였다.

남녀간에는 적용전과 체온이 5°C, 10°C, 15°C씩 각각 저하시 각 단계별 동통역치수준은 모든 단계에서 남자가 유의하게 높았다( $P < 0.05$ ) (표 3).

표 3. 얼음주머니와 냉분무 적용에 의한 남녀별 동통역치의 비교

변수	역치측정	남 자	여 자	계	t값	p값
얼 음 주머니	적용 전	14.07±2.97	9.06±2.77	10.90±3.72	4.56	.000
	-5도	15.68±4.21	11.38±3.25	12.96±4.14	2.92	.010
	-10도	17.71±3.68	13.07±3.62	14.78±4.24	3.34	.003
	-15도	20.37±4.63	16.18±3.97	17.72±4.62	2.51	.021
냉분무	적용 전	15.49±3.18	10.75±3.34	13.43±3.99	3.94	.001
	최저체온	17.43±3.43	12.08±2.60	15.11±4.07	4.86	.000
	회복 후	16.38±3.23	11.83±2.62	14.41±3.73	4.26	.000

체온변화에 따른 동통역치의 변화는 얼음주머니 적용시는 그림 1과 같고, 냉분무 적용시는 그림 2와 같다. 얼음주머니를 적용시 체온의 하강에 따라 동통역치가 남녀간에 매우 비슷한 경향을 보이고 있다.

냉분무 적용시 적용 직전에 역치가 13.43 mA

였던 것이 적용 직후 15.11 mA로 상승 하였으나, 체온이 적용 직전 수준으로 회복되었을 때는 14.41 mA로 다시 저하되었다. 변화 양상은 남녀가 유사함을 보였다. 냉분무 적용시에도 얼음주머니 적용시와 마찬가지로 모든 단계에서 남녀간의 역치 수준에 차이가 있었다( $P < 0.01$ ).

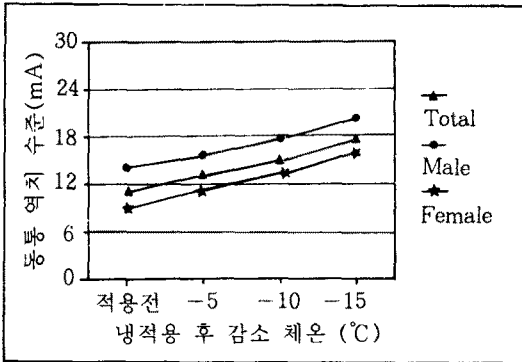


그림 1. 얼음주머니 적용에 의한 동통 역치의 변화

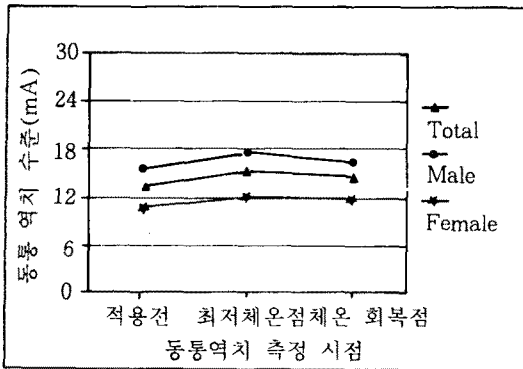


그림 2. 냉분무 적용에 의한 동통 역치의 변화

#### 냉자극시간에 따른 동통역치 수준간의 차이

얼음주머니(ice pack) 적용 후 측정 시점간에 동통역치 비교

얼음주머니 적용 후 동통역치를 측정한 시점간에 따라 차이를 분석(paired T-test)하여 표

4의 결과를 얻었다. 얼음주머니 적용 전에 측정한 동통역치와 체온이 5°C 저하된 직후에 측정한 동통역치는 남자에서는 차이가 없었으나, 이외의 모든 경우에는 유의하게 상승하였다( $P < 0.05$ ). 여자의 경우 모든 측정시점 간에 유의한 차이가 있었다( $P < 0.01$ ).

표 4. 얼음주머니 적용 후 측정 시점간에 동통역치의 차이

	남 자(n=1)			여 자(n=19)		
측정시점	-5°C	-10°C	-15°C	-5°C	-10°C	-15°C
적용 전	1.61	3.64**	6.3**	2.33*	4.02**	7.13**
-5°C		2.03*	4.69**		1.69**	4.8**
-10°C			2.66*			3.11**

(단위 : 전 측정역치값 - 후 측정역치값(mA))

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

#### 냉분무(cold spray) 적용 후 측정시점간에 동통역치 비교

남녀별로 냉분무 적용 후 측정시점간에 동통역치 수준의 차이가 있는가를 분석한 결과, 표 5의 결과를 얻었다. 남자의 경우 적용 전과 적용 부위 체온이 최저가 되는 시점간에만 역치의 차이가 있었고( $P < 0.01$ ), 여자의 경우는 모든 시점 사이에서 유의한 차이가 없었다.

표 5. 냉분무 적용 후 측정 시점간에 동통역치 비교

	남 자(n=17)		여 자(n=13)	
측정시점	최저체온	체온회복후	최저체온	체온회복후
냉적용 전	1.94*	0.9	1.33	1.08
최저체온		1.04		0.25

(단위 : 전 측정역치값 - 후 측정역치값(mA))

\* $P < 0.01$

#### 냉적용에 의한 체온변화와 그 소요시간

얼음주머니 적용에 의한 체온변화와 소요시간 관계

얼음주머니를 적용하기 전 체온은 남자가 31.10°C였고, 여자는 30.43°C였으며, 남녀간에

는 차이가 없었다( $P>0.05$ ).

얼음주머니를 적용한 후, 적용전의 체온보다  $5^{\circ}\text{C}$  저하되는데까지 평균 2.82분이 소요되었고, 적용 후부터  $10^{\circ}\text{C}$ 가 저하되는데는 평균 10.66분,  $15^{\circ}\text{C}$  저하되는데는 평균 27.26분이 소요되었다. 이러한 소요시간은 남녀간에 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 얼음주머니를 적용 후 체온변화와 소요시간의 관계를 표현한 것이 그림 3이다.

체온 측정시점 간에 소요되는 시간은 각 단계별로 차이가 없었다. 즉 체온의 저하가  $5^{\circ}\text{C}$ 에서  $15^{\circ}\text{C}$ 까지  $5^{\circ}\text{C}$ 씩 저하되는데 각각 소요되는 시간이 거의 차이가 없었다는 것이다.

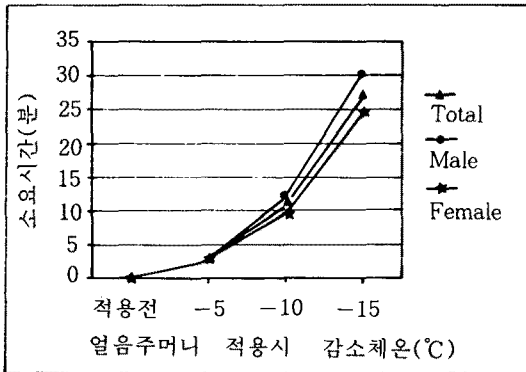


그림 3. 얼음주머니 적용에 의한 체온저하와 그 소요시간

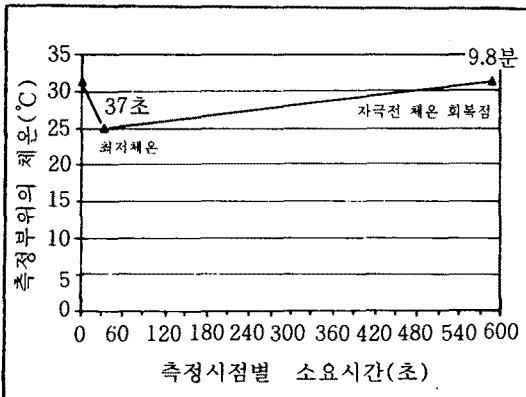


그림 4. 냉분무 적용에 의한 체온변화와 소요시간

### 냉분무 적용에 의한 체온변화와 소요시간 관계

냉분무 적용을 한 후 체온이 가장 낮은 온도까지 하강하는데 소요된 시간은 적용 후 평균 36.3초였다. 이 시점 이후 적용 전의 체온으로 회복되는데 소요된 시간은 약 10.37분이었다. 최저 온도까지 도달되는 소요 시간은 남자가 여자보다 빨랐으나( $P<0.05$ ), 이후 적용 전 체온으로 회복되는데 소요되는 시간은 남녀간의 차이가 없었다( $P>0.05$ ). 이러한 관계를 그림으로 표현한 것이 그림 4이다.

## 고 찰

동통은 모든 인간에게 있어서 개인적인 경험이기 때문에 개인의 여러 가지 특성에 의해 영향을 받는다. 한랭치료는 과거 오랫동안 급성 혹은 만성적 동통을 가지고 있는 환자에게 사용되어져 왔으며, 특히 근골격계 질환에 널리 사용되어 왔다. 온열과 한랭이 진통 효과를 가지고 있다는 사실은 오래 전부터 잘 알려져 왔다. 한랭 적용시 동통 역치의 증가로 동통이 감소되는데 이것은 피부 표층의 자극과 감정상태가 동통의 정도를 변화시킬 수 있다는 관문 조절설과 한랭이 엔돌핀을 분비시켜 중추신경계의 아편 유사약물 수용체에 영향을 미쳐 동통을 감소시킨다고 하는 Palastanga 등<sup>21)</sup>의 이론이 있다. 일반적으로 냉요법은 급성통증을 경감시키는데 열요법보다 더 효과적이라고 알려져 있다. 급성 외상시 나타나는 증상에는 종창으로 인해 발생하는 신경말단의 압박 혹은 자극, 화학물질의 방출 그리고 근육의 경련 등에 의해 동통이 발생되는데 이러한 현상은 냉 자극으로 완화시킬 수 있다<sup>1)</sup>.

한랭 자극을 적용하면 대부분의 환자들은 차고(cold), 작열감(burning), 동통(aching), 저림(numbsness) 등을 느끼며, 냉을 30분 이상 적용할 경우 혈류의 증가와 감소가 교대로 일어나는 보호기전인 'hunting phenomenon'이 나타

난다. 조직의 온도를 지속적으로 낮추거나 혹은 조직의 온도를 10°C 이하로 낮출 때 조직의 혈관은 확장(vasodilatation)되고, 그 후에 다시 혈관수축(vasoconstriction)이 일어나는 현상이 나타난다. 이 반복 상황이 계속될 때 조직의 온도는 절대로 냉자극전의 체온에 가까워지지는 않는다는 것이다. 이러한 현상을 'hunting phenomenon'이라 하며, 이것은 1930년 Lewis에 의해 처음 제시되었다. Lewis는 이러한 현상이 축삭반사(axon reflex)에 의한 것으로 예측하였다. 피부의 온도가 10°C 이하로 떨어지면 피부에 동통이 발생하는데 이것은 피부에 분포된 세동맥들로부터 전달되는 구심성 감각신경을 따라 전달된다고 할 수 있다. 이외에 확실히 규명되어지지는 않았으나 히스타민(histamine)의 역할과 비슷하여 "H"물질이라 불리우는 신경자극전달물질의 분비로 세동맥의 혈관확장을 야기시킨다고 하였다<sup>19)</sup>. 강현숙<sup>11)</sup>은 급성이상인 경우 냉자극시 조직에서 발생하는 "hunting reaction"을 피하기 위해선 10~20분 자극후 30분 정도 휴식 후 다시 자극해야 한다고 하였다.

Hocutt는 발목의 배부에 얼음으로 직접 자극한 결과, 1~3분까지는 찬 느낌을 2~7분까지는 얼얼하고 쑤시는 느낌을 경험하게 되고, 5~12분 후에는 국소적인 무감각을 12~15분 후에는 심부조직에 반사에 의한 혈관수축과 대사의 증가가 발생되었다고 하였다.

냉자극의 적용방법은 열 자극과 마찬가지로 습냉과 건냉법으로 구분할 수 있으며, 전도, 증발, 대류에 의해 열을 잃게 된다. 한랭치료의 사용방법에는 얼음 조각, 얼음 막대, 얼음 덩어리, 얼음팩, 얼음 수건, 얼음탕, 한랭개스분무, 한랭팩, 한랭질소가스, 냉기(cryojet air), 한랭순환기, 전선 냉동실 등이 있고 주로 사용되어지는 것 중에 얼음주머니(ice pack)와 냉분무(cold spray)를 많이 사용하게 되는데 팩은 편리하고 유연하다는 장점이 있다. McMaster 등은 얼음 조각으로 직접 피부를 자극하는 것이 가장 효과적이라고 하였으며, Bugaj와 Waylonis는

얼음 마사지가 가장 빠른 냉각효과를 얻을 수 있다고 하였다.

냉분무법은 앞에서 언급한 방법들에 비해 연구되어진 것들이 매우 드문 편으로 물리치료분야나 스포츠의학분야에서 흔히 사용되어지고 있는 급성 냉요법이다. 냉분무의 적용방법은 피부와 약 10cm 떨어진 거리에서 적용 피부 표면과 약 30도 정도의 각도를 이루면서 10cm/sec의 속도로 근섬유의 배열 방향과 평행하게 적용하거나, 동통 유발점에서부터 발생된 연관통이 나타나는 부위로 뿌리는 방법 등이 있다. 냉분무법은 Travell과 Simons<sup>24)</sup>이 제시한 기술이 가장 일반적인 방법이다. 이들이 사용한 냉분무는 주로 Fluori-Methane으로 피부에서 약 45cm 떨어진 곳에서 분사하는 방법을 제시하고 있다. 하지만 현재 우리나라에서는 임상에서 일반화되어 있지 않은 물질이다.

한랭치료의 생리적 효과로서 혈류감소, 신체 활동 감소, 근 긴장과 연축의 감소, 경련성 감소 등과 신경전도속도를 느리게 하며 진통 효과가 나타나게 된다<sup>11)</sup>.

임상에 있어서의 한랭 치료의 목적으로는 근 연축과 경련성 외상, 화상, 통증, 관절염에 이용되고, 이외에도 스포츠 손상이나 근골격계 손상으로 인한 동통관리에 사용되어지고 있으며, 하지만 한랭 알러지, 한랭과민성, 한랭 두드러기, 레이노 증후군 및 레이노 병, 감각소실이나 무의식환자에게는 그 적용을 주의해야 하며 냉자극을 너무 강하게 하거나 장시간 적용할 경우 조직의 손상이 일으킬 수 있으므로 주의해야 한다. 근육의 경련 시에 냉자극을 적용은 동통을 경감시키고, 근방추(muscle spindle)에 있는 구심성(afferent)신경들의 민감성(sensitivity)을 줄여 줄 수 있다. 근육에 경직(spasticity)의 경우에서 신장(stretch)에 대한 근방추의 민감성을 일시적으로 억제시킬 수 있다. 때로 냉자극을 사용할 때 이차적인 현상으로 조직의 점도도(viscosity)가 증가되고 탄력성(elasticity)이 감소되어 관절의 강직(joint stiff-

ness)이 더 발생되는 경향을 하기도 한다. 실제로 조직의 점도도가 증가되고, 탄력성이 감소되면 운동에 대한 저항이 증가되어 관절가동 운동에 제한이 나타난다<sup>19)</sup>.

Amin-Hanjani 등<sup>12)</sup>은 제왕절개(cesarean) 수술을 받은 여성들을 대상으로 수술 후에 발생하는 동통을 조절하기 위해 냉자극을 적용한 결과, 자극하지 않은 산모들과 진통제의 사용량, 감염율, 병원 입원기간에 차이가 없었다고 보고하였다. 정형외과 분야에서 냉자극이 슬관절, 고관절 부위의 수술 후에 냉자극이 동통 관리에 효과적인 것과 비교하면 모든 경우에 냉자극이 효과적이라는 것은 무리일 것이다.

냉적용의 적절한 치료시간은 많은 논의가 되어 왔는데 Wolff와 Weitzel<sup>26)</sup>은 15~20분, Sorensen<sup>23)</sup>은 20~30분, Waterson<sup>25)</sup>은 10~20분이 적합하다고 하였다. Guyton과 Zotterman 등은 피부 온도가 하강하면 한랭 수용체가 자극되기 시작하여 차가움을 느끼다가 피부의 온도가 약 10~15°C 정도 하강할 때 동통 수용체가 자극되어 동통을 느끼게 된다고 한다.

피부 온도가 냉적용으로 15°C가 되면 최대의 혈관 수축이 일어나게 되고, 15°C 이하가 되면 혈관 확장이 시작되는데 이를 'rebound phenomenon'이라고 한다. 그리고 이것은 혈관벽의 수축기전 마비 또는 혈관으로 가는 신경 전달 차단 또는 혈관수축 화학물질의 비활성화의 결과라고 할 수 있다. 이것은 냉적용으로 인한 조직 손상을 막는 신체의 보호기전으로서 이러한 현상이 시작되기 전에 냉적용을 끝내야 한다.

감각을 전달하는 신경섬유 중 A-beta섬유는 낮은 강도, 무동통의 가벼운 자극을 전달하는 섬유로서 한랭에 가장 많은 영향을 받는 신경 섬유이고 A-delta섬유는 예리하고 구분이 잘 되는 즉 '명확한' 동통을 전달하는 신경섬유로서 Goodgold와 Eberstein<sup>16)</sup>은 온도가 1°C 하강 시 신경의 전도속도는 2~2.4 m/s 감소된다고 하였고, De Jong 등<sup>27)</sup>은 20°C 이하에서는 전기 자극에 의한 역치가 급격히 증가되는 반면 신

경의 전달 속도는 급격히 감소된다고 하였다.

온도에 따른 신경전도속도의 변화에 대하여 Sambroski<sup>22)</sup> 등은 냉각에 따라 신경전도속도가 감소 하였다가 결국 일정 시점에서는 정지한다고 하였다. 또한 동물 실험상 유수섬유가 무수 섬유 보다 영향을 많이 받는다고 하였다.

냉자극 요법에서도 금기증이 있다. 금기증에는 의식장애, 감각장애, 영아나 노인과 같이 온도 조절에 대한 반응이 느릴수 있는 대상자 그리고 Raynaud병, 냉 과민증 환자, 개방성 상처가 있는 환자들에게는 금해야 한다.

냉자극은 조직에서 동통의 경감이나 체온의 저하에 도움이 되는 방법으로 물리치료분야에서 폭넓게 사용할 수 있는 방법이다. 향후 이루어질 연구들은 실제 임상에서 환자들을 대상으로 같은 효과가 나타나는데 대한 규명을 하는데 초점을 맞추었으면 한다.

## 결 론

동통을 경감시키기 위해 이용하는 물리치료적인 방법은 매우 다양하다 할 수 있다. 임상에서나 가정에서 급성 또는 만성 손상으로 인한 동통이나 근육 경련 등에 적용할 수 있는 냉요법으로 얼음주머니와 냉분무방법을 이용해 체온의 감소 양상과 전기자극으로 유발시킨 동통의 역치수준의 변화를 실험하여 적절한 냉자극 요법의 방법을 제시하고자 본 실험을 하였다. 총 60명의 대상자들을 얼음주머니 적용군과 냉분무 적용군으로 무작위로 구분하여 각각 냉자극을 적용하였다.

실험 후 다음의 결과를 얻었다.

1. 냉분무(cold spray) 적용시 남자는 적용 전에 31.61°C였던 체온이 적용 후에 24.91°C로 하강하였고, 여자는 30.79°C에서 적용 후 25.15°C로 하강하였다. 적용 후 체온이 최저 온도에 도달되는 시간은 전체 평균 37초가 소요되었고, 이 점에서 적용전 체온으로 회복되는 시간은 약 9.8분이 소요되었다. 냉분무 적용 전 동통



역치가 13.43 mA였던 것이 적용 후 체온이 최저온도에 도달된 시점에서는 15.11 mA가 되었다. 동통역치의 차이는 단지 남자의 경우에 적용 전과 최저체온시점간에만 유의한 차이가 있었다( $P < 0.01$ ).

2. 얼음주머니(ice pack)적용군에서는 동통역치가 체온의 저하에 따라 계속 상승하였다. 냉적용 직전 10.90 mA였던 동통역치가 적용전 체온보다  $-5^{\circ}\text{C}$ 씩 체온이 하강할 때마다 각각 12.96 mA, 14.78 mA, 17.72 mA로 상승되었다. 이러한 역치의 변화는 단지 남자에서 적용전과 체온이  $-5^{\circ}\text{C}$  하강된 시점간에만 차이가 없었고, 이외의 모든 단계간에서 유의한 차이가 있었다( $P < 0.05$ ). 여자에서는 모든 체온 하강 단계간에 동통 역치의 차이가 있었다( $P < 0.01$ ).

얼음주머니 적용 후 체온이 적용전보다  $-5^{\circ}\text{C}$  하강되는 시점까지 소요된 시간은 평균 2.82분이었고,  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-15^{\circ}\text{C}$  하강되는데는 각각 평균 10.66분, 27.26분이 소요되었다.

## 참 고 문 헌

1. 강현숙 : 열, 냉요법. 대한 간호 29(2);16-23, 1990.
2. 김민호, 박시복, 이강목 : 피부온도 변화에 따른 전기자극 유발 동통 역치의 변화.
3. 김한수, 박지환, 양재근 : 스포츠 물리치료. 현문사;36-40, 1992.
4. 김호봉 : 연부조직 손상에 극저온치료의 효과 연구. 대한물리치료사협회지 9(1);13-17, 1998.
5. 남혜경, 박영숙 : 회음부 불편감 완화를 위한 냉요법과 온요법의 비교. 대한 간호 21(1);27-39, 1982.
6. 박선구, 박시복, 이강목 : 피부온도 저하에 따른 시각적 상사척도의 변화.
7. 박원균, 채의업 : 국소 한랭 자극이 전신 및 국소 혈액 순환에 미치는 영향. 대한생리학회지 17(2);93-101, 1983.
8. 안미경, 편성범, 권희규 : 냉각에 의한 동통에서의 TENS의 효과 연구. 대한재활의학회지 17(2);157-163, 1993.
9. 임난영, 김진경 : 냉적용 방법에 따른 심부 및 피부온도 변화. 대한간호 23(2);157-169, 1992.
10. 정현숙, 강규숙, 황애란 : 냉요법 적용방법에 따른 냉요법 효과에 관한 연구. 대한간호 28(3);68-82, 1987.
11. 한태륜, 이춘기, 이진재 : 국소 냉각 요법이 연부조직 좌상에 미치는 효과. 대한스포츠 의학회지 4(2);121-127, 1986.
12. Amin-Hanjani S, Corcoran J, Chatwani A : cold therapy in the management of postoperative cesarean section pain. Am J Obstet Gynecol 167;108-109, 1992.
13. Chattanooga TN. Chattanooga Corporation, pp15-26, 1985.
14. Dean BZ, Williams FH, King JC, Goddard MJ : Pain rehabilitation. 4. therapeutic options in pain management. Arch Phys Med Rehabil 75 : S-21-S-30, 1994.
15. Douglas WW, Malcom JL : The effect of localized cooling on cat's nerve. J physiol 130;53-54, 1955.
16. Goodgold J, Eberstein A : Electrodiagnosis of neuromuscular disease, second ed, Baltimore, Williams & Wilkins, pp104-153, 1977.
17. Melzack R : Measurement of the dimensions of pain experience in Bromm B : pain measurement in man, Amsterdam; Elsevier, pp423-439, 1984.
18. Melzack R, Wall PD : Pain mechanisms : a new theory Science 150 : 970-977, 1965.
19. Michlovitz SL : Thermal agents in rehabilitation. 2nd ed. FA Davis. Philadelphia. pp63-85, 1990.

20. Nicolas E, Daniel D; Treatment of the pain with chronic pain : rehabilitation medicine, 2nd ed, Philadelphia; J. B. Lippincott Company, pp973–995, 1993.
21. Palastanga UP : Heat and cold, pain management and control in physiotherapy, London; Heinemann, 169–180, 1988.
22. Sambroski SW, Stratz T, Sobieska M : Individual comparison of effectiveness of Whole body cold therapy and hot-packs therapy in patients with generalized tendomyopathy (fibromyalgia). *J Rheumatol* 51;25–31, 1992.
23. Sorensen KC, Luckmann J : Basic Nursing. Philadelphia : W. B. Saunders. 965–981, 1986.
24. Travell JG, Simons DG : Myofascial pain and dysfunction the trigger point Manual. Vol. 1, Williams & Wilkins. Baltimore, pp67–69, 1984.
25. Waterson, M : Hot & cold therapy. *Nursing* 78, Oct. 44–49, 1978.
26. Wolff L, Weitzel MH, Zornow RA : Fundamentals of nursing. Philadelphia. J. B. Lippincott, 658–668, 1983.
27. De Jong RH, Hershey WN, Wagman IH : Nerve conduction velocity during hypothermia in man. *Anesthesiology* 27 : 805–810, 1966.