

## Segmental Sensory Nerve Conduction Study in Vibration Exposed Subjects

Mi-Jung Kim<sup>1†</sup>, Cheol-In Yoo<sup>2</sup> and Hyun-Ju Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biomedical Laboratory Science, College of Biomedical Science and Engineering, Inje University, Gyungnam 621-749, Korea. <sup>2</sup>Department of Occupational and Environmental Medicine, College of Medicine, Ulsan University, Ulsan 682-714, Korea

The present study was performed to assess peripheral neural involvement by exposure to hand-arm vibration. Segmental sensory nerve conduction in the median and ulnar nerves were measured in shipyard workers exposed to vibration. The subjects were 47 male adults exposed to hand-arm vibration and 7 healthy male controls. The subjects underwent an extensive bilateral neurophysiological examination. Sensory compound nerve action potential (SNAP) of the median and ulnar nerves in palm-finger and wrist-palm segments were measured by antidromic method. And SNAP of the median and ulnar nerves in wrist-proximal finger and wrist-distal finger segments were measured by orthodromic method. Result of sensory nerve conduction study was abnormal in 31 patients (66%) and normal in 16 patients (34%) of subjects. The pathological pattern in the hand-arm vibration exposed group was 13 patients (28%) of carpal tunnel syndrome, 18 patients (38%) of distal sensory neuropathy, 7 patients (15%) of multifocal and 1 patient (2%) of Guyon syndrome. The present study indicates that vibration-induced nerve impairments exist both in the finger-palm and palm-wrist segment of median and ulnar sensory nerves. The results suggest that segmental sensory nerve conduction study would be useful as objective indication of peripheral nerve impairment induced by the hand-arm vibration.

**Key Words:** Hand-arm vibration, Segmental sensory nerve conduction study, Carpal tunnel syndrome, Distal sensory neuropathy, Multifocal neural conduction

### 서 론

수지진동증후군 (hand-arm vibration syndrome, HAVS)은 고유의 특징적인 증상이 없고 다른 질병에서도 나타나는 증상들을 호소하기 때문에 정확한 구분을 위하여, 보다 객관적인 검사가 필요하다 (Taylor, 1988). 일본의 경우 1983년에 수지진동증후군에 대한 평가 기준을 만들었고 (Okada, 1983), 미국은 1989년에 수지진동증후군의 진단을 위한 검사 항목들을 만들어서 임상에서 적용하도록 권장했다 (NIOSH, 1989). 그러나 우리나라의 경우 수지진동 노출 작업자가 특수건강진단 대상자로 선정이 되어야만 수지진동증후군에 대한 검사를 받을 수 있고 (<http://www.molab.go.kr>), 수지진동증후군의 신경장해에 대한 검사로 실시되는 통각검사와 온냉각검사, 촉각검사, 손톱압박검사, 진동각검사 등은 (<http://www.kosha.net>)

피검사자의 주관적인 판단에 의존하는 경향이 높은 검사들이다.

근래 외국에서는 수지진동에 대한 신경장해 평가를 위해 신경의 병리생리적 상태를 나타내는 신경전도검사를 이용한 연구들이 많이 발표되고 있다. 연구 결과로는 운동신경과 감각신경의 전도속도가 지연되거나, 감각신경의 활동전위 감소, 운동신경의 잠복시간 연장 등이 발표되었다 (Fakkila et al., 1988; Sakakibara et al., 1998; Giannini et al., 1999). 또 구간별 신경전도검사를 실시하여 보다 정확한 병변 부위를 찾기 위해 계속 노력하고 있다 (Koskimies et al., 1990; Sakakibara et al., 1994; Cherniack et al., 2004). 국내에서 연구된 보고는 Kang 등 (1996)이 자동차 제조업 종사자들을 대상으로 수지진동 장해를 평가한 보고가 있고, Yim 등 (2000)이 조선소의 그라인더 사용 작업자들에서 수지진동증후군 6예를 보고한 바 있다. 그리고 Kim 등 (2002)이 스웨징 (swagging) 작업자 중 수지진동증후군 의심자 4인에 대한 보고가 있으나 보다 활발한 연구가 필요한 실정이다.

본 연구는 수지진동증후군의 신경장해를 호소하는 작업자들을 대상으로 구간별 감각신경전도검사 (segmental sensory nerve conduction study, SNCS)를 실시하여 수지진동에 의한

\*논문 접수: 2005년 3월 10일

수정재접수: 2005년 5월 27일

†교신저자: 김미정, (우) 682-714 울산광역시 동구 전하동 290-3, 울산대학교병원 근전도검사실(신경과)

Tel: 052-250-8524, Fax: 052-250-7211

e-mail: mls97@uuh.ulsan.kr

감각신경장해 유무와 형태를 조사하고 또 객관적인 검사 방법으로서 구간별 감각신경전도검사의 유용성을 조사하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 대상

수지진동에 노출된 조선 제조업 작업자들 중 2002년 울산광역시 U병원에서 특수건강검진을 받았고 수지 창백이나 수지의 이상 감각, 예를 들어 수지 저림, 감각둔화 등 수지진동증후군의 증상을 호소하는 작업자들을 대상으로 산업의학과에서 임상증상과 설문조사, 이학적 검사를 통해 수지진동증후군이 의심되는 작업자 50명을 선정하여 구간별 감각신경전도검사를 의뢰하였다.

대상 작업자 50명 중 47명은 남성 작업자였고 3명은 여성 작업자였다. 본 연구에서는 여성 작업자의 수가 적어서 여성을 제외한 남성 작업자 47명만을 환자군으로 선정하였다. 이들의 나이는 최저 26세에서 최대 57세로 평균 나이가 44세였고, 연령별로는 20대가 3명으로 6%, 30대가 11명으로 22%, 40대가 17명으로 35%, 그리고 50대가 18명으로 37%였다.

대조군의 나이는 최저 31세에서 최대 52세로서 평균 39세로, 연령대별로는 20대는 없고, 30대가 4명으로 57%, 40대가 2명으로 29%, 50대가 1명으로 14%였다. 과거력으로는 경추부 신경근병증 (cervical radiculopathy) 및 그 외 다발성신경병 (polyneuropathy), 수근관증후군 (carpal tunnel syndrome, CTS), 척골터널증후군 (cubital tunnel syndrome, tardy tunnel syndrome)과 같은 말초신경병변 (peripheral neuropathy) 그리고 외상 (trauma)에 의한 신경학적 병변 (neurotic lesion)을 가진 적이 없고, 수지 창백이나 수지 저림, 감각둔화 등 신경병 증상 (neurotic symptoms and signs)을 호소하지 않으며, 과거부터 현재까지 수지진동에 노출된 적이 없는 건강한 병원 남성 근로자 7명을 선정하여 환자군과 같은 방법의 감각신경전도검사를 실시하였다. 대조군에게는 검사 전 연구 내용을 설명하고 본인의 동의를 받은 후에 검사가 시행되었다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 감각신경전도검사 측정 조건

감각신경전도검사서 구간별 거리 측정은 일정한 자세로 거리를 두 번 이상 반복 측정하였고, 잠복시간은 정점잠복시간 (peak latency)으로 하였다. 모든 검사는 다섯 번 이상 반복하였으며 동시에 신호평균기 (signal averager)를 사용하였다. 또한 notch filter를 사용하여 50~60 Hz 인공산물 (artifact)을 제거하였고, 피부 온도는 31°C 이상, 근전도 검사실의 온도는 28°C 이상으로 유지 시켰다.

#### 2) 감각신경전도검사

상지에 있는 정중신경과 척골신경의 감각신경에 대해 각각 역향적 방법과 정향적 방법으로 양측을 검사하였다.

##### (1) 정중감각신경전도검사법

정중신경의 역향적 방법 검사는 손바닥과 손목에서 자극하고 제 3수지에 3~4 cm 간격으로 활성전극과 기준전극을 부착하여 기록하였다. 수근관증후군의 유무를 위해 활성전극과 손바닥 자극지점 사이 거리를 7 cm로 하고, 손바닥 자극지점과 손목 자극지점 사이의 거리도 7 cm로 하여 두 구간의 간격이 같은 지점에서 자극하였다. 정향적 방법 검사의 근수지 검사는 손목에 활성전극과 기준전극을 3~4 cm 간격으로 부착하고, 제 3수지의 중수지절관절부주름 (metacarpophalange crease)에 음극 고리전극을 걸고, 음극 고리전극으로부터 3 cm가 되는 원위부에 양극 고리전극을 걸어서 자극하였다. 한편 원수지 검사는 기절골과 중절골 사이의 주름 (proximal phalange-middle phalange crease)에 음극 고리전극을 걸고 음극 고리전극으로부터 3 cm가 되는 원위부에 양극 고리전극을 걸어서 자극하였다.

##### (2) 척골감각신경전도검사법

척골신경의 역향적 방법 검사는 활성전극에서 6 cm 근위부의 손바닥과 손바닥의 자극 지점에서 8 cm 근위부의 손목에서 자극하고 제 5수지에 3~4 cm 간격으로 활성전극과 기준전극을 부착하여 기록하였다. 정향적 방법 검사의 근수지 검사는 손목에 활성전극과 기준전극을 3~4 cm 간격으로 부착하고 제 5수지의 중수지절관절부주름에 음극 고리전극을 걸고 음극 고리전극에서 3 cm 원위부에 양극 고리전극을 걸어서 자극하였다. 원수지 검사는 기절골과 중절골 사이의 주름에 음극 고리전극을 걸고 음극 고리전극에서 2~3 cm 원위부에 양극 고리전극을 걸어서 자극하였다.

##### (3) 감각신경전도검사 측정 조건

자극빈도 1 Hz, 자극기간 0.1 ms의 조건으로 정향측정에서는 원위부 신경섬유를, 역방측정에서는 근위부 신경섬유를 최대상 자극 (supramaximal stimulation)하여 감각복합신경활동전위 (sensory compound nerve action potential, SNAP)를 기록하였다. 감각복합신경활동전위 측정은 근전도/유발전위 기계 (Synergy, Oxford Instruments, UK)를 사용하여 측정하였으며, 소인속도 (sweep velocity) 1 (msec/division), 민감도 (sensitivity) 10~20  $\mu$ V, 주파수 여과범위 (filter) 20~2,000 Hz의 조건에서 실시하였으며, 잠복시간 (latency), 거리단위 당 잠복시간 (latency per mm), 진폭 (amplitude), 전도속도 (conduction velocity)를 측정하였다. 기록전극은 일회용전극 (Neuro-line 700 05-K, Medicotest, Denmark)과 고리형전극 (6032-TP, TECA, U.S.A.)을 사용하였다.

감각신경전도속도는 다음과 같은 공식에 의해 산출하였다 (Oh, 2003).

감각신경전도속도 (sensory nerve conduction velocity; m/s)

음 자극 지점과 활성전극 간의 거리 (mm)

= -----

측정한 거리와 같은 구간의 잠복시간 (ms)

### 3) 전기진단학적 평가 방법

전기진단학적 검사 평가를 질환별로는 정중감각신경의 수장-수근구간 (P-W)에서 전도속도가 지연되거나, 감각복합 활동전위의 진폭이 감소하거나, 잠복시간이 수지-수장구간 (F-P)의 잠복시간보다 연장된 경우 감각신경전도검사 결과 임상적으로 수근관증후군을 의심하고, 수지-수근구간 (P-W)에서 전도속도가 지연되거나 진폭이 감소할 경우 정중감각신경의 원위부 신경염 (distal median sensory neuropathy)을 의심한다. 그리고 수지-수근구간에서 척골감각신경의 전도속도가 지연되거나 진폭이 감소할 경우 척골감각신경의 원위부 신경염 (distal ulnar sensory neuropathy)을 의심하고, 수장-수근구간에서만 전도속도가 지연되거나 진폭이 감소할 경우 척골관증후군 (Guyon syndrome)을 의심한다. 수근관증후군, 원위부 감각신경염, 척골관증후군 중 둘 이상이 같이 나타나는 경우 다병소성 (multifocal)을 의심하였는데 이것은 Giannini 등 (1999)과 Oh (2003)가 신경전도검사의 결과를 질환별로 평가한 것을 참고로 하였다.

### 4) 통계분석

역향측정에서는 수지-수장구간 (F-P), 수장-수근구간 (P-W), 수지-수근구간 (F-W)에서의 잠복시간 (L), 거리단위 당 잠복시간 (L per mm), 정점진폭 (OA), 정점진폭과 정점-정점진폭의 평균값  $\{OA+(P-P)A/2\}$ , 전도속도 (V)를, 정향측정에서는 원위 수지-손목구간 (dF-W), 근위 수지-손목구간 (pF-W)에서의 거리단위 당 잠복시간, 진폭, 전도속도를 Student's *t*-test를 통해 환자군과 대조군 간에 통계적으로 유의한 차이를 검정하였다. 통계는 SigmaStat 3.0 (Systat Software, Inc. U.S.A.)을 이용하여 분석하였다.

## 결 과

### 1. 환자군의 감각신경전도검사 결과에 대한 전기진단학적 평가

수지진동증후군의 신경병증이 의심되는 환자 47명 중 전기진단학적 평가 결과 정상은 16명으로 34%이고, 31명인 66%에서 정중, 척골감각신경에 이상 소견이 나타났다.

질환별로는 수근관증후군만 의심되는 경우가 6명으로 13% 원위부 감각신경염만 의심되는 경우가 18명으로 38%, 정중감각신경의 원위부 신경염만 의심되는 경우는 3명으로 6%, 척골감각신경의 원위부 신경염만 의심되는 경우는 5명으로

**Table 1.** Latency of median and ulnar sensory nerves measured by antidromic and orthodromic method

	Case (n=47)		Control (n=7)	
	Right	Left	Right	Left
<b>Median nerve</b>				
(F-P) L	20.33±1.88	20.15±1.76	19.71±1.47	18.36±1.02
(F-P) LX2	40.65±3.75	40.30±3.52	39.43±2.94	36.71±2.04
(F-W) L	36.52±3.71*	36.89±3.54*	32.21±2.18	32.57±1.18
(F-P) L per mm	2.68±0.28	2.67±0.26	2.82±0.21	2.62±0.15
(P-W) L per mm	2.03±0.33	2.12±0.37	1.79±0.14	2.03±0.06
(F-W) L per mm	2.42±0.32	2.40±0.27	2.30±0.16	2.33±0.08
dFL per mm	2.22±0.25	2.24±0.26*	2.11±0.12	2.04 ±0.06
(d-p)FL per mm	1.94±0.33	1.96±0.30*	2.16±0.70	1.82±0.29
<b>Ulnar nerve</b>				
(F-P) L per mm	2.75±0.26	2.76±0.27	3.02±0.19	2.86±0.19
(P-W) L per mm	1.86±0.15	1.95±0.18	1.79±0.20	1.90±0.16
(F-W) L per mm	2.26±0.18	2.29±0.17	2.31±0.14	2.31±0.10
dFL per mm	2.22±0.21***	2.25±0.20	2.04±0.14	2.11±0.16
(d-p)FL per mm	1.91±0.50	2.02±0.49	1.69±0.55	1.93±0.78

Statistical significance test was done by Student's *t*-test using SigmaStat 3.0.

Data are mean ± standard deviation.

\*, *P*<0.05, \*\*, *P*<0.01, \*\*\*, *P*≤0.001

F-P: finger-palm segment, F-W: finger-wrist segment, P-W: palm-wrist segment, d: distal, p: proximal

L: peak latency of SNAP(sensory compound nerve action potential, ms), mm: distance unit

**Table 2.** Amplitude of median and ulnar sensory nerves measured by antidromic and orthodromic method

	Case (n=47)		Control (n=7)	
	Right	Left	Right	Left
<b>Median nerve</b>				
(F-P) OA	14.58±4.30***	16.11±5.10	28.51±4.07	16.07±4.11
(F-P){OA+(P-P)A}/2	18.78±4.29***	20.76±5.33	35.49±15.41	25.91±10.38
(P-W) OA	17.98±5.08**	19.14±6.25	26.81±6.02	27.10±11.63
(P-W){OA+(P-P)A}/2	23.38±6.63**	24.29±7.68*	33.72±7.35	35.57±12.90
(dF-W) A	13.87±4.02	14.72±5.51*	18.44±6.09	22.84±8.06
(pF-W) A	24.20±7.66	24.24±7.27	32.11±12.11	33.93±9.20
(d+p)A/2	19.03±5.49	19.32±6.31	25.28±9.10	28.39±8.18
<b>Ulnar nerve</b>				
(F-P) OA	13.17±4.21***	21.98±3.99**	24.79±3.70	20.33±5.47
(F-P) {OA+(P-P)A}/2	17.58±3.85***	18.17±4.83**	31.46±6.23	25.88±6.60
(P-W) OA	15.71±5.35***	19.20±7.44	26.43±5.20	22.91±6.27
(P-W){OA+(P-P)A}/2	20.66±6.45***	23.14±7.36	33.65±9.01	27.14±5.38
(dF-W) A	9.05±2.40	8.95±2.18	11.74±1.55	11.06±0.87
(pF-W) A	13.09±3.83	13.16±3.74	12.06±1.18	11.41±0.78
(d+p)A/2	11.07±2.92	11.06±2.74	11.90±1.33	11.24±0.46

Statistical significance test was done by Student's *t*-test using SigmaStat 3.0.

Data are mean ± standard deviation.

\*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$ , \*\*\*:  $P \leq 0.001$

F-P: finger-palm segment, F-W: finger-wrist segment, P-W: palm-wrist segment, d: distal, p: proximal

OA: onset to peak amplitude of SNAP ( $\mu$ V), {OA+(P-P)A}/2: (onset to peak amplitude of SNAP + peak to peak amplitude of SNAP) / 2 ( $\mu$ V), A: peak to peak amplitude of SNAP

11%, 정중과 척골감각신경의 원위부 신경염이 의심되는 경우는 10명으로 21%, 다병소성이 의심되는 경우는 7명으로 15%로 나타났다. 다시 다병소성에 속하는 사람을 형태에 따라 수근관증후군, 원위 감각신경염, 척골관증후군으로 나누어 분석하여 보면, 수근관증후군은 47명 중에서 13명인 28%, 척골관증후군은 1명인 2%, 원위 감각신경염은 18명인 38%로 나타났다.

## 2. 대조군과 환자군 간의 감각신경전도검사 결과 비교

### 1) 구간별 거리단위 당 잠복시간과 정중감각신경의 감각 복합활동전위의 잠복시간

환자군과 대조군의 구간별 거리단위 당 잠복시간을 비교하면 역향적 방법으로 측정된 결과는 정중, 척골감각신경의 수지-수장구간, 수장-수근구간, 수지-수근구간 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 정향적 방법으로 측정된 결과는 왼손에서 정중감각신경의 원위 수지-수근 간 ( $P < 0.05$ )과 원위 수지와 근위 수지 차의 구간 ( $P < 0.05$ ), 척골감각신경의 원위 수지-수근구간 ( $P = 0.001$ )에서 유의하게 지연되었다.

정중감각신경의 복합활동전위에서 정점잠복시간을 비교한 결과 수지-수근구간에서 유의한 지연이 양손에서 나타났다 ( $P < 0.05$ ) (Table 1).

### 2) 감각복합활동전위의 진폭

환자군과 대조군의 구간별 감각복합활동전위에서 진폭을 비교한 결과 정중감각신경에 대한 역향적 방법에서는 정점진폭과 정점진폭과 정점-정점진폭의 평균값이 오른손 수지-수장구간 ( $P < 0.001$ )과 수장-수근구간 ( $P < 0.01$ )에서, 또 정점진폭과 정점-정점진폭의 평균값이 왼손 수장-수근구간 ( $P < 0.05$ )에서 유의하게 낮았다. 정향적 방법에서는 왼손 원위 수지-수근구간에서 유의하게 낮았다 ( $P < 0.05$ ).

척골 감각신경의 경우 역향적 방법에서 정점진폭과 정점진폭과 정점-정점진폭의 평균값이 오른손 수지-수장구간 ( $P < 0.001$ ), 수장-수근구간 ( $P < 0.001$ ), 왼손 수지-수장구간 ( $P < 0.01$ )에서 유의하게 낮았다. 정향적 방법에서는 원위 수지-수근구간, 근위 수지-수근구간 모두에서 유의한 차이가 없었다 (Table 2).

### 3) 감각신경전도속도

환자군과 대조군의 구간별 감각신경전도속도를 비교한 결과 정중감각신경은 역향적 방법에서 오른손 수장-수근구간에서 유의하게 전도속도가 느렸고 ( $P < 0.05$ ), 척골감각신경은 정향적 방법에서 오른손 원위 수지-수근구간, 근위 수지-수근구간에서 유의하게 전도속도가 느렸다 ( $P < 0.05$ ) (Table 3).

**Table 3.** Velocity of median and ulnar sensory nerves measured by antidromic and orthodromic method

	Case (n=47)		Control (n=7)	
	Right	Left	Right	Left
<b>Median nerve</b>				
(F-P) V	55.89±6.30	56.03±6.91	52.31±2.76	54.64±2.83
(P-W) V	52.98±6.17*	51.61±7.97	61.26±7.38	54.93±3.75
(dF-W) V	45.92±4.06	45.44±4.61	47.67±2.75	49.20±1.43
(pF-W) V	44.84±4.17	44.33±4.64	47.39±3.04	47.13±2.18
<b>Ulnar nerve</b>				
(F-P) V	56.04±6.74	55.17±6.34	50.96±1.37	52.29±2.01
(P-W) V	58.63±5.23	55.18±5.00	62.59±8.36	59.16±4.33
(dF-W) V	45.79±3.76*	44.07±3.65	50.83±3.82	47.89±3.70
(pF-W) V	44.83±3.86*	43.91±3.19	49.39±3.32	46.71±2.51

Statistical significance test was done by Student's *t*-test using SigmaStat 3.0.

Data are mean ± standard deviation.

\*, *P*<0.05, \*\*, *P*<0.01, \*\*\*, *P*≤0.001

F-P: finger-palm segment, F-W: finger-wrist segment, P-W: palm-wrist segment, d: distal, p: proximal  
V: velocity (m/s)

## 고 찰

수지진동에 의한 신경 손상 이유로는 수지진동으로 인한 신경섬유의 탈수초화와 신경조직 부종에 기인하는 것이라는 보고가 있었으며 (Loudborg et al., 1987), 이러한 가설은 진동에 노출된 사람의 말초신경 (Takeuchi et al., 1988)과 손목에 가까이 있는 배측골간신경 (dorsal interosseous nerve)에 대한 조직 생검에서 신경의 탈수초 현상이 발견 (Stromberg et al., 1997)되면서 더욱 지지를 받고 있다. 수지진동에 노출된 작업자들에서 말초신경 손상이 높은 비율로 나타난다는 보고에 대체적으로 동의하고 있으나, 아직까지 수지진동에 의한 신경학적 손상의 형태와 종류를 정확하게 밝혀지지 않고 있다.

본 연구에 참여한 수지 진동에 노출된 작업자 47명 중 31명인 66%에서 감각신경전도검사 결과 거리단위 당 잠복시간, 잠복시간, 진폭, 전도속도에서 이상 소견이 나타났다. 질환별로 수근관증후군만 의심되는 경우가 6명으로 13%였고 원위부 신경염만 의심되는 경우가 18명으로 38%인데 정중감각신경의 원위부 신경염만 의심되는 경우는 3명으로 6%, 척골감각신경의 원위부 신경염만 의심되는 경우는 5명으로 11%, 정중과 척골감각신경의 원위부 신경염이 의심되는 경우는 10명으로 21%였고, 다병소성이 의심되는 경우는 7명으로 15%로 나타났다. 다병소성으로 나타난 작업자 중 한 사람의 양손에서 척골관증후군의 소견이 나타났다. 그러므로 수지진동증후군의 신경장해가 의심되는 작업자에 대한 감각신경전도검사 결과 원위 감각신경염이 가장 높은 비율로 나타났고 다음은 다병소성, 수근관증후군, 척골관증후군 순으로 나타났다.

한 환자에서 두 가지 이상의 질환이 같이 나타나 다병소성에 속하는 사람을 형태에 따라 수근관증후군, 원위 감각신경염, 척골관증후군으로 다시 나누어 분석한 결과 수근관증후군은 47명 중에서 13명인 28%로 나타났다. 이러한 결과는 125명 중 20%라고 한 Koskimies 등 (1990)의 보고와 56명 중 20%라고 한 Sakakibara 등 (1998)의 보고와 유사하다. 수근관증후군이 의심되는 13명 중에서 3명인 23%는 양손에서 나타났다. 방법적으로는 13명 중 8명에서 역행적 방법에서만 수근관증후군이 의심되었고 나머지 5명은 역행적 방법과 정향적 방법 모두에서 의심되었다. 본 연구에서 수근관증후군이 정향적 방법보다 역행적 방법에서 더 민감하게 나타난 결과는 정향적 방법보다 역행적 방법의 수지-수장, 수장-수근에 대한 구간별 검사가 더 민감하다는 Kwon 등 (1999)의 발표와 유사한 것으로 나타났다. 척골관증후군은 1명 (2%)이었고 양손에서 나타났다. 한편 원위 감각신경염은 18명인 38%로, 이중 10명인 56%가 정중, 척골감각신경 모두에서 이상이 나타났고, 정중감각신경만은 3명, 척골감각신경만은 5명으로 각각 17%, 28%로 나타났다. 수지진동증후군의 신경장해를 호소하는 작업자들에 대한 감각신경전도검사 결과 의심되는 신경 질환은 순수한 수근관증후군이나 원위부 신경염이 아니라 수근관증후군, 원위부 신경염, 다병소성, 척골관증후군과 같은 다양한 질환이 나타난 본 연구 결과는 Giannini 등 (1999)의 결과와 유사하다. 하지만 이러한 결과는 더 많은 수의 환자군을 대상으로 검사를 할 경우 이상 소견의 발생률과 질환별 발생 비율이 다소 차이가 나타날 수도 있을 것으로 생각된다.

환자군과 대조군의 정중감각신경에 대한 역행적 방법으로는 양손 수지-수장구간의 잠복시간은 유의한 차이가 없었으

나 수지-수근구간의 잠복시간이 지연되었다. 그러므로 수장-수근구간에서 잠복시간이 지연되었다는 것을 알 수 있다. 그리고 오른손 수지-수장구간, 수장-수근구간의 진폭이 감소했고, 오른손 수장-수근구간의 전도속도가 느려졌다. 그러므로 진동에 노출된 환자군의 정중감각신경에 대한 역향측정 결과 오른손의 수장-수근구간에 잠복시간, 진폭, 전도속도에서 이상 소견이 나타났고 질환으로는 수근관증후군을 의심할 수 있다. 그리고 오른손 수지-수장구간에서 진폭이 낮았으므로 정중감각신경의 원위부 신경염을 의심할 수 있다. 정향적 방법에서는 역향적 방법의 결과와 반대로 왼손에서 거리단위 당 잠복시간의 지연과 원위 수지-수근구간에서 진폭의 감소가 나타났다. 의심할 수 있는 질환으로는 왼손에 정중감각신경의 원위부 신경염이다.

척골감각신경은 역향적 방법에서는 양손의 수지-수장구간, 오른손의 수장-수근구간의 진폭이 감소하였고 의심할 수 있는 질환은 척골감각신경의 원위부 신경염과 척골관증후군이다. 정향적 방법에서는 오른손 원위 수지-수근구간에서 거리단위 당 잠복시간이 지연되었고, 원위 수지-수근구간, 근위 수지-수근구간에서 전도속도가 느려졌다. 그러므로 의심할 수 있는 질환은 척골감각신경의 원위부 신경염과 척골관증후군이다.

신경전도검사는 신경의 병리생리적 상태를 나타내기 때문에 신경병증의 진단에 필수적인 검사 방법으로서 병변의 위치를 비교적 정확하게 나타내는 검사 방법이지만, 빠른 신경전도를 나타내는 신경섬유만이 평가되므로, 위치, 진동, 촉각의 감각을 담당하는 대경유수신경섬유 (large myelinated fiber)의 기능이 주로 파악된다. 그러므로 통각과 온도 감각을 지배하는 소경유수신경섬유 (small unmyelinated fiber)와 무수신경섬유 (unmyelinated fiber)의 이상 여부는 이 검사를 통하여는 알기 힘들다 (Kim, 2004). 1994년 Harada는 반복적인 수지진동이 교감신경계의 과활성 장애가 발생한다고 보고하였고, 1997년 Murata 등은 국소진동, 추위, 소음 그리고 과중한 일의 복합적인 스트레스는 중추신경과 부교감신경, 말초신경의 기능에 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서 수지진동은 대경유수신경뿐 아니라 중추신경계와 자율신경계에도 영향을 미치는 것으로 생각된다. 그러나 신경전도검사는 중추, 자율신경계 모두를 알 수 있는 검사 방법이 아니기 때문에 유발전위검사 (evoked potential, EP)나 교감신경 피부 반응검사 (sympathetic skin response, SSR), 신경전달물질 (epinephrine, norepinephrine)에 대한 화학적 검사 등과 같은 추가적인 검사들이 필요할 것으로 생각된다.

구간별 감각신경전도검사 결과를 종합해 보면 수지진동증후군의 신경장해를 호소하는 환자군의 정중, 척골감각신경은 특정 구간에서 신경장해가 나타나는 것이 아니라 모든 구간에서 신경장해를 의미하는 잠복시간의 지연과 진폭의 감소,

느린속도가 하나 이상 나타났다. 이상의 연구 결과를 볼 때 수지진동증후군의 신경장해에 대한 평가로서 구간별 감각신경전도검사는 수지진동증후군의 신경장해만을 진단할 수 있는 특정한 형태가 나타나는 것은 아니지만 피검사자의 주관성에 의존하지 않고도 신경장해 유무와 형태 판정이 가능하다. 따라서 피검사자의 주관적인 판단에 의존하는 검사들만 시행했을 때 발생하는 오진단을 최소화할 수 있고, 추가 검사와 치료 방향의 결정에 객관적인 자료를 제공하는 유용한 검사 방법이라고 생각된다. 국내 산업 현장에서 활동하는 근로자에 대한 건강진단 방법이 아직도 형식적이어서, 직업병에 대한 정확한 진단이 지연되고 있어 이에 대한 문제점이 대두되고 있는 실정이다 (Park et al., 1992; Lee, 2004). 따라서 본 연구 결과가 산업보건 건강진단 항목의 참고자료로 제공될 수 있을 것으로 기대한다.

#### 감사의 글

이 논문은 2002년 울산대학교 연구비 지원에 의하여 연구되었으며, 일부는 인제대학교 BPRC 지원에 의하여 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

#### REFERENCES

- Cherniack M, Brammer AJ, Lundstrom R, Meyer J, Morse TF, Nealy G, Nilsson T, Peterson D, Toppilla E, Warren N, Fu RW, Bruneau H. Segmental nerve conduction velocity in vibration-exposed shipyard workers. *Int Arch Occup Environ Health.* 2004. 77: 159-176.
- Farkkila M, Pyykko I, Jantti V, Aatola S, Starck J, Korhonen O. Forestry workers exposed to vibration: a neurological study. *Br J Ind Med.* 1988. 45: 188-192.
- Giannini F, Rossi S, Passero S, Bovenzi M, Cannava G, Mancini R, Cioni R, Battistini N. Multifocal neural conduction impairment in forestry workers exposed and not exposed to vibration. *Clin Neurophysiol.* 1999. 110: 1276-1283.
- Harada N. Autonomic nervous function of hand-arm vibration syndrome patients. *Nagoya J Med Sci.* 1994. 57: S77-S85.
- Kang SW, Lee EI, Yum YT, Kim HJ. Quantitative sensory and vascular tests in the assessment of hand-arm vibration syndrome. *Korean J Occup Med.* 1996. 8: 210-222.
- Kim NH. Nerve conduction studies. *The Korean Society Clin Neurophysiol.* 2004. 6: 87-99.
- Kim SA, Kim SW, Jung SJ, Lee CY, Kim KS, Jung BW, Park SK. Hand-arm vibration syndrome and neural conduction impairment in Swagging workers exposed to hand-arm vibration. *Korean J Occup Environ Med.* 2002. 14: 169-182.

- Koskimies K, Farkkila M, Pyykko I, Jantti V, Aatola S, Starck J, Inaba R. Carpal tunnel syndrome in vibration disease. *Br J Ind Med*. 1990. 47: 411-416.
- Kwon BS, Lee SJ, Jung IS, Chung SY. Retrograde degeneration of median nerve in carpal tunnel syndrome-comparison of orthodromic and antidromic forearm median nerve action potential-. *J Korean Association of EMG-Electrodiagnostic med*. 1999. 1: 165-169.
- Lee MH. Comparison of heavy metals level in blood between industrial workers and general people. *J Exp Biomed Sci*. 2004. 10: 453-457.
- Lundborg G, Dahlin LB, Danielsen N, Hansson HA, Necking LE, Pyykko I. Intraneural edema following exposure to vibration. *Scand J Work Environ Health*. 1987. 13: 326-329.
- Murata K, Araki S, Okajima F, Nakao M, Suwa K, Matsunaga C. Effects of occupational use of vibration tools in the autonomic, central and peripheral nervous system. *Int Arch Occup Environ Health*. 1997. 70: 94-100.
- NIOSH. Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hand-arm vibration. 1989. pp1-9, 31-85. Department of Health and Human Services. Cincinnati, Ohio, U.S.
- Oh SJ. *Clinical Electromyography: Nerve Conduction Studies*. 3rd Ed. 2003. pp 103, 620-647. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, U.S.
- Okada F. A review of symptomatology and diagnosis in Japan of CNS disturbances in workers exposed to hand-arm vibration. In: (Gemne G, Taylor W, Eds.) *Hand-arm vibration and the central autonomic nervous system*. 1983. pp 91-97. Multi-Science Publishing Co. Ltd. London, England.
- <http://www.kosha.net>
- <http://www.molab.go.kr>
- Park YS, Cho SY, Nam CH. A survey on the knowledge and attitude of workers concerning occupational health. *Korean J Environ Health Soc*. 1992. 18: 3-18.
- Sakakibara H, Hirata M, Hashiguchi T, Toibana N, Koshiyama H. Affected segments of the median nerve detected by fractionated nerve conduction measurement in vibration-induced neuropathy. *Ind Health*. 1998. 36: 155-159.
- Sakakibara H, Kondo T, Miyao M, Yamada S. Digital nerve conduction velocity as a sensitive indication of peripheral neuropathy in vibration syndrome. *Am J Ind Med*. 1994. 26: 359-366.
- Stromberg T, Dahlin LB, Brun A, Lundborg G. Neurophysiological findings in vibration-exposed male workers. *J Hand Surg Br*. 1997. 24:203-209.
- Takeuchi T, Takeyama M, Imanishi H. Ultrastructural changes in peripheral nerves of the fingers of three vibration-exposed persons with Raynaud's phenomenon. *Scand J Work Environ Health*. 1988. 14: 31-35.
- Taylor W: Hand arm vibration syndrome; a new clinical classification and an updated british standard guide for hand transmitted vibration. *Br J Ind Med*. 1988. 45: 281-282.
- Yim SH, Kim RH, Yang GS, Yang JI, Kim SS, Chun HJ, Park SB. 6 cases of hand arm vibration syndrome in grinding workers exposed to hand-arm vibration. *Korean J Occup Environ Med*. 2000. 12: 421-429.