

## 수지진동증후군의 진단시 냉각부하검사에 의한 수지피부온도의 평가

울산대학교 의과대학 산업·환경의학교실

유철인·이지호·이충렬·이 현·최영희·김양호

— Abstract —

### Evaluation of Finger Skin Temperature by Cold Provocation Test for Diagnosis of Hand-Arm Vibration Syndrome

Cheol-In Yoo, Ji-Ho Lee, Choong-Ryeol Lee, Hun Lee,  
Younghee Choi, Yangho Kim

*Department of Occupational and Environmental Medicine,  
College of Medicine, University of Ulsan*

**Objectives** : Various objective tests have been widely used worldwide for diagnosing the hand-arm vibration syndrome. Among these, the cold provocation test has been frequently used to confirm the presence of Raynaud's phenomenon. This study was carried out in order to evaluate finger skin temperature by cold provocation test(10 °C for 10 minute) for the diagnosis of hand-arm vibration syndrome

**Methods** : Fifty-eight workers who had been exposed to local vibration were examined. Information concerning age, occupation, types of vibration tools used, presence of subjective symptoms such as vibration induced white finger(VWF), and numbness and tingling were collected. The subjects were classified into three groups according to their symptoms(Vascular, Neural, and No symptom group). In order to examine the applicability of the cold provocation test using water at 10 °C for 10 minute, we compared finger skin temperature between the groups.

**Results** : The mean value of the finger skin temperature at 5 minutes and 10 minutes after cold provocation as well as the recovery rate in the vascular group were significantly lower than that seen in the other groups.

**Conclusions** : The evaluation of finger skin temperature by cold provocation test is very useful method for the diagnosis of hand-arm vibration syndrome. The test results will assist in confirming the diagnosis of the hand-arm vibration syndrome.

**Key Words** : Vibration, Cold provocation test, Finger skin temperature

〈접수일 : 2002년 2월 27일, 채택일 : 2002년 3월 18일〉

교신저자 : 유 철 인(Tel : 052-250-7283) E-mail : ciyoo62@hanmail.net

\* 이 논문은 2001년 울산대학교의 연구비에 의하여 연구되었음.

## 서 론

그라인더와 같은 국소 진동장비에 의한 직업적인 폭로는 수지진동증후군(Hand-arm vibration syndrome, HAVS)이라는 말초신경, 말초혈관, 근골격계의 복합적인 장애를 유발한다. 수지진동증후군의 가장 뚜렷한 증상은 Raynaud 현상의 이차적인 형태인 진동유발성 창백지(vibration-induced white finger, VWF)로 알려져 있는 수지의 주기적인 허혈성 발작이다(Pelmeur와 Wasserman, 1998).

수지진동증후군의 확진을 위하여 여러 가지 객관적인 방법들이 많이 사용되고 있는데, 혈관장해는 냉각부하검사(cold provocation test), Adson's test, Doppler, Allen test, Lewis-Prusik test 등이, 신경장해는 가벼운 촉각(light touch), 통각(pain), 온각(temperature), aesthesiometry, 진동감각(vibration perception threshold) 등이, 근골격계 장애에는 악력계를 이용한 악력검사와 pinch test 등이 추천되고 있다(Taylor와 Wasserman, 1994; Wasserman, 1998).

이 중에서 냉각부하검사는 1970년대부터 Raynaud 현상의 유발검사로 혹은 말초순환장애를 평가하기 위한 객관적인 검사로 여러 연구자들에 의하여 오래 전부터 사용되어져 왔으나(Hellstrom 등, 1970; Chang, 1976; Harada와 Matsumoto, 1984; Pelmeur 등, 1985; Taylor 등, 1986; Tomida 등, 1998), 연구자마다 검사방법이나 검사 지표가 상이하여 아직까지도 표준화된 검사방법이나 검사시 객관적인 진단적 지표로 무엇을 사용할 것인가에 대하여 국제적인 합의가 이루어지지 않은 상태에 있다.

국내에서도 냉각부하검사를 이용하여 진동장해를 평가한 경우는 김성천과 이태준(1974), 노재훈 등(1988), 강승완 등(1996), 주영수 등(1998), 임상혁 등(2000)이 있으나 서로 다른 측정기구와 진단지표를 사용하여 상호간에 직접적인 비교가 어려웠다. 또한 최근에 개정된 근로자 건강진단 실무지침(산업안전공단, 1999)에서도 선택검사항목으로 냉각부하검사 등을 실시하도록 규정하였으나, 냉각부하 검사시의 정확한 검사방법이나 평가 기준이 없어 혼란을 초래하고 있다.

따라서 본 연구는 국소진동에 폭로된 근로자들을 대상으로 진동장해의 유무를 평가하고 현재 일본에서 가장 많이 사용하는 방법(Japanese Ministry of Labor, 1975)에 따라 냉각부하검사를 실시하면서 피부온도를 측정하여 진동장해의 유형에 따라 그 피부온도를 비교하여 향후 수지진동증후군 진단의 객관적인 지표로 사용하기 위한 기본적인 자료를 확보하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구대상은 2001년도에 울산광역시에 위치한 모 종합병원에서 특수건강진단을 받는 근로자들 중 건강진단시 수지 진동에 폭로된 적이 있으며 수지창백이나 수지저림, 감각둔마 등 진동으로 인한 수지증상을 호소하는 근로자 58명이었다.

### 2. 연구방법

#### 1) 설문조사 및 이학적검사

설문조사내용은 나이와 입사일자, 현재의 작업내용, 진동기구의 종류 및 사용시간, 작업자세, 보호구 착용여부, 출근방법 등 진동에 관련된 변수와 현재의 증상에 영향을 미칠수 있는 질병의 과거력(고혈압, 심장병, 당뇨병, 근골격계질환, 외상 등), 흡연력, 음주력 등을 조사하였다.

이학적검사로는 산업의학과 전문의에 의하여 손톱의 변화, 손가락의 변형, 손의 피부이상, 근위축, 상지전체의 근골격계이상, 건반사이상, 상지관절의 운동범위와 운동시의 통증 등을 조사하였다.

#### 2) 냉각부하검사와 수지피부온도측정

냉각부하검사는 일본 노동부의 고시(1975)에 따른 방법을 사용하였는데, 이를 간단히 설명하면 다음과 같다.

먼저 외부온도의 영향을 받지 않도록 검사 전에 20-23 ℃의 실온에서 30분 이상 안정하도록 하였으며, 또한 검사 전에 고혈압, 심근경색, 관상동맥경화증 또는 심부전의 과거력이 있는 사람은 심전도를 충분히 검토한 후에 지장이 없다고 인정된 경우에 실시하였다.

먼저 증상이 심한 손의 1, 2, 3, 4, 5지의 마지막 마

디의 손바닥 측 중앙에 열감지 센서를 부착하고 테이프로 고정한 후 표면에 바세린을 바른 후 실온에서 피부온도를 측정한다. 다음에 손을 10 ℃의 냉수에 담근 후 제 1, 2, 3, 4, 5지의 마지막 마디의 손바닥 측 중앙에서 1분 간격으로 10분간 측정한다. 10분 쯤 손을 냉수에서 꺼내어 측정 종료함과 동시에 마른 수건으로 손을 닦고, 다시 그 시점을 기점으로 하여 역시 1분 간격으로 10분간 동일한 지점에서 피부온도를 측정한다.

흡연에 의하여 말초피부온도가 영향을 받을 수 있으므로 측정 전 1시간 전에는 반드시 금연하도록 하였으나 잘 지켜지지 않는 경우도 있어 측정 시는 반드시 흡연유무를 확인하였다.

이때 외상이 있는 손은 측정하지 않도록 하였으며, 냉각부하 검사 중 협심증이나 심근경색을 호소하는 증상(흉통, 가슴이 답답함)을 호소할 때는 즉시 중지시키도록 하였다.

냉각부하시 물의 온도를 10℃로 유지하기 위하여 Circulation water bath(Vision, model VS-1902WF, WF2, Korea)를 이용하였으며, 수지피부온도의 측정은 Takara thermistor thermometer(Technol seven, model K730, Japan)를 이용하였다.

### 3) 수지피부온도의 회복율

냉각부하검사후의 수지피부온도의 회복율(recovery rate)을 평가하기 위하여, 냉각부하검사 종료 후 5분, 10분 시의 피부온도를 측정하여 회복율을 다음과 같은 식을 사용하여 계산하였다.

$$\text{Recovery rate}(\%) = (T_a - T_{10}) / (T_0 - T_{10}) \times 100$$

단, T<sub>0</sub> = 냉각부하전의 피부온도

T<sub>10</sub> = 냉각부하종료직후의 피부온도

T<sub>a</sub> = 냉각부하종료후 5분 혹은 10분 뒤의 피부온도

### 4) 통계처리 및 분석

자료의 통계처리는  $\chi^2$ -test와 분산분석을 실시하였으며, 분산분석에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 경우는 각 군간의 차이를 scheffe 방법으로 검정하였다. 모든 자료는 SPSS for Windows release 10.0을 이용하여 분석하였다.

## 결 과

### 1. 일반적인 특징

연구대상자들은 40대가 27명(46.6%)으로 가장 많았으며, 다음이 50대 19명(32.8%), 20대와 30대는 모두 6명(10.3%)으로 동일하였다. 진동폭로기간은 10년 이상 20년 미만이 25명(43.1%)으로 가장 많았으며, 다음이 20년 이상 30년 미만이 17명(29.3%)이었으며, 10년 미만이 16명(27.6%)으로 가장 적었다. 사용하고 있는 진동기구의 종류를 보면 그라인더 단독사용이 44명(75.9%)으로 가장 많았으며 다음이 그라인더와 다른 진동기구를 같이 사용하고 있는 경우가 9명(15.5%)이었으며, 해머가 4명(6.9%), 임팩트렌치를 사용하는 경우가 1명(1.7%)이었다(Table 1).

### 2. 진동장해 증상 평가

연구대상자들을 Stockholm-revised vibration syndrome classification system(Brammer 등, 1987; Gemne 등, 1987)에 따라 말초혈관장해와 말초신경장해의 정도를 평가하고 분류한 결과 Table 2에서와 같이 말초혈관장해가 좌측 수지에서 stage 1이 12건(20.7%), stage 2가 11건(19.0%),

**Table 1.** General characteristics of study subjects

Variables	Number (%)
Age(years)	
20 - 29	6(10.3)
30 - 39	6(10.3)
40 - 49	27(46.6)
50 - 59	19(32.8)
Exposure duration(years)	
0 - 9	6(27.6)
10 - 19	25(43.1)
20 - 29	17(29.3)
Types of vibration tool	
Grinder	44(75.9)
Grinder and others <sup>#</sup>	9(15.5)
Hammer	4(6.9)
Impact wrench	1(1.7)
Total	58(100.0)

<sup>#</sup>: Others included saw, hammer, impact wrench, driver, drill

**Table 2.** Distribution of study subjects by Stockholm workshop scale

Stage	Vascular component		Stage	Sensorineural component	
	Lt(%)	Rt(%)		Lt(%)	Rt(%)
0	32(55.2)	30(51.7)	0SN	27( 46.6)	21( 36.2)
1	12(20.7)	12(20.7)	1SN	25( 43.1)	30( 51.7)
2	11(19.0)	13(22.4)	2SN	5( 8.6)	6( 10.3)
3	3( 5.2)	3( 5.2)	3SN	1( 1.7)	1( 1.7)
4	0	0	-	-	-
Total	58(100.0)	58(100.0)		58(100.0)	58(100.0)

**Table 3.** Mean value of finger skin temperature and recovery rate in each group

Finger skin temperature(℃)	V group	N group	C group
Before	31.0	32.4	31.7
End of immersion	10.3	10.7	10.5
5 minute after*	19.3	23.2	23.9
10 minute after*	23.6	27.3	28.0
Recovery rate(%)	V group	N group	C group
5 minute after*	43.1	57.2	61.8
10 minute after*	63.2	75.7	82.5
Number	33	18	7

\* : P<0.05, ANOVA with Scheffe method of post-hoc comparison

**Table 4.** Stockholm-revised vibration syndrome classification system

Stage	Grade	Description
I .Vascular component		
0		No attacks
1	Mild	Occasional blanching attacks affecting tips of one or more fingers
2	Moderate	Occasional attacks distal and middle phalanges of one or more fingers.
3	Severe	Frequent attacks affecting all phalanges of most fingers
4	Very severe	As in 3 with trophic skin change(tips)
II .Sensorineural component		
0SN		Vibration exposed-no symptoms
1SN		Intermittent or persistent numbness with or without tingling
2SN		As in 1SN with reduced sensory perception
3SN		As in 2SN with reduced tactile discrimination and manipulative dexterity

stage 3이 3건(5.2 %)으로 나타났으며, 우측의 경우 stage 1이 12건(20.7 %), stage 2가 13건(22.4 %), stage 3이 3건(5.2 %)으로 나타났다. 감각신경성장해의 경우 좌측 수지에서 1SN이 25건

(43.1 %), 2SN이 5건(8.6 %), 3SN이 1건(1.7 %)이었으며, 우측의 경우 1SN이 30건(51.7 %), 2SN이 6건(10.3 %), 3SN이 1건(1.7 %)으로 나타났다. 말초혈관장애, 말초신경장애 모두 좌, 우측

수지간의 유의한 차이는 없었다( $P>0.05$ ).

### 3. 냉각부하 검사 결과

연구대상자들을 호소하는 증상에 따라 세 군으로 분류하여 수지피부온도를 측정하고 비교하였다. 창백지 등 말초혈관장애의 증상이 있는 군을 혈관증상군(V), 말초혈관장애의 증상 없이 감각둔마나 저림과 같은 말초신경장애의 증상만 호소하는 군을 신경증상군(N), 진동에 폭로되나 뚜렷한 증상이 없는 근로자를 무증상군(C)으로 분류하였으며, 말초혈관장애와 말초신경장애의 증상이 같이 동반된 경우는 검사편의상 혈관증상군에 포함시켰다.

분류결과 혈관증상군이 33명(56.9 %)으로 가장 많았으며, 다음이 신경증상군 18명(31.0 %), 무증상군은 7명(12.1 %)이었다. 혈관증상군 중에서 순수한 혈관장애의 증상만 있는 근로자는 10명이었으며, 나머지 23명은 말초혈관증상과 말초신경증상이 동반된 경우였다.

이들 각 군에서 증상이 심한 수부의 제 3지에서 측정된 냉각부하검사 전후의 수지피부온도와 회복율은 Table 3에서와 같다. 냉각부하 전에 측정된 피부온도와 냉각부하 직후의 피부온도는 세 군 모두 비슷하였으나, 냉각부하가 끝난 뒤 5분 후에 측정된 피부 온도는 혈관증상군이 19.3 °C로 신경증상군의 23.2 °C와 무증상군의 23.9 °C에 비하여 통계적으로 유의하게 낮았다( $P<0.05$ ), 냉각부하가 끝난 뒤 10분 후에 측정된 피부온도도 혈관증상군이 23.6 °C로 신경증상군과 무증상군보다 통계적으로 유의하게 낮았다( $P<0.05$ ). 5분 회복율과 10분 회복율의 경우도 혈관증상군은 각각 43.1 %, 63.2 %로서 타군에 비하여 유의하게 낮았다( $P<0.05$ ).

## 고 찰

국소진동에 의한 수지건강장애의 평가는 1968년에 Taylor와 Pelmear에 도입된 Taylor-Pelmear classification system이 1968년 이후 계속 사용되어 왔으나 몇 가지 문제점이 있어 1986년에 개최된 Stockholm Workshop에서 Table 4와 같이 개정되어 현재사용 중이다(Brammer 등, 1987). Taylor-Pelmear classification system의 문제점은 첫째, 자통(tingling)이나 감각이상(numbsness)과 같은

신경학적 증상과 창백지와 같은 혈관증상이 반드시 동반되어 나타난다는 역학적인 자료가 없음에도 불구하고, Taylor-Pelmear classification system은 마치 수지의 자통이나 감각이상과 같은 말초신경장애 후에 창백지와 같은 말초혈관장애가 나타나는 것으로 분류되어 있었다. 둘째로 가정생활 및 사회생활(home and social activity)과 같은 불확실한 장애척도가 존재하며, 셋째로 여름, 겨울과 같은 계절적인 척도를 사용하였으나, 계절과는 무관하게 실내작업인지 야외작업인지에 따라 추위에 노출되는 빈도가 차이가 있고, 일하는 지역의 환경에 따라 계절이 분명하지 않은 지역도 있기 때문에 계절적인 척도 또한 문제가 있는 것으로 나타났다.

위와 같은 문제점에 따라 진동장애에 관계하는 여러 연구자들이 1986년 스웨덴의 스톡홀름에서 모여서 개정한 내용이 The Stockholm Workshop scale (Revision of Taylor-Pelmear scale)이다(Table 4).

주요개정내용은 Taylor-Pelmear classification system의 문제점으로 지적된 내용 중 정량화하기 힘든 영역인 작업시 어려움, 가정에서의 활동 및 취미생활시 어려움 등을 삭제하였고, 계절적인 척도도 삭제하였다. 또한 진동장애는 혈관장애와 감각신경성장애가 각각 독립적으로 유발될 수 있다는 보고에 따라 혈관장애와 감각신경성 장애를 따로 평가하도록 하였으며, 양손을 각각 평가하도록 하였다(Brammer 등, 1987; Gemne 등, 1987).

본 연구에서도 58명의 진동폭로 근로자들을 Stockholm Workshop scale에 따라 평가한 결과 말초혈관장애의 경우 stage 1 이상의 유소견자가 좌측 수지의 경우 26명(44.8 %)이었으며, 우측 수지가 28명(48.3 %)이었으나 양손의 차이는 없었다. 말초신경장애의 경우도 좌측 수지가 31명(53.4 %)이었으며, 우측 수지가 37명(63.8 %)이었으나 양손의 차이는 없었다(Table 2).

연구대상자들을 증상에 따라 분류해 보면, 말초혈관장애와 말초신경장애가 같이 동반된 군이 23명(39.7 %)으로 가장 많았으나 순수하게 말초혈관장애만 있는 군이 10명(17.2 %), 말초신경장애만 있는 군도 18명(31.0 %)으로 나타나, Gemne 등(1987)이 지적한 바와 같이 수지진동증후군의 주요 병변인 말초혈관장애와 말초신경장애는 각각 독립적으로 진행될 수 있다는 사실을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 진동폭로 근로자들을 3군으로 분류한 이유는 수지진동증후군에서 볼 수 있는 주요한 증상들인 말초혈관장애와 말초신경장애가 각각 독립적으로 진행될 수 있다는 사실에서 착안하였으며, 냉각부하검사는 그 중에서도 말초혈관장애에 특이적인 검사방법이기 때문에 각 군에서 다른 결과를 보일 수 있다는 가정 때문이었다.

수지 냉각부하검사 후 혈관장애에 대한 평가 방법은 크게 두 가지로 나누어지는데 하나는 수지피부온도의 측정이며, 다른 하나는 수지 수축기 혈압의 측정인데(Lindsell과 Griffin, 1988) 본 연구에서는 주로 수지피부온도를 측정하여 혈관장애를 평가하였다.

진동폭로시 말초혈관장애가 생기는 기전은 다음과 같다. 말초혈액순환의 조절은 교감신경과 국소적인 혈관작용인자(vasoactive agent)에 의하여 조절되는데, 진동은 교감신경을 자극하여 혈관수축을 야기하고 반복적인 혈관수축은 동맥벽의 비후를 초래하여 결과적으로 수지의 혈액순환장애를 초래하여 진동유발 창백지를 야기시킨다. 그런데 한랭은 교감신경계를 자극하는 인자 중의 하나이기 때문에 한랭에 노출되면 진동에 노출된 것과 유사한 수지의 발작적인 창백이 생긴다(Lindsell과 Griffin, 1988). 따라서 한랭 반응에 대한 수지의 색깔변화는 영향받은 수지의 혈액순환의 장애 때문이며, 수지피부온도는 혈액 순환과 상관관계에 있기 때문에 한랭에 대한 수지피부온도의 변화는 한랭으로 인한 혈관수축 후 혈액순환의 회복에 대한 객관적인 지표로 사용되어질 수 있으며, 완전한 회복은 냉각 부하 후 혈관수축이 지속되고 있는 것으로 혈관장애의 증후로 볼 수 있다(Bovenzi, 1987).

냉각부하시의 물의 온도는 여러 연구자에 따라 4℃에서 15℃까지 다양한 온도가 사용되었는데 너무 낮은 온도는 피검자에 통증(Chang, 1976)과 혈관확장(Gautherie, 1995)을 일으킬 수 있으며, 너무 높은 온도는 반대로 충분한 혈관수축을 일으키지 않는다. 따라서 냉각부하검사의 온도 및 기간 등 여러 가지 조건은 피검자에게 최대한의 혈관수축을 유발하고 고통을 최소화하는 방향으로 설정되어야 한다(Lindsell과 Griffin, 1998).

Chang(1976)은 16명의 학생과 진동유발 창백지를 가진 29명의 환자를 대상으로 냉각부하시 물의 온도를 5℃와 10℃로 나누어 비교했는데 10℃의 물

을 이용한 냉각부하검사가 환자와 대조군을 구별하는데 충분하였으며, 5℃의 물을 이용한 경우는 피검자의 고통이 심하여 저자는 냉각부하검사시 물의 온도는 10℃가 5℃보다 안전하면서도 인정할 수 있는 검사법이라고 결론지었다.

그 후 Bovenzi(1986)는 4℃에 2분간, Howarth와 Griffin(1989)은 15℃에 4분에서 30분 사이 등으로 냉각부하 하였으나, 최근의 여러 연구(Tomida 등, 1998; Mirbod 등, 1999)에서 5℃에 10분간 냉각부하 하는 방법은 피검자에게 너무 고통스럽기 때문에 10℃에 냉각부하 하는 방법을 많이 이용하고 있다.

냉각부하의 기간에 대해서도 1분에서 30분 사이의 기간 중 여러 가지 다양한 기간에 대한 시도가 있었으나 아직까지 뚜렷한 결론을 내지 못하고 있는 실정이나, 대개 피검자의 고통을 최소화하면서 진단적인 판별력을 가지기 위하여 5분 이상으로 추천하고 있다(Lindsell과 Griffin, 1998).

또한 냉각부하 후 평가하는 방법에 대해서도 여러 연구자들에 따라 서로 다른 여러 가지 다양한 지표를 사용하여 평가하였다. Chang(1976)은 냉각부하시의 피부온도와 냉각부하 후 1분, 2분, 3분 후의 피부온도를 측정하여 recovery activity, rewarming rate, recovery rate 등 세 가지 지표를 가지고 환자를 평가하였으며, Taylor 등(1986)은 간단하게 10-12℃의 물에 1분간 넣어서 냉각부하 검사중이나 후의 창백지와 허혈성통증 등을 관찰하였다. 그 후 Pelmeur 등(1985, 1987)은 10℃에 10분간 냉각부하시 피부온도가 떨어지는 양상을 그래프로 그려서 그래프의 모양에 따라 네 가지로 구분하여 평가하고 또한 냉각부하 후 피부온도가 냉각부하 전의 온도로 회복하는 시간을 측정하여 환자들을 평가하였다.

일본의 경우, 일본노동부(1975)에서 근로자 건강진단시 10℃의 물에 10분간 냉각부하 한 후 피부온도의 회복율을 이용하여 환자진단이나 보상에 이용하도록 지침을 마련한 후 많은 연구자들이(Harada 등, 1984; Tomida 등, 1998; Mirbod 등, 1999) 회복율을 이용하여 환자를 평가하는 방법을 사용하고 있는데 본 연구에서도 이 방법을 사용하여 연구대상자들을 평가하였다.

검사결과 냉각부하전의 수지피부온도는 혈관증상군이 31.0℃, 신경증상군이 32.4℃, 무증상군이 31.7℃로 세 군에서 아무런 차이가 없었으며, 냉각

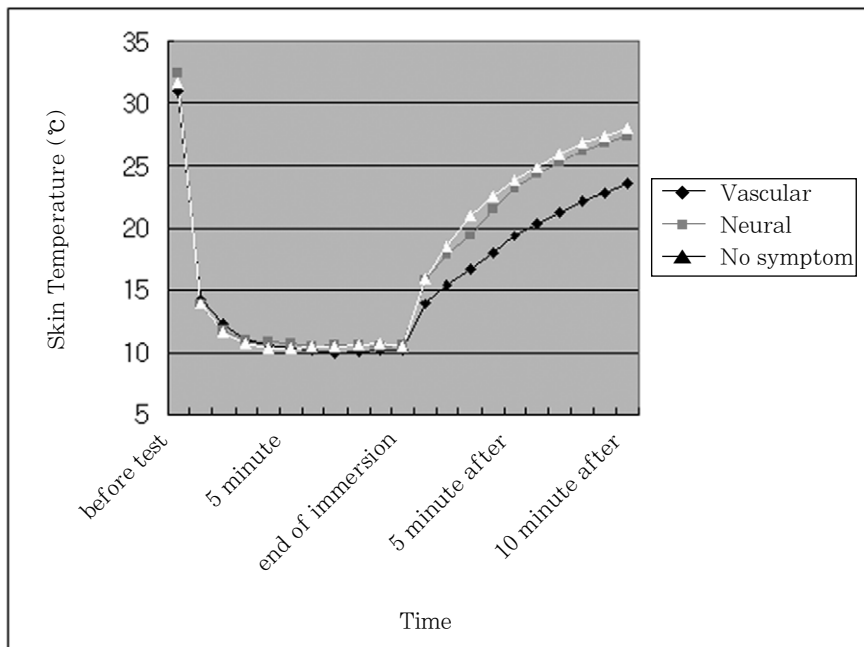


Fig. 1. Change of skin temperature following the cold provocation test according to symptom group.

부하 10분 쯤 수지피부온도도 혈관증상군이 10.3 °C, 신경증상군이 10.7 °C, 무증상군이 10.5 °C로 세 군 모두 물의 온도인 10 °C와 비슷하였다.

국내에서도 김성천과 이태준(1974)이 진동공구사용자에서 5 °C의 물에 10분간 냉각부하 하면서 수지 피부온도를 측정하였으나, 냉각부하 10분 쯤 피부온도는 대조군이 평균 17.2 °C, 진동공구사용군이 평균 14.7 °C로 물의 온도인 5 °C에 훨씬 미치지 못하였고, 본 연구결과인 10 °C 정도와도 많은 차이를 보이는데 이는 측정장비가 달라서 정확한 측정치를 얻지 못했을 수도 있으며, 측정방법이 냉각부하중의 온도측정시도 손가락을 냉수조 밖으로 꺼내어 물기를 닦은 다음에 측정하면서 오차가 생겼을 가능성도 있다. 그 후 강승완 등(1996)은 10 °C에 5분간 냉각부하 하였으나 냉각부하전후의 온도 차이만을 제시하여 본 연구의 결과와 비교할 수 없었다. 주영수 등(1998)도 5 °C에 10분간 냉각부하 한 다음 피부온도를 측정하였으나 수지피부온도가 15 °C 미만일 경우는 측정할 수 없는 기구를 사용함으로써 본 연구와의 비교가 어려웠다. 노재훈 등(1988)은 본 연구

와 동일하게 10 °C에 10분간 냉각부하 한 다음 피부온도를 측정하였으나, 냉각부하 10분 쯤의 피부온도 측정시 수지를 냉수조에서 꺼낸 다음 시행하여 각 군에서 본 연구보다 높은 피부온도를 보이고 있었다. 임상혁 등(2000)도 10 °C에 10분간 냉각부하 한 다음 피부온도를 측정하였으나 가장 중요한 냉각부하 10분 쯤의 피부온도는 측정하지 않고 수지를 냉수조에서 꺼낸 후 5분 간격으로 20분 간 온도를 측정하여 본 연구와 비교가 어려웠다. 이와 같이 대다수의 국내연구는 냉각부하시 냉수조내에서 수지피부온도를 측정하여야 정확한 피부온도를 얻을 수 있으나 대부분 측정장비가 미비하여 측정시 수지를 물 밖으로 꺼내어 측정함으로써 정확한 피부온도를 측정할 수 없어 본 연구보다 높은 피부온도를 보이고 있었다.

그리고 최저온도에 도달하는 시간도 각 군마다 비슷한 데 혈관증상군의 경우 냉각부하 4분 후부터 물의 온도와 비슷한 10 °C 가까이 도달하여 10분 후까지 물의 온도와 비슷한 10 °C 내외로 유지하고 있다가 냉각부하가 끝난 후 급격히 상승하기 시작하는

경향을 보이고 있으며, 나머지 두 군도 비슷한 양상을 보인다(Fig. 1). 따라서 냉각부하의 기간은 최대한의 혈관 수축을 유발하기 위한 것이 목적이므로 5분에서 10분 정도이면 충분할 것으로 생각되며, 이는 Lindsell과 Griffin(1998)의 견해와도 일치한다.

그러나 냉각부하가 끝나고 수지를 냉수조에서 꺼낸 다음 5분 후와 10분 후에 측정된 피부온도는 세 군간에 뚜렷한 차이를 보이는데 5분 후의 피부온도는 혈관증상군이 19.3 °C로 가장 낮았으며, 신경증상군과 무증상군의 23.2 °C, 23.9 °C와도 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $P < 0.05$ ). 10분 후의 피부온도도 혈관증상군이 23.6 °C, 신경증상군이 27.3 °C, 무증상군이 28.0 °C로 신경증상군과 무증상군은 비슷하였으나 혈관증상군은 다른 두 군에 비해 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $P < 0.05$ ). 이같은 결과는 비록 온도의 절대값은 다르나 진동폭로군과 대조군을 비교한 김성천과 이태준(1974), 노재훈 등(1988), 임상혁 등(2000)의 결과와도 비슷한 양상을 보이고 있다. 그러나 주영수 등(1998)의 결과와는 다른 양상을 보이는데 이는 측정장비의 차이와 폭로군을 증상과 무관하게 단순히 진동폭로 유무로 구별하여 대조군과 비교함으로써 초래한 결과로 파악된다.

회복율의 경우도 5분 회복율이 혈관증상군은 43.1 %로 신경증상군의 57.2 %, 무증상군의 61.8 %보다 유의하게 낮았으며( $P < 0.05$ ), 10분 회복율의 경우도 각각 63.2 %, 75.7 %, 82.5 %로 혈관증상군은 다른 두 군에 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있었으나( $P < 0.05$ ), 5분회복율과 10분회복율 모두 신경증상군과 무증상군 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

현재 냉각부하검사와 관련하여 냉각부하 전후의 여러 시기에서의 피부온도의 절대값, 회복율 등 여러 가지 다양한 지표들이 사용되고 있으나 아직까지 국제적으로 공인된 지표는 없는 실정이며, 냉각부하검사의 신뢰성 또한 충분하지 않다(Harada 등, 1999). 그러나 본 연구의 결과로 볼 때 냉각부하검사 시의 평가지표 중, 냉각부하전의 피부온도나 냉각부하 10분 쯤의 피부온도보다는 냉각부하가 끝난 다음 5분이나 10분 후에 측정된 피부온도와 회복율이 진동으로 인한 혈관장애를 진단하기 위한 유의한 지표중의 하나로 사용할 수 있을 것으로 추정되며,

이론적으로 볼 때 피부온도의 절대값은 측정기기의 종류와 검사실의 외부 온도, 계절 등 여러 가지 외부요인의 영향을 받을 수 있기 때문에 회복율이 피부온도보다 더 좋은 지표로 판단되나, 여러 가지 조건하에서 여러 대상자들을 대상으로 한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

또한 일본 노동부(1975)의 지침에 의하면 냉각부하 검사 후 5분 회복율이 30 % 미만이거나 10분 회복율이 60 % 미만일 때 비정상적으로 판정한다. 국내의 경우는 아직까지 냉각부하 검사에 대한 명확한 진단기준은 없으나 본 연구의 결과를 볼 때 혈관장애에 대한 stage 평가와 함께 회복율을 측정하여 수지진동증후군의 진단이나 보상에 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 기대되나, 이 또한 명확한 기준을 확립하기 위하여 추후 더 많은 진동 폭로자를 대상으로 한 추가적인 연구가 뒷받침되어야 할 것으로 사료된다.

Cleophas 등(1982)과 Harada 등(1998, 1999)은 냉각부하시 피부온도는 외부온도와 계절의 영향을 받기 때문에 피부온도 측정 시 가능한 한 같은 계절에 해야 하며, 냉각부하검사실의 외부 온도는 20 °C에서 23 °C 사이가 가장 적절하다고 하였으나, 본 연구는 시기적으로 봄, 여름, 가을에 걸쳐서 실시되어 계절적인 영향을 완전히 배제할 수 없었으며, 냉각부하 검사실에 냉난방시설은 있으나 항온, 항습 장치가 되어 있지 않아 외부온도의 영향을 완전히 통제하지 못하였다는 것이 본 연구의 제한점이라 할 수 있다.

## 요 약

**목 적** : 진동에 폭로된 근로자들을 대상으로 진동장애의 유무를 평가하고 냉각부하 후 수지피부온도를 측정하여 수지진동증후군의 유형별로 결과를 평가하여 향후 수지진동증후군 진단의 객관적인 지표로 사용하기 위한 기본적인 자료를 확보하고자 본 연구를 실시하였다.

**방 법** : 진동에 폭로된 근로자 58명을 대상으로 설문조사와 이학적 검사를 실시하였으며 Stockholm-revised vibration syndrome classification system에 따라 근로자를 평가하였다. 평가 후 연구대상자들을 말초혈관증상군, 말초신경증상군,



특별한 증상이 없는 무증상군으로 분류하여, 10 ℃에서 10분간 냉각부하하면서 수지피부온도를 측정하고, 측정된 수지피부온도를 이용하여 5분 회복율과 10분 회복율을 산출하여 각 군별로 비교하였다.

결 과 : 연구대상자들을 분류한 결과 말초혈관장애를 호소하는 군이 33명이었으며, 말초신경장애만 있는 군은 18명이었으며, 특별한 증상이 없는 무증상군이 7명이었다. 수지냉각부하검사결과 냉각부하가 끝난 다음 5분, 10분 후에 측정한 피부온도와 5분 회복율, 10분 회복율은 혈관증상군이 신경증상군과 무증상군에 비하여 통계적으로 유의하게 낮았다 (P<0.05).

결 론 : 냉각부하시 수지피부온도를 이용한 회복율은 수지진동증후군의 말초혈관장애 진단에 객관적인 지표로 사용할 수 있을 것으로 추정된다.

### 참고문헌

강승완, 이은일, 염용태, 김해준. 국소진동장해 평가를 위한 감각신경 및 말초혈류량 검사에 관한 연구. 대한산업의학회지 1996;8(2):210-222.

김성천, 이태준. 진동공구 사용자의 주관적 호소와 수지 피부 온도의 한냉이상반응. 가톨릭대학의학부논문집 1974;27:369-375.

노재훈, 문영한, 신동천, 차봉석, 조수남. 진동공구 사용 근로자의 피부온도 변화. 예방의학회지 1988 :21(2):357-364.

산업안전공단, 산업보건연구원. 근로자건강진단실무지침. 1999.

주영수, 최홍렬, 김미경, 손홍, 전순자 등. 조선소 근로자에서의 국소진단장해 진단방법에 대한 평가. 대한산업의학회지 1998;10(4):413-427.

임상혁, 김록호, 양길승, 양정인, 김상섭, 전형준, 박시복. 그라인더(grinder) 사용에 의한 Hand-Arm Vibration Syndrome(HAVS)의 6예. 대한산업의학회지 2000;12(3):421-429.

Bovenzi M. Cardiovascular responses of vibration-exposed workers to a cold provocation test. Scand J Work Environ Health 1986;12:378-381.

Bovenzi M. Finger thermometry in the assessment of subjects with vibration-induced white finger. Scand J Work Environ Health 1987;13 :348-351.

Brammer AJ, Taylor W, Lundborg G. Sensory-neural stages of the hand-arm vibration syndrome. Sand J Work Environ Health 1987;13:

279-283.

Chang CP. Cold water immersion test in patients with vibration disease. Jpn J Ind Health 1976; 18:453-463.

Cleophas TJM, Fennis JFM, van't Laar A. Finger temperature after a finger-cooling test: influence of air temperature and smoking. J Appl Physiol 1982;52:1167-1171.

Gautherie A. Clinical studies of the vibration syndrome using a cold stress test measuring finger temperature. Centr Eur J publ Hlth 1995;3:5-10.

Gemne G, Pyykko I, Taylor W, Pelmeur PL. The Stockholm Workshop scale for the classification of cold-induced Raynaud's phenomenon in the hand-arm vibration syndrome(revision of the Taylor-Pelmeur scale). Sand J Work Environ Health 1987;13:275-278.

Harada N, Matsumoto T. Validity of various function tests performed in Japan as a screening test for vibration syndrome. Int Arch Occup Environ Health 1984;54:283-293.

Harada N, Iwamoto M, Laskar S, Hirosawa I, Nakamoto M, et al. Effects of room temperature, seasonal condition and food intake on finger skin temperature during cold exposure test for diagnosing hand-arm vibration syndrome. Industrial Health 1998;36:166-170.

Harada N, Yoshimura M, Laskar MS. A minireview of studies conducted in Japan using finger-skin temperature during cold-stress tests for the diagnosis of hand-arm vibration syndrome. Int Arch Occup Environ Health 1999;72:330-334.

Hellstrom B, Stensvold I, Halvorsrud JR, Vik T. Finger blood circulation in forest workers with Raynaud phenomena of occupational origin. International Zettschrift fur angewandte Physiology 1970;29:18-28.

Howarth HVC, Griffin MJ. Assessment of an objective measure of circulatory function of the fingers. I.S.V.R Memorandum 696, November 1989.

Japanese Ministry of Labor. The technique of a special medical examination related to workers handling vibrating tools. Japanese Labor Standards Bureau, Notification No.609, 1975.

Lindsell CJ, Griffin MJ. Standardized diagnostic methods for assessing components of the hand-arm vibration syndrome. Contract Research Report 197/1998, HSE Books, Sudbury, Suffolk, 1998.

- Mirbod SM, Akbar-Khanzadeh F, Onozuka M, Jamali M, Watanabe M et al. A four-year follow-up study on subjective symptoms and functional capacities in workers using hand-held grinders. *Industrial Health* 1999;37:415-425.
- Pelmear PL, Taraschuk I, Leong D, Wong L. Cold water immersion test in hand arm vibration exposed. *J Low Fre Noise Vibration* 1985; 4(3):89-97.
- Pelmear PL, Roos J, Leong D, Wong L. Cold provocation test results from a 1985 survey of hard-rock miners in Ontario. *Sand J Work Environ Health* 1987;13:343-347.
- Pelmear PL, Wasserman DE. Hand-arm vibration : A comprehensive guide for occupational health professionals. Beverly farms, Massachusetts, OEM press, 1998.
- Taylor W, Ogston SA, Brammer AJ. A clinical assessment of seventy-eight cases of hand-arm vibration syndrome. *Sand J Work Environ Health* 1986;12:265-268.
- Taylor WA, Wasserman DE. Occupational vibration. In: Zenz C, Dickerson OB, Horvath EP, editors. *Occupational Medicine*. 3rd ed. St Louis : Mosby, 1994, p.297-304
- Tomida K, Morioka I, Kaewboonchoo O, Yamamoto H, Miyai N, et al. Evaluation of finger skin temperature by cold provocation test for diagnosis of vibration induced white finger. *Industrial health* 1998;36:20-26.
- Wasserman DE. Occupational exposure to vibration. In: Rom WN, editors. *Environmental and occupational medicine*. 3rd ed. Philadelphia, New York : Lippincott-Raven, 1998, p.1403-1410.