

진동공구 사용 근로자의 전기생리학적 검사 소견 분석

연세대학교 원주의과대학 재활의학교실, 산업의학교실*
산재의료 관리원 순천병원 산업의학과**
연세대학교 영동세브란스병원 재활의학교실***

김성훈·박정미·장상민·김택선·이양탁
차봉석*·고상백**·문재호***·김기현***

- Abstract -

Electrophysiologic Study in Workers Handling Vibrating Tools

Sung Hoon Kim, M.D., Jeong Mee Park, M.D., Sang Min Chang, M.D.,
Taek Sun Kim, M.D., Yang Tack Lee, M.D., Bong Suk Cha, M.D.,
Sang Baek Go, M.D.**, Jae Ho Moon, M.D.***, Ki Huyn Kim, M.D.***

Department of Rehabilitation Medicine, Department of Occupational & Environmental Medicine
Yonsei University Wonju College of Medicine Soonchun Hospital**
Department of Rehabilitation Medicine Yonsei University College of Medicine****

Objectives: The purpose of this study is to investigate electrophysiologic findings in the upper limbs of symptomatic dockyard workers with exposure to hand-transmitted vibration.

Methods: A detailed electrophysiologic investigation was performed on the upper extremities of 153 dockyard workers with symptoms in hands. Specify the tests were used to help substantiate a clinical diagnosis of hand arm vibration syndrome. Some other diseases were excluded by a medical interview, hematologic assessment, urinalysis, plain x-ray studies.

Results: The average years of tool use was 14.58 ± 4.84 years and the average hours of tool use in day time was 4.850 ± 3.06 hours. Neurological findings was not associated with age, years of tool use, total hours of exposure to vibration and smoking. Abnormal electrophysiologic findings in the upper limbs was observed in 42 of 153 dockyard workers (27.8%). The results showed that the circumscribed lesions of the carpal tunnel syndrome (38.1%), the cervical radiculopathy (33.3%), peripheral polyneuropathy (23.8%), and others (4.8%).

Conclusion: This study emphasizes the need for electrophysiologic test in order to evaluate the impairment of upper limb function observed in vibration-exposed workers.

Key Words: Hand-Arm Vibration Syndrome, Peripheral neuropathy, Electrophysiologic investigation, Hand transmitted vibration

서론

진동공구를 사용함으로써 발생하는 상지의 주요 문제점은 손가락 및 손의 말초혈관과 말초신경계의 장애이다. 진동에 의해 발생한 징후와 증상은 통증, 저림, 손

가락의 창백해짐, 이상 감각 등으로 알려져 있으며 이로 인해 발생한 징후와 증상을 총괄하여 수지진동증후군(Hand arm vibration syndrome, HAVS)이라 부르며, 다른 용어로 직업기인성 레이노병(Occupation induced Raynaud disease), 진동백지증(Vibration induced white finger)이라고 부른다.

미국에서는 145만 명의 작업자가 진동공구를 사용한

Address reprint requests to **Taek Sun Kim, M.D.**

Department of Rehabilitation Medicine Wonju Christian Hospital, Yonsei University, Wonju College of Medicine,
#162 Ilsan-dong, Wonju-si, Gangwon-do, 220-701, Korea
TEL: 82-33-741-1420, FAX: 82-33-742-1409, E-mail: chmn9@hanmail.net

다고 추정되고 있고, 진동공구를 사용하는 노동인구에서 수지진동증후군의 유병률은 평균 50%로, 6%에서 100%의 범위를 보인다고 발표되고 있다.¹ 또한 외국에서는 수지진동증후군을 유발시키는 다양한 요인, 즉 공구에 의해 발생하는 가속 수준, 매일 사용되는 공구 사용시간, 작업자가 공구를 사용한 누적 년 수, 공구사용의 인간공학적 측면 등에 따른 유병률의 연구가 진행되었고², 연구방법 또한 실험 및 코호트 연구를 포함한 다양한 역학조사가 진행되었다.^{3,5} 수지진동증후군을 주로 일으키는 공구에 대한 연구를 통해 망치(power hammer), 끌(chisels), 전기 톱(chain saws), 사포(sanders), 연삭기(grinders), 리벳 기계(riveters), 파쇄기(breakers), 드릴(drills), 분쇄기(com-pactors), 연마기(sharpeners) 등이 수지진동증후군을 유발한다고 밝혀졌고⁶, 이에 따른 측정 방법, 공구에 대한 평가, 보건관리 방안 마련을 위한 연구들이 진행되고 있다.^{1,6}

우리나라에서의 진동에 대한 연구는 노 등이 1981년⁷과 1988년⁸에 착암기 사용 근로자에게서 수지진동증후군의 유병률이 각각 12.6%와 22.8% 이었다고 보고하였으며, 주 등⁹이 국소진동장해 진단방법에 대한 평가를 보고하였다. 또한 객관적 진단방법을 사용하여 진단한 경우는 김 등¹⁰이 착암기 사용에 의한 레이노씨병(Raynaud disease, Raynaud syndrome) 1예를 보고하였으며, 임 등¹¹이 조선소 그라인드 작업자 6명을 진동에 의한 수지진동 증후군으로 진단한 예가 있을 정도로 이에 대한 연구가 극히 드문 실정으로 앞으로 이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 진동공구의 작업경력 등을 평가하고, 이에 대한 전기생리학적 검사를 실시하여 신경장애에 대한 위험요인 및 신경장애의 유병률에 대한 연구를 실시하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상

○○조선소에서 근무하는 남성 근로자 중 수지의 저

Table 1. Characteristics of Subjects (n=153)

	Time
Age (years)	46.03 ± 6.33
Years of using tool	14.58 ± 4.84
Days per week using tool	4.656 ± 1.86
Hours per day of using tool	4.850 ± 3.06

Values are mean ± SD

림이나, 이상 감각, 통증 등의 자각증상을 가지고 있는 진동공구 사용 근로자 153명을 대상으로 하였다.

2. 연구 방법

검진 방법은 문진을 통하여 성별, 연령, 과거 병력, 약물 복용력, 흡연력, 음주력 등 일반적 특성을 조사하였다.

전기생리학적 검사는 원위부의 말초신경 기능을 알기 위하여 양측 정중신경, 척골신경 전도 검사를 시행하였으며 감각신경과 복합근육 활성전위의 진폭과 원위잡시, 감각신경 활성 전위의 진폭, 주관절 이하에서의 운동 전도 속도를 측정하였으며, 침근전도 검사를 사용하여 다른 신경병증들에 대한 평가도 함께 시행하였다. 이상 소견은 안정 상태에서 비정상자발전위가 관찰되었거나 수축시에 운동단위활성전위의 변형이 관찰될 때로 하였다.

결 과

본 연구에 참여한 진동공구 사용 근로자의 평균 연령은 46.03 ± 6.33세 였으며, 공구 사용 경력은 평균 14.58 ± 4.84년, 주당 공구 사용 일수는 평균 4.656 ± 1.86일, 1일 공구 사용 시간은 평균 4.850 ± 3.06시간으로 평가되었다(Table 1).

피검자의 일반적 특성상 31명에서 고혈압, 23명에서 경요추부 추간판 탈출증과 17명에서 다른 과거병력을

Table 2. Demographical Description of Subjects

History	Number (%)
Disease history	
Hypertension	31(20.3)
Lumbar and cervical disc	23(15.0)
Diabetes mellitus	0(0)
Others	17(11.1)
Family history	
Hypertension	18(11.8)
CNS' problem	22(14.4)
Others	7(4.6)
Medication history	
Hypertension medication	23(15.0)
Herb medication	19(12.4)
Others	22(14.4)
Smoker	90(58.82)
Non-smoker	63(41.18)

1. CNS : Central nervous system

Table 3. Results of Electromyographic Findings

Diagnosis	Numbers (%)
Peripheral neuropathy	10 (23.81)
Cervical radiculopathy	14 (33.33)
Carpal tunnel syndrome	16 (38.09)
Others ¹	2 (4.77)
Total	42 (100)

1. Others : Peripheral neuropathy and cervical radiculopathy
Peripheral neuropathy and carpal tunnel syndrome

가지고 있었으나 당뇨병을 진단 받은 경우는 연구 대상자 모두에서 없었으며, 가족력 상 18명에서 고혈압, 22명에서 중추신경계 병력, 기타 7명에서 다른 병력의 가족력을 가지고 있었고, 약물 복용력 상 23명의 피검자에서 고혈압 약물을, 19명에서 기타 내과적 약물을 복용하고 있었으며, 피검자 중 108명의 흡연자가 있었으며, 평균 매일 1갑씩 17년간의 흡연력을 가지고 있었다 (Table 2).

총 153명의 진동공구 사용 근로자의 전기생리학적 검사 중 42명에서 이상 소견을 보였으며, 이중 10명은 상지의 말초신경병증, 14명은 경추신경병증, 16명은 수근관증후군으로 진단되었으며, 2명에서 두 가지 이상 중복 이상 소견을 보였다 (Table 3).

연령, 진동공구 사용 연수, 주당 진동 공구 사용 일수, 일일당 진동 공구 사용 시간은 전기생리학적 검사상 정상 소견을 보인 군과 이상 소견을 보인 군 사이에 통계학적으로 의미 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$). 근전도 검사 상 이상 소견을 보이는 군에서 흡연력이 높게 나타났지만 통계학적 의미는 없었다 ($p > 0.05$).

고 찰

미국에서의 진동공구에 의한 수지진동 증후군의 유병률은 평균 50%로 보고 되고 있으나 우리나라에서는 노동부 3년간 통계자료를 보면 진동으로 인한 직업병은 한 건도 없었다.¹²⁻¹⁴ 이러한 진동에 대한 보고의 부족은 외국의 여러 나라의 경우 자국의 진동에 대한 기준을 만들고 있는 있는데 반해, 우리나라의 진동에 관한 연구는 손에 꼽을 정도로 드문 현실이다.

진동공구를 사용하는 특정 직업군에서 수근관증후군과 같은 말초신경 병변이 잘 발생하는 것으로 보고 되고 있으며^{15,16}, 그 병리 기전 역시 다양하게 보고 되고 있다. Takeuchi 등¹⁷이 1986년 발표한 수지진동증후군 환자의 손가락 생검 분석에 의하면 다음과 같은 세 가

지 특징이 보인다고 하였다. 혈관의 근육층에 분포하는 근육세포의 비대로 인하여 혈관벽이 두꺼워져 있으며, Schwann 세포와 섬유모세포의 증가가 동반된 탈수초성 말초 신경병변과, 혈관과 신경 주위의 섬유화로 인하여 전반적인 결합조직의 증가가 관찰되는 것으로 보고하였다.

다른 가설로는 자율신계의 기능부전에 의한 것으로 진동에 의하여 반사적으로 교감신경이 과도히 자극되고 부교감신경이 억제되어 발생한다는 가설로 Johnson 등¹⁸이 1965년 발표한 후 1994년 Harada 등¹⁹까지 많은 보고들이 있다. 이러한 보고들에서는 systolic time intervals의 변화와 호흡시 심장박동의 다양성을 이용하여 자율신경계가 신경계에 미치는 영향을 증명하였다.

좀더 최근 제기된 가설로는 adrenoreceptor dysfunction에 의한 것으로 selective alpha-1 adrenoreceptor가 손상되어 상대적으로 alpha-2 adrenoreceptor가 우세하게 되어 비정상적인 강력한 혈관 수축이 일어나 진동수지증후군이 발생하는 것으로 보고 되고 있다. 이 외에도 혈관 내피 매개성 혈관이완 반응의 억제, 증가된 혈소판 응집력, 혈관수축인자의 이상 반응이 혈관 수축을 과도하게 유발되어 혈관 근육층이 증가하게 되는 것도 원인으로 알려지고 있다.²⁰ 하지만 이러한 원인은 주로 말초 혈관에 작용하게 되는 것으로 말초신경에 직접적인 영향을 주는 지에 대하여는 아직 명확히 밝혀져 있지 않다.

진동의 말초신경계 병변에 대한 직접적인 원인으로 Lundborg 등²¹에 의하면 진동이 신경섬유 사이에 부종을 유발하여 말초신경에 압력을 증가시킴으로써 감각신경과 운동신경의 전도속도를 감소시킨다는 것을 보고하였고, 진동수에 적응하는 반응 속도가 다른 각각의 피부 수용체의 변화로 인한 감각 소실 역시 함께 작용하는 것으로 보고하였다.

하지만 이러한 혈관과 신경계의 변화에 의한 원인을 각각 분리하여 생각할 수 없으며 모든 원인이 유기적으로 작용하여 진동수지증후군을 유발하는 것으로 일반적으로 받아들여지고 있다.

진동공구를 사용하는 근로자들에서 말초 신경병증의 유병률에 대한 보고는 아주 드물다. 1988년 Farkkila 등²²의 보고에 의하면 하루 진동 노출 시간이 16시간 이상인 186명의 임업 근로자들을 대상으로 시행한 보고에 의하면, 손에 자각증상이 있는 근로자 중 말초신경병증은 2.5%에 불과하였으며, 수근관증후군은 26%에 달하는 것으로 보고 되어 일반 인구에 비하여 월등히 높은 수치를 나타내었다. 125명의 임업 근로자를 대상으로한 1990년 Koskimies 등²³의 연구에서는 수근관증후군의 유병률은 20%로 보고하고 있다. 2000년 Massimo Bovenzi 등²⁴이 전기톱을 사용하는 임업 근로자 20명의 양측 상지에 대한 연구에서 27.5%에서 근전도 소견 상

이상소견을 보였으나 임업 근로자 중 전기톱 등의 진동 공구를 사용하지 않는 근로자에서는 15%만이 근전도 소견에서 이상소견을 보였다고 발표하였다.

본 연구에서는 총 153명의 조선소 근로자를 대상으로 전기생리학적 검사를 시행하여 72.2%에서는 정상 소견을 보였으며, 27.8%에서 이상 소견을 보였다. 이는 앞서 발표된 진동공구 사용 근로자에서의 말초신경병증의 유병률과 크게 차이를 보이고 있지 않다. 이상 소견을 보인 42명중 말초신경병증은 10명(6.53%), 경추신경근병증이 14명(9.15%), 수근관증후군은 16명(10.46%)으로 수근관증후군이 가장 높은 비율을 보였으며 두 가지 이상의 복합적인 병변을 보인 경우도 2명이었다. 전체 대상자 중 10.46%에서 수근관증후군을 보여 일반 인구보다 현저히 높은 유병률을 보였으며, 당뇨병 등의 기왕력이 없는 상태에서 말초신경병증 역시 6.9%의 높은 유병률을 보였다.²⁵

결론

본 연구에서는 국내에서 최근까지 진동공구 사용 근로자에서 말초신경병증에 대한 보고가 미약하였으나, 100명 이상의 비교적 많은 근로자를 대상으로 조사하여 진동공구와 관련된 말초신경병증의 유병률을 전기진단학적으로 밝히는데 그 의미가 있다. 진동공구를 사용하는 근로자에서 일반 인구에서 보다 높은 말초신경병증의 유병률을 보이고 있어, 진동공구를 사용하는 근로자에서 말초신경병증에 대한 검사가 필요할 것으로 사료되며, 앞으로 진동공구 사용 시간, 진동 공구의 종류 등의 관련된 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. NIOSH. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: U.S. Department of Health and Human Services. 1997
2. Graffin MJ: Handbook of Human Vibration, New York: Academic Press, 1992
3. Brubaker R, Mackenzie C, Bates D: Vibration white finger disease among tree fellers in British Columbia. J Occup Med 1983; 25: 403-408
4. Nilsson T, Burster m L, Hagberg M: Risk assessment of vibration exposure and white fingers among platers. Int Arch Occup Environ Health 1989; 61: 473-481
5. Koskimies K, Pyykk I, Starch J, Inaba R: Vibration syndrome among Finnish forest workers between 1972 and 1990. Int Arch Occup Environ Health 1992; 12: 251-256

6. NIOSH. Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hand arm vibration. Cincinnati, Ohio: U.S. Department of Health and Human Services. 1989
7. 노재훈: 일부지역 탄광 착암 근로자의 진동증후군 유병률. 예방의학지 1981; 14: 75-80
8. 노재훈, 문영환, 신동천, 차봉석, 조수남: 진동공구 사용근로자의 피부온도 변화. 예방의학지. 1988; 21: 357-364
9. 주양수, 최홍렬, 김미경, 손홍, 전순자: 조선소 근로자에서의 국소진동장해 진단방법에 대한 평가. 대한산업의학지 1998; 10: 413-427
10. 김경야, 임현우, 임영, 윤입종: 진동공구 사용에 의한 Raynaud 증후군 1예. 대한산업의학지 1991; 3: 119-123
11. 임상혁, 김록호, 양길승, 양정인, 김상섭, 박시복 등: 그라인더 (grinder) 사용에 의한 Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS)의 6예. 대한산업의학지 2000; 12: 421-429
12. 노동부. 근로자 건강진단 실시결과: 노동부. 1996
13. 노동부. 근로자 건강진단 실시결과: 노동부. 1997
14. 노동부. 근로자 건강진단 실시결과: 노동부. 1998
15. Cannon LJ, Bernacki EJ, Valther: Personal and occupational factors associated with carpal tunnel syndrome. J Occup Med 1981; 23: 255-258
16. Nilsson T, Hagberg M, Kihlberg S: Impaired nerve conduction in the carpal tunnel of platers and truck assemblers exposed to hand-arm vibration. Scan J Work Environ Health 1994; 20: 189-199
17. Takeuchi T, Futatsuka M, Imanishi H, Yamada S: Pathological changes observed in the finger biopsy of patients with vibration-induced white finger. Scan J Work Environ Health 1986; 12: 280-283
18. Johnson ENM, Summerly R, Birnstingl M: Prognosis in Raynaud's phenomenon after sympathectomy. British Med J 1965; 42: 962-964
19. Harada N: Autonomic nervous function of the Hand Arm Vibration patient. Nagoya J of Med Science 1994; 57 (suppl): 77-85
20. Ilesley DW, Greenstein D, Chetter IC, Kester RC: Alpha-2 adrenoceptors in Vibration White Finger. Cardiovascular Surgery 1995; 3(suppl. 1): 39
21. Lundborg D, Dahlin LB, Danielsen N, Hansson HA, Neckling KE, Pyykko I: Intraneural edema following exposure to vibration. Scand J Work Environ and Health 1987; 13: 326-329
22. Farkkila M, Pyykko I, Jantti V, Astola S, Starck J, Korhonen O: Forestry workers exposed to vibration: a neurological study. Br J Ind Med 1988; 45: 188-192
23. Koskimies K, Farkkila M, Pyykko I, Astola S, Starck J et al: Carpal tunnel syndrome in vibration disease. Br J Ind Med 1990; 47: 411-416

24. 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: 519-527
25. Lehtinen JM, Uusitupa M, Siitonen O, Pyörälä K: Prevalence of neuropathy in newly diagnosed NIDDM and non-diabetic control subjects. *Diabetes* 1989; 38(10):1307-1313