

## 스웨징(swagging) 작업자에서 수지진동증후군 및 신경전도장애

포천중문의대 예방의학교실 및 구미차병원 산업의학과, 한국산업안전공단  
산업안전보건연구원<sup>1)</sup>, 포천중문의대 신경과학교실<sup>2)</sup>, 연세대학교 환경공학과<sup>3)</sup>

김성아 · 김상우 · 정상재 · 이채용 · 김규상<sup>1)</sup> · 정보우<sup>2)</sup> · 박상규<sup>3)</sup>

— Abstract —

### Hand-Arm Vibration Syndrome and Neural Conduction Impairment in Swagging Workers Exposed to Hand-Arm Vibration

Seong-Ah Kim, Sang Woo Kim, Sang Jae Jung, Chae-Yong Lee,  
Kyu Sang Kim<sup>1)</sup>, Bo Woo Jung<sup>2)</sup>, Sang Kyu Park<sup>3)</sup>

*Department of Occupational and Environmental Medicine,  
Pochun CHA University, and Kumi CHA hospital  
Korea Occupational Safety and Health Agency<sup>1)</sup>,  
Department of Neurology, Pochun CHA University<sup>2)</sup>,  
Department of Environmental Engineering, Yonsei University<sup>3)</sup>*

**Objectives** : To investigate the hand-arm vibration syndrome (HAVS) among symptomatic swagging workers exposed to hand-arm vibration, using medical evaluation and measurement of workplace vibration. Furthermore, to evaluate the neurophysiological findings.

**Methods** : Four workers showing symptoms relevant to HAVS were evaluated. Medical evaluation consisted of medical interview, questionnaire, nail-bed compression test, and sensory perception tests for vibration and pain. Some other diseases were excluded by a medical interview, hematological assessment, and urinalysis. Cold provocation test was used to assess the peripheral vascular changes, and a nerve conduction velocity (NCV) test was implemented to ascertain the peripheral neural changes. Pegboard, hole plate, and tapping board tests were performed to assess motor nerve function. The hand-arm vibration acceleration levels of the swagging machines were measured. Six months later, follow-up NCV tests were performed.

**Results** : The actual exposure time to vibration was not longer than 15 minutes per day. The hand-arm vibration acceleration levels of the swagging machines, according to actual exposure time, were from 3.63 to 12.98 m/sec<sup>2</sup>, by ISO 5349. The vibratory perception thresholds and the recovery time of a nail color following finger cooling were significantly increased in all four workers. The perception of pain was mildly increased. The nerve conduction studies at first diagnosis and follow-up showed multifocal neural impairment caused by vibration. However, we could not rule out the concomitant presence of the carpal tunnel syndrome in one worker.

**Conclusions** : These results show that HAVS can be caused by hand-arm vibration in swagging workers. Interestingly, the NCV results suggested that vibration-induced neural conduction impairments could vary, and need to be interpreted cautiously.

**Key Words** : Vibration, Neural conduction, Carpal tunnel syndrome

## 서 론

진동공구를 사용하는 근로자들에서 국소진동노출로 인한 진동장해는 말초혈관계, 말초신경계, 근골격계에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 이러한 것을 모두 일컫는 용어로서 1983년 런던국제회의에서 수지진동증후군(Hand-arm vibration syndrome, HAVS)으로 통일되었다(Pykkö, 1986). 미국의 경우 약 145만명정도가 진동공구를 사용하는 것으로 추정되며, 진동공구 사용 근로자들에서 수지진동증후군의 유병율은 직업군에 따라 달라서 6~100 %, 평균 50 %정도로 추정되고 있다(NIOSH, 1989). 우리나라의 경우 유병율에 대한 공식적인 통계자료는 없으나, 노재훈 등(1981, 1988)이 탄광착암 근로자에서 수지진동증후군의 유병율이 12.6 %, 22.8 %이었다고 보고하였다. 공식자료로서는 근로자 특수건강진단이 1972년도에 시작된 이래 진동으로 인한 직업병 유소견자가 노동부에서 공식적으로 집계하기 시작한 1980년 이전까지 171건이 보고되었다가, 80년대는 397건이 보고되었으나, 1990년대 들어서는 1991년 5건, 1992년 13건이후 1999년까지 한건도 보고된 바 없다(강성규 등, 2001).

그 외 진동관련 연구들로는 치과용 핸드피스를 이용하여 고주파 진동에 의한 일시적 진동감각역치변화를 보고한 연구(김성아 등, 1995)가 있으며, 국소진동장해 진단방법에 대한 평가(주영수 등, 1998)와 수지진동과 진동강도, 온도 등 여러 요인과의 관계를 본 연구(고경심 등, 1994)가 있다. 비교적 객관적 진단방법을 사용하여 진동증후군을 보고한 연구로는 착암기 사용에 의한 레이노씨병 1예를 보고한 연구(김경아 등, 1991)와 최근 그라인더사용자에서 수지진동증후군 6예를 보고한 연구가 있다(임상혁 등, 2000). 한편 실제 진동수준을 측정평가한 연구로는 김선술과 백남원(1996), 연정택 등(1999)이 있는 정도이다.

현재 수지진동증후군의 증상분류는 스톡홀름 분류를 사용하고 있는데(Gemne 등, 1987), 단계2 이상부터는 병의 진행을 바꾸려는 어떤 시도도 효과적이지 않기 때문에 조기에 예방하는 것이 무엇보다 중요하다(NIOSH, 1989). 예방과 관련하여 진동노출 그 자체외에 특별히 고려해야 할 것으로는 수지진동

증후군은 한랭에 의해 악화된다는 것과 대개 진동공구를 사용할 때 인간공학적 요인들 즉, 힘, 자세, 반복작업 등이 동반되므로 수근관증후군과 같은 질환과의 감별 및 동시 존재이며, 이는 특히 신경학적 증상이나 신경생리검사 소견을 해석할 때 주의를 요한다(Giannini 등, 1999).

본 연구는 지금까지 보고되지 않았던 스웨징작업에 의한 수지진동증후군 4예를 진동노출수준의 실제 측정결과와 함께 보고하여 스웨징작업과 유사한 작업에 종사하고 있는 근로자들의 건강보호에 도움이 되고자 하였다. 또한, 신경생리 검사소견을 중심으로 고찰해봄으로써 수지진동증후군의 이해에 다른 측면을 제시하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

경상북도 구미소재의 냉장고 냉매순환용 동모세관을 생산하는 비철금속가공업체인 00전기의 인발부서에서 스웨징작업에 종사하는 근로자를 대상으로 2차에 걸친 산업의학적 평가를 수행하였다. 1차는 2001년 4월에 진동 노출 근로자에 대해 진동 관련 증상 설문조사와 진동 특수건강진단항목에 일부를 검사항목으로 추가하여 진찰 및 검사를 수행하였다. 1차 산업의학적 검사(역학조사) 대상자는 동모세관의 스웨징과 인발작업을 수행하는 생산부의 인발공정 6명, 스웨징작업 이외에 동모세관의 트리클로로에틸렌 세척 등을 겸하는 CAPI-TUBE 인발 1명과 인발부에서 근무하던 중 6-7년전부터 추위 노출시 수지말단 통증 및 저림 증상이 발생하여 약 1년전에 포장부서로 옮긴 1명 등 8명이었다. 2차는 1차에서 수지진동증후군이 의심되는 근로자 4인이 2001년 4월 19일, 23일 및 5월 3일에 본원 산업의학과를 방문하여 신경과적 진찰 및 신경전도검사 등 임상의학 적 검사를 받았다.

### 2. 작업환경 및 진동노출 평가

작업공정(Copper-tube 공정)은 스웨징 → 인발 → 권선 → 검사 → 세척 → 절단 → 검사 → 면취 → 에어블로우 → 열처리 → 검사 → 밀봉 → 포장

→ 출하로 이루어지고 있었다. 당해 사업장의 공정 별 유해인자는 절단, 면취, 인발공정에서 소음과 구리 분진이 발생되며, 세척공정에서 세척제로 사용되는 유기용제(트리클로로에틸렌)에 노출되는 실정이었다.

스웨징 기계에서 발생하는 진동이 근로자의 손과 팔 부위에 얼마나 전달되는가를 측정하기 위해 국소 진동 장비를 사용하였다. 3개의 가속도계(type : 4374 piezoelectric accelerometer, Brüel & Kjær), 4-채널 Amplifier (NEXUS 2635, Brüel & Kjær), tape recorder(R-71, TEAC), FFT Analyzer(SA-74A, RION), 가속도계 고정용 어댑터(UA-0891, Brüel & Kjær)가 사용되었으며 이들 장비의 보정을 위해 Vibration Calibrator (VE-10, RION)가 사용되었다. 진동에 의해 가속도계에서 발생하는 전기적 신호를 증폭하기 위해 각각의 가속도계의 민감도를 고려하여 증폭기를 연결하였다. 손에 전달되는 진동량을 측정하기 위해 가속도계를 어댑터에 삽입하고 근로자의 손과 가공물 사이에 밀착시켜 설치하였다.

작업에 대한 축의 방향은 국제표준화기구(International Standard Organization, 이하 ISO)의 ISO 5349-1986(E)를 근거로 하여 측정하였다. 자료의 경우 측정시 tape recorder에 연결하여 모든 자료를 녹음 저장하였으며 자료의 분석은 tape recorder와 FFT를 이용하여 1/3 옥타브로 분석하였다. 이들 장비에 대해 진동측정의 경우 측정전후에 보정기를 통해 159.2 Hz에서 10 m/sec<sup>2</sup>로 보정하였다.

또한 작업자들이 실제로 진동에 노출되는 시간을 파악하기 위하여 작업별로 현장에서 스톱워치를 사용하여 실노출시간을 측정하였다.

### 3. 건강상태 평가

건강상태의 1차 평가는 진동노출력에 대한 문진(진동공구 사용기간(과거 포함), 보호장갑의 착용유무, 출근방법), 흡연력, 음주력, 과거 병력, 자각증상, 검사 당시 흡연여부, 7가지 이학적 검사(약력검사, 손뚱압박검사, 진동감각검사, 통각검사, 티넬검사, 팔렌검사, 운동기능검사)를 수행하였다. 1차 평가후 이상자의 분류는 스톱홀름 증상분류를 따랐으며, 단계1이상부터 이상자로 분류하였다. 2차 정밀 평가는 손뚱압박검사, 진동감각검사, 통각검사를 다

시 실시하고, 이들에 대한 냉각부하검사를 실시하였다. 또한 청력검사, 신경과전문의의 진찰 및 신경전도검사, 혈액학적 검사를 수행하였다 ; 전혈구 검사(CBC), 적혈구 침강속도(ESR), 요산(Uric acid), 류마티오이드 인자(RA factor), 항핵항체(antinuclear antibody), 한냉글로불린(cryoglobulin), 혈청 단백질전기영동검사(serum protein electrophoresis), 공복시 혈당검사, 단백뇨검사.

상온에서 흡연의 영향을 최소화하기 위해 최소한 30분 이상 흡연하지 않은 상태에서 약력검사는 약력계(TAKEI, model T.K.K.5101 GRIP-D, 일본)를 이용하여 좌우 각각 두 번에 걸쳐 순간약력을 측정하였으며, 좌우 각각 가장 큰 값을 분석에 활용하였다. 진동각검사는 Beltone Audiometer(Beltone 110, 미국)의 골도측정기를 이용하여 250 Hz와 500 Hz에서 수정상향식으로 손끝(fingertip ball)에서 느끼는 진동감각인지역치(이후, 진동감각역치)를 측정하여 데시벨(dB)로 표기하였다(이종영 등, 1993; 이종영 등, 1994). 검사는 청력정도관리를 받은 잘 훈련된 1인의 간호사가 수행하였다. 손뚱압박검사는 검사자(산업의학전문의)가 피검자의 손뚱을 10초간 압박한 후 떼면서 스톱워치를 이용하여 손뚱색깔이 회복되는데 걸리는 시간을 0.01 초 수준까지 측정하였다. 통각검사는 pin wheel을 이용하여 피검자의 2, 3, 4번째 손가락 중수골 배부 피부 부위를 가볍게 굴러 자극함으로써 피검자가 느끼는 통증정도를 전완부 피부의 통증과 비교하여 '많이 감소할 경우'는 2점, '약간 감소'는 1점, 그 외는 0점으로 표기하였다. 이 방법은 주영수 등(1998)이 사용한 방법을 응용하여 시행하였다. 검사는 산업의학전문의가 수행하였다.

냉각부하검사는 두 손을 냉각부하(5±0.5 ℃의 물에 10분간 침적)한 다음에, 즉시 마른 수건으로 물기를 닦은 후 가장 문제가 되는 손가락 하나씩만, 잘모를 경우 3번째 손가락만 선택하여 실시하였다. 냉각부하후 조압박검사는 한 손가락만 이용하여, 냉각부하 종료직후, 5분후, 10분후에 10초 정도씩 압박한 후 손뚱 색깔이 원상회복되는 시간을 측정하였으며, 진동각과 통각은 한 손가락만을 이용하여, 냉각부하 종료후, 5분후, 10분후에 검사하였다.

진동장애에 의한 운동신경의 기능장애 또는 작업평가를 Lafayette Instrument의 MVE(Mobile

Vocational Evaluation)의 평가도구인 Pegboard (Model 32027), Steadiness Tester, Hole Type(Model 32011) 및 Impulse Counter(Model 58022)를 사용하여 팔/손의 민첩성과 안정성을 검사하였다. Pegboard 시험은 일측성의 운동반응(unilateral motor response)을 평가하는 도구로서 25개의 pegs를 round hole에 30초 동안 열로 맞추어 끼어넣는 개수를 검사하며, 15개는 평균 이상, 16-17개는 잘함, 18개 이상은 아주 잘한 것으로 평가하였다. Hole Plate 조준능력 시험은 팔/손의 안정성을 평가하는 도구로서 4개의 크기가 다른 구멍에 각각 센서 핀을 구멍을 통과한 상태에서 15초간 고정된 상태에서 구멍 바깥쪽 면에 닿는 수를 가지고 평가하였다. 13-6개가 평균 이상, 5-1개가 잘함, 0개가 아주 잘함으로 평가하였다. Tapping Board는 팔/손의 민첩성을 평가하는 도구로 30초 동안 센서 핀을 손에 쥐고 board에 두드리는 개수를 counter로 측정하는 검사로서 173-185개가 평균 이상, 186-219개가 잘함, 220 이상이 아주 잘함으로 평가하였다.

진동으로 인한 골도청력의 손실여부를 확인하기 위해 청력 부스안에서 진동각검사를 수행하였던 간호사가 6개의 주파수(500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 Hz)에 대해 기도 및 골도검사를 하였다.

신경전도검사는 신경생리검사기(MEB-4200 K, Nihinkohden, 일본)를 이용하여 실내 온도를 20~25 °C로 유지하고 양측 정중신경과 척골신경의 감각신경과 운동신경에 대해 검사하였고, 이상소견이 있을 경우, 타 질환과의 감별을 위해 하지의 신경전도검사를 시행하였다.

최종적으로 수지진동증후군은 스톡홀름 증상분류상 단계1이상이면서, 진동각검사와 냉각부하검사 등 이학적 검사상 이상이 있고 신경전도검사상 부합하는 소견이 있는 경우는 '확실한 수지진동증후군', 그 외는 '가능성있는 수지진동증후군'으로 정의하였다.

## 결 과

### 1. 진동측정 결과

총 4공정(6종류작업)의 스웨징작업에서 발생하는 진동유발기계를 사용하는 작업자를 대상으로 측정하

였다. 또한 3축으로 측정된 값을 통해서 ISO-5349에서는 가장 큰 진동가속도값을 나타내는 축의 값을 기준으로 하여 노출량을 평가하는 dominant axis method를 이용하여 이값을 'dom'에 기록하였으며, 최근의 경우(유럽연합 권고치)에는 3축의 모든 값을 이용하는 주파수가중 가속도합계방법(frequency-weighted acceleration sum method)을 이용하므로 이 방법에 의한 값을 'sum'에 기록하였다. 단일 공정별 일일 실제 노출시간은 10분을 넘지 않았으며 ISO 5349-1986(E)를 근거로 하여 평가한 단일 공정별 일일 진동노출수준은 0.99~10.79 m/sec<sup>2</sup> 이었으며, 유럽연합의 방법으로는 1.00~8.42 m/sec<sup>2</sup> 이었다(Table 1).

그러나, 작업자는 통상 2가지의 작업을 병행하고 있었고, 이 중 가장 많이 작업하는 공정에 대해 평가하면 표 2와 같았다. 즉 병행작업시에는 에너지 등가 가속도값이 단일 작업시보다 증가하는 것으로 나타났다(Table 2).

### 2. 전체 대상자의 특성

1차 평가 대상자 8명은 모두 남성이었으며, 출퇴근 교통수단은 첫 번째 환자(C I)만 버스를 이용하고, 나머지 7인은 자가 승용차를 이용하였다. 진동 노출시간과 관련하여 근로자들은 하루 평균사용시간을 30분 혹은 2시간이라고 응답하였으나, 실제 측정된 표1과 표2를 살펴보면 하루 15분정도이었다. 진동에 폭로된 총 근무기간은 1년미만인 2명을 제외하고 대부분이 10~15년사이이었다. 진동에 폭로되는 작업외에는 주로 동관을 정리하고 스웨징할수 있도록 코일에 감고 확인하는 작업을 수행하고 있었다. 당뇨병으로 치료하고 있는 근로자(C II)를 제외하고 근무기간이 오래될수록 증상이 많았다. 증상은 수지 창백은 1, 수지감각이상은 2, 수지동통은 3, 한랭노출시 악화는 4로 표기하였다. 8명중 2명이 보호장갑을 착용한다고 했으며, 방진장갑이 아니라 일반 면장갑이었다. 흡연은 4명에서 현재 흡연자였다(Table 3).

### 3. 전체 대상자의 이학적 검사 및 증상분류 결과

악력검사, 손톱압박검사 및 진동각검사의 이상 여

**Table 1.** Daily exposure time and vibration levels by single process

Operation Type	Change of pipe diameter	Actual exposure time per day	dom* ( $a_{h,w}$ ) <sub>eq(4)</sub>	sum† A(8)
Swagging 1# - 1° process	15.8ϕ → 11ϕ	8' 45"	10.79	8.42
Swagging 1# - 2° process	11ϕ → 8ϕ	5' 50"	7.21	5.90
Swagging 2# - 1° process	11ϕ → 8.5ϕ	8' 45"	3.42	3.75
Swagging 2# - 2° process	8.5ϕ → 6.35ϕ	5' 50"	2.00	1.81
Swagging 3# process	6.35ϕ → 3.5ϕ	4' 5"	2.14	2.32
Swagging 4# process	3.5ϕ → 2.5ϕ	4' 5"	0.99	1.00

\*: by dominant axis method according to ISO 5349

†: by frequency-weighted acceleration sum method according to EU

**Table 2.** Acceleration levels according to actual work performing combined operation

Operation Type	dom		sum	
	( $a_{h,w}$ )	( $a_{h,w}$ ) <sub>eq(4)</sub>	( $a_{h,w}$ )	A(8)
Swagging 1# : 1° + 2° process	52.65	12.98	58.95	10.28
Swagging 2# : 1° + 2° process	14.70	3.63	23.88	4.16

**Table 3.** Characteristics of 8 subjects

Case	Age	Duration of exposure(years)	Glove	Smoking (pack×year)	Drinking (soju: bottle*freq.per week)	Medical history	Symptoms*
C I	30	0.8	(-)	1*15	1*0.5	(-)	(-)
C II	43	10	(-)	1*10	0.5*0.5	DM for 10 years	(-)
C III	39	1	cotton	1*18	1*2	hypertension	(-)
C IV	44	7.5	(-)	(-)	1.5*1	CVA	(-)
C V	37	15	cotton	0.8*20	2*1	(-)	1, 2, 3, 4
C VI†	42	13	(-)	(-)	(-)	(-)	(wrist pain)
C VII	36	10	(-)	quitter 1*7	1*1	vasodilator medication for pain of finger	1, 2, 3, 4
C VIII	38	12	(-)	(-)	1*1	HNP op vasodilator medication for pain of finger	1, 2, 3, 4

\*: 1=blanching; 2=paresthesia; 3=pain; 4=sypmtoms worsening when exposed to cold

†: this worker has performed swagging job and operating which was washing capi-tube with trichloroethylene

**Table 4.** Results of physical tests and Stockholm classification

		Grip strength (Kg)	Nail compression (sec) 2nd/3rd/4th*	Vibratory threshold(dB)		Pain 2nd/3rd/4th	Stockholm scale-symptom onset since exposure to vibration(years)	
				2nd/3rd/4th*			Vascular	Sensorineural
				250 Hz	500 Hz			
C I	L†	42.8	0.9 /0.6 /0.57	5/10/ 0	25/30/25	0/0/0	0	0 SN
	R	44.3	0.4 /0.65/0.82	5/ 0/ 0	30/25/25	0/0/1		
C II	L	<b>31.7</b>	<b>2.78/2.50/2.14</b>	25/ <b>35</b> /30	45/ <b>50/55</b>	<b>1/1/1</b>	0	0 SN
	R	<b>32.9</b>	(-)† / <b>2.46/2.16</b>	<b>35/35/30</b>	<b>50/55/55</b>	<b>1/1/1</b>		
C III	L	44.7	1.75/1.68/1.53	15/10/10	35/35/30	0/0/0	0	0 SN
	R	38.2	(-) /1.83/1.81	10/ 5/ 5	<b>50</b> /30/35	0/0/0		
C IV	L	42.1	1.37/1.03/1.44	30/20/25	<b>50/50/50</b>	0/0/0	0	0 SN
	R	39.4	1.69/1.32/1.12	20/20/25	45/45/ <b>50</b>	0/0/0		
C V	L	41.4	1.66/1.47/1.41	15/20/15	40/45/45	0/0/0	<b>3L(3)</b> <b>3R(3)</b>	<b>1 SN</b>
	R	43.3	<b>2.31</b> /1.53/1.41	15/15/20	40/35/35	<b>1</b> /0/0	-12 y	-12 y
C VI	L	40.7	1.12/1.37/1.53	15/20/20	40/40/35	0/0/0	0	0 SN
	R	40.1	<b>2.03/2.38</b> /1.67	20/15/25	45/30/40	0/0/0		wrist pain
C VII	L	44.6	<b>4.30/3.21</b> /1.79	10/20/15	40/45/ <b>50</b>	<b>1/1/1</b>	<b>3L(4)</b> <b>3R(4)</b>	<b>1 SN</b>
	R	42.4	<b>2.34/2.21/2.75</b>	15/20/25	<b>50</b> /40/ <b>50</b>	<b>1/1/1</b>	-4 y	-4 y
C VIII	L	45.9	<b>2.22</b> /1.37/1.44	10/10/10	35/35/35	0/0/0	<b>1L(3)</b> <b>1R(3)</b>	<b>1 SN</b>
	R	50.2	1.13/1.75/1.49	15/20/15	40/40/35	<b>1</b> /0/0	-7 y	-2 y

\*: bold letters : abnormal results by operational cutoff-point

†: not tested because of injury

‡: L = Left hand, R = Right hand

부는 주영수 등(1998)의 연구에서 진동노출군의 평균과 표준편차를 이용하여 판단하였다. 악력검사결과는 진동노출군의 평균-표준편차보다 작을 경우, 손톱압박검사 및 진동각검사는 평균+표준편차보다 클 경우(판단의 편이를 위해 손톱회복시간은 2초이상, 진동감각역치는 250 Hz의 경우 35 dB 이상, 500 Hz의 경우 50 dB 이상일 경우)에 이상으로 판단하였으며, 통각검사는 1 이상인 경우를 이상으로 처리하였다. 스톡홀름 증상분류의 단계 1이상일 경우 이상이 있는 것으로 분류하였다. 10년이상 당뇨병으로 치료받고 있는 근로자(C II)의 경우 악력, 조압박, 진동각, 통각검사 모두에서 이상소견을 보였으나, 스톡홀름 분류로는 정상범주였다. 진동노출

기간이 10년이상인 근로자들에서 손톱압박검사후 회복시간의 지연, 진동감각역치의 증가, 통각이상 소견을 보였으며, 스톡홀름 분류와도 일치하는 경향을 보였다. 진동노출후 증상발현까지의 기간(이하 잠복기)은 2~12년까지의 범위이었다(Table 4).

#### 4. 2차 정밀 건강 평가의 이학적검사 결과

2차 정밀 건강 평가 대상자는 다른 질환으로 인한 것이 아니면서 진동노출기간이 10년이상이고 호소증상이 있는 경우로 하였다. 산업의학과에서 손톱압박검사, 진동각검사, 통각검사를 1차평가시와 동일한 방법으로 재검사한 후, 냉각부하검사를 실시하였다.

**Table 5.** Results of nail compression, vibratory threshold, pain tests before and after cold provocation among 4 symptomatic workers

		Nail compression (sec)		Vibratory threshold(dB)				Pain	
				250 Hz		500 Hz			
		CPT(0)*	CPT(1)†	CPT	CPT	CPT	CPT	CPT	CPT
		2nd/3rd/4th	3rd	(0)	(1)	(0)	(1)	(0)	(1)
C V	L	1.84/1.50/1.66	<b>3.34</b> /1.82/1.31	10/15/10	35/25/20	35/45/40	<b>60</b> /40/45	0/1/1	<b>2</b> /1/0
	R	1.65/1.91/1.72	<b>4.98</b> /1.97/1.75	15/15/15	30/25/20	40/40/30	↑ <sup>†</sup> /45/40	1/0/0	<b>2</b> /2/1
C VI	L	1.65/1.19/1.06	1.50/1.47/1.12	15/20/15	30/20/25	40/40/40	55/45/45	0/0/0	1/0/0
	R	<b>2.03</b> /1.94/1.62	2.16/1.50/0.94	20/20/20	30/25/20	40/40/40	55/45/40	0/0/0	1/0/0
C VII	L	<b>2.97</b> /1.43/ <b>2.28</b>	<b>5.93</b> / <b>3.97</b> /1.90	25/30/30	40/25/25	<b>50</b> / <b>50</b> / <b>60</b>	<b>60</b> /50/45	<b>2</b> / <b>2</b> / <b>2</b>	<b>2</b> / <b>2</b> / <b>2</b>
	R	<b>2.69</b> / <b>2.97</b> / <b>2.34</b>	<b>5.78</b> /1.50/1.34	30/30/ <b>35</b>	40/25/25	<b>60</b> / <b>50</b> / <b>55</b>	<b>60</b> /45/45	<b>2</b> / <b>2</b> / <b>2</b>	<b>2</b> / <b>2</b> / <b>2</b>
C VIII	L	1.22/1.31/1.50	<b>3.78</b> /1.53/1.15	20/20/25	↑/25/25	40/40/ <b>50</b>	↑/30/25	<b>2</b> / <b>2</b> / <b>2</b>	<b>2</b> / <b>2</b> / <b>2</b>
	R	1.00/1.06/1.25	<b>3.03</b> /1.69/1.31	20/25/20	↑/50/45	45/45/40	↑/50/45	<b>2</b> / <b>2</b> / <b>2</b>	<b>2</b> /1/1

\*: before immersing into cold water, that is baseline(0 min) data, performing on 2nd, 3rd, and 4th fingers

†: measured data after drawing out of cold water, immediately/after 5 min/after 10 min

: bold letters : abnormal results by operational cutoff-point

†: ↑ : above 60 dB and 65 dB at 250 Hz and 500 Hz, respectively, which were measuring limits

**Table 6.** Electrophysiological results at diagnosis, interpretation, and conclusion

Test findings*		Neurologist's diagnostic interpretation	Conclusion for NCV
C V	normal	normal	normal
C VI	↓ SNCV of D-W and P-W segments in both median nerves	CTS, both	Multifocal
	↑ DML in both median nerves		
C VII	↓ MNCV and SNCV of multiple segments in both median and ulnar nerves	Peripheral polyneuropathy, both upper	Multifocal
	↑ DML in both median and ulnar nerves		
	lower legs-normal		
C VIII	↓ SNCV of D-W and P-W segments in Right median nerve.	CTS, Rt	Multifocal
	↑ DML in Right median nerve		

\*: MNCV, motor nerve conduction velocity; SNCV, sensory nerve conduction velocity; D-W, digit-wrist; P-W, palm-wrist; DML, distal motor latency; ↑, increased; ↓, decreased

냉각부하검사시 근로자 C V와 C VIII는 통증이 심하여 2분간만 냉각부하가 되었다. 냉각부하후 손뚱회복시간이 3초 이상인 경우를 비정상으로, 진동각은 60 dB이상인 경우를 비정상으로 간주하였다. 냉각부하직후 피검자 모두 어느 손이 가장 아픈지 구별

이 되지 않는다 하여 3지에서 검사하였다. 냉각부하 검사에서 3인이 일관되게 손뚱회복시간의 지연, 진동감각역치의 증가, 통각의 증가를 나타내었다. 그러나, 통각검사의 경우 손뚱압박검사와 진동각검사와는 달리 다소 주관적인 양상이었다(Table 5).

**Table 7.** Criteria utilized for electrophysiological diagnostic outcome\*

Definite CTS	Median nerve: ↓ of one or more palm-wrist SNCV or SNAP and ↓ palm-wrist/digit-wrist SNCVs ratio Radial and ulnar nerves: normal
Possible CTS	Median nerve: (1) ↓ of one or more palm-wrist SNCV or SNAP and normal palm-wrist/digit-wrist SNCVs ratio Median nerve: (2) Isolated ↑ DML of one or more palm-wrist SNCV or SNAP and normal palm-wrist/digit-wrist SNCVs ratio Radial and ulnar nerves: normal
Guyon Syndrome	Ulnar nerves: ↑ DML and/or ↓ palm-wrist SNCV Median and radial nerves: normal
Digital Neuropathy	↓ of one or more digit-wrist SNCVs and/or SNAP Normal palm-wrist SNCVs and SNAPs Normal DMLs of median and ulnar nerves
'Multifocal'	Any combination of the above patterns

\*: DML, distal motor latency; SNAP, sensory nerve action potential(mixed for palm-wrist segments); SNCV, sensory(mixed for palm-wrist segments) nerve conduction velocity; ↑, increased; ↓, decreased  
Source: Giannini et al, 1999.

그 외 티넬, 팔렌 검사는 4인 모두 음성이었으며, 혈액학적 검사상 이상소견은 없었다. 또한 운동신경의 기능장애 또는 작업평가상 모두 정상범위였으며 진동장애로 인한 부가적인 청력저하도 나타나지 않았다.

### 5. 신경전도검사

근로자 4인에 대해 신경전도검사를 시행하였다. 근로자 C V는 정상범위였고, C VI는 양측 정중감각신경의 말초부위와 손목부위에서 신경전달속도의 감소 및 운동신경의 말단 잠복시간(terminal latency)의 증가 소견을 보여 '양측 수근관증후군'으로 해석되었다. C VII는 정중신경과 척골신경에서 감각 및 운동신경의 이상소견을 보여 '양측 상지 말초신경병증', C VIII은 '우측 수근관증후군'으로 해석되었다(Table 6).

그러나, 수근관증후군으로 해석된 2인의 경우 인간공학적인 요인에 대한 세밀한 조사가 필요하여 2001년 5월 19일 실시하였다. 근로자 C VIII의 경우 C V, C VII와 동일한 공정, 즉, 진동이 많이 발생하는 스웨징 1공정을 수행하고 있었으나, 손목 통증 및 밤에 심해지는 손목과 손의 손저림을 주로 호소한 C VII의 경우, 다른 3인에 비해 직경이 작은 스웨징기계를 사용하고 있었다(Table 1의 스웨징 3, 4공정).

즉, 진동노출수준이 타 3인에 비해 낮은 편이었다. 물론 이 수준도 측정결과에서 보듯이 ISO의 노출기준치를 초과하는 것이다. 또한 스웨징작업 이외에 동모세관을 트리클로로에틸렌(trichloroethylene, 이하 TCE)으로 내부세척하기 위해 TCE가 흐르는 파이프에 동모세관 코일을 연결 및 해체시 나사를 조이고 푸는 작업(( 10회 나사를 조임 + 5회 나사를 푸는 동작)/회\* 3회/coil \* 30 coil/일\*20일/달 \* 13년), 나이스 교체 작업(제품의 종류가 변경될 때 나사를 조이고 푸는 작업), 제품동관의 묶음시 즉, 완제품 포장시 4회 꼬는 작업과 수동실링작업을 하고 있었다.

### 6. 최종 진단 및 해석

10년 이상의 진동 폭로력, 증상, 진동감각역치등의 이학적 검사, 혈액학적 검사, 신경전도검사, 그리고 근로자들이 사용하였던 진동공구에 대한 직접측정결과를 종합하고, 신경전도검사에 대한 Giannini 등 (1999)의 분류를 참조하여(Table 7), 저자들은 4인에 대해 다음과 같이 수지진동증후군으로 판단하였다. 즉, 근로자 C V는 신경전도검사는 정상이나, 증상 및 이학적 검사소견상 가능성이 높은 수지진동증후군(probable HAVS)으로, C VI는 진동노출정도가 타 3인에 비해 적으며 인간공학적인요인에 노출되면서, 주 호소증상이 손목의 통증으로 수근관증후



**Table 8.** Electrophysiological results after 6 months and comprehensive conclusion

	Test findings*	Conclusion
C V	↓ SNCV of D-W and P-W segments in both median n.	HAVS with neural impairment similar to CTS
C VI	↓ SNCV of D-W and P-W segments in both median n. ↑ DML of both median n. ↓ SNCV of D-W segments in both ulnar n.	1) HAVS: Multifocal neural conduction impairment 2) HAVS with coexistent CTS
C VII	↓ MNCV and SNCV of multiple segments in both median and ulnar n. ↑ DML in both median and ulnar n. lower legs-normal	HAVS: Multifocal neural conduction impairment
C VIII	↓ SNCV over D-W and P-W segments in right median n. ↑ DML in right median n.	HAVS: Multifocal neural conduction impairment, Rt

\*: MNCV, motor nerve conduction velocity; SNCV, sensory nerve conduction velocity; D-W, digit-wrist; P-W, palm-wrist; DML, distal motor latency; ↑, increased; ↓, decreased

군의 증상 소견에 부합하고, 손뚱압박검사상 이상소견이 있으며, 신경전도검사상 양측 수근관부위에서 정중신경속도의 감소 소견을 종합하여 ‘진동에 의한 수근관의 다병소 신경학적 변화(vibration-induced multifocal neural impairments in the carpal tunnel)’ 및 ‘수근관 증후군’으로 판단하였다. C VII는 증상, 이학적 검사, 신경전도검사 등 모든 소견이 명백한(definite) 수지진동증후군에 부합하므로 진동에 의한 수근관의 다병소 신경학적 변화가 있는 확실한 수지진동증후군(definite HAVS)으로 판단하였다. C VIII는 증상 및 이학적 검사소견은 수지진동증후군에 부합하며, 신경전도검사상 우측 수근관부위에서 정중신경속도의 감소소견으로 보아 ‘진동에 의한 수근관의 다병소 신경학적 변화’가 있는 수지진동증후군으로 판단하였다(Table 6).

### 7. 경과 및 재해석

진단당시 이미 칼슘이온길항제를 복용중이던 C VII와 C VIII는 신경과에서 계속 투약받았으며, 진단 1년 전부터 비진동부서에서 일하던 C VIII와 마찬가지로 증상과 소견이 가장 심한 C VII도 비진동부서로 전환하였다. 나머지 2인은 진동에 노출되지 않도록 고안된 스웨징기계를 도입하기까지 4개월간은 계속 근무하였으며, 첫 진단으로부터 6개월이 지나 추적검사

를 실시하였다. 스톡홀름 증상분류, 진동감각역치검사, 신경전도검사를 시행하였다. 첫 2항목에 대한 결과는 진단당시와 거의 같았으며 신경전도검사는 표 8과 같았다. 비진동부서에서 일하면서 투약한 2인의 경우는 진단당시와 같았으나, 4개월여 더 노출되었던 2인의 경우(C V, C VI)는 좀 더 진행된 양상을 나타내었다(Table 8).

### 고 찰

본 연구는 지금까지 국내에서 보고되지 않았던 고정된 진동공구(stationary vibrating tools)인 스웨징기계에서 발생하는 국소진동에 장기간 노출되었던 근로자에서 발생한 수지진동증후군 4례를 실제 진동노출수준을 측정된 결과와 함께 보고하는 바이다.

6개의 단일 작업에 대한 진동수준은 0.99~10.79 m/sec<sup>2</sup>, 2개의 복합작업에 대한 진동수준은 3.03~12.98 m/sec<sup>2</sup>로서 ISO의 권고치를 초과하고 있었다. 6개의 단일작업은 가속도값의 크기가 스웨징작업의 종류와 파이프의 지름에 영향을 많이 받아, 지름이 가장 큰 파이프를 사용하여 작업하는 1차작업에서 가장 높은 값이 나타나 진동유발이 가장 클 수 있었다. 즉 작업면적이 큰 경우 기계의 회전에 상당한 장애를 초래하며 이로 인해 작업시 떨

림이 상당히 많아지고 결론적으로 높은 진폭을 야기하게 되어 상대적으로 높은 가속도 값을 발생시키게 된다. 진동 크기에 영향을 주는 요인들로는 첫째, 진동공구의 유형 즉, 임팩트 타입일때가 진동가속도가 더 크며, 둘째, 공구를 작동할때의 인간공학적 요인들 즉, 공구의 무게가 크거나 잡기가 불편하여 손목에 스트레스가 가해져서 손으로 전달되는 진동이 증가하고 또한 수근관증후군과 같은 근골격계질환의 위험도가 높아진다. 셋째, 작업주기와 작업조건의 영향, 넷째, 손과 공구사이의 커플링의 영향이 있다. 한편, 손의 진동반응특성에 영향을 주는 요인들로는 공구를 쥐는 손의 악력과 손으로 전해지는 축장방향의 힘, 손이 접하는 진동표면의 크기, 공구를 사용하는 자세, 의복과 장갑 등이 있다. 이중 가장 중요한 것은 공구를 쥐는 손의 악력과 손으로 전해지는 축장방향의 힘이며, 그 다음이 신체 자세와 장갑이라고 알려져있다(Goel 과 Rim, 1987; Griffin 등, 1982). 본 연구에서도 이러한 요인들에 의해 동일종류의 공구라할지라도 진동가속도값이 다르게 나타남을 알 수 있었다.

공정별로 실측된 진동수준일 경우 비교적 정확하게 예측된다는 점에서, 본 연구는 기존의 연구들(주영수 등, 1998; 임상혁 등, 2000)에서 실측된 진동수준평가없이 추정된 제한점을 극복하였다는 의미가 있다. 진동노출수준평가시 반드시 고려해야 할 점으로 주영수 등(1998)과 임상혁 등(2000)의 연구에서 주요하게 지적된 것이 '하루 중 진동작업시간'의 평가이다. 두 연구에서 모두 근로자가 응답한 폭로시간이 일반적으로 과대하게 추정되는 오류를 범할 수 있다고 지적하고 있는데, 본 연구에서도 근로자들이 응답한 일일 폭로시간은 최소 30분이상 ~ 최대 2시간이었으나 실제로 측정된 폭로시간은 15분을 넘지 않아 다시 한번 직접적인 폭로평가의 중요성을 일깨워 주었다.

수지진동증후군은 진동작업에의 폭로력, 증상, 적절한 이학적 검사와 신경생리검사, 혈관촬영술같은 객관적 검사로써 진단가능하며, 먼저 레이노드 현상을 일으키는 다른 질환들과 감별진단해야 한다. 본 연구에서는 수지진동증후군으로 진단된 4명에서 문진, 혈액, 소변, 이학적 검사 등을 통해 다른 질환들을 배제할 수 있었다. 특히 흡연이 말초혈관수축에 미치는 영향을 배제하는 것이 중요한데 수지진동증

후군 4례의 경우 다행히도 현재 흡연자는 1인이었고 검사시에도 최소 1시간전부터는 피우지 않도록 하였다.

수지진동증후군의 두가지 주요병리인 말초혈관장애와 말초신경장애에 대한 평가는 주영수 등(1998)이 그 실행성평가에서 유용성을 확인한 '문진에 의한 자각증상평가'와 '손뚝압박검사', '진동감각검사'에 더하여 냉각부하검사와 신경전도검사로써 수행하였다. 전자의 3가지는 본 연구에서도 비교적 유용하였으며, 특히 스톡홀름 분류에 의한 자각증상평가와 진동감각검사는 진동노출수준과 양-반응관계를 나타내었다. 운동기능장애의 평가에서는 상당히 진행된 환례들이 아니어서인지 모두 정상범위를 나타내어 국소진동장애를 조기에 발견하려는 목적으로는 사용하기에 적절하지 않음을 알 수 있었다.

수지진동증후군의 말초신경장애와 관련하여 반드시 감별진단해야 할 질환이 수근관증후군이다. 수근관증후군의 위험요인은 진동외에 비직업적요인들로서 류마티오이드 관절염, 당뇨병, 점액수종, 말단비대증, 임신, 폐경, 통풍, 아밀로이드, 다발성 골수종, 울혈성 심부전이나 신부전으로 인한 부종, 요독증과 혈액투석, 비만, 종양, 골관절염, 급성 외상, 콜레스테롤 등이 있다(Zenz, 1994). 본 연구에서 이들은 병력과 이학적 검사 등을 통해 배제되었다.

수지진동증후군과 수근관증후군은 발생기전, 임상양상, 그리고 치료의 측면에서 볼 때 각각 독립된 별개의 질환이다. 그러나, 국소진동에 노출된 근로자들에서 두 질환은 종종 같이 발견되기도 한다(Stomberg 등, 1999; Pelmear 와 Talor, 1994). 더구나 수근관증후군의 중요한 악화인자로 국소진동 및 한랭이 지적되어 왔었다(Rom, 1998). 국소진동은 수지진동증후군의 원인일 뿐만 아니라, 수근관증후군의 위험을 증가시킨다(Hagberg 등, 1992). 수지진동증후군의 구성병변중 혈관계의 변화와 증상은 수근관증후군과 쉽게 감별이 되나, 감각신경계와 관련하여서는 감별진단하기가 어려우며(Pelmear 와 Talor, 1994), 특히 신경전도검사와 같은 전기생리적 진단 결과로써는 더욱 그러하다(Amadio, 1999). 본 연구에서도 첫 진단시기와 6개월후 추적실시한 신경전도검사를 보면 신경과전문의가 단독으로 해석한 경우, 2례에서 수근관증후군으로 해석하였다.

수지진동증후군에서 감각신경계의 변화는 두가지 형태의 상해에 의한 것으로 지적되어 왔다(Stromberg

등, 1999; Stromberg 등, 1997). 즉, 손가락 끝의 압력감각수용체와 말초신경에의 상해와, 수근관내의 정중신경에 대한 상해로써, Stromberg 등(1997)은 신경생검을 통해 탈수초화현상이 진동신경염에서 일차적인 병변이며 뒤이어 불완전한 재생과 부종생성을 동반한 섬유화가 병리적 변화라고 지적하였다. 정중신경에 국한되는 것으로 보이는 큰 수초신경병증(large myelinated nerve neuropathy)에 더해, 모든 손가락의 신경말단을 침범하는 작은 섬유의 진동신경염(small fiber vibration neuropathy)은 거의 보편적이며 전기생리적 진단보다는 진동감각역치검사로 더 잘 확진된다(Amadio, 1999). 본 연구에서 시행한 8인에 대한 1차진동각검사와 이중 4인에 대한 2차진동각검사결과에서도 볼 수 있듯이, 당뇨로 인한 말초신경염환자와 비교적 장기간 진동에 폭로된 근로자들에서 진동감각역치의 증가를 확인하였다(Table 4, 5).

반면, 수근관증후군은 손목의 수근관내 압력증가로 정중신경이 눌리고 이로 인한 탈수초화현상으로 발생한다(Lundborg 와 Dahlin, 1996). 따라서, 치료와 예후측면에서 볼 때 수근관증후군은 수근관의 압박술이 매우 효과적이나, 수지진동증후군에서는 별 효과가 없었을뿐 아니라 불필요한 악력의 저하가 오히려 문제가 될 수 있다(Pelmeur 와 Talor, 1994).

진동공구를 사용하는 근로자들에서 신경전도검사를 수행한 연구들을 검토해 보면, Lukas(1982)의 연구에서 정중신경과 척골신경 둘 다에서 신경전도속도의 감소를 보이기도 하지만, 둘 중 한가지 신경만 침범된 양상을 보였다. 손에 쥐고 사용하는 진동공구의 경우에는 두가지 신경모두가 영향받는 것으로 예상된다. 혈관계 증상이 있는 경우에는 신경전달속도가 더 많이 감소하였다. Farkkila 등(1988)은 별목공들 중 이전에 진동신경염으로 진단받았던 근로자들의 상당수가 수근관증후군에 속하는 것으로 제시하였다. Chatterjee 등(1978)은 착암공들에서 정중신경의 감각신경속도가 감소하였으나, 운동신경은 감소하지 않았다고 하였고, Araki 등(1988)은 전기톱사용 근로자들에서 정중신경의 감각신경속도의 양성변화와 속도저하를 보고하였으며, Rosen(1993)과 Rosen 등 (1993)은 진동 노출력이 없는 수근관증후군(pure CTS)의 경우, 대개 수근관부위

(across the carpal tunnel) 부위에 전도장애가 좀 더 심한 변화를 보였다. 그리고 Bovenzi 등 (2000)은 손목과 완관절의 관절통과 같은 근골격계 증상이 치핑 연마 작업자에서 높아 반복속도가 빠른 손목의 움직임이 있다면, 이런 경우 수근관증후군을 주된 것으로 고려해야 한다고 제시하였다. 그리고 Stromberg 등(1999)은 수지말단부의 감각수용체와 말초신경의 말초부위에 생기는 장애가 수근관부위에서 정중신경 손상보다 클 경우에는 진동감각역치에는 반영되나 신경생리검사에는 그렇지 않기도 한다고 하였다. 종종 수근관증후군의 증상과 징후로 해석되는 증상과 징후는 후자의 유형에 해당되는 것일 수 있거나, 수근관증후군이 동시에 있는 가능성도 있을 수 있다.

이와 관련하여 진동공구 사용 근로자들에서 신경전도검사를 수행한 최근 연구들을 검토함과 동시에 별목공들을 대상으로 신경전도검사를 수행한 Giannini 등(1999)의 연구는 수지진동증후군의 진단시 신경전도검사의 해석에 새로운 측면을 제시하고 있다(Table 7). 즉, 기존 연구들에서 수지진동증후군으로 진단하면서 보여준 신경전도검사의 불일치성 또는 다양한 결과에 대해 임의의 분류기준을 이용해 명백한(definite) 수근관증후군-주로 손목부위의 짧은 분절에서 정중감각신경의 장애를 보이는-과 가능성있는(possible) 수근관증후군-동일한 신경의 좀더 말초분절에 나타나는 부가적인 이상소견을 보이는-을 감별하고자 하겠다고 하였다. 본 연구에서도 신경전도검사를 수행한 후 나온 결과에 대해 해석하는데 있어 어려움을 다소 겪었다. 당연히 말초신경병증으로 나올 것으로 기대하였는데 2례에서 수근관증후군으로 나온 것이었다.

수근관증후관과 유사한 소견이나 증상과 연관된 수지 창백의 경우, 다른 인간공학적인 요인, 예컨대 손을 반복적으로 힘껏 사용하는 것이 더 중요하게 작용하는 것을 염두에 두어야 한다는 사실에 주목하면서(Gemne, 1997), 다시 한번 사업장 방문조사를 통해 2례에 대한 인간공학적 평가를 수행하였다. TCE로 세척하는 업무를 동시에 수행하면서 진동노출수준이 가장 낮은 근로자 C Ⅶ의 경우는 창백지증상은 없으면서 손목 통증, 밤에 심해지는 손저림의 증상, 수행업무의 인간공학적 요인을 고려하여 불때 두가지 가능성을 생각하였다. 하나는 수근관증후군

과 수지진동증후군의 동시존재이나 전자가 좀 더 많은 부분을 차지하는 것, 또다른 하나는 표 7의 분류에서 보듯이 다병소 신경장해가 있는 수지진동증후군이었다. 진단 당시 우측 수근관증후군으로 해석된 근로자 C VIII의 경우는 상기 근로자와 조금 달리 해석되었다. 물론 스웨징작업시 동관이 잘 말려들어가도록 왼손으로는 동관을 받치고 오른손으로는 힘껏 밀어넣는 방식으로 작업하고 있었다는 것을 감안할 때 수근관증후군의 동시존재 가능성을 배제하기는 어려웠다. 창백지가 주된 증상, 진동수준이 가장 높은 스웨징 1공정에 종사했다는 점으로 보아 다병소 신경장해가 있는 수지진동증후군으로 판단되었다.

일차 진단당시 증상과 이학적 검사는 수지진동증후군에 부합하나, 신경전도검사는 정상이어서 확진하기에는 다소 어려움이 있었던 근로자 C V의 경우는 6개월 뒤 추적검사에서 수지진동증후군의 다병소 신경장해소견을 보여, 일차 진단당시 신경전도검사가 정상이었던 것은 4례중 잠복기가 12년으로 가장 늦게 증상이 발현되었다는 점과 연관지어볼 때 비교적 신경장해가 초기여서 그런 것으로 생각하였다. 이러한 진동노출수준과 장해와의 양-반응 관계는 근로자 C VIII의 경우에서 다시 한번 확인할 수 있었다. 잠복기가 4년으로 가장 먼저 증상이 나타나고 진단 당시 가장 심한 증상호소와 신경전도검사상 가장 심한 신경장해소견을 보였기 때문이다.

앞서 언급한 기존의 연구들과 Giannini 등(1999), Bovenzi 등(2000)의 연구를 참고로 진단당시와 6개월후의 추적결과를 재검토하여 4례의 경우 모두 수지진동증후군의 신경전도검사에서 나올수 있는 소견으로 결론내릴 수 있었다. 결론적으로 4인의 손목, 손의 직업성 질환은 스웨징작업 동력기구에 의해 수지로 전달되는 진동, 동모세관을 쥐는 손과 손목의 힘, 부적합한 자세 및 작업장의 낮은 온도(특히 겨울철) 등의 위험요인이 위와 같은 수지진동증후군과 수근관증후군의 발생에 영향을 주었다고 판단하였다. 본 연구를 통해 고정된 진동공구사용자들에서 수지진동증후군발생을 확인하고, 진동노출수준을 실제로 측정하여 그 양-반응관계를 동시에 평가하였는데 그 의미가 크다 할 것이다. 또한 신경전도검사의 해석과 관련하여 수지진동증후군에서 종종 동시 존재하는 수근관증후군과의 연관성 및 감별점을 실례로써 제시함으로써 향후 진동장해를 평가

하는데 도움을 주는 자료가 될 것이라는데 또다른 의미가 있을 것으로 본다.

## 요 약

**목 적** : 스웨징작업자들에서 발생한 수지진동증후군 사례를 실제 진동수준 평가와 함께 보고하고, 진단시 신경전도검사의 소견에 대한 해석을 검토하고자 하였다.

**방 법** : 2001년 4월과 5월에 구미소재 스웨징작업 종사자 8인을 대상으로 병력문진, 자각증상평가, 이학적 검사를 실시하고 수지진동증후군의심자 4인에 대해 냉각부하검사와 신경전도검사를 실시하였다. 작업장조사는 진동측정장비들을 이용하여 실제 작업 환경에서 측정후 국제표준화기구에 따라 평가하였으며, 수근관증후군의 동시 가능성을 알아보기로 인간공학적 요인에 대해 조사평가하였다. 6개월후인 12월에는 이들 4인에 대해 진동각검사와 신경전도검사를 추적검사하였다.

**결 과** : 진동수준은 주파수가증가속도값이 단일 작업은  $0.99 \sim 10.79 \text{ m/sec}^2$ , 2개의 복합작업은  $3.03 \sim 12.98 \text{ m/sec}^2$ 로서 ISO의 권고치를 초과하고 있었다. 1차 대상근로자 8인의 근무기간은 평균 8.7년(범위 0.8~15)이었고, 1인은 당뇨병자이었다. 스톱홀름 분류에 의한 증상평가, 손뚱압박검사, 진동각검사에서 비교적 진동노출수준과 비례하여 이상소견을 나타내었고, 2차 평가대상자 4인의 경우 신경전도검사에서 1인은 정상, 2인은 수근관증후군, 1인은 말초신경병증으로 해석되었다. 그러나, 문헌고찰을 통해 수근관증후군으로 나온 신경전도검사결과는 오히려 진동으로 인한 다병소 신경장해로 판단하였다. 6개월후 추적 신경전도검사에서 4인 모두 진동으로 인한 다병소 신경장해를 확인하였다. 그러나, 1인에서는 수근관증후군의 동시존재 가능성을 고려하였다.

**결 론** : 고정된 진동공구인 스웨징사용자들에서 수지진동증후군발생을 확인하고, 진동노출수준을 실제로 측정하여 그 양-반응관계를 동시에 평가하였다. 신경전도검사의 해석과 관련하여 수지진동증후군에서 종종 동시 존재하는 수근관증후군과의 연관성 및 감별점을 실례로써 제시함으로써 향후 진동장해를 평가하는데 도움을 주고자 하였다.

참고문헌

강성규, 지영구, 안연순, 김형옥, 하미나 등. 전국 단위 감시체계의 현황과 전망. *대한산업의학회지* 2001;13(2):116-126.

고경심, Griefahn B, Fritz M, Brode P. 수지진동에서의 진동강도, 손잡이온도, 소음 및 미는 힘의 복합효과에 따른 악력 및 지단피부온도의 변화. *예방의학회지* 1994;27(4):763-776.

김경아, 임현우, 임영, 윤임중. 진동공구 사용에 의한 Raynaud증후군 1예. *대한산업의학회지* 1991;3(1):119-123.

김선술, 백남원. 자동차 조립공정에서 공기압력식 진동공구의 국소진동평가. *한국산업위생학회지* 1996;(6)1:1-16.

김성아, 이종영, 박순우, 김두희. 치과용 핸드피스에 의한 일시적 진동감각역치 변화. *예방의학회지* 1995;28(4):765-772.

노재훈. 일부지역 탄광 착암 근로자의 진동증후군 유병률. *예방의학회지* 1981;14(1):75-80.

노재훈, 문영환, 신동천, 차봉석, 조수남. 진동공구 사용근로자의 피부온도변화. *예방의학회지* 1988;21(2):357-364.

연정택, 박상규, 김소연, 이태영, 장재연. 금속가공 작업장의 국소진동 평가. *한국산업위생학회지* 1999;9(2):52-65.

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

이종영, 신동훈, 이승훈, 이무식, 서석권 등. 청력계의 골도진동기를 이용한 진동감각역치 측정. *대한산업의학회지* 1993;5(2):244-249.

이종영, 박완섭, 김영환, 김두희. 진동감각역치 측정을 위한 골진동기의 주파수선정. *대한산업의학회지* 1994;6(1):17-25.

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

Amadio PC. Commentary for Neurophysiological findings in vibration-exposed male workers(*J Hand Surg [Br]* 1999;24(2):203-209) Year Book of Hand Surgery 2000 Mosby, Inc.

Araki S, Yokayama K, Aono H, Murata K. Determination of the distribution of the nerve conduction velocities in chain saw operators. *Br J Ind Med* 1988;45:341-344.

Bovenzi M, Giannini F, Rossi S. Vibration-induced multifocal neuropathy in forestry workers: electrophysiological findings in relation to vibration exposure and finger circulation. *Int Arch Occup Environ Health* 2000;73(8):519-27.

Chatterjie DS, Petrie A, Taylor W. Prevalence of vibration-induced white finger in fluorspar in Weardale. *Br J Ind Med* 1978;35:208-218.

Farkkila MA, Pyykko I, Jantti V, Aatola S, Starck JP, Korhonen OS. Forest workers exposed to vibration: a neurological study. *Br J Ind Med* 1988;45:188-192.

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;13:275-283.

Gemne G. Diagnosis of hand-arm system disorders in workers who use vibrating tools. *Occup Environ Med* 1997;54:90-95.

Giannini F, Rossi S, Passero S, Bovenzi M, Cannavà G et al. Multifocal neural conduction impairment in forestry workers exposed and not exposed to vibration. *Clinical Neurophysiology* 1999;110:1276-1283.

Goel VK, Rim K. Role of gloves in reducing vibration: an analysis for pneumatic chipping hammer. *Am Ind Hyg Assoc J* 1987;48(1):9-14.

Griffin MJ, MacFarlane CR, Norman CD. The transmission of vibration to the hand and the influence of gloves. In: Brammer AJ, Taylor W, eds. Vibration effects on the hand and arm in industry. New York, NY: John Wiley & Sons, pp. 39-43.

Harberg M, Morgenstern H, Kelsh M. Impact of occupations and job tasks on the prevalence of carpal tunnel syndrome. *Scand J Work Environ Health* 1992;18:337-345.

Ludborg G, Dahlin LB. Anatomy, function, and pathophysiology of peripheral nerves and nerve compression. *Hand Clin* 1996;2:185-193.

Lukas E. Peripheral nervous system and hand-arm vibration exposure. In: Brammer AJ, Taylor W, eds. Vibration effects on the hand and arm in industry. New York, NY: John Wiley & Sons, pp. 39-43.

NIOSH. Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hand-arm vibration. Cincinnati, Ohio : U.S. Department of Health and Human Services, 1989.

Pelmeur PL, Taylor W. Carpal tunnel syndrome and hand-arm vibration syndrome. A diagnostic enigma. *Arch Neurol* 1994;51(4):416-20.

Pyykko I. Clinical aspects of the hand-arm vibra-

- tion syndrome. A review. *Scand J Work Environ Health* 1986;12:439-447.
- Rom WN. *Environmental and Occupational Medicine*. 3rd ed. New York: Lippincott-Raven, 1998.
- Rosen I. Neurophysiological diagnosis of the carpal tunnel syndrome: evaluation of neurographic techniques. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 1993;27(2):95-101.
- Rosen I, Stromberg T, Lundborg G. Neurophysiological investigation of hands damaged by vibration: comparison with idiopathic carpal tunnel syndrome. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 1993 Sep;27(3):209-16.
- Stomberg T, Dahlin LB, Brun A, Lundborg G. Structural nerve changes at wrist level in workers exposed to vibration. *Occup Environ Med* 1997;54:307-311.
- Stomberg T, Dahlin LB, Rosen I, Lundborg G. Neurophysiological findings in vibration-exposed male workers. *J Hand Surg [Br]* 1999;24(2):203-9.
- Zenz C. *Occupational medicine*. 3rd ed. New York: Mosby, 1994.