

일개 대학병원에서 시행한 수완진동 증후군 증상 호소자의 일반적 특성과 냉각부하검사결과

안중백병원 직업환경의학과, 울산의대 울산대학교병원 직업환경의학과¹⁾

윤재국 · 심창선¹⁾ · 오명순¹⁾ · 성주현¹⁾ · 이지호¹⁾ · 이충렬¹⁾ · 김양호¹⁾ · 유철인¹⁾ · 이 현¹⁾

— Abstract —

The General Characteristics and Results of the Cold Provocation Test in the Risk Group of HAVS

Jae-Kook Yoon, Chang-Sun Sim¹⁾, Myoung-Soon Oh¹⁾, Joo-Hyun Sung¹⁾,
Ji-Ho Lee¹⁾, Choong-Ryeol Lee¹⁾, Yangho Kim¹⁾, Cheol-In Yoo¹⁾, Hun Lee¹⁾

*Department of Occupational and Environmental Medicine, Anjung-Baik Hospital,
Department of Occupational and Environmental Medicine, University of Ulsan,
College of Medicine, Ulsan University Hospital¹⁾, Ulsan, Korea*

Objectives: The cold provocation test for diagnosing the vascular component in hand-arm vibration syndrome (HAVS) is likely to be accepted as an objective test, and a few studies have been performed. However, controversy has continued regarding the diagnostic performance of this method. Although objective methods such as plethysmography and laser doppler flowmetry have been studied, they have not received as much attention as other diagnostic methods. Therefore, our study aim was to spread the awareness of HAVS by reporting the results of the cold provocation test in a hand-transmitted vibration exposure group.

Methods: The study subjects were 549 workers who had been exposed to hand-transmitted vibrations and reported symptoms in their hands. While the subject immersed both their hands in 10 °C water for 10 minutes, the skin temperature of 10 fingers was recorded from pre-immersion time to 20 minute post-immersion including 10 minutes immersion time. The recovery rates were calculated from the recorded skin temperatures. The 'decreased recovery rate' criteria were less than 30% at 5 minutes post-immersion and 60% at 10 minute post-immersion.

Results: Of the subjects, 69.1% and 30.9% had more severe symptoms in the right and left hands, respectively. The mean finger skin temperature of the right hand after cold-water immersion for 10 minutes was approximately 10 °C, which increased gradually with time, but they did not reach the baseline temperature at 20 minutes post-immersion. The deviations of the skin temperature in the subjects were higher in the recovery phase than in the baseline and cold immersion phase. The 3rd finger of both hands showed the lowest 5-minute recovery rate among the fingers examined, and the left 4th finger and right 3rd finger showed the lowest 10-minute recovery rate. Of the subjects, 37.6% and 10.4% of subjects showed a lower recovery rate at 5 and 10 minutes in at least one finger, respectively, while 10.2% showed a lower recovery rate at both 5 and 10 minutes simultaneously in at least one finger.

Conclusions: The larger deviations in the recovery phase than in the other phases indicated that inter-individual differences are more prominent in the recovery phase. There might be no benefit in observing the finger skin temperature for an additional 10 minutes after 10 minutes post-immersion. Overall, approximately 10% of the subjects in the HAVS risk group had HAVS.

Key words: Hand-Arm Vibration Syndrome, Skin temperature, Immersion

서 론

국소 진동에 의한 수부의 손상은 1911년 Loriga에 의해 처음 기술된 후 1918년 Alice Hamilton의 조사를 거쳐 산업보건 분야에서 인식되기 시작했다¹⁾. 수완진동 증후군(hand arm vibration syndrome, HAVS)은 처음에 혈관 경련성 빈혈(spastic anemia), 직업성 레이노드 현상(Raynaud's phenomenon of occupational origin), 진동 유발성 창백지(vibration induced white finger, VWF) 등의 용어로 사용되었는데, 1983년에 HAVS로 용어를 통일하여 혈관계, 신경계, 근골격계 장애 등의 세 가지 구성요소로 정의하였으며, 1986년에는 혈관계와 신경계의 분리된 체계로 전개한 스톡홀름 워크샵 분류(Stockholm workshop classification of HAVS)를 마련하여 현재까지 사용되고 있다^{2,3)}.

수완진동 증후군을 유발하는 경우는 여러 가지가 있지만 일본은 1960년대 초 이후에 입업의 전기톱 사용 근로자와 광업의 착암기 사용 근로자들 사이에서 보고되어 왔고 산업발달과 더불어 다양한 진동 공구의 사용 증가에 따라 2차 산업에서도 산업보건의 심각한 문제로 대두되었다⁴⁾. 우리나라는 과거 착암기 사용 근로자들의 수완진동 증후군이 대한직업환경의학회지를 위주로 하여 보고되었고 현재도 진동재해자의 대다수를 차지하고 있지만^{5,6)}, 산업의 성장에 따른 기계화, 자동화 등으로 자동차 의장 조립시의 임팩트 렌치 사용이나 조선업종의 사상 작업자들에서 4인치, 7인치 및 베이비 그라인더 등의 사용으로 인한 진동장애가 다수 발생을 하여 현재는 조선업종에서 진동 노출이 가장 문제시 되고 있다^{7,8)}.

현재 우리나라의 진동 노출자에 대한 관리는 근로자 건강진단 체계에서 정기적으로 직업환경의학 의사의 진찰과 정해진 검사를 통해 그 결과를 해석하고 필요한 조치를 하도록 하고 있는데 2008년 고용노동부 보고⁹⁾에 의하면 근로자 건강진단 실시자 855,535명 중에 진동 노출자는 33,759명(3.9%), 전체 직업병 요관찰자 109,936명 중 진동장애 요관찰자는 370명(0.3%), 전체 직업병 유소견자 3,913명 중 진동장애 유소견자는 12명(0.3%)으로 나타났다.

수완진동 증후군에서 혈관계의 전형적인 증상 및 징후는 경계가 명확한 진동 유발성 창백지이다. 부신수질 및

말초 교감신경 말단에서 분비되는 신경전달물질인 노르에피네프린을 증가시키고 이것에 의한 수부의 혈관수축이 창백지를 유발한다^{10,11)}. 손가락이 희게 되는 증상은 수 분 또는 그 이상 지속될 수 있고 손가락의 감각이 둔해지고 종종 통증을 경험하며 추운 계절에 손이 차다는 것을 쉽게 느낀다¹²⁾. 비록 진동 유발성 창백지가 수완진동 증후군에서 가장 두드러진 혈관계 증상이지만 수부와 수지의 냉감(cold sensation)이 이러한 질환을 가진 사람들 사이에 가장 흔하게 나타난다¹³⁾. 이런 신경계 증상의 조기 진단을 위한 객관화된 방법에 대해서는 윤재국 등¹⁴⁾이 보고하였다.

수완진동 증후군의 평가에서 냉각부하 검사는 혈관계 장애를 객관적으로 평가한다고 보고되며, 지속적인 연구가 진행 중이다¹⁵⁾. 현재 선진국에서는 수완진동 증후군의 진단을 위해 사용되고 있는 여러 형태의 냉각부하 검사가 있지만 결과에 대한 표준화된 진단 기준이 없어 그 실효성에 대한 논란이 있다¹⁾. 우리나라도 근로자 건강진단 실무지침¹⁶⁾에 따라 수완진동 증후군이 의심되는 대상자는 2차 검사를 통해 냉각부하 검사를 할 수 있지만 검사방법에 대한 지침 및 진단기준이 없어 한계점을 노출하고 있으며, 실제로 사용하는데 어려움이 있다.

본 연구는 일개 병원에서 10년간 냉각부하검사를 시행하여 HAVS 증상 호소자 들의 일반적 특성과 냉각부하 검사 결과를 해석함으로써 진동 장애의 혈관계 증상에 대한 진단기준을 제공하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

다년간 수부진동에 노출되어 증상을 호소한 근로자를 대상으로 10년에 걸쳐 수완진동 증후군의 특수건강진단 2차 정밀 검사 712건을 실시하였다. 여러 해에 걸쳐 중복검사를 한 대상자는 가장 최근의 결과로 하였다. 고혈압, 심근경색, 관상질환 동맥 질환이 있는 근로자들 중 가슴통증 호소자와 심전도 이상이 있는 자들은 연구에서 제외되었다. 최종 연구 대상자는 549명이었다. 설문지 조사와 면담을 통해 연령, 직업력 및 진동 노출시간, 흡연력, 의학적 병력, 사용한 진동 공구 등을 조사하였다.

설문지에 기입된 내용을 토대로 자각증상을 확인하고 10개의 수지중 가장 증상이 심한 수지를 문진을 통해 기록하였다. 진동의 총 노출시간은 근로자가 설문지에 기입한 내용을 바탕으로 의료진이 재확인하여 [작업 중 일일 노출 시간 × 한 달간 노출 일수 × 진동 업무 종사년수]를 계산하여 추정하였다.

2. 연구 방법

1) 의학적 검사

각 대상자는 전체적인 수부의 증상과 직업적인 노출에 대해 의사와 면담을 했으며, 류마티스, 경추부, 상지의 근골격계, 심혈관계, 자가면역 질환 등 수완진동 증후군과 유사한 증상이 나타날 수 있는 다른 질병을 감별하기 위해 이학적 검사 및 진찰을 실시하였다. 문진과 이학적 검사에서 위에 제시된 진동 노출과 감별이 되어야 할 다른 질병이 의심되어 검사가 필요하다고 판단되는 경우에는 류마티스 인자, 항핵항체검사, 한랭글로불린, 혈청 단백전기영동법과 같은 혈액 및 소변검사, 경추, 수부 및 흉부 방사선학적 검사, 근전도, 신경전도 속도 등을 추가로 실시하기로 하고 냉각부하검사 후에 추가 검사를 하였다. 이학적 검사 시에 수완진동 증후군의 혈관계, 신경계, 근골격계의 세 가지 요소에 대해 냉각부하검사, 진동각, 통각, 피부 온도, 악력 등을 통해 조사하고 스톱홀름 위크샵 기준에 따라 분류를 하였다. 특히, 수지의 창백지가 있거나 수부의 저림 또는 감각 이상을 호소한 경우에는 자세한 문진과 이학적 검사를 통해 규명하였다.

2) 냉각부하 검사

대상자들이 검사 직전 식사와 흡연을 한 경우 검사에서 제외되었다. 검사실은 실내 온도를 22~26℃ 환경으로 맞추었으며 조용한 상태에서 약 10분간 검사에 대한 설명과 함께 대상자가 실내온도에 순화(acclimatization)하도록 하였다.

수지의 피부온도는 각 수지 끝마디(distal phalanx)의 수질부(pulp)에 부착된 열전대(thermocouple)를 통해 측정되어 전자 온도계(Technol seven, model K730, Japan)에 의해 1분 간격으로 자동으로 기록되었다. 열전대는 수지 끝마디에 밀착되도록 종이테이프를 고정했으며 테이프는 혈류에 방해되지 않을 정도로 느슨하게 고정시켰다.

냉각부하 검사를 위한 냉각수는 온도를 일정하게 유지하기 위해 순환수조(circulation water bath(Vision, model VS1902WF, WF2, Korea))를 사용하였고 냉각부하는 10℃의 냉각수에서 10분간 양측 수부를 손목까지 침수하여 실시하였다. 침수 종료 직후 수부에 묻어있

는 물기를 마른 수건으로 조심스럽게 닦아내었다. 수지 피부온도는 냉각부하 직전의 상온 시 피부온도부터 냉각부하 후 20분까지 기록하여 수완진동 증후군의 혈관계 증상에 대한 평가 지표로 하였다¹⁷⁾.

각 수지는 좌우를 분리하여 엄지를 제 1수지로 시작하여 내측으로 차례대로 제 2수지(시지), 제 3수지(중지), 제 4수지(약지), 제 5수지(소지)로 기록하였다.

3) 수지 피부온도 회복률(Recovery rate)

각 수지의 피부온도를 토대로 5분과 10분 회복률을 다음과 같은 식으로 계산하였다.

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

여기서 T_a 는 수부의 침수 종료 후 5분 또는 10분째 수지 피부온도, T_{10} 은 수부의 침수 종료 직후의 피부온도, T_0 은 냉각부하 직전 상온에서의 기저(baseline) 수 -지 피부온도를 말한다.

5분 회복률이 30% 미만이거나 10분 회복률이 60% 미만인 경우를 '회복률 저하가 있다'고 판정하였다¹⁴⁾.

4) 자료 분석

수집된 자료에 대한 통계분석은 SPSS for windows 17.0을 사용하여 빈도분석을 하였다. 각 빈도에서 결측이 있는 경우는 합계에서 제외하였다.

수집된 자료에 대한 통계분석은 SPSS for windows 17.0을 사용하여 빈도분석을 하였다. 각 빈도에서 결측이 있는 경우는 합계에서 제외하였다.

결 과

1. 대상자들의 일반적 특성

대상자들의 연령은 40대가 174명(31.7%), 50대가 242명(44.1%)으로 40~50대가 대부분을 차지했다. 대상자의 대부분(86.9%)이 그라인더를 단독으로 사용하거나 다른 착암기(Rock drill), 해머(Hammer) 등과 같은 공구를 사용하는 것으로 조사되었다. 추정된 노출 시간은 최소 2,000시간 미만부터 최대 40,000시간 이상까지 다양했다. 의학적 병력은 고혈압을 포함한 순환기계 질환이 13명(2.4%), 당뇨가 9명(1.6%), 상지 및 경추부의 근골격계 질환이 18명(3.3%)이었다. 계절별로는, 겨울(12월~2월)에 검사를 한 경우가 267명(48.6%)으로 가장 많았고 봄(3~5월) 또는 가을(9~11월)에 검사를 한 경우가 158명(28.8%), 여름(6월~8월)에 검사를 시행한 경우가 124명(22.6%)이었다. 양 수부 중에 증상이 심한 수부가 좌측인 경우가 30.9%, 우측인 경우가

69.1%로 우측의 증상이 심한 경우가 좌측에 비해 더 많았다. 수지 중 증상이 가장 심한 수지는 제 2수지가 152명(29.3%), 제 3수지가 276명(53.4%), 제 4수지가 87명(16.8%)으로 3지에 증상이 가장 심한 경우가 제일 많았다(Table 1).

2. 스톡홀름 워크샵 분류

1) 혈관계 분류

스톡홀름 워크샵 분류에서 좌·우측의 분포는 유사하였고, 0단계가 가장 많았고, 1단계, 2단계, 3단계 순서이었으며, 가장 심한 4단계는 양측에서 한 명도 없었다(Table 2).

창백지를 보인 수지의 갯수는 좌측은 3개의 수지에서 창백지가 있는 경우가 가장 많았고, 우측은 2개의 수지에서 창백지가 있는 경우가 가장 많았으며, 양측에서 5개 전체의 수지에서 창백지를 보이는 경우도 좌·우측 각각 2.6, 2.9%로 나타났다(Table 3).

Table 1. The general characteristics of subjects

Variables	Category	Frequency	%
Age	~ 29	24/549	4.4
	30 ~ 39	100/549	18.2
	40 ~ 49	174/549	31.7
	50 ~ 59	242/549	44.1
	60 ~	9/549	1.6
Smoking	Non-smoker	281/545	51.6
	Current smoker	264/545	48.4
Vibration tool	Grinder or grinder with others	459/528	86.9
	Rock drill	23/528	4.4
	Hammer	22/528	4.2
	Etc.	24/528	4.5
Estimated exposure time	~ 2,000 hrs	39/471	8.3
	2,000 ~ 10,000 hrs	111/471	23.6
	10,000 ~ 20,000 hrs	104/471	22.1
	20,000 ~ 40,000 hrs	123/471	26.1
	40,000 hrs ~	94/471	20.0
Medical history	Hypertension, cardiovascular disease	13/549	2.4
	Diabetes mellitus	9/549	1.6
	Musculoskeletal disease*	18/549	3.3
	Etc.	22/549	4.0
Investigated year	2001 ~ 2	171/549	31.2
	2003 ~ 4	72/549	13.1
	2005 ~ 6	129/549	23.5
	2007 ~ 8	104/549	18.9
	2009 ~ 10	73/549	13.3
Investigated season	Winter	267/549	48.6
	Spring & Autumn	158/549	28.8
	Summer	124/549	22.6
Severer hand	Left	160/517	30.9
	Right	357/517	69.1
The severest finger	2nd finger	152/517	29.3
	3rd finger	276/517	53.4
	4th finger	87/517	16.8
	1st or 5th finger	2/517	0.4

*upper limb or cervical spine.

Table 2. The number of subjects according to vascular stage of Stockholm Workshop scale

	Stage 0	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Total
Left	337 (68.5%)	80 (16.3%)	63 (12.8%)	12 (2.4%)	0 (0%)	492
Right	296 (60.2%)	101 (20.5%)	82 (16.7%)	13 (2.6%)	0 (0%)	492

2) 신경계 분류

좌측에서는 1단계가 가장 많았으며 0단계, 2단계, 3단계 순서이었으며, 우측에서도 1단계가 가장 많았고, 양측의 단계별 분포도 유사하였다. 양측에서 가장 심한 3단계는 좌·우측 각각 0.8, 0.4%로 나타났다(Table 4).

3. 전체적인 수지의 피부온도 변화

전체 수지의 피부온도는 냉각부하 직전부터 냉각 종료 후 20분까지 기록하였으며 그 중에 냉각부하 직전의 기저 피부온도, 냉각부하 종료 직후(10 min), 냉각부하 종료 후 5분(15 min), 10분(20 min), 20분(30 min)의 피부온도 기록을 평가하였다. 평균 온도를 보면 기저 온도의 경우 중심 체온인 36.5℃보다 약간 낮았다. 냉각 부하 직후의 피부온도는 10℃인 냉각수 온도와 거의 같은 수준으로 떨어졌다가 냉각 후 5분과 10분 후에 온도 상승이 있었지만 기저 온도만큼은 상승하지 못하였다. 냉각 후 20분까지도 지속적인 피부온도 상승이 있었지만 여전히 기저온도에 미치지 못하는 정도까지 피부온도 상승이 있었다. 편차는 기저온도보다 냉각부하에서 편차가 작아지는 경향을 보였으며 냉각 후 5분, 10분에는 그 편차가 기저 온도보다 커졌고 냉각 후 20분에는 그 편차가 약간 작아지는 경향을 보였다. 그 밖의 1 백분위수(percentile) 피

부온도, 중앙값(median), 99 백분위수 피부온도 등을 나타내었다(Fig. 1).

4. 수지 피부온도의 회복률

수지 피부온도를 통해 계산된 평균 5분 회복률은 약 52%(10개 수지의 산술 평균), 10분 회복률은 약 73%(10개 수지의 산술 평균)이었다. 편차는 전체적으로 제 1 수지의 편차가 다른 수지에 비해 작은 경향이 있었고 다른 4개의 수지는 서로 유사한 수준이었다. 수지에 따른 차이를 보면 5분 회복률은 좌우 모두 제 3수지의 회복률이 가장 작았고 제 1, 2수지의 회복률이 가장 컸다. 10분 회복률에서 좌측은 제 4수지의 회복률이 가장 작았고 우측은 제 3수지의 회복률이 가장 작았다. 5분 회복률과 마찬가지로 제 1, 2수지의 10분 회복률이 다른 수지에 비해 가장 높았다. 우측의 제 2, 4수지에서 5분 회복률의 99 백분위수는 100%를 초과하였고 좌우 모든 수지에서 10분 회복률의 99 백분위수는 100%를 초과하였다. 한편, 5분 회복률의 1 백분위수는 13.3~16.2% 정도이었으며 10분 회복률의 1 백분위수는 20.1~27.1% 정도로 나타났다(Fig. 2). 각 수지의 5, 10분 회복률은 통계학적인 차이는 없었다.

Table 3. The number of subjects according to number of finger in vascular stage

	0 finger	1 finger	2 fingers	3 fingers	4 fingers	5 fingers	Total
Left	337 (68.6%)	29 (5.9%)	33 (6.7%)	42 (8.6%)	37 (7.5%)	13 (2.6%)	491
Right	296 (60.4%)	43 (8.8%)	52 (10.6%)	44 (9.0%)	41 (8.4%)	14 (2.9%)	490

Table 4. The number of subjects according to neurological stage of Stockholm Workshop scale

	Stage 0	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Total
Left	196 (39.8%)	236 (48.0%)	56 (11.4%)	4 (0.8%)	492
Right	161 (32.7%)	256 (52.0%)	73 (14.8%)	2 (0.4%)	492

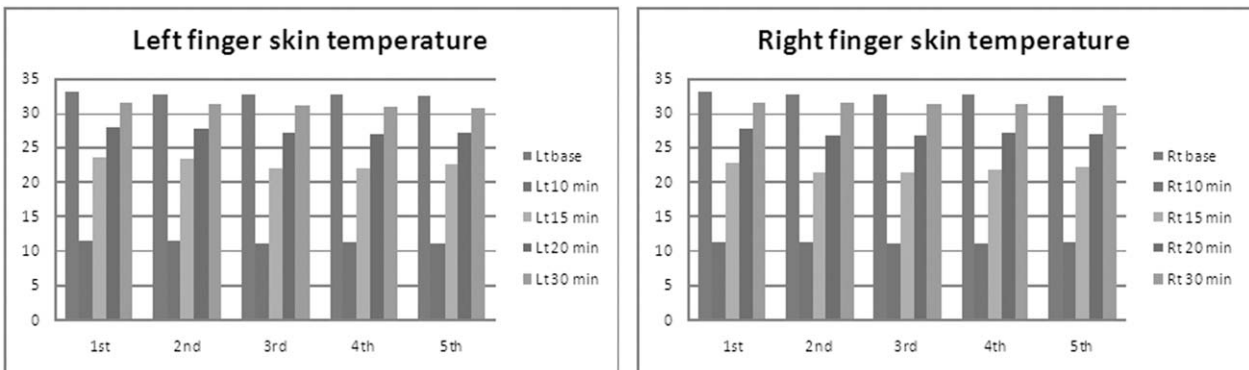


Fig. 1. Finger skin temperatures and their dispersion at each time in each finger. (unit: ℃)

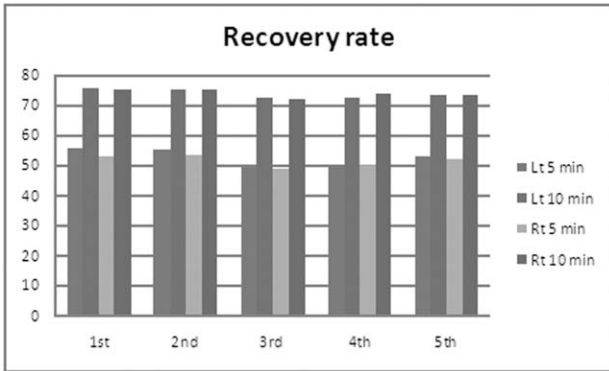


Fig. 2. The recovery rates of temperature and their dispersion in each finger. (unit: %)

5. 회복률 저하가 있었던 수지

전반적인 회복률 저하를 보였던 수지의 개수는 1개에서 10개까지 다양하게 분포했으며 1개 수지의 회복률 저하가 있었던 대상자가 5분 회복률에서 45명, 10분 회복률에서 15명으로 가장 많았다. 회복률 저하를 보였던 수지의 개수가 많아질수록 대상자수가 줄어들었지만 10개의 수지에서 회복률 저하를 보였던 경우도 5분 회복률에서 19명, 10분 회복률에서 2명이 있었다(Table 5).

6. 수완진동증후군 증상호소자의 유병률

비록 통일된 기준이 없어 다른 연구들과의 비교가 어렵지만, 냉각부하 후 5분과 10분 회복률 기준을 30%와 60%로 적용했을 때 10분 회복률 저하는 거의 5분 회복률의 저하를 포함했고 이 기준을 수완진동 증후군 진단에 적용하여 5분과 10분 회복률이 동시에 저하된 경우를 수

완진동 증후군으로 진단한다면 이번 대상자들과 같이 수완진동 증후군의 위험에 수년간 노출되어 왔고 증상이 있었던 사람들 중에 약 10%가 수완진동 증후군으로 진단되었다고 할 수 있다.

고 찰

수완진동 증후군 진단을 위한 진동 유발성 창백지의 확인은 환자의 기억으로부터 얻어진 주관적인 증상에 의해 이루어진다. 비록 그 증후가 의사에 의해 확인되는 경우가 거의 없다고 할지라도 환자로부터 기술된 진동 유발성 창백지는 수완진동 증후군을 평가하는 가장 중요한 황금률이다. 하지만 그 정확성과 신뢰성이 항상 의미 있는 것은 아니다¹⁸⁾. 수완진동 증후군에 대한 보상은 혈관 이상에 대한 객관적인 지표를 위해 몇 가지 임상적인 그리고 실험실적인 검사가 필요하지만 자격이 있는 의사에 의한 의학적 진찰은 진동 유발성 창백지를 진단하는 가장 중요한 방법으로 인정되고 있다¹⁹⁾. 그 중에서도 가장 흔하게 사용되는 것은 냉각부하에 따른 수지 피부온도의 회복을 알아보는 검사로 이는 수지 혈관의 확장 반응을 보는 것이다²⁾. 또한 그 회복은 빠른 혈류 변화에 매우 의존적이다. 하지만 수지 피부온도 측정과 변화를 통한 진단은 저자들마다 큰 편차를 보이기도 한다²⁰⁾.

영국에서는 산업재해 보상을 위한 광부들의 수완진동 증후군 조사에서 15℃ 냉각수에 5분간 담근 후 일정 온도를 회복하는데 걸리는 시간을 기준으로 사용하였다¹⁾. 일본에서는 수완진동 증후군의 진단을 위해 한 손을 10℃ 냉각수에 10분간 담그는 냉각부하 검사가 널리 쓰여 왔으며 진단을 위한 수지의 피부온도 측정은 민감도가 비교적 낮았지만 근로자 건강진단의 2차 검사 항목으로 지

Table 5. The number of subject who had finger that decreased recovery rate

Number of finger	Decreased recovery rate					
	5 min		10 min		5 and 10 min	
	Frequency	%	Frequency	%	Frequency	%
1	45	8.5	15	2.8	14	2.7
2	24	4.6	10	1.9	10	1.9
3	19	3.6	13	2.5	13	2.5
4	18	3.4	4	0.8	5	0.9
5	18	3.4	2	0.4	3	0.6
6	17	3.2	1	0.2	0	0
7	13	2.5	6	1.1	5	0.9
8	15	2.8	0	0	0	0
9	10	1.9	2	0.4	2	0.4
10	19	3.6	2	0.4	2	0.4
Total	198/527	37.6	55/527	10.4	54/527	10.2

*standard of recovery rate: (i) 5 min: 30%, (ii) 10 min : 60%.

정했다^{4,21,22}. 또한 유럽에서는 진동의 인체 영향을 연구하는 VIBRISKS(Risks of Occupational Vibration Exposures)가 수완진동 증후군 진단에 대한 프로토콜에서 15℃ 냉각수에 5분간 침수하는 것을 제안하고 있다²³. 최근 수십 년 간의 냉각부하 검사에 관한 연구들은 대부분 10 또는 15℃의 냉각수와 5분 또는 10분의 침수 시간을 사용하였고 어떤 방식이 진단에 대한 감별력이 우수한지에 대해서는 논란 중이다¹³. 비록 냉각부하 검사 결과에서 널리 받아들여질 수 있는 평가 기준은 아직 설정되어 있지 않지만 여러 연구들에서 수완진동 증후군을 진단하는데 수지 피부온도 또는 피부온도 회복률에 대한 유의성을 보고해왔다²⁴⁻²⁷.

Lindsell 와 Griffin (2001)은 냉각부하 및 온도 회복의 곡선 위 면적(area over curve), 기저 온도에 대한 냉각 후 5분 회복률(5 recovery/baseline temperature), 냉각 후 10분 회복 온도(10 recovery) 등을 온도 계측에 대한 해석 기준으로 제안했는데 이러한 지표들은 집단 간 비교 및 ROC 곡선(Receiver Operating Characteristic Curve)에서 진단에 대한 분별력이 가장 높았다²⁸. 또한 냉각부하에 따른 수지의 피부온도를 이용한 많은 연구들에서 냉각부하 시간과 회복시간 등에서 다양한 방식과 지표들을 이용하여 수완진동 증후군의 혈관계를 평가하였다¹³.

Maricq 와 Weinrich (1988)는 레이노드 현상이나 창백지의 사진과 함께 수지 피부의 색조변환에 따른 점수 체계를 통한 컬러 차트(Color Chart)를 사용하여 레이노드 현상의 진단에 대한 높은 민감도와 특이도를 제안했으며²⁹ Negro 등(2008)은 이것을 수완진동 증후군의 진단에 적용하여 그 유용성을 증명하기도 하였다³⁰. 그러므로 앞선 연구들의 결과에 바탕을 두어 이러한 컬러차트(Color Chart) 사용이 추천되며, 저자는 이러한 검사들이 기존 검사의 한계점을 보완할 수 있기에 그 필요성을 제안한다.

냉각부하 시 10분이라는 회복 시간은 다른 연구들^{4,21}에서 사용하던 방법과 실무적인 상황으로 인해 선정되었는데 영국에서는 10분이라는 회복시간이 양성의 결과를 도출하는데 충분하다는 합의가 있었고, 많은 연구들이 10분 이상의 회복 시간은 검사의 민감도와 특이도를 높이는 데 도움이 되지 않는다고 보고하였다²⁸. 본 연구결과에서도 수지의 평균 피부온도를 보면 냉각 10분 후와 20분 후의 온도 차이가 1~2℃정도밖에 되지 않아서 다른 연구에서 제안했던 것과 마찬가지로 냉각 후 20분까지 피부온도를 관찰하는 것에 대한 특별한 이점이나 차이점을 발견하지 못했기 때문에 냉각 10분 후 시점에서 그 이후의 추가적인 피부온도 관찰은 의미가 없다고 판단된다.

이 연구에서 증상이 심한 수부가 좌측에 비해 우측이

훨씬 많은 것은 당연한 것처럼 보이지만 대부분의 사람들이 오른손잡이인 것을 감안하면 증상이 심한 수부의 비율이 잘 쓰는 손(handedness)에 의한 것으로 보이지 않는다. 그 이유는 이번 연구 결과에서 좌측의 증상이 심한 경우가 30.9%이었지만 우리나라 왼손잡이의 비율³¹이 그 비율에 훨씬 못 미치는 5.8%이기 때문이다. 좌측의 증상이 심한 경우는 진동 공구를 사용하는 방식의 차이에 의하거나 우측 수부의 진동 노출에 촉발된 혈관계에 관여되는 간접적인 교감신경계의 활성화를 통한³²⁻³⁴ 증상일 수 있다고 생각된다.

일반적 특성에서 고혈압과 당뇨 유병률이 건강근로자 효과를 고려하더라도 지나치게 낮게 나온 요인은 다음과 같이 추정된다. 설문지 입력 자료를 우선으로 했고, 건강 검진을 받은 수검자의 자료를 바탕으로 해서 평가를 하였기 때문에, 일부 약물 치료력의 누락, 설문의 일부 부적절한 작성 등에 따른 편견의 가능성으로 고혈압, 당뇨의 정확한 유병률이 아닐 수 있다.

대상자들의 스톡홀름 워크샵 분류에서 혈관계 분류가 1단계 이상이었던 경우는 31.5/39.8%(좌/우), 신경계 분류가 1단계 이상이었던 경우는 61.2/67.3%이었으므로 신경계 증상이 있는 경우가 혈관계 증상이 있던 경우보다 훨씬 많았다. 기존의 연구들^{35,36}에서도 이 연구결과와 일치되게 혈관계 증상보다는 신경계 증상의 많은 유병률을 보고했다.

각 수지의 회복률은 1, 2지가 가장 높았으며 3, 4지가 가장 낮았고 5지는 3, 4지에 비해 약간 높은 회복률을 보였다. 이는 수부 진동 노출의 기계적 충격이 3, 4지에 가장 많이 전달되었기 때문일 수 있다. 이에 대해서는 추후에 더 연구가 필요할 것이다.

정상인들에서 혈류의 회복은 반응성 충혈(reactive hyperemia)이라는 현상으로 나타난다. Lindsell 와 Griffin (2001)은 냉각부하 검사에서 이러한 반응성 충혈이 혈관의 이완 장애가 있는 수지 혈관 손상자들에게 잘 발생하지 않으며 이것의 부재는 진동 유발성 창백지의 증후로 볼 수도 있다고 하였다²⁸. 이 연구에서 대상자들의 수지 피부온도 회복률 중 100%를 초과하는 경우를 반응성 충혈로 볼 수 있는데 5분 회복률에서 1개 이상의 수지에 반응성 충혈을 보이는 경우는 6명이었고 10분 회복률에서는 38명이었다. 그들의 언급대로라면 반응성 충혈이 있었던 대상자들은 적어도 수완진동 증후군의 혈관계 이상은 없을 수 있다는 것이므로 이에 대한 조사는 진단을 배제하는데 도움이 될 수 있지만 그 비율이 적어 진단하는데 큰 도움은 예상되지 않는다. 하지만 냉각부하 후 부가적인 시간동안의 관찰은 더 많은 반응성 충혈을 관찰할 수 있으므로 추후 반응성 충혈에 대한 자세한 연구도 수완진동 증후군의 진단에 대한 중요한 단서가 될

수 있을 것으로 생각된다.

몇몇 냉각부하 검사에 대한 연구에도 불구하고 수지 피부온도 회복률에 대한 과학적인 기준은 지금까지 설정되어 있지 못했다. 일본 후생노동성에서는 오래 전부터 10℃에서 10분간 냉각부하 후 5분 회복률과 10분 회복률에 대한 이상 기준을 30%와 60%로 정하고 있는데¹⁷⁾ 우리는 이를 참고하여 10여 년 전부터 같은 기준으로 수완진동 증후군의 혈관계 이상 여부를 판단해왔다. 그 결과 1개 이상의 수지에서 회복률 저하를 보였던 대상자는 전체 대상자 중 37.6%로 이들은 모두 5분 회복률에서 저하를 보였다. 10분 회복률에서 저하를 보였던 대상자는 전체 대상자 중 약 10.4%로 5분과 10분 회복률에서 동시에 저하를 보였던 대상자와 거의 같은 비율이었다. 10분 회복률이 저하된 수지의 개수와 5분과 10분 회복률이 동시에 저하된 개수가 거의 일치하는 것은 10분 회복률이 저하된 수지 대부분이 5분 회복률도 동시에 저하되었다는 의미이다. 즉, 냉각부하 후 10분에 온도 회복이 저하된 수지는 일반적으로 부하 후 5분부터 저하되며 냉각부하 후 5분 회복률이 정상이다가 10분에만 저하되는 경우는 거의 없다는 것이다. 각 수지의 피부온도를 통해 계산된 회복률은 다양한 시점과 시간을 통해 여러 가지 변수로 사용할 수 있으므로 앞으로 이에 대한 다양한 연구들이 가능할 것으로 보인다.

이 연구의 제한점으로는 첫째, 증상 호소자를 대상으로 한 단면연구라는 점이다. 10년간의 자료를 모아서 분석했지만 단면연구가 가지는 몇 가지 한계점은 해결할 수 없었다. 향후 추적 연구를 통한 분석의 필요성이 제기된다. 둘째, 검사 시기에 관한 제한점이다. 추운 기후에서 근무하는 수부진동 노출자는 따뜻한 기후에서 근무하는 수부진동 노출자에 비해 더 많은 창백지 발생을 보이고³⁷⁾ 추운 겨울에 그러한 증상이 심해지므로 우리는 대상자들의 냉각부하 검사를 되도록 겨울에 하려고 하였다. 한 대상자가 여러 번 검사하더라도 검사 시기와 검사 당시의 상태에 따라서 그 수치의 변동이 있는데 이러한 변동을 보정하는 방법의 개발은 앞으로 수행해야 할 과제 중 하나이다. 따라서 계절적인 고려가 냉각부하 검사의 해석에 중요할 수 있지만 이번 연구에서 그러한 고려를 하지 못하였다. 향후 계절적인 고려에 바탕을 둔 연구를 한다면 흥미로운 결과가 예상된다. 그러나, 이런 제한점에도 불구하고 수완진동 증후군의 위험군을 대상으로 10년간의 냉각부하검사 자료를 취합하여 분석한 연구로 대규모 연구라는 점에서 의의가 있겠다. 이 연구에서 전반적인 대상자들의 역학적 특성과 각 수지의 냉각부하에 대한 반응, 그리고 수지 피부온도 회복률이 가질 수 있는 의미 등을 통해 앞으로의 연구 방향을 설정할 수 있었다. 수완진동 증후군에 대해 다년간의 저자들의 경험과 연구 결과

를 바탕으로 하여 일부 제안하고자 하는 내용을 다음에 기술하였다. 첫째, 우측 수부의 증상이 심한 경우가 많았지만 인구의 대부분이 오른손잡이인 것을 감안하면 30% 이상에서 좌측의 증상이 더 심한 것은 직접적인 진동 노출 외에 앞서 언급했던 교감신경계의 이상 기전을 내포할지 모른다. 둘째, 다른 연구 결과와 마찬가지로 스톡홀름 위크샵 분류에서 혈관계 증상이 신경계 증상보다 훨씬 적었는데 혈관계 증상인 창백지에 대한 의학적 면담에서 Color Chart와 같은 다양한 방법들을 적용하여 혈관계 증상을 찾는데 좀 더 적극적인 접근을 시도하는 것이 좋을 것이다. 셋째, 수지 피부온도에서 개인 간의 편차는 냉각부하 기저치 및 냉각부하 검사 직후보다 냉각부하 이후 회복시에 더 크다는 것은 혈관 수축에 대한 반응보다 확장에 대한 반응에서 개인차가 크다는 것을 시사한다. 넷째, 다른 연구에서 제안되었던 냉각 후 10분간의 관찰에서 부가된 10분간의 관찰을 포함한 냉각 후 20분간의 관찰은 냉각 후 10분간의 관찰과 다른 특별한 이점은 발견하지 못했다. 다만, 냉각 후 20분까지의 반응성 충혈에 대해 연구한다면 수완진동 증후군의 진단을 위해 의미 있는 결과를 얻을 수도 있을 것이다.

요 약

목적: 냉각부하 검사는 수완진동 증후군의 혈관계를 객관적으로 검사하는 방법으로 인정받고 있으며 지속적인 연구가 진행 중이다. 본 연구는 일개 병원에서 10년간 냉각부하검사를 시행하여 HAVS 증상 호소자 들의 일반적 특성과 냉각부하 검사 결과를 해석함으로써 진동장애의 혈관계 증상에 대한 진단기준을 제정하고자 한다.

방법: 2001년부터 2010년까지 수년간 수부진동에 노출되고 수부의 불편함을 호소하여 수완진동 증후군에 대한 정밀검사를 시행한 549명의 근로자를 대상으로 하였다. 냉각부하는 10℃의 냉각수에서 10분간 양측 수부를 손목까지 침수하여 실시하였다. 냉각부하 직전의 상온 시 피부온도부터 부하 후 20분까지 기록하여 수완진동 증후군의 혈관계에 대한 평가 지표로 삼았다. 냉각 후 5분 회복률이 30% 미만인 경우와 10분 회복률이 60% 미만인 경우를 '회복률 저하가 있다'고 판단하였다.

결과: 양 수부 중에 증상이 심한 수부가 좌측인 경우가 30.9%, 우측인 경우가 69.1%로 우측의 증상이 심한 경우가 좌측에 비해 많았다. 수지 중 증상이 가장 심한 수지는 제 2수지가 152명(29.3%), 제 3수지가 276명(53.4%), 제 4수지가 87명(16.8%)이었다. 스톡홀름 위크샵 분류의 혈관계에서 좌측은 0단계가 337명(68.5%), 1단계가 80명(16.3%), 우측에서는 0단계가 296명(60.2%), 1단계가 101명(20.5%)이었다. 신경계에서 좌

측은 0단계가 196명(39.8%), 1단계가 236명(48.0%), 우측에서는 0단계가 161명(32.7%), 1단계가 256명(52.0%)이었다. 냉각 부하 직후의 온도는 10℃와 거의 같은 수준으로 피부온도가 떨어졌다가 냉각 후 5분과 10분 후에 온도 상승이 있었지만 기저 온도만큼은 상승하지 못하였다. 냉각 후 20분까지도 지속적인 피부온도 상승이 있었지만 여전히 기저온도에 미치지 못하였다. 편차는 기저온도보다 냉각부하에서 편차가 작아지는 경향을 보였으며 냉각 후 5분, 10분에는 그 편차가 기저온도보다 매우 커졌고 냉각 후 20분에는 그 편차가 약간 작아지는 경향을 보였다. 5분 회복률의 저하가 1개 이상의 수지에 있었던 대상자는 198명(37.6%), 10분 회복률의 저하가 1개 이상의 수지에 있었던 대상자는 55명(10.4%)이었으며 동시에 5분 회복률과 10분 회복률의 저하가 1개 이상의 수지에 있었던 대상자는 54명(10.2%)이었다.

결론: 첫째, 우측 수부의 증상이 심한 경우가 많았지만 인구의 대부분이 오른손잡이인 것을 감안하면 30% 이상에서 좌측의 증상이 더 심한 것은 직접적인 진동 노출 외에 앞서 언급했던 교감신경계의 이상 기전을 내포할지 모른다. 둘째, 혈관계 증상이 신경계 증상보다 훨씬 적었는데 혈관계 증상인 창백지에 대한 의학적 면담에서 Color Chart와 같은 다양한 방법들을 적용하여 혈관계 증상을 찾는데 좀 더 적극적인 접근을 시도하는 것이 좋을 것으로 생각한다. 셋째, 수지 피부온도에서 개인 간의 편차는 냉각부하 기저치 및 냉각부하 검사 직후보다 냉각부하 이후 회복시에 더 크다는 것은 혈관 수축에 대한 반응보다 확장에 대한 반응에서 개인차가 크다는 것을 시사한다. 넷째, 냉각 후 10분간의 관찰에서 부가된 10분간의 관찰을 포함한 냉각 후 20분간의 관찰은 다른 특별한 이점은 발견하지 못했다. 다섯째, 냉각부하 후 5분과 10분 회복률 기준을 30%와 60%로 적용했을 때 10분 회복률 저하는 거의 5분 회복률의 저하를 포함했고 5분과 10분 회복률이 동시에 저하된 경우를 수완진동 증후군이라고 진단한다면 이번 대상자들에서 약 10%가 수완진동 증후군으로 진단되었다.

참 고 문 헌

- 1) Proud G, Burke F, Lawson IJ, McGeoch KL, Miles JN. Cold provocation testing and hand-arm vibration syndrome: an audit of the results of the department of trade and industry scheme for the evaluation of miners. *Br J Surg* 2003;90:1076-9.
- 2) 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). *Scand J Work Environ Health* 1987;13:275-8.

- 3) Brammer AJ, Taylor W, Lundborg G. Sensorineural stages of the hand-arm vibration syndrome. *Scand J Work Environ Health* 1987;13:279-83.
- 4) Tomida K, Morioka I, Kaewboonchoo O, Yamamoto H, Miyai N, Ishii N, et al. Evaluation of finger skin temperature by cold provocation test for diagnosis of vibration induced white finger (VWF). *Ind Health* 1998;36:20-6.
- 5) Roh JH. Prevalence of the vibration syndrome among rock-drillers in the anthracite mining area. *Korean J Prev Med* 1981;14:75-80. (Korean)
- 6) Kim KA, Yim HW, Lim Y, Yun IG. A case of Raynaud's syndrome in worker exposed to hand arm vibration. *Korean J Occup Environ Med* 1991;3:119-23. (Korean)
- 7) Choi YH, Yoo CI, Lee JH, Lee CR, Lee H, Kim YW et al. Epidemiologic characteristics of hand-arm vibration syndrome through occupational disease surveillance System in Busan, Ulsan, Kyungnam Province. *Korean J Occup Environ Med* 2003;15:261-8. (Korean)
- 8) Kim KB, Chung EK, Lee IS. Research on the actual vibration exposure of workers engaging in vibration induced works (translated by Yoon JK). Occupational Safety and Health Institute (OSHRI), Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA). Incheon. 2011. (Korean)
- 9) Korean Ministry of Employment and Labor. The result of Korean worker's health examination in 2008. Available: http://www.moel.go.kr/view.jsp?cate=3&sec=2&mode=view&smenu=3&bbs_cd=105&state=A&seq=1267175475869 [cited 28 January 2011].
- 10) Welsh CL. The effect of vibration on digital blood flow. *Br J Surg* 1980;67:708-10.
- 11) Egan CE, Espie BH, McGrann S, McKenna KM, Allen JA. Acute effects of vibration on peripheral blood flow in healthy subjects. *Occup Environ Med* 1996;53:663-9.
- 12) Sakakibara H, Akamatsu Y, Miyao M, Kondo T, Furuta M, Yamada S, et al. Correlation between vibration-induced white finger and symptoms of upper and lower extremities in vibration syndrome. *Int Arch Occup Environ Health* 1988;60:285-9.
- 13) Harada N, Mahub MH. Diagnosis of vascular injuries caused by hand-transmitted vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 2008;81:507-18.
- 14) Yoon JK, Lee H, Choy N, Kim SH, Park HO, Lee JH, Yoo CI. Early objectified detection method of sensorineural component in hand arm vibration syndrome. *Korean J Occup Environ Med* 2009;21(2):143-53. (Korean)
- 15) Poole K, Elms J, Mason HJ. The diagnostic value of finger systolic blood pressure and cold-provocation testing for the vascular component of hand-arm vibration syndrome in health surveillance. *Occup Med (Lond)* 2004;54:520-7.
- 16) Korea Occupational Safety & Health Agency (KOSHA). Practical guide of worker's health examina-

- tion II (translated by Yoon JK). 2009. (Korean)
- 17) Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare. The procedure of a special medical examination related to workers handling vibrating tools. Japanese Labour Standards Bureau Notification 1975; No. 609 (Japanese)
 - 18) Pelmeur PL. The clinical assessment of hand-arm vibration syndrome. *Occup Med (Lond)* 2003;53:337-41.
 - 19) Bovenzi M, Della Vedova A, Negro C. A follow up study of vibration induced white finger in compensation claimants. *Occup Environ Med* 2005;62:237-42.
 - 20) Riolfi A, Princivalle A, Romeo L, Caramaschi P, Perbellini L. Interethnic differences at the thermometric response to cold test: functional disorders of blood circulation in hand fingers and exposure to hand-arm vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 2008;81:473-8.
 - 21) Harada N, Iwamoto M, Laskar MS, Hirose I, Nakamoto M, Shirono S, 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. *Ind Health* 1998;36:166-70.
 - 22) Nasu Y, Kurozawa Y, Fujiwara Y, Honma H, Yanai T, Kido K., et al. Multicenter study on finger systolic blood pressure test for diagnosis of vibration-induced white finger. *Int Arch Occup Environ Health* 2008; 81:639-44.
 - 23) Griffin MJ, Bovenzi M. Protocol for epidemiological studies of hand-transmitted vibration. Available:http://www.vibrisks.soton.ac.uk/reports/Annex1%20UoS%20WP1_1%20HTV%20protocol%20070107.pdf [cited 28 January 2011].
 - 24) Bovenzi M, Franzinelli A, Strambi F. Prevalence of vibration-induced white finger and assessment of vibration exposure among travertine workers in Italy. *Int Arch Occup Environ Health* 1988;61:25-34.
 - 25) Mirbod SM, Yoshida H, Jamali M, Miyashita K, Takada H, Inaba R, et al. Finger skin temperature and laser-Doppler finger blood flow in subjects exposed to hand-arm vibration. *Ind Health* 1998;36:171-8.
 - 26) Yoo C, Lee JH, Lee CR, Kim Y, Lee H, Choi Y, et al. Occupational hand-arm vibration syndrome in Korea. *Int Arch Occup Environ Health* 2005;78:363-8.
 - 27) Roh J, Moon YH, Shin D, Cha BS, Cho SN. Change of skin temperature of workers using vibrating tools in anthracite mines. *Korean J Prev Med* 1988;21:357-64. (Korean)
 - 28) Lindsell CJ, Griffin MJ. Interpretation of the finger skin temperature response to cold provocation. *Int Arch Occup Environ Health* 2001;74:325-35.
 - 29) Maricq HR, Weinrich MC. Diagnosis of Raynaud's phenomenon assisted by color charts. *J Rheumatol* 1988;15:454-9.
 - 30) Negro C, Rui F, D'Agostin F, Bovenzi M. Use of color charts for the diagnosis of finger whiteness in vibration-exposed workers. *Int Arch Occup Environ Health* 2008;81:633-8.
 - 31) Jung HS, Jung HS. Hand dominance and hand use behaviour reported in a survey of 2437 Koreans. *Ergonomics* 2009;52(11):1362-71.
 - 32) Pyykko I, Starck J, Farkkila M, Hoikkala M, Korhonen O, Nurminen M. Hand-arm vibration in the aetiology of hearing loss in lumberjacks. *Br J Ind Med* 1981;38:281-9.
 - 33) Farkkila M, Pyykko I, Heinonen E. Vibration stress and the autonomic nervous system. *Kurume Med J* 1990;37:53-60.
 - 34) Egan CE, Espie BH, McGrann S, McKenna KM, Allen JA. Acute effects of vibration on peripheral blood flow in healthy subjects. *Occup Environ Med* 1996;53:663-9.
 - 35) Bylund SH, Burstrom L, Knutsson A. A descriptive study of women injured by hand-arm vibration. *Ann Occup Hyg* 2002;46:299-307.
 - 36) Yoo CI, Lee JH, Lee CR, Lee H, Choi YH, Kim YH. Evaluation of finger skin temperature by cold provocation test for diagnosis of Hand-Arm Vibration Syndrome. *Korean J Occup Environ Med* 2002;14:124-33. (Korean)
 - 37) Burstrom L, Jarvholm B, Nilsson T, Wahlstrom J. White fingers, cold environment, and vibration-exposure among Swedish construction workers. *Scand J Work Environ Health* 2010;36:509-13.