

경직에 대한 한냉치료의 효과

한려산업대학교 재활학과
최진호
대구대학교 재활과학대학 물리치료학과
김진상
대구보건전문대학 물리치료과
김한수

The Effect of Cryotherapy on Spasticity

Choi, Jin-Ho, P.T., M.S.

Dept. of Rehabilitation, Hanlyo Sanup University

Kim, Jin-Sang, PH.D., D.V.M.

Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University

Kim, Han-Soo, M.S., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Taegu Health Junior College

<Abstract>

The purpose of this study was to determine the effects of cold applied for reducing spasticity in patients with traumatic brain injury and cerebrovascular accident who did not take neurosurgical treatment and medication except patients with spinal cord injury. The participants consisted of 17 men and 28 female was randomly assigned to three groups with each 15.

The results were as followings after making on observation about the change of skin temperature and spasticity throughout cryotherapy which was performed with cooling air in Group I (1 min), Group II (5 min) and Group III (10 min).

1. It was found that the Group III, Group II, Group I, in the order named, had the statistically significant reduction of skin temperature, the reduction of spasticity showed statistically significance in Group III, Group II, in order named, but did not show it even though there was a little increase in Group I.

2. The reduction of skin temperature and spasticity did not continue over 24 hours at the same time every day for 5 days.

3. The longer cryotherapy was applied the more skin temperature and spasticity reduced, the more skin temperature was reduced the more spasticity reduced.

I. 서 론

경직(spasticity)은 중추신경계 질환에서 나타나는 주요 증상으로 비정상적으로 증가한 근긴장도, 신장반사의 증가, 심부건반사의 항진으로 수의적인 운동조절 능력에 장애를 받을 뿐만아니라 기능적이고 독립적 일상생활을 영위해 나가는데 제한을 하게된다. 이로 인해 관절구축과 같은 이차적인 문제가 발생하여 생활활동 범위가 좁아지게 되고 심호흡기계와 비뇨기계 장애를 일으킬 수도 있다. O'Sullivan과 Schmitz(1988)는 경직을 상위운동신경원의 병변으로 인해 근긴장도와 수축이 증가한 것으로 딱딱하고 서투른 운동을 야기시킨다고 하였고, Katz와 Rymer(1989)는 신장반사의 과흥분 결과로 건반사가 증가하고 근수축 또는 근긴장도의 증가로 인해 운동장애를 나타내며, 움직임이 뻣뻣하고 서투른 것이 그 특징으로 한다고 하였다. 경직은 중추신경계의 손상범위와 그 위치에 따라 다양한 형태가 나타나고 모든 환자들이 동일한 병리생리학적 이상을 가지고 있지 않으므로 하나의 치료가 모든 환자들에게 효과적일 수 없다(Davidoff, 1985), 경직은 결코 한 근육군만 침범하지 않고, 항상 굴곡패턴 전체 또는 신전패턴 전체에 침범한다(Cash, 1977; Atkinson, 1979), 또한 중추신경계 손상 환자들은 자세유지와 수의운동 시나 흥분, 불안, 불쾌 등과 같은 정서적인 요인에 의해 경직이 증가하며, 근수용기, 방광 등의 말초자극에 의해서도 경직이 증가한다(Swash와 Oxbury, 1991).

한편, 경직의 평가방법에는 진자검사, 근전도검사, H 반사 등이 있으나 이들 방법은 측정을 위해 설치가 복잡하고 숙련된 검사자가 필요하여 임상에서 쉽게 경직을 평가하기 어렵다. 수정된 Ashworth 척도는 경직을 임상에서 간편하게 평가할 수 있는 방법으로 관절을 수동적으로 신전시켰을 때 치료사가 느끼게 되는 저항 정도를 6등급으로 평가한다. 이 방법은 검사자의 주관적인 면이 반영되지만 많은 검사자간 신뢰도 검사를 통해 높은 신뢰성을 입증받았고 임상에서 널리 사용되고 있다(Bahannon과 Smith, 1987; Lee 등, 1989; Ochs 등, 1989; Parke 등, 1989).

이러한 경직의 치료에는 외과적인 수술치료, 내과적 약물치료 및 물리치료가 있으나 불행하게도 경직을 근본적으로 치료하는 방법은 아직 없으며 단지 경직을 어느정도 감소시켜 수의적인 운동을 촉진하고 이차적

인 문제들을 미연에 방지하는데 그 목적이 있다. 이에 경직의 감소는 물리치료학적 측면에서 매우 중요한데, 오래 전부터 경직 감소를 위해 열, 한냉, 전기자극, 건압박, 맛사지, 진동자극, 탄력붕대, 근전도 생체피드백 등을 이용한 연구가 다양하게 이루어져 왔다(Rood, 1962; Miglietta, 1973; Bishop, 1975; Baker 등, 1979; Wolf, 1983; Twist, 1985; Johnston, 1987; Leone와 Kukulka, 1988; Sullivan 등, 1991). 그 중 한냉치료는 임상에서 쉽게 사용할 수 있는 방법으로 널리 이용되는데, 한냉의 국소적인 적용은 경직이 있는 근육을 수동적으로 신장시켰을 때 느끼게 되는 저항을 감소시키고 간대경련(clonus)을 감소시키거나 사라지게 하는데 이용되어 왔다(Knutsson과 Mattsson, 1969). 또한 얼음을 사용하여 피부를 짧은 시간 문지르거나 촉각자극(tactile stimulation)을 병행하여 상위운동신경원 질환으로 악화된 수의적 움직임을 촉진한다는 보고도 있다(Miglietta, 1973; Bell과 Lehman, 1987).

경직 감소를 위해 한냉을 적용한 연구들을 살펴보면, Basett와 Lake(1958)는 한냉의 치료가 경직 감소에 효과적이어서 초기 능동운동을 가능하게 하여 결과적으로 기능적인 만족을 얻을 수 있었다고 하였다. Petajan과 Watt(1962)의 연구에서는 척수손상 환자의 간대경련을 감소시키기 위해 하퇴삼두근에 한냉을 적용한 결과 간대경련이 감소하였다. 그러나 Hartviksen(1962)은 한냉을 적용한 초기에 경직이 일시적으로 증가하였고 Knuttsson과 Mattsson(1969)의 연구에서도 한냉을 적용한 직후에 반사적으로 근긴장도가 증가한다고 하였다. Urbscheit 등(1971)은 국소냉각이 경직을 증가시키거나 감소시킬 수 있고 아무런 영향을 미치지 않을 수도 있다고 하였고 Mecomber와 Herman(1971)은 하퇴삼두근에 한냉을 적용한 결과 경직이 감소되었고 신경전도 속도가 느려졌다고 보고하였다. Miglietta(1962, 1973)는 한냉적용 동안은 경직이 감소되지만 한냉적용 후에는 점차적으로 한냉적용 전으로 되돌아 가고 Price 등(1993)도 한냉적용 후 경직 감소가 유지되지 않았다고 하였다. 이에 본 연구는 임상에서 간편하게 경직을 정량화하여 쉽게 평가할 수 있는 방법인 수정된 Ashworth 척도를 이용하여 주관적 굴곡근에 경직이 있는 환자를 대상으로 냉매공기를 이용하여 한냉 적용시간과 피부 온도, 그에 따른 경직의 변화를 관찰하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

중추신경계 손상환자 중 척수손상 환자를 제외한 의상성 뇌손상, 뇌졸중 환자를 대상으로 하였다. 대상자는 의식이 있으며 신체일부의 손실이 없고, 간질이 없으며 경직 완화를 위해 신경외과적 처치를 받지 않았고 약물치료를 하고 있지 않은 환자들로 제한하였다. 경직이 있는 주관절은 능동적인 완전가동범위 운동은 불가능하나 치료사에 의해 수동적으로 가능한 32-79세의 남자 17명 여자 28명, 총 45명을 대상으로 무작위로 15명씩 3군으로 분류하였다.

2. 재료

주관절 굴곡근을 냉각시키기 위해 -30°C 의 냉매공기가 분출되는 냉각장치(Crytron UL-30, NIHON MEDIX Co., LTD. JAPAN)를 이용하였고 한냉적용 전후의 피부온도 측정을 위해 0.1°C 까지 측정가능한 피부온도계(CHECKTEMP 1, MICROPROCESSOR THERMOMETER, HANNA INSTRUMENT, SINGAPORE)를 사용하였다.

3. 방법

1) 절차

실내온도를 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 유지하고 실험에 앞서 연구 대상자의 성별, 나이, 진단명, 마비부위, 보행상태, 발병 후 경과기간을 기록하였다. 특히, 보행상태는 보호자나 보장구의 도움없이 보행이 가능한 자를 "독립적", 보호자나 보장구의 도움으로 보행이 가능한 자를 "부분적 독립", 보호자나 보장구의 도움으로도 보행이 불가능한 자를 "의존"으로 분류하였다. 대상자는 테이블 위에 등을 바닥에 대고 똑바로 누운자세에서 5분간 휴식을 취한 후, 피부온도계를 이용하여 환측 주관절 굴곡근 표면, 즉 상완이두근의 가장 볼록한 부분의 피부온도를 측정하였다. 그 후 환측 주관절을 굴곡시킨 후 수동적으로 신전시켜 수정된 Ashworth 척도로 한냉적용 전 주관절 굴곡근의 경직 정도를 평가하였다. 수정된 Ashworth 척도는 부록 1과 같다.

냉매공기를 이용하여 한냉을 적용하였는데, 주관절 굴곡근에서 5cm 떨어진 거리에서 냉매공기가 분출되는 노즐과 직각이 되도록 유지한 채 원형을 그리며 주관절

굴곡근 전체가 냉각되도록 하였다. 한냉적용시간은 1군에 1분, 2군에 5분, 3군에 10분간, 각각 5일간 같은 시간대에 적용하여 매일 한냉적용 직후의 주관절 굴곡근의 피부온도 및 경직 정도를 같은 방법으로 평가하였다.

경직을 수정된 Ashworth 척도로 평가할 때 연구대상자의 양팔은 체간 가까이 편안하게 놓도록 하였고 머리는 중립을 유지하도록 하여 비대칭성 긴장성 경반사가 나타나지 않도록 하였다. 환측 주관절을 굴곡에서 수동적으로 신전시키는데 소요되는 시간은 1초로 하였는데, 3회 반복 검사후 측정값을 기록하였다.

2) 자료분석

각 조건에 의해 얻어진 모든 수치를 부호화하여 SPSS-PC*를 이용하여 통계처리하였다. 각 실험군에서 5일 동안 한냉적용 전후 피부온도와 경직 변화의 유의성 검증을 위해 t-검증을 하였다. 각 군 사이에 5일 동안 피부온도와 경직 변화의 유의성 검증을 위해 단일변량 분석을 실시하였고 유의성이 입증될 경우, 각 군간 짝 비교 t-검증을 하였다.

한냉적용시간에 대한 피부온도와 경직 변화의 유의성 검증을 위해 군별 단일변량분석을 실시하였고 유의성이 입증될 경우, 각 군간 짝비교 t-검증을 하였다. 한냉적용시간, 피부온도, 적용기간에 따른 경직 감소를 알아보기 위해 상관관계로 통계처리 하였다.

부 록 1

경직 평가를 위한 수정된 Ashworth 척도

등급	설 명
0	근긴장이 증가되지 않은 상태
1	약간의 근긴장 증가가 있고 환측관절을 굴곡 신전시 운동범위의 마지막에서 약간의 저항을 느끼는 상태
1+	약간의 근긴장 증가가 있고 환측관절을 굴곡신전시 운동범위의 1/2 이하에서 약간의 저항을 느끼는 상태
2	운동가동범위전반에 걸쳐 근긴장이 증가되었으나 환측관절은 쉽게 움직이는 상태
3	현저한 근긴장의 증가로 수동운동이 어려운 상태
4	환측관절을 굴곡 신전시 강직(rigidity)을 느끼는 상태이다.

III. 결 과

연구 대상자는 척수손상환자를 제외한 의상성 뇌손상,

뇌졸중 환자로 32-79세의 남자 17명, 여자 28명 총 45명이 참여하였으며 평균연령 65.45세, 발병후 평균 경과기간은 9개월이었다(Table 1). 한냉적용시간은 1군에 1분, 2군에 5분, 3군에 10분간, 각각 5일간 같은 시간대에 적용하여 한냉적용 전후의 주관절 굴곡근의 피부온도 및 경직 변화를 수정된 Ashworth 척도로 측정하였다(Table 2).

한냉적용으로 평균 피부온도 변화는 1군 9.15℃, 2군 21.31℃, 3군 23.69℃ 가 감소하였고 5일동안 매일 피부온도 감소의 통계적 유의성이 관찰되었다(P<0.01)

(Table 3, 4). 한냉적용시간에 대한 피부온도 감소를 군간 단일변량분석과 군별 짝비교 t-검증을 시행하여 통계적 유의성이 관찰되었다(P<0.01)(Table 4, 5). 그러나 각 군의 매일 피부온도 변화를 5일간 단일변량 분석한 결과, 2군에서만 통계적 유의성이 관찰되었다(P<0.01)(Table 6).

한편, 한냉적용 시간에 따른 평균 경직 변화는 1군 -0.11, 2군 0.99, 3군 1.23으로 1군에서 통계적 유의성이 관찰되지 않았으나 경직이 약간 증가하였고 2군, 3군에서 경직이 감소되어 통계적 유의성이 관찰되었다

Table 1. General Characteristics of Subjects for Groups

Group	Sex		Age(years)		Dx		Side		Gait			Onset Duration(months)	
	M	F	Means	SD	TBI	CVA	Rt.	Lt.	DP	PIDP	IDP	Means	SD
1	6	9	64.67	11.97	1	14	6	9	4	5	6	7.37	6.30
2	6	9	63.47	5.67	-	15	7	8	3	7	5	8.00	5.23
3	5	10	68.20	4.26	-	15	6	9	4	9	2	11.66	5.81
Total	17	28	65.45	7.30	1	44	19	26	11	21	13	9.01	5.78

M : Male, F : Female

TBI : Traumatic Brain Injury, CVA : Cerebrovascular Accident

DP : Dependent, PIDP : Partial Independent, IDP : Independent.

Table 2. Means Score of Skin Temperature, Spasticity for Pre- and Post-Cooling

Group	D1		D2		D3		D4		D5											
	ST	Spa	ST	Spa	ST	Spa	ST	Spa	ST	Spa										
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post										
1	34.23 (0.70)	25.26 (1.38)	3.20 (1.08)	3.33 (0.98)	33.77 (0.54)	24.92 (1.21)	3.20 (1.08)	3.27 (1.03)	34.41 (0.50)	24.51 (1.84)	3.20 (1.08)	3.40 (0.98)	33.85 (0.79)	25.09 (1.87)	3.20 (1.08)	3.27 (1.03)	34.09 (0.66)	24.84 (1.21)	3.20 (1.08)	3.27 (1.03)
2	33.99 (0.74)	12.71 (1.03)	3.73 (1.03)	2.73 (0.78)	34.28 (0.46)	13.21 (1.04)	3.73 (1.03)	2.73 (0.88)	34.61 (0.37)	12.29 (0.88)	3.60 (0.99)	2.67 (0.72)	33.85 (0.64)	12.93 (0.96)	3.60 (0.97)	2.60 (0.74)	34.59 (0.41)	13.65 (1.27)	3.67 (0.98)	2.67 (0.74)
3	34.24 (1.21)	10.98 (0.76)	4.27 (0.70)	3.07 (0.89)	33.98 (0.76)	10.19 (1.02)	4.20 (0.68)	3.07 (0.80)	34.43 (0.36)	10.51 (0.44)	4.00 (0.76)	2.67 (0.72)	34.07 (0.59)	10.84 (1.06)	3.87 (0.74)	2.67 (0.82)	34.47 (0.30)	10.23 (0.82)	4.07 (0.59)	2.80 (2.80)

D1 : 1st day, D2 : 2nd day, D3 : 3rd day, D4 : 4th day, D5 : 5th day

ST : Skin Temperature, Spa : Spasticity

Pre : Pre-cooling, Post : Post-cooling, () : SD.

(P<0.01)(Table 3, 4).

한냉 적용시간에 대한 경직 변화를 군간 단일변량분석과 군별 짝비교 t-검증을 시행하여 통계적 유의성이 관찰되었다(P<0.01)(Table 4, 5). 그러나 각 군의 매일 경직 변화를 5일간 단일변량분석한 결과 모든 군에서 통계적 유의성이 관찰되지 않았다(Table 6).

각 실험군에서 한냉적용시간, 적용기간, 피부온도 변화에 따른 경직 변화를 알아보기 위해 상관관계를 시행한 결과, 한냉적용시간이 길수록, 피부온도가 감소할수록 경직 감소가 증가하였으나(P<0.01) 한냉적용일 사이에 피부온도와 경직 변화에는 통계적 유의성이 나

타나지 않았다(Table 7).

Table 3. t-value Summary of Reduced Skin Temperature and Spasticity for Pre-and Post-Cooling

Day	Group 1		Group 2		Group 3	
	ST	Spa	ST	Spa	ST	Spa
1	20.09*	-1.47	91.94*	7.25*	68.04*	11.22*
2	26.96*	-1.00	68.86*	7.25*	66.42*	12.47*
3	20.83*	-1.87	99.23*	7.90*	193.55*	10.58*
4	14.77*	-1.00	60.65*	7.25*	79.71*	11.22*
5	25.33*	-1.00	70.96*	7.25*	95.34*	10.72*

* P<0.01

Table 4. One-way ANOVA of Reduced Skin Temperature and Spasticity for Groups

Item	Group 1		Group 2		Group 3		DF	F-Ratio	P-value
	Means	SD	Means	SD	Means	SD			
ST	9.15	1.75	21.31	1.19	23.69	1.15	2	2357.917	0.00*
Spa	-0.11	0.31	0.99	0.51	1.23	0.42	2	2114.113	0.00*

* P<0.01

Table 5. t-value Summary of Reduced Skin Temperature and Spasticity for Groups

Group	t-value	
	ST	Spa
1 / 2	-48.72*	-17.23*
2 / 3	-12.46*	-2.91*

* P<0.01

Table 6. One-way ANOVA of Reduced Skin Temperature and Spasticity for Groups During 5 Days

Group	Item	Means	SD	D1	D2	D3	D4	D5	DF	F-Ratio	P-value			
				Means	SD	Means	SD	Means				SD		
1	ST	8.97	1.73	8.85	1.27	9.91	1.84	8.76	2.30	9.25	1.41	4	1.055	0.385
	Spa	-0.13	0.35	-0.07	0.26	-0.20	0.41	-0.07	0.26	-0.07	0.26			
2	ST	21.29	0.90	21.07	1.18	22.32	0.87	20.92	1.34	20.93	1.14	4	4.252	0.003*
	Spa	1.00	0.53	1.00	0.53	0.93	0.46	1.00	0.53	1.00	0.53			
3	ST	23.27	1.32	23.79	1.39	23.93	0.48	23.23	1.13	24.24	0.98	4	2.326	0.647
	Spa	1.20	0.41	1.13	0.35	1.33	0.49	1.20	0.41	1.27	0.46			

* P<0.01

Table 7. Correlation of Cooling Time, Day, Skin Temperature and Spasticity for Groups

	Temperature	Spasticity	Time	Day
Temperature				
Spasticity		0.8001*		
Time			0.9111*	
Day				0.0000

* P<0.01

IV. 고 찰

경직은 중추신경계 손상환자에서 흔히 볼 수 있는

증상으로 근방추의 신장반사 항진으로 인하여 근육의 긴장도가 속도에 비례하여 증가된 현상이다(김연희와 김형일, 1993). 또한 근육의 비정상적인 동시활성화(coactivation)와 신장반사의 역치 감소로 중추신경계 질환자는 수의적이고 선택적인 근육수축이 어렵고 관절 구축과 자세의 이상으로 독립적인 보행과 일상생활을 영위하는데 어려움이 따른다. 경직은 오래전부터 재활 치료분야에서 관심의 초점이 되어 왔고 경직 완화를 위해 많은 연구가 진행되어 왔으나 그 발생기전에 대한 이론은 아직 명확하지 않다.

경직의 일반적 이론은 추체외로의 억제기능이 상실되어 근긴장도가 비정상적으로 증가하여 나타난다. 또한 중추신경계 손상으로 알파운동신경원의 활성도가 비정상적으로 증가하거나 근방추내 추내근 섬유를 지배하는 운동신경원의 흥분성이 증가하여 신장에 반응하는 근방추의 구심성 감각신경 흥분성이 증가함으로 경직이 나타난다. 즉 감마운동신경원의 과활동으로 근방추 수용기의 감수성이 증가하거나 감마운동신경원의 활성도가 비정상적으로 증가할 경우 경직이 나타난다(Katz와 Rymer, 1989; Duus, 1990).

경직의 근본적인 치료는 현재 불가능하여 단지 어느 정도 경직을 완화시켜 수의적인 운동능력을 촉진시키는 데 치료의 목적이 있다. 이에 경직의 감소는 물리치료학적 측면에서 중요한데, Rood(1962)는 경직 감소물 위해 중온(neutral warmth)을 사용하였고 Mooney 등(1969)의 연구에서는 편마비 환자의 환측 비골신경을 하루 3번 15분간 전기자극한 결과 하퇴삼두근의 경직이 감소하였고 3주 후 환자의 보행과 수의적인 조절이 향상되었다고 하였다. 또한 편마비 환자의 아킬레스건에 건압박을 적용한 결과, 알파운동신경원의 흥분성이 감소하여 경직을 완화시킬 수 있다고 하였고 지속적인 건압박보다는 간헐적인 건압박이 더 효과적이라고 하였는데, 그 효과는 건압박을 적용하는 동안에만 유효하다고 하였다(Leone와 Kukulka, 1988). 이것은 골지 전기관의 자극으로 Ib 구심성섬유가 활성화 되어 척수의 억제성 개재신경원을 통해 건압박을 적용한 근육의 운동신경원 활성을 감소시킨 것이다(Pansky 등, 1988). Sullivan 등(1991)은 하퇴삼두근에 맞사지를 적용하여 알파운동신경원의 흥분성을 관찰한 결과 알파운동신경원의 흥분성이 감소하였다고 보고하였다. 그외에도 경직이 있는 근육의 길항근에 진동자극을 적용한 결과 길항근 근방추의 일차종말에서 활성화된 자극이 척수

에서 상호억제를 통해 과흥분된 주동근의 운동신경원 흥분이 감소되었고(Bishop, 1974, 1975): 탄력붕대, 석고고정, 보조기 등을 이용하기도 하였다(Inaba, 1967; Booth 등, 1983; Wolf, 1983; Twist, 1985).

물리치료학에서 한냉은 화상, 붓종관리, 부종감소 등에 이용되어 왔으며 경직과 간대경련의 완화를 위해 사용되어져 왔다. 경직 감소를 위한 한냉의 형태는 주로 얼음팩, 얼음땀, 한냉탕, 얼음과 물을 섞어 타월로 감싸는 방법 등이 대표적이다(Viel, 1959; Miglietta, 1962; Urbscheit, 1971; Lightfoot 등, 1975).

본 연구는 냉매공기가 분출되는 냉각장치를 이용하였고 외상성 뇌손상, 뇌졸중 환자 45명을 대상으로 15명씩 무작위로 3군으로 나누었다. 실험방법은 1군에 1분, 2군에 5분, 3군에 10분간, 각각 5일간 주관절 굴곡근에 적용하여 한냉적용 전후의 피부온도와 경직 변화를 측정된 Ashworth 척도로 평가하였다.

경직의 평가방법에는 객관적인 방법과 주관적인 방법으로 나눌 수 있다. 객관적인 방법은 진자검사와 근전도검사 등이 있는데, 초기에는 카메라를 이용하였으나 근래에는 등속성 역량계(isokinetic dynamometer)나 전기측각기 등을 사용하고 있다(Bajd와 Bowman, 1985; Bohannon, 1987; Katz 등, 1992). 근전도 검사는 보행 동안 각 근육의 전기적 활동도를 분석하여 경직이 보행에 미치는 영향 등을 평가하는 방법으로 이용된다(Wolf와 Binder-Macleod, 1983).

전기생리학적인 평가는 H 반사, F 파 등을 측정하여 경직의 척도로 삼고자 하는 시도인데(Urbscheit 등, 1971), H 반사는 근방추의 Ia 구심성 운동신경 섬유와 단일연접반사의 활성도를 나타내는 것으로 경직성 환자의 진폭은 정상보다 크게 나타날 것이라는 가정하에서 시행되는 방법이며 H진폭, H파와 M파의 진폭비 등이 척도로 사용되고 있다. 마찬가지로 F파의 진폭, F파와 M파의 진폭비, F파의 지속시간 등을 이용하고 있다(한태륜 등, 1993). 이상의 평가법은 객관적인 자료를 산출할 수 있지만 설치절차가 복잡하고 고가의 장비와 숙련된 검사자가 필요하여 임상에서 손쉽게 접하기 어려운 실정이다. 이에 임상에서 특별한 기구를 사용하지 않고 간단하게 경직 정도를 계량화하여 표시할 수 있는 방법이 본 실험에 사용한 수정된 Ashworth 척도이다.

Ashworth 척도는 주관적 판정에 따른 정량화 방법으로 초기에 5등급으로 분류되었으나 Bahannon과 Smith(1987)가 수정하여 6등급으로 나누어 수정된

Ashworth 척도로 개정하였다. Bahannon과 Smith(1987)는 수정된 Ashworth 척도로 주관절 굴곡근의 경직을 평가한 결과, 2명의 측정자간 신뢰도가 높게 나타나 임상에서 유용하게 사용할 수 있다고 하였고, 많은 연구자들(김연희와 김형일, 1993; 한태륜 등, 1993; Lee 등, 1989; Parke 등, 1989; Bar 등, 1991)이 경직을 평가하는 도구로 사용하고 있다. 본 연구에서도 검사자의 신뢰도를 검증받기 위해 실험 전 12명을 대상으로 수정된 Ashworth 척도의 검사자간 신뢰도를 검사한 결과, 83.3%가 일치하여 Bohannon과 Smith(1987)의 86.7%보다 약간 낮았으나 높은 일치율이 나타났다. 이충휘와 구애련(1994)의 검사자간 신뢰도 연구결과도 수정된 Ashworth 척도의 높은 신뢰도를 입증하였고 한태륜 등(1993)은 주관적인 평가방법인 수정된 Ashworth 척도와 객관적인 평가방법인 진자검사와 통계적으로 유의한 상관관계를 보고하였다. 이는 주관적인 방법인 수정된 Ashworth 척도를 객관화할 수 있는 지표로 사용할 수 있도록 지지하고 있다.

본 실험실의 온도를 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 유지하였는데, Halar 등(1980)은 실험실의 온도가 $21.6 \sim 28.5^{\circ}\text{C}$ 의 범위에서는 신경전도속도가 변하지 않았다고 하였고 다른 연구(Hendrickson, 1956; Kraft, 1972)에서도 $19 \sim 33^{\circ}\text{C}$ 의 실험실 온도에서는 신경전도속도의 변화에 유의한 차이를 보이지 않았다. 이에 본 연구에서 실험실의 온도가 경직에 영향을 미칠 수 있는 변수로 작용하지 않도록 하였다.

한편, 피부온도는 혈액에 의해 체심부 또는 피하조직으로부터 피부로 운반되는 열량에 의해 주로 결정되는데, 혈관수축은 피하온도가 약 15°C 이하로 떨어질 때까지 계속되고 15°C 이하에서는 혈관수축기전이 마비되고 혈관수축성 자극이 차단되어 오히려 혈관들이 확장된다(강두희, 1988; Guyton, 1991).

한냉을 10분 적용한 3군에서 피부온도 감소는 23.69°C 로, 7°C 한냉을 적용한 Miglietta(1973)의 18.1°C 와 얼음팩을 적용한 Urbscheit 등(1971)의 6.3°C 보다 더 감소되었다. 이것은 얼음보다 냉매공기의 온도가 더 낮았기 때문으로 생각된다.

피부온도 변화는 한냉을 1분 적용한 1군보다 5분 적용한 2군에서 급격한 감소가 관찰되었지만 한냉을 5분간 적용한 2군에서 10분 적용한 3군은 평균 2.38°C 감소하여 완만한 감소를 보였다. 이것은 한냉적용 5분까지 피부온도가 급격히 떨어지다가 그 후 점차 완만한 감소를

보였다는 Petajan과 Watts(1962)와 Lightfoot(1975)의 연구를 지지한다. 이는 한냉을 5분 이상 적용하였을 때 이미 혈관들이 확장되기 시작하여 혈관을 지나는 혈액의 양이 증가하여 혈액으로부터 피부로 전달되는 열량이 증가하였기 때문으로 생각된다(강두희, 1988). 한냉을 5분 적용한 2군과 10분 적용한 3군에서 반응성 충혈(reactive hyperemia)이 관찰되었는데, 이는 혈관수축 후 이차적 반응으로 한냉에 노출된 피부 조직의 손상을 막기 위해 정상보다 많은 혈류가 피부에 흐르기 때문이다(Guyton, 1991). 그리고 한냉적용시간이 길수록 피부온도의 감소가 증가하였다.

한냉적용 초기에 모든 군에서 일부 연구대상자는 불수의적으로 약간의 주관절굴곡이 나타나 초기 근긴장도가 증가됨이 관찰되었다. 특히, 한냉을 1분간 적용한 1군에서 통계적으로 유의성은 없지만 오히려 경직이 약간 증가되는 것이 관찰되었는데, 이것은 1분 동안의 한냉적용은 근육의 온도를 감소시키는데 불충분했고 오히려 한냉이 피부의 외감각수용기를 자극하여 알파 운동신경원의 흥분성을 증가시켰기 때문으로 생각된다(강두희, 1988). 이는 Hartviksen(1962), Knuttsson과 Mattsson(1969)의 연구에서 한냉적용 초기 15~30초간 경직이 일시적으로 증가하였고 반사적으로 근긴장도가 증가하였다는 보고를 지지한다.

2군, 3군에서 통계적으로 유의한 경직 감소가 관찰되었는데, 이는 초기의 반사적인 근긴장도 증가를 넘어 근육의 온도가 내려가 근방추의 구성성 섬유 활성화도가 감소되어 감마운동신경원의 흥분성을 감소시켰기 때문으로 생각된다(Mecomber와 Herman, 1971; Miglietta, 1973; Bell과 Lehman, 1987). 이것은 Eldred 등(1960)의 근방추 온도가 32°C에서 28°C로 떨어짐에 따라 근방추의 흥분성이 아주 비례하게 감소되었다는 보고와 개구리 발가락 근육의 단일 근방추의 온도가 32~3°C로 떨어짐에 따라 신장에 의한 근방추의 반응이 거의 비례하게 감소하였다는 Ottoson(1965)의 보고를 지지한다. 즉, 근방추의 온도가 떨어질수록 그 흥분성이 감소하여 경직이 완화됨을 뒷받침하고 있다. 그러나 7°C의 한냉을 10분 적용 후 80%가 간대경련의 변화가 없었다는 Miglietta(1973)의 연구와 상반된다. 이것은 본 실험에 이용한 한냉의 온도가 더 낮아 근육을 빠르게 냉각시켰기 때문이라 생각된다.

한편, 한냉이 경직을 감소시키는 것은 신경 전도속도와 신경연접지연(synaptic delay)이 느려지는 것으로

설명할 수 있다. Katz와 Miledi(1965)은 20°C의 근육 온도에서 신경 전도속도는 30~40 cm/sec인 반면, 4°C에서는 12~16 cm/sec로 온도가 낮을수록 신경 전도속도가 느려졌음을 보고하였고 Edelwejn(1964)은 피부온도가 1°C 감소함에 따라 신경 전도속도는 1.0~1.5 m/sec로 떨어졌다. Poloni와 Sala(1962)은 20~27°C 범위의 손목 피부온도가 1°C 감소함에 따라 신경전도속도가 1.2 m/sec로 감소한다고 하였고 Halar 등(1980)은 피부온도가 1°C 감소함에 따라 신경전도속도는 1.1~1.7 m/sec로 느려진다고 하였다.

Katz와 Miledi(1965)는 신경근접합부의 신경연접지연이 20°C에서 0.5 msec가 소요된 반면, 2°C에서는 약 5 msec로 온도가 낮을수록 신경연접지연의 시간이 느려짐을 보고하여 근육의 온도가 낮을수록 경직이 감소됨을 뒷받침하고 있다.

신경연접지연이란 신경연접전 신경원에서 신경연접 후 신경원으로 활동전압이 전달되는데 소요되는 시간을 말한다. 이러한 과정은 연접전 말단에서 신경전달물질인 아세틸콜린이 방출되어 연접간 공간을 통해 신경연접 후 신경원막으로 확산된다. 아세틸콜린이 연접 후 신경원막에 도달하여 막투과성을 증가시키고 활동전압이 충분히 발생하여 근수축이 일어나는데, 흥분성 연접의 수가 많더라도 이 모든 과정은 약 0.5 msec가 소요된다(Guyton, 1991). 그러나 한냉의 적용으로 피하조직의 온도가 낮아지면 신경근접합부에 신경연접지연이 느려지는데, 이와같은 현상은 신경자극이 전달된 후 아세틸콜린의 분비가 시작되는 것이 지연되었고 신경연접전에서 신경연접 후 아세틸콜린이 확산되는 속도가 느려졌으며 연접전에서 분비된 아세틸콜린을 받아들이는 감수기의 반응이 지연되었기 때문으로 생각된다(Katz와 Miledi, 1965). 그러나 온도가 낮아짐에 따라 신경자극 후 아세틸콜린의 분비가 시작되는데 소요된 시간은 20°C에서 0.1~0.2 msec인 반면, 2.5~6°C에서는 0.17~0.3 msec로 큰 차이를 나타내지 못하여 이것으로 온도가 낮아짐에 따라 신경연접지연이 느려짐을 설명할 수가 없다(Katz와 Miledi, 1965).

2군, 3군의 경직 감소는 24시간 이상 지속되지 않았는데 Miglietta(1962, 1973)와 Price 등(1993)의 연구와 일치한다. 이는 한냉적용 당시에는 피부온도가 감소되고 근육의 온도가 떨어져 근방추의 흥분성을 감소시켜 경직이 감소되었지만 한냉적용이 끝났을 경우 온도가 높은 외계에서 상대적으로 온도가 낮은 피부로 열이 복사되어

피부온도가 다시 올라가고 수축해있던 혈관이 다시 확장됨으로 심부온도가 올라가 근방추의 흥분성을 더 이상 억제시키지 못함으로 경직이 한냉적용 전으로 되돌아왔기 때문이라 생각된다(강두희, 1988). 이는 Miglietta (1973)의 연구에서 한냉을 적용하는 동안에는 간대경련이 사라졌으나 한냉 적용이 끝난 후 간대경련은 점차적으로 한냉을 적용하기 전으로 되돌아 왔다는 보고를 지지한다. 즉, 한냉이 근육에 직접 작용한 것을 알 수 있으며 근방추의 활동에 영향을 미친 것으로 생각된다.

V. 결 론

한냉의 적용이 경직에 미치는 영향을 관찰하기 위해 척수손상환자를 제외한 외상성 뇌손상, 뇌졸중 환자로 경직 감소를 위해 신경외과적 처치를 받지 않았고 약물치료를 하고 있지 않은 남자 17명, 여자 28명 총 45명을 대상으로 무작위로 15명씩 3군으로 분류하였다. -30°C의 냉매공기를 이용하여 1군에 1분, 2군에 5분, 3군에 10분간 각각 5일 적용하여 한냉적용 전후의 피부온도와 경직의 변화를 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 피부온도 감소는 1군, 2군, 3군 모두 유의성이 관찰되었고, 그 감소정도는 3군, 2군, 1군 순이었으며, 경직 감소는 1군에서 통계적 유의성은 없지만 약간 증가함이 관찰되었고 3군, 2군 순으로 경직 감소가 유의하게 나타났다.

2. 각 군에서 5일 동안 매일 1회 같은 시간대에 한냉을 적용한 결과, 피부온도와 경직 감소는 24시간 이상 지속되지 않았다.

3. 각 군에서 한냉적용 시간이 길수록 피부온도와 경직이 더 감소되었고, 피부온도가 감소할수록 경직이 더 감소하였다.

참 고 문 헌

강두희 ; 생리학. 신광출판사. 1988.
 김연희, 김형일 ; 경직성 상지기능장애에 대한선택적 척수신경 후근절제술의 치료효과. 대한재활의학회지, 제17권 제4호, 540-548.1983.
 이충휘, 구애련 ; 경련성 평가를 위한 Modified Ashworth Scale의 측정자간 신뢰도. 한국전문물리치료학회지, 제1권 제1호, 1-9.1994.
 한태륜, 김진호, 권민호, 김상범 ; 편마비 환자에서의

경직의 평가. 대한재활의학회지, 제17권 제1호, 18-25. 1983.
 Atkinson HW ; Cash's textbook of neurology for physiotherapists. London : PA Downie, Faber and Faber.1979.
 Bajd T & Bowman B ; Testing and Modelling of Spasticity. J Biomed Eng, 4, 90-96.1985.
 Baker LL, Yeh C, Wilson D & Waters RL ; Electrical Stimulation of Wrist and Fingers for Hemiplegic Patients. Phys Ther, 59, 1495-1499.1979.
 Bar SP, Smith MB, Nelson LM, Franklin GM & Cobble ND ; Evaluation of Treatment Protocols on Minimal to Moderate Spasticity in Multiple Sclerosis. Arch Phys Med Rehabil, 72, 186-189. 1991.
 Bassett SW & Lake BM ; Use of Cold Application in the Management of Spasticity. Phys Ther Rev, 38, 333-334.1958.
 Bell KR & Lehmann JF ; Effects of Cooling on H-and T-Reflexes in Normal Subjects. Arch Phys Med Rehabil, 68, 490-493.1987.
 Bishop B ; Vibratory Stimulation. Part I. Neurophysiology of Motor Responses Evoked by Vibratory Stimulation. Phys Ther, 54, 1273-1282. 1974.
 Bishop B ; Vibratory Stimulation. Part II. Vibratory Stimulation as an Evaluation Tool. Phys Ther, 55, 28-34.1975.
 Bishop B ; Vibratory Stimulation. Part III. Possible Applications of Vibration in Treatment of Motor Dysfunctions. Phys Ther, 55, 139-143. 1975.
 Bohannon RW ; Variability and Reliability of the Pendulum Test for Spasticity Using a Cybex II Isokinetic Dynamometer. Phys Ther, 67, 659-661. 1987.
 Bohannon RW & Smith MB ; Interrater Reliability of a Modified Ashword Scale of Muscle Spasticity. Phys Ther, 67, 206-207.1987.
 Booth BJ, Doyle M & Montgomery J ; Serial Casting for the Management of Spasticity in the Head-Injury Adult. Phys Ther, 63, 1960-1966.1983.
 Cash JE ; Neurology for Physiotherapists. J.B. Lippincott Company, 54-71. 1977.
 Davidoff RA ; Antispasticity drugs : Mechanisms of action. Ann Neurol 17(2), 107-116.1985.
 Duus P ; Topical Diagnosis in Neurology. 31-40.1990.
 Edelwejn Z ; Trials of Evaluation of Conduction Velocity in Motor Fibers of Different Size under Conditions of Local Hyperthermia. Acta Physiol Pol, 15, 503-511.1964.
 Eldred E, Lindsley DF & Buchwald JS ; Effects of Cooling on the Mammalian Muscle Spindle. Exp Neurol, 2, 144-157. 1960
 Guyton AC ; Textbook of Medical Physiology. W.B.

- Saunders Company.1991.
- Halar EM, DeKisa JA & Brozovich FV : Nerve Conduction Velocity : Relationship of Skin, Subcutaneous and Intramuscular Temperatures. *Arch Phys Med Rehabil*, 61, 199-203. 1980.
- Hartviksen K : Ice therapy in spasticity. *Acta Neurol Scand*, 38, 79-84.
- Heniriksens JD : Conduction Velocity of Motor Nerves in Normal Subjects and Patients with Neurological Disorders. Thesis Graduate School of Minnesota, Minneapolis. 1965
- Inaba M : Bracing the Unstable Knee and Ankle in Hemiplegia. *Phys Ther*, 47, 838-843. 1967.
- Johnston M : Restoration of Motor Function in the Stroke Patients. New York, NY, Churchill Livingstone Inc, 61-70.1987.
- Katz B & Miledi R : The Effect of Temperature on the Synaptic Delay at the Neuromuscular Junction. *J Physiol*, 181, 656-670.1965.
- Katz RT & Rymer WZ : Spastic Hypertonia : Mechanisms and Measurement. *Arch Phys Med Rehabil*, 70, 144-155. 1989.
- Katz RT, Rovai GP, Brait C & Rymer WZ : Objective Quantification of Spastic Hypertonia : Correlation with Clinical Finding. *Arch Phys Med Rehabil*, 73, 339-347. 1992
- Knutsson E & Mattsson E : Effects of local cooling on monosynaptic reflexes in man. *Scand J Rehabil Med*, 1, 126-132. 1969.
- Kraft GH : Effects of Temperature and Age on Nerve Conduction Velocity in Guinea Pig. *Arch Phys Med Rehabil*, 53, 328-332. 1972.
- Lee KC, Carson L & Kinnin E : The Ashworth Scale : a reliable and reproducible method of measuring spasticity. *J Neurol Rehabil*, 3, 205-209. 1989.
- Leone JA & Kukulka CG : Effects of Tendon Pressure on Alpha Motoneuron Excitability in Patients with Stroke. *Phys Ther*, 68, 475-480. 1988.
- Lightfoot E, Verrier M & Ashby P : Neurophysiological Effects of Prolonged Cooling of the Calf in Patients with Complete Spinal Transection. *Phys Ther*, 55, 251-257. 1975.
- Mecomber SA & Herman RM : Effects of Local Hypothermia on Reflex and Voluntary Activity. *Phys Ther*, 51, 271-282. 1971.
- Miglietta O : Evaluation of Cold in Spasticity. *Am J Phys Med*, 41, 148-151. 1962.
- Miglietta O : Action of Cold on Spasticity. *Am J Phys Med*, 52, 198-205. 1973.
- Mooney V, Wileman E & McNeal DR : Stimulator reduces spastic activity. *JAMA*, 207, 2199-2200. 1969.
- O'Sullivan SB & Schmitz TJ : Physical Rehabilitation : Assessment and Treatment. 2 eds, F.A. Davis Company.1988.
- Ochs G, Struppler A & Meyerson BA : Intrathecal Baclofen for Long-term Treatment of Spasticity : a multi-centre study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 52, 933-939. 1989.
- Ottoson D : The Effects of Temperature on the Isolated Muscle Spindle. *J Physiol*, 180, 636-648. 1965.
- Pansky B, Allen DJ & Budd GC : Review of Neuroscience. Macmillan Publishing Company, 404-419. 1988.
- Parke B, Penn RD, Savoy SM & Corcos D : Functional Outcome after Delivery of Intrathecal Baclofen. *Arch Phys Med Rehabil*, 70, 30-32. 1989.
- Petajan RH & Watts N : Effects of cooling on the triceps surae reflex. *Am J Phys Med*, 41, 240-251. 1962.
- Poloni AE & Sala E : Conduction Velocity of Ulnar and Median Nerves Stimulated through Twin-Needle Electrode. In Pinelli P (ed) : Progress in Electromyography. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 22, 17-19. 1962.
- Price R, Lehmann JF, Boswell-Bessette S, Burleigh A, & deLateur BJ : Influence of Cryotherapy on Spasticity at the Human Ankle. *Arch Phys Med Rehabil*, 74, 300-304. 1993.
- Rood M : The Use of Sensory Receptor to Activate, Facilitate, and Inhibit Motor Response, Autonomic and Somatic Developmental Sequence. *Wm C Brown*, 26-37. 1962.
- Sullivan SJ, Williams LRT, Seaborne DE & Morelli M : Effects of Massage on Alpha Motoneuron Excitability. *Phys Ther*, 71, 555-560. 1991.
- Swash M & Oxbury J : Clinical Neurology. Churchill Livingstone, 781-785. 1991.
- Twist DJ : Effects of a Wrapping Technique on Passive Range of Motion in a Spastic Upper Extremity. *Phys Ther*, 65, 299-304. 1985.
- Urbscheit N, Johnston R & Bishop B : Effects of Cooling on the Ankle Jerk and H-Response in Hemiplegic Patients. *Phys Ther*, 51, 983-988. 1971.
- Viel E : Treatment of Spasticity by Exposure to Cold. *Phy Ther Rev*, 39, 598-599. 1959.
- Wolf S & Binder-Macleod SA : Electromyographic Biofeedback Applications to the Hemiplegic Patient. *Phys Ther*, 63, 1404-1413. 1983.
- Wolf SL : Electromyographic Biofeedback Applications to Stroke Patients. *Phys Ther*, 63, 1445-1448. 1983.