

장기간의 전신진동, 부적절한 작업자세와 관련된 경추부 추간판탈출증

단국대학교 의과대학 산업의학교실

정종도 · 노상철

— Abstract —

Cervical HIVD Related to Long-Term Whole Body Vibration and Awkward Posture

Jong-Do Jeong, Sangchul Roh

Department of Occupational and Environmental Medicine, Dankook University College of Medicine

Background: The relationship between whole body vibration and awkward neck posture to cervical herniated intervertebral disc (HIVD) has been rarely reported. In this report, we present the case of an overhead crane operator, that had no known history of neck injury, but had long-term exposure to whole body vibration and improper neck posture, who developed cervical HIVD, which raises concerns over the possibility of occupational causation.

Case: A patient, operating an overhead crane since Dec 26th 1986, began to suffer from a neck pain and developed cervical HIVD in 1998. He had been frequently treated in an outpatient clinic, but the symptom was not improve. Eventually, he got HIVD surgery in Sep 6th 2007, and then the symptom was relieved.

There were 4 groups and 3 shift system in the patient's overhead crane operation. He worked eight hours a day and 5 days a week. Actual crane work time was about 6 hours a day. The crane was located at 20 meters above the work field so that the crane operator had to look downward and the neck was bent by more than 20° for nearly the entire working day.

Daily vibration exposure was expressed in terms of an 8-hour energy-equivalent frequency-weighted acceleration magnitude (A(8)) and vibration dose value (VDV). The daily A(8) was measured to be 0.23 m/s² and the daily VDV was 7.4 m/s^{1.75}. Although these levels were below the action level recommended by the International Organization for Standardization (ISO) and European Commission (EC), it cannot be ignored that whole body vibration in addition to an awkward neck posture may be related to an increased risk for neck disease.

A long-term awkward posture can adversely impact the prevalence of neck disease. In addition, occupational exposure to whole body vibration along with an awkward neck posture seems to exacerbate these effects.

Conclusion: An overhead crane operator may have acquired cervical HIVD due to an occupational causation. Therefore, to elucidate the causal relationship of an improper neck posture and whole body vibration to neck diseases, further investigations need to be conducted for lager sample of overhead crane operators that were exposed to a long-term awkward neck posture and whole body vibration.

Key Words: Cervical herniated intervertebral disc, Whole body vibration, Awkward neck posture

〈접수일: 2009년 7월 15일, 1차수정일: 2009년 8월 19일, 2차수정일: 2009년 10월 7일, 채택일: 2009년 10월 14일〉

교신저자: 노 상 철 (Tel: 041-550-3868) E-mail: scroh@dku.edu

* 본 연구는 2008년도 단국대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었음.

서 론

증 례

경추를 비롯한 작업관련 근골격계의 질환은 산업구조가 고도화되고 작업의 형태가 점점 단순, 반복화 되어감에 따라 증가하고 있다. 경추는 인간의 척추 중에서 가장 움직임이 많으면서, 근육 및 인대의 지지가 다른 부위 보다 약하여 가장 안정성이 낮은 부분이다. 따라서 경추의 통증은 아주 흔하며, 3개월 이상의 만성 통증의 경우, 추정 유병률은 9~25%까지 다양하게 보고 되고 있다¹⁾.

경추부 질환의 직업적 위험요인에는 다양한 요인이 작용한다. 이들 직업적 위험요인에는 반복작업, 장시간 20° 이상의 목의 굽힘(flexion), 정적부하, 진동, 작업시간 등이 있다²⁻⁴⁾. 이러한 직업적 위험요인들 중 인간공학적 위험요인에 대하여서는 잘 알려져 있으며, RULA (Rapid Upper Limb Assessment)⁵⁾ 및 REBA (Rapid Entire Body Assessment)⁶⁾와 같은 인간공학적 측정도구가 개발되어 작업 자세에 대한 평가 및 개선에 대한 노력을 많이 하고 있다. 그리고 직업적 위험요인 외에도 정신적 위험요인, 사회학적 위험요인 등이 있다^{2,3)}.

국내 근골격계질환에 대한 연구는 위험요인에 대한 연구가 주를 이루고 있는데 교대근무, 중량물 취급, 인간공학적인 요인, 사회심리적 스트레스 등이 조사되어 있다⁷⁻¹⁰⁾. 그리고 국내 연구의 대부분은 요추부 질환에 대한 연구이며 경추부 질환에 대한 연구는 드물었다. 직업성 경추부 질환에 대한 연구는 경추부 통증에 대한 연구⁴⁾였으며, 직업성 경추부 추간판탈출증에 대한 연구는 찾아보기 힘들었다.

진동에 대한 평가 및 관련연구 또한 수완진동에 대한 연구^{11,12)}를 제외하고, 전신진동에 대해서는 찾아보기 힘들었다. 차량, 선박, 항공기, 기중기 등의 운전자를 포함하여 전신진동에 노출되는 근로자의 규모는 상당한 수준으로 추측되나, 그 규모는 아직 정확하게 파악되지 못하고 있는 실정이다¹²⁾. 또한 이러한 진동은 부적절한 작업자세와 함께 경추부 질환의 발생 가능성을 증가 시킬 수 있다¹³⁻¹⁶⁾.

현행 산업안전 보건법에 따르면, 전신진동은 작업환경 측정 대상 및 특수건강진단 대상에도 포함되지 않으며, 국소진동에 한하여 특수건강진단 대상에 포함되어 있다¹⁷⁾.

이러한 이유로 다수의 근로자가 전신진동에 노출되고 있고, 관련 증상이 있음에도 불구하고 제대로 된 특수건강진단을 받지 못하여 직업병으로 보고되지 못하고 있는 실정이다. 이에 저자들은 20년 이상 크레인을 운전하면서 전신진동 및 부적절한 자세에 노출된 뒤 발생한 경추부 추간판탈출증에 대하여 산업의학적 평가 및 관련 문헌고찰을 보고하고자 한다.

환자: 남자, 53세

주소: 경추부 통증, 좌측 상지방사통

음주/흡연: 음주력은 일주일에 소주 한 병 20년 정도이며, 흡연력은 하루 한 갑 20년 정도이다.

과거병력: 당뇨, 고혈압, 결핵 등의 병력은 없었다. 과거 목 부위의 외상병력도 없었다.

현병력: 환자는 OO제철 주단강제강부 기중기반에 1986년 12월 26일 입사하여 20년 이상을 지상 20 m 상공에 설치된 레일에 의해 작동되는 FC-4호 천정기중기(overhead crane) 운전을 하였다. 특히, FC-4호 천정기중기는 40톤의 지상물체를 이동시키는 작업을 하며, 운전자가 기중기로 이양할 때 지면에서는 물체에 근접해서 작업하는 관계로 사고위험이 매우 높아 항상 목, 팔, 다리에 힘을 주고 시야확보를 위해 고개와 허리를 숙인 자세에서 운전을 해야 하며, 작업자들의 안전사고 위험에 대해 경계를 해야 하는 작업특성으로 정신적 부담도가 높은 작업이다.

1998년경 작업관련 경추질환의 최초 증상이 나타났으며, 증상은 기중기를 운전할 때 목이 뻣뻣하고 어깨와 팔 저림의 통증이 있었다. 이후 증상이 심해져 1998년 9월 17일 신경외과를 방문하여 진료 받은 결과 '경추부 추간판탈출증'이라는 진단을 받고 1998년 11월 11일까지 22회 통원치료를 비롯하여 2004년 초까지 통원치료를 받았다.

치료받는 동안 약간의 통증 완화는 되었으나, 완쾌되지 않아 진료를 포기하고 통증을 참아가며 불편한 몸으로 근무하던 중, 2007년 8월경 통증이 너무 심하여 본인과 같은 증상으로 수술 받은 후 상태가 상당히 호전된 동료 근무자의 권유로 OO병원에서 2007년 8월 30일 MRI검사를 받았다. 그 결과 제5-6경추 및 제6-7경추간 추간판탈출증으로 진단(Fig. 1)받았다. 이후, 2007년 9월 6일 제5-6경추 및 제6-7경추 간 추간판제거술, 제5-6경추 간 인공디스크 삽입술 및 제6-7경추 추체간 골유합술을 시행받았다. 수술 후 증상이 호전되어 현재까지 정기적으로 외래로 경과관찰을 받으면서 현장업무를 수행 중에 있었다.

동료 근로자들의 척추질환 병력: 동일 부서에서 같이 근무하는 동료 근로자는 총 27명으로서 이들 중에서 4명은 최근 2년 내 경추부 추간판탈출증 수술력을 가지고 있었으며, 1명은 2007년 경추부 추간판탈출증 수술 후 타부서로 업무전환을 한 상태이고, 1명은 요추부 추간판탈출증 수술을 받았으며, 퇴직한 동료 1명 또한 요추부 추간판탈출증 수술을 받은 과거력이 있었다.

작업형태: 근무시간은 1일 8시간이며 4조 3교대 근무

를 수행하고 있으며, 근무형태는 주5일 근무에 2일 휴무를 하는 형태이다. 작업시간은 하루 8시간이며, 근무시간 중 실제 기중기 작업시간은 전체 작업시간의 75%인 6시간 정도를 근무하고 있다.

작업자세 및 인간공학적 유해요인 분석: 기중기의 양손 운전손잡이 높이는 75 cm, 운전 손잡이간 거리는 90 cm, 의자받침 상단면의 높이는 50 cm, 의자 받침의 끝으로부터 등받이의 최하단까지 깊이는 46 cm이다. 작업자

가 앉아 있을 시 운전 손잡이는 무릎의 끝단에서 전방으로 10 cm 앞쪽에 위치한다. 따라서 운전 시 허리를 약간 굽히게 된다. 또한 운전 손잡이가 넓게 설치되어 있어, 운전 시 어깨가 들리고 팔이 벌어지는 자세가 나타난다.

부적절한 자세의 인체공학적 유해인자 분석은 현장조사 자료, 동영상자료 및 사진 등을 활용하여 McAtamney 와 Corlett에 의해 개발된 ‘rapid upper limb assessment(RULA)’를 이용하여 평가하였다⁹⁾.

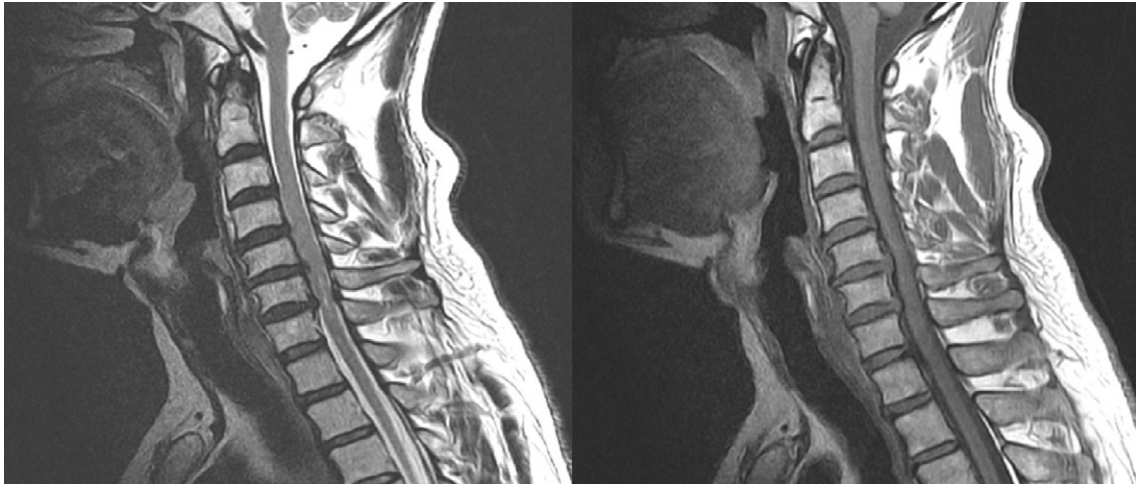


Fig. 1. Cervical magnetic resonance T1 and T2 weighted images.

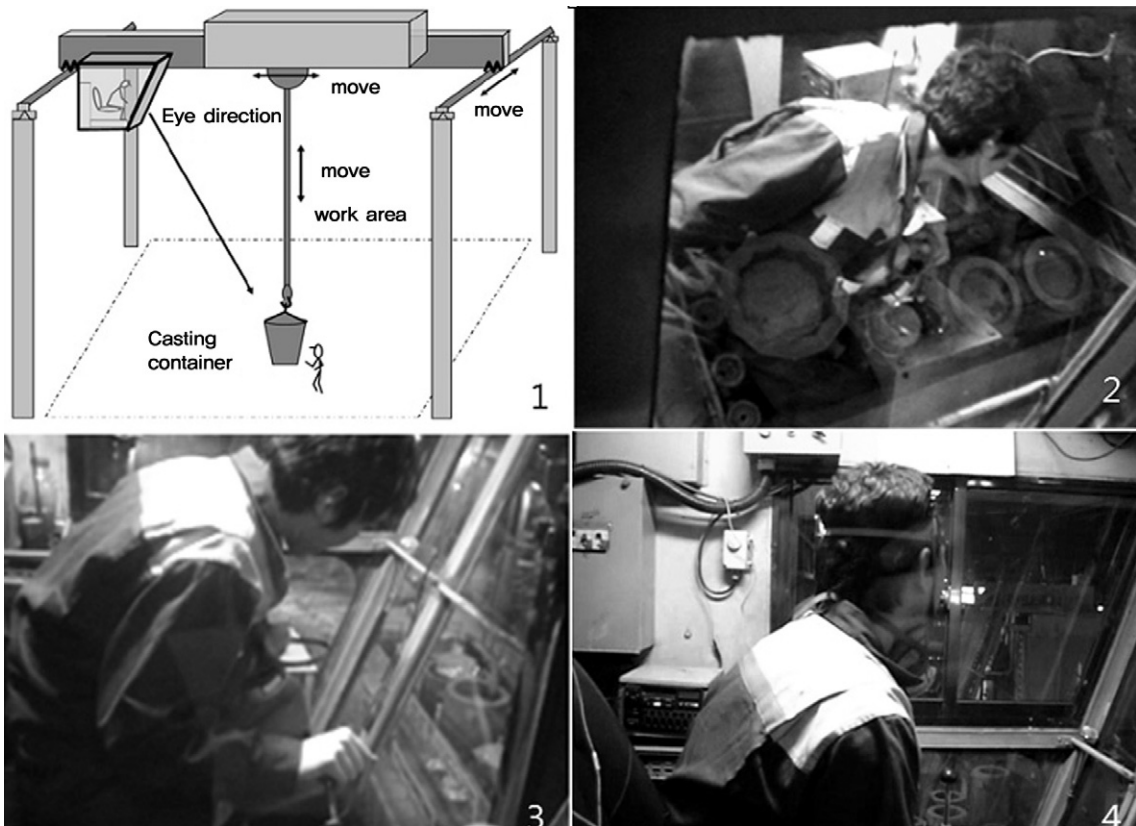


Fig. 2. Overhead crane and operator posture (1=work place overview, 2=looking lateral downward, 3=looking downward, 4=looking upward).

Table 1. Ergonomic risk assessment by rapid upper limb assessment

Work posture	Proportion (%)	Group A*				Group B†			Muscle use score (2)	Force/load score (3)	Final score (7)	Action level (4)
		Upper arm (6)†	Lower arm (3)	Wrist (4)	Wrist twist (2)	Neck (6)	Trunk (6)	Leg (2)				
Looking lateral downward	3.1	2	3	3	1	4	4	2	0	7	4	
Looking downward	94.7	2	3	3	1	3	3	2	0	7	4	
Looking upward	2.2	1	3	3	1	4	3	1	0	5	3	

*: Arm & Wrist analysis, †: Neck, Trunk & Leg analysis, †: Parenthesis is maximal score.

기중기의 조정실은 지상 20 m 위의 이동하는 레일에 붙어 있으며, 아래 작업자의 지시동작에 따라 운전을 해야 함으로 항상 아래를 보아야 하는 작업자세이다(Fig. 2). 실제 작업시간의 95%정도는 몸통 굽힘과 목 굽힘이 있는 아래보기 작업이다. 아래보기 작업 시 원거리를 볼 때는 약간의 목 굽힘(약 30°내외)이 요구되며, 근거리 또는 하부를 주시할 때는 시야확보를 위해 앉은 상태로 허리를 약 25~35° 굽히고 얼굴을 앞으로 내밀거나 목을 심하게 굽혀야 하는데, 이때 이마가 수직선상에 무릎보다 약간 튀어나오게 되는 부자연스런 자세가 많다.

각 작업자세별로 상세히 보면, 측면 아래보기에서는 목이 20° 이상 굽힘이 있으며, 목 비틀이 추가로 있고, 몸통의 굽힘이 있다. 아래보기는 목이 20° 이상 굽힘이 있으며, 몸통이 20° 이상 굽힘이 있다. 위보기는 목 젖힘이 20° 이상 있으며, 몸통이 20° 이상 굽힘이 있다. 근육사용점수는 작업자세 자체가 정적이기 때문에 1점이며, 힘/무게 점수는 중량물과는 상관이 없으므로 0점이다. 측면 아래보기와 아래보기의 최종점수는 7점, 조치수준 4로 정밀조사와 즉각적인 작업개선 조치가 필요한 수준이다. 위를 보면서 하는 작업은 최종점수는 5점, 조치수준 3으로 빠른 작업개선과 작업위험요인의 분석이 필요하다(Table 1).

좌우로 이동할 때는 목을 비트는 경우가 있으나, 통상적으로 정적인 자세를 취하고 있다. 특히 주물 주입 시 정적인 목 굽힘 자세로 주입 상황을 주시해야 하기에 목과 어깨의 긴장이 고조되며, 조정 장치를 잡고 있거나 아래를 보면서 대기하는 중에는 몸통 지탱을 위해 팔을 짚고 있을 때 양 어깨가 들리고 목과 어깨 부담을 가중시키고 있다.

또한 고소 장소의 고립된 공간, 지상의 작업자에게 중속된 작업수행, 작업시간 조절불가, 연속적인 긴장과 안전사고 위험 등의 심리적 부담을 많이 느끼고 있었다.

진동의 평가: 전신진동은 2008년 12월 26일과 2009년 1월 5일 양일간에 걸쳐 전신진동 평가를 실시하였다. 2004년 경부터 기중기 의자를 충분한 쿠션과 방진이 가능한 승용차용 쿠션으로 교체해 과거보다 진동이 일부 감소되었다고 하였으나, 기중기가 레일 위를 전후좌우로 이동하거나 중량물을 들어 올릴 때 로프와 기중기 고리의 흔들림으로 인해 진동이 심하게 발생하였다.

주단강제강부 용해공정에서 FC-4호 천정기중기를 운전하는 환자는 전기로에서 녹인 주물(1시간당 1회, 약 40톤 용량)을 주입하고 형 분리까지의 과정에서 일어나는 준비작업과 소재운반, 주물운반, 이동 등의 작업을 수행하고 있다. 진동의 측정은 작업 시 주물을 주입하는 과정까지 40분 동안 4가지 작업형태로 분류하였다. 작업 1(주물 받아 실린더 체결: get a casting and bind a cylinder, 953 sec), 작업 2(40톤 용기 주물 주입:

inject a casting into a container, 1,143 sec), 작업 3(실린더 제거 및 용기 운반: remove a cylinder and transport a container, 158 sec), 작업 4(빈 기중기 이동: move a empty crane, 126 sec)로 나누어 측정하였다(Table 2). 이러한 작업의 한 사이클은 40분에서 50분 정도 걸리며, 하루 8시간 작업에서 대략 6시간 정도 실제 기중기 작업을 한다.

진동이 인체에 미치는 영향을 평가하는 방법과 건강에 미치는 유해성 정도를 평가할 수 있는 방법은 ISO2631-1에서 상세히 규정하고 있어 이를 바탕으로 진동노출 수준을 평가하였다¹⁸⁾.

측정 대상자가 평상 시 작업과 동일한 조건으로 작업이

이루어질 때 진동측정기(SVAN 958, SVANTEK, Poland)의 가속도계를 작업자가 앉은 좌석과 작업자의 둔부 사이에 설치하여 측정하였으며, 분석은 1/3 옥타브 밴드로, 가중함수는 ISO2631-1 규정에 따라 X, Y 축은 Wd로, Z축은 Wk로 적용하였다.

진동의 측정은 각 축에 대하여 가중화된 실효치(frequency weighted root mean square acceleration value: 이하 aw)와 노출진동량(vibration dose value: 이하 VDV)을 측정하였으며, 측정할 때 진동 시그널에 의한 무작위 피크 수치(random peak value)의 영향을 감소시키기 위해 1분 이상이 되어야 한다는 권고에 따라¹⁹⁾ 측정시간을 2분 이상 되도록 하였다.

Table 2. Vibration exposure assessment according to work category

Work category*	Work 1	Work 2	Work 3	Work 4
Measurement time (min)	16	19	3	2
Daily exposure time (min)	144	171	27	18
Measured vibration magnitude (aw, m/s ²) [†]				
X-axis (a _{wx})	0.16	0.18	0.13	0.10
Y-axis (a _{wy})	0.21	0.18	0.18	0.17
Z-axis (a _{wz})	0.10	0.07	0.13	0.13
Partial daily vibration exposures (m/s ²)				
A(8) [‡] x-axis	0.12	0.15	0.04	0.03
A(8) y-axis	0.16	0.15	0.06	0.05
A(8) z-axis	0.05	0.04	0.03	0.03
Total A(8) exposures (m/s ²)				
A(8) x-axis		0.2		
A(8) y-axis		0.23		
A(8) z-axis		0.08		
daily vibration exposure A(8)		0.23		
Measured VDV [§] (m/s ^{1.75})				
X-axis	2.6	2.5	1.2	0.7
Y-axis	2.5	2.4	1.3	1.1
Z-axis	1.5	0.9	1.9	1.0
Partial daily VDV exposures (m/s ^{1.75})				
VDV x-axis	6.3	6.1	2.9	1.7
VDV y-axis	6.1	5.8	3.2	2.7
VDV z-axis	2.6	1.6	3.3	1.7
Total VDV exposures (m/s ^{1.75})				
VDV x-axis		7.4		
VDV y-axis		7.2		
VDV z-axis		3.7		
Daily VDV exposure		7.4		

*: Work category

work 1=get a casting and bind a cylinder

work 2=inject a casting into a container

work 3=remove a cylinder and transport a container

work 4=move a empty crane

[†]: Frequency weighted root mean square acceleration value form measurement, [‡]: Eight hour energy equivalent daily exposure,

[§]: Vibration dose value.

국제표준기구(ISO)에서는 건강에 미치는 유해성 정도를 평가할 수 있는 방법으로 하루 8시간 평균 노출치(eight hour energy equivalent daily exposure: 이하 A(8))와 일 노출진동량(daily vibration dose value: 이하 daily VDV)의 두 가지 지표로 제시하고 있다. 이는 HSE(Health and Safety Executive)에서 제공하는 전신진동 계산기로²⁰⁾ 작업별 측정시간, 작업별 일 노출시간, 작업별 축별 진동의 크기(a_w), 작업별 축별 측정 진동량(VDV)을 대입하여 쉽게 계산할 수 있다. HSE에서 제공하는 진동계산기를 통하여 구한 A(8)은 0.23 m/s^2 이며 일 노출진동량(daily VDV)의 값은 7.4 m/s^2 이다(Table 2).

위의 값은 일일 진동노출량의 평균값을 의미하며 진동의 크기에 따른 노출시간은 알 수 없다. 따라서 측정된 진동의 크기에 따른 추정노출시간을 계산해 보았다. 1일 작업 중 순수한 작업을 6시간으로 볼 때, 축별 진동 가중치의 합인 a_{ws} 값이 0.5 m/s^2 이상인 심한 진동에 약 42분 이상 노출된 것으로 추정된다(Table 3).

고 찰

허리의 굽힘 및 진동과 요추부 추간판탈출증에 대하여

는 잘 알려져 있으나²¹⁾ 목의 굽힘이 경추부 추간판탈출증을 일으키는 지에 대한 연구는 찾을 수 없었다. 다만 목의 통증과 관련된 역학연구를 살펴보면, Ariens등²²⁾은 목의 굽힘, 팔의 힘과 자세, 앉아 있는 기간, 몸통의 비틀림과 굽힘, 수완진동, 작업장 설계가 목의 증상과 관련이 있다고 하였다. 그리고 Andersen 등²³⁾은 3,123명의 근로자를 대상으로 4년 간의 추적검사를 하여 나이, 성별, 체질량지수, 통증역치, 레크리에이션활동, 정신사회적인자 등의 혼란변수를 보정한 뒤 경추부 질환의 발생은 반복성이 분당 16~40회인 경우(OR: 3.0, 95% CI: 1.5~5.8), 작업시간의 66%이상을 20°이상의 목굽힘이 있을 경우(OR: 2.6, 95% CI: 1.3~5.1), 작업시간 동안 휴식 없이 지속적으로 일하는 경우(OR: 2.1, 95% CI: 1.1~5.1)에 많이 발생한다고 보고하였다. 여기에서 휴식이 없는 작업은 실험실적 환경의 완전한 움직임이 없는 정적인 부하는 아니지만 쉬지 않고 계속 일하는 것으로 정적인 부하와 유사하게 의미한다고 보았다. 이런 의미에서 정적인 부하를 목통증의 위험인자라 보고하고 있다. 또한 이들은 각각 독립적인 위험인자이면서, 동시에 서로 겹쳐졌을 때 위험인자로서의 강도는 증가되는 것을 제시하였다. 또한 사회정신적인자로는 위와 같은 여러 혼

Table 3. Estimated vibration-exposure times according to measured vibration magnitude

	Estimated vibration-exposure time (sec)					Proportion (%)	Estimated vibration-exposure time (min/6 hour)
	Work 1	Work 2	Work 3	Work 4	Sum		
	953	1143	158	126	2380		
$a_{wx} \text{ (m/s}^2\text{)*}$							
1<	4	6	0	0	10	0.42	1.51
0.7<, ≤1	2	10	0	0	12	0.50	1.82
0.5<, ≤0.7	7	18	1	0	26	1.09	3.93
≤0.5	940	1109	157	126	2332	97.98	352.74
$a_{wy} \text{ (m/s}^2\text{)}$							
1<	7	7	0	0	14	0.59	2.12
0.7<, ≤1	5	9	0	1	15	0.63	2.27
0.5<, ≤0.7	17	8	7	1	33	1.39	4.99
≤0.5	924	1119	151	124	2318	97.39	350.62
$a_{wz} \text{ (m/s}^2\text{)}$							
1<	0	0	1	0	1	0.04	0.15
0.7<, ≤1	2	0	0	0	2	0.08	0.30
0.5<, ≤0.7	0	0	1	0	1	0.04	0.15
≤0.5	951	1143	156	126	2376	99.83	359.39
$a_{ws} \text{ (m/s}^2\text{)†}$							
1<	17	32	1	1	51	2.14	7.71
0.7<, ≤1	36	27	8	2	73	3.07	11.04
0.5<, ≤0.7	82	57	9	4	152	6.39	22.99
≤0.5	818	1027	140	119	2104	88.40	318.25

*: a_{wx} , a_{wy} , a_{wz} : frequency weighted root mean square acceleration value form X-axis, Y-axis, Z-axis

†: $a_{ws} = (1.4a_{wx}^2 + 1.4a_{wy}^2 + a_{wz}^2)^{1/2}$

란변수를 보정한 뒤 높은 직무요구도(job demand)가 높을 시 1.7배(95% CI: 1.1~2.9), 낮은 직무재량도(job control)의 경우 1.3배(95% CI: 0.8~3.9), 낮은 사회적지지(social support)의 경우 1.3배(95% CI: 0.8~2.1)의 경추부 질환이 발생한다고 보고하였다.

국내 연구에서는 설진곤 등⁴⁾이 금속산업 4개 회사의 251명을 대상으로 작업관련성 목 증상과 물리적 위험요인의 2년간 추적 관찰한 연구에서 하루 4시간이상 반복작업 시 3.32배(95% CI: 1.45~7.59), 하루 4시간이상 목을 굽히는 자세는 2.16배(95% CI: 1.03~4.55)의 목 증상을 호소하였다. 그리고 반복작업, 중량물 들기, 밀거나 당기기, 목/어깨 굽힘 등은 용량-반응관계를 보였다. 또한 낮은 물리적 위험과 낮은 작업시간에 비해 낮은 물리적위험과 높은 작업시간에 노출, 높은 물리적 위험과 낮은 작업시간에 노출, 높은 물리적 위험과 높은 작업시간에 노출될 때 각각의 혼란변수를 보정한 교차비는 0.63(95% CI: 0.15~2.69), 1.92(95% CI: 0.79~4.66), 3.43(95% CI: 1.14~10.32)으로 위험의 크기는 점차 증가하는 것을 볼 수 있었다.

인간이 진동을 감지할 수 있는 역치는 대개 0.01 m/s² 정도이다²³⁾. 이러한 역치 이상에서 인간이 주관적으로 느끼는 진동의 강도는 입력진동의 크기에 지수적으로 비례한다²⁴⁾. 높은 수준의 진동(vibration)이나 충격에 지속적으로 노출 될 때는 요추부질환 및 이와 관련된 신경계질환, 그 가능성은 낮지만 경추부-어깨질환, 위장관계질환, 여성 생식기계질환, 말초정맥질환, 평형감각기관계질환 등에 부정적인 영향을 준다²⁵⁾. 이러한 여러 건강영향 중 전신진동은 요추부질환과 관련이 있다고 오래 전부터 보고되고 있다²⁶⁾.

진동이 경추부 추간판탈출증을 일으키는 지에 대한 연구를 살펴보면, Jensen 등²⁷⁾은 진동과 경추부 추간판탈출증과의 관계에 대하여 15~59세 사이의 경제활동 인구 130만 명을 대상으로 1981년 1월 1일부터 1990년 12월 31일까지 10년간 추적 관찰하여 추간판탈출증으로 입원할 때까지 추적 관찰한 코호트 연구에서, 직업적인 운전은 경추부 추간판탈출증의 원인인자라 보고하였다. 그리고 89,146명의 직업적 운전자로 구성된 코호트에서 경추부 추간판탈출증의 표준화 입원율(standardized hospitalization ratio: 이하 SHR)은 142(95% CI: 127~160)라고 보고 하였다. 그리고 중량물을 취급하는 운전자를 취급하지 않은 운전자와 비교시 경추부 추간판탈출증의 표준화 입원율(SHR)은 74(95%CI: 54~105)로 보고하여, 경추부 추간판탈출증은 중량물 취급과는 관련이 없다고 하였다.

또한, Jensen 등²⁷⁾은 1990년 127명의 남성 직업적 운전자가 포함된 3,097명의 남성을 대상으로 시행된 단면연

구에서 근무시간 내내 진동에 노출되는 근로자의 경추부 추간판탈출증의 유병율의 비(Prevalence rate ratio)는 전체 대상자와 비교시 7.1배(95% CI: 4.1~11.7)로 보고하였다. 이러한 단면 및 코호트 연구를 기반으로 직업적 운전사의 경추부 추간판탈출증은 중량물 취급과는 관계가 없으나, 전신진동과 상당히 관련이 있다고 하였다.

국제 표준화기구(International Organization for Standardization: 이하 ISO)에서는 진동을 평가하는 방법과 전신진동이 건강에 미치는 유해성 정도를 평가할 수 있는 방법들을 기술하고 있다¹⁸⁾. 노출되는 평균가속도는 A(8)로 표현하며 이는 하루 8시간으로 환산한 가속도의 제곱근의 평균(root mean square: 이하 r.m.s.)이며 단위는 m/s²이다. 그리고 각 축의 A(8)중 가장 큰 값을 daily A(8)로 한다. 진동의 누적 노출량은 VDV로 표현하며 이는 가속도의 사승근의 평균(root mean quads: 이하 r.m.q.)으로 단위는 m/s^{1.75}이다. 그리고 각 축의 VDV중 가장 큰 값을 daily VDV로 한다.

현재까지의 진동의 노출 수준과 질병과의 관련성에 대한 연구는 부족하여 질병을 일으키는 경계는 명확히 알 수 없으나, ISO2631-1에서는 8시간 평균 노출치(A(8))를 기준으로 진동 수준을 낮추기 위한 조치를 취해야하는 노출권고치(exposure action value: 이하 EAV)는 0.43 m/s², 건강에 악영향을 줄 가능성이 있는 노출한계치(exposure limit value: 이하 ELV)는 0.86 m/s²로 정하고 있으며, 일 노출진동량(daily VDV)을 기준으로 권고치(EAV)는 8.5 m/s^{1.75}, 노출한계치(ELV)는 17 m/s^{1.75}로 정하고 있다.

유럽의 기준(Directive 2002/44/EC)²⁸⁾은 ISO2631-1와는 다른데, 8시간 평균 노출치(A(8))를 기준으로 노출권고치(EAV)는 0.5 m/s², 노출한계치(ELV)는 1.15 m/s²로 정하고 있으며, 일 노출진동량(daily VDV)을 기준으로 권고치(EAV)는 9.2 m/s^{1.75}, 노출한계치(ELV)는 21 m/s^{1.75}로 정하고 있다. 그리고 Bovenzi는²⁹⁾ 실제 척추질환에 대한 건강영향 평가에서 ISO와 EC(European Commission)의 노출권고치와 노출한계치는 다소 높게 설정되어 있음을 지적하였으며, 8시간 평균 노출치(A(8))와 일 노출진동량(daily VDV)중 일 노출진동량(daily VDV)이 척추질환의 발생을 더 잘 예측하는 것으로 보고하고 있다.

본 증례에서 측정된 진동결과는 A(8)은 0.23 m/s²이며 daily VDV의 값은 7.4 m/s^{1.75}이다. 이는 국제 표준화기구의 권고치와 유럽의 권고치보다 낮은 수준이다. 하지만 인간공학적 유해인자 분석에서 실제 작업시간의 98%는 몸통과 목을 각각 20°이상 굽히는 자세이며 나머지 2%정도는 목을 20°이상 들고 있는 상태였다⁸⁾. 이러한 장시간의 부적절한 자세는 목의 질환에 악영향을 증분

히 미칠 수 있으며, 전신 진동은 이러한 나쁜 영향을 상승시킬 수 있다¹³⁻¹⁶.

경추부위에 대한 진동 노출수준에 따른 건강영향에 대한 연구는 찾을 수 없었으며, Bovenzi의 직업적 운전자들에 있어서 요추부위의 통증과 전신진동 노출 수준에 대한 연구²⁹를 살펴보면, 요추부위 통증을 호소하는 운전자들의 A(8)값은 0.2 m/s^2 에서 0.4 m/s^2 정도, daily VDV 값은 $0.5 \text{ m/s}^{1.75}$ 에서 $10.0 \text{ m/s}^{1.75}$ 정도의 수준으로 보고하고 있다. 그리고 진동노출과 허리 굽힘의 동시 노출은 단순 진동노출에 비해 허리통증이 1.75배(95% CI: 1.19~2.57) 증가한다고 보고하였다.

직업적 운전자들의 척추질환 문제는 전신진동 뿐만 아니라 부적절한 자세와 고정된 자세 등이 관련될 수 있어 각각 독립적으로 근골격계 질환에 영향을 주는지를 밝혀 내기는 어렵다. 지금까지 보고 된 결과를 살펴보면, Wikstrom 등¹³은 전신진동과 부적절한 자세가 경추부 질환에 상승효과(synergistic effect)를 줄 것이라 제안하였고 2005년 Lis 등¹⁴은 전신진동과 부적절한 작업자세가 각각 독립적으로 건강에 영향을 미칠 수 있다고 보고 하였다. Rhen 등¹⁵⁻¹⁶은 다목적 4륜 오토바이(all-terrain vehicle: ATV) 운전자에게서 부적절한 작업 자세와 전신진동은 경추부의 통증과 관련이 있다고 보고하였으며 서로 상승작용 할 것으로 추측하였다.

전신진동노출과 목의 굽힘이 독립적인 원인인자일 수도 있지만, 함께 있을 경우 경추부 추간판탈출증에 원인인자로서의 가능성은 더욱 높아진다고 볼 수 있다. 또한 협소한 공간, 고정된 자세, 작업인장 등의 작업환경 또한 경추부 추간판탈출증의 원인인자로서 가능성이 있다. 따라서 전신진동의 수준이 권고치수준 이하임에도 불구하고, 20년 이상 하루 실제 근무시간의 98%정도의 부적절한 목 굽힘 자세에 노출되었다면, 전신진동과 함께 목 굽힘의 부적절한 자세는 경추부 추간판탈출증의 발생에 상당히 기여하였을 것으로 판단된다.

또한 본 증례 환자와 동일 부서에서 근무하는 동료 근무자 27명 중 5명이 최근 2년 이내 경추부 추간판탈출증 수술력이 있었으며, 요추부 추간판탈출증 수술력은 2명으로 경추부에서 수술력이 더 많았다. 경추부 수술력이 있는 환자의 수술당시의 평균나이는 43세 이었으며, 수술 당시 평균 근무기간 15년이였다. 이 중 증례의 환자를 제외하면 산재로 승인 받은 근로자는 없었다. 일반적으로 추간판탈출증은 경추부위 보다 요추부위에서 더 많이 발생하는 데³⁰⁻³¹, 이와 반대로 경추부에서 수술력이 더 많은 것은 전신진동과 목의 부적절한 자세 때문으로 추측이 된다.

본 조사의 결과를 해석함에 있어 다음과 같은 고려해야 할 점들이 있다. 첫째, 본 조사는 근골격계질환과 관련하여 2004년도에 일부 작업조건이 개선된 상황으로 과거

(2004년 이전)의 업무관련 위험성이나 작업조건들을 충분히 반영하기 어려웠다. 둘째, 고립된 고소에서의 작업, 기중기 운전 중 안전사고 위험, 종속된 작업지시, 환경상의 문제점(유해가스, 소음) 등으로 인한 직무스트레스 요인을 충분히 고려할 필요가 있으나, 조사 여건 및 시간적인 제약 등으로 조사하지 못하였다. 셋째, 인간공학적 자세평가 결과는 대부분 자세 위주로 평가한 것이며 경추부의 생리적 부담도 평가를 동시에 고려하지 못하였다.

이러한 제한점에도 불구하고, 이상의 작업환경 평가결과와 상당시간의 부적절한 자세와 전신진동은 기중기 작업자의 경추부 병변의 발생을 높일 것으로 평가된다. 향후 이러한 원인적 인과 관계를 보다 명확하게 규명하기 위하여 부적절한 자세와 전신 진동에 노출된 크레인 근로자 집단에 대한 추가 역학조사가 필요하리라 사료된다.

요 약

배경: 최근 전신진동 및 경추부의 부적절한 자세는 경추부 질환과 관련성이 많은 것으로 보고되고 있다. 하지만 국내에서 경추부 질환과 전신진동, 부적절한 자세에 대한 연구는 찾아보기 힘들었다. 이에 20년 이상 크레인을 운전하면서, 경추부 외상병력 없이, 전신진동 및 부적절한 자세에 노출된 뒤 발생한 경추부 추간판탈출증에 대하여, 직업적 원인의 가능성에 관심을 두고, 진동 노출 수준, 부적절한 자세의 분석 및 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

사례: 환자는 OO제철 주단강제강부 기중기반에 1986년 12월 26일 입사하여 20년 이상을 공장 건물 천장에 있는 FC-4호 천정기중기 운전을 하였다. 그런 작업을 계속하던 중 1998년 기중기를 운전할 때 목이 뻣뻣하고 어깨와 팔 저림의 통증이 심하게 발생하여 '경추부 추간판탈출증'이라는 진단을 받고 이후 수차례 통원치료를 받고 호전이 없어 2007년 9월 6일 수술을 받았다. 이후 증상이 호전되어 현재까지 정기적으로 외래로 경과관찰을 받으면서 현장업무를 수행 중에 있다.

근무시간은 1일 8시간이며 4조 3교대 근무를 수행하고 있으며, 근무형태는 주5일 근무에 2일 휴무를 하는 형태이다. 작업시간은 하루 8시간이며, 근무시간 중 실제 기중기 작업시간은 전체 작업시간의 75%인 6시간 정도를 근무하고 있다.

작업현장은 기중기가 위에 위치하며, 아래 작업자의 지시동작에 따라 운전을 해야 함으로 항상 아래를 보아야 하는 작업 자세이다. 실제 작업 중 98%에서 20° 이상의 목 굽힘이 있었다. 특히 주물주입 시 정적인 목 굽힘 자세로 주입 상황을 주시해야 하기에 목과 어깨의 긴장을 고조시키며, 조정장치를 잡고 있거나 아래를 보면서 대기

하는 중에는 몸통 지탱을 위해 팔을 짚고 있을 때 양 어깨가 들리고 목과 어깨 부담을 가중시키고 있다.

측정한 전신진동의 하루 8시간 평균 노출치(A(8))는 0.23 m/s²이었으며 일 노출진동량(daily VDV)은 7.4 m/s^{1.75}이다. 또한 측정된 진동의 크기에 따른 노출시간을 추정해 보면 1일 작업 중 순수한 작업을 6시간으로 볼 때 측정 가중치의 합인 aw의 값으로 0.5 m/s² 이상의 심한 진동에 약 42분 이상 노출될 수 있을 것으로 측정되었다. 이는 국제 표준화 기구에서 제시하는 권고치수준 이하이다. 하지만 이러한 진동은 목의 부적절한 자세와 함께 경추부 질환에 나쁜 영향을 상승시킬 수 있다.

결론: 장시간의 부적절한 자세는 목의 질환에 악영향을 충분히 미칠 수 있으며, 전신 진동은 이러한 나쁜 영향을 상승시킬 수 있다. 작업환경 평가결과 환자는 상당시간의 부적절한 자세와 전신진동에 노출되었으며, 이는 척추 병변의 발생을 높일 것으로 평가된다. 향후 이러한 원인의 인과관계를 밝히기 위하여 부적절한 자세와 전신 진동에 노출된 크레인 근로자들의 전체를 대상으로 하는 추가조사가 필요하리라 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Palmer KT, Smedley J. Work relatedness of chronic neck pain with physical findings a systematic review. *Scand J Work Environ Health* 2007;33(3):165-91.
- 2) Andersen JH, Kaergaard A, Mikkelsen S, Jensen UF, Frost P, Bonde JP, Fallentin N, Thomsen JF. Risk factors in the onset of neck/shoulder pain in a prospective study of workers in industrial and service companies. *Occup Environ Med* 2003;60(9):649-54.
- 3) Tornqvist EW, Kilbom A, Vingård E, Alfredsson L, Hagberg M, Theorell T, Waldenström M, Wiktorin C, Hogstedt C; MUSIC-Norrträlje Study Group. The influence on seeking care because of neck and shoulder disorders from work-related exposures. *Epidemiology* 2001;12(5):537-45.
- 4) Sul JG, Kang DM, Lee SI, Kim YG. Dose-response relationships between work-related Musculoskeletal neck symptom and physical risk factors (2 year follow-up study). *Korean J Occup Environ Med* 2007;19(2):145-55. (Korean)
- 5) McAtamney L, Nigel Corlett E. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon* 1993;24(2):91-9.
- 6) Hignett S, McAtamney L. Rapid entire body assessment (REBA). *Appl Ergon* 2000;31(2):201-5.
- 7) Koh SB, Kim HS, Choi HR, Kim JH, Som IH, Park JH, Park JK, Chang SJ, Cha BS. Incidence and risk factors for occupational lower back pain among shipyard workers. *Korean J Occup Environ Med* 2000;12(1):1-11. (Korean)
- 8) Lim HS, Kim SK, Kim DS, Kim DH, Lee JM, Kim YH.

- Prevalence and risk factors of occupational low back pain among the production workers in a steel and a welding material manufacturing factories. *Korean J Occup Environ Med* 1999;11(1):52-65. (Korean)
- 9) Yi CH, Park JR, Cha AR, Koh KW, Kim YW, Lee SI. A study on the risk factors of low back pain in computer terminal operators. *Korean J Occup Environ Med* 1999;11(2):264-75. (Korean)
- 10) Kim IR, Kim JY, Park JT, Choi JW, Kim HJ, Yeom YT. The relationship between psychosocial stress and work-related musculoskeletal symptoms of assembly line workers in the automobile industry. *Korean J Occup Environ Med* 2001;13(3):220-31. (Korean)
- 11) Yoon JK, Lee H, Choy NR, Kim SH, Park 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)
- 12) Choi YH, Yoo CI, Lee JH, Lee CR, Lee H, Kim YW, Chae CH, Koh SB, Kim EA, Lee LJ, Kim YH. Epidemiologic characteristics of hand-arm vibration syndrome through occupational disease surveillance system in busan, ulsan, kyungnam province. *Korean J Occup Environ Med* 2003;15(3):261-8. (Korean)
- 13) Wikström BO, Kjellberg A, Landström U. Health effects of long-term occupational exposure to whole-body vibration: A review. *Int J Ind Ergon* 1994;14:273-92.
- 14) Lis AM, Black KM, Korn H, Nordin M. Association between sitting and occupational LBP. *Eur Spine J* 2007;16(2):283-98
- 15) Rehn B, Nilsson T, Järvholm B. Neuromusculoskeletal disorders in the neck and upper extremities among drivers of all-terrain vehicles a case series. *BMC Musculoskelet Disord* 2004;5:1
- 16) Rehn B, Nilsson T, Olofsson B, Lundström. Whole-body vibration exposure and non-neutral neck postures during occupational use of all-terrain vehicle. *Ann occup Hyg* 2005;49(3):267-75
- 17) Ministry of Labor. 2009 Occupational Safety and Health Statute Book. Eastern company. Seoul. 2008. pp 395-463. (Korean)
- 18) International Organization for Standardization ISO 2631-1. Mechanical Vibration and Shock-Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration. Part I: General Requirement. Geneva 1997
- 19) Ozkaya N, Willems B, Goldsheyder D. Whole-body vibration exposure: a comprehensive field study. *Am Ind Hyg Assoc J* 1994;55(12):1164-71.
- 20) HSE (Health and Safety Executive). Whole-body vibration calculator - Version 1-06 (May 2006). Available: <http://www.hse.gov.uk/vibration/wbv/wholebodycalc.htm> [cited 28 June 2009].
- 21) Wilder DG, Pope MH, Frymoyer JW. The biomechanics of lumbar disc herniation and the effect of overload and instability. *J Spinal Disord* 1988;1(1):16-32.
- 22) Ariëns GA, van Mechelen W, Bongers PM, Bouter LM, van der Wal G. Physical risk factors for neck pain.

- Scand J Work Environ Health 2000;26(1):7-19.
- 23) Gundry AJ. Thresholds of perception for periodic linear motion. *Aviat Space Environ Med* 1978;49(5):679-86.
- 24) Fothergill LC, Griffin MJ. The subjective magnitude of whole-body vibration. *Ergonomics* 1977;20(5):521-33.
- 25) Bovenzi M. Health risks from occupational exposures to mechanical vibration. *Med Lav* 2006;97(3):535-41.
- 26) Hulshof C, van Zanten BV. Whole-body vibration and low-back pain: A review of epidemiologic studies. *Int Arch Occup Environ Health* 1987;59(3):205-20.
- 27) Jensen MV, Tüchsen F, Orhede E. Prolapsed cervical intervertebral disc in male professional drivers in Denmark, 1981-1990. A longitudinal study of hospitalizations. *Spine* 1996;21(20):2352-5.
- 28) Griffin MJ. Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union; a review. *Occup Environ Med* 2004;61(5):387-97.
- 29) Bovenzi M. Metrics of whole-body vibration and exposure-response relationship for low back pain in professional drivers: a prospective cohort study. *Int Arch Occup Environ Health* 2009;82(7):893-917.
- 30) Dvorák J. Epidemiology, physical examination, and neurodiagnostics. *Spine* 1998;23(24):2663-73.
- 31) Battié MC, Videman T. Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetics. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88 Suppl 2:3-9.