

쪼그려 앉은 작업에서 신체부담작업의 평가

김 유 창* · 류 영 수**

Ergonomic Evaluation of The Hazardous Jobs in Squatting Work Posture

Yu Chang Kim*, Young Soo Ryu**

ABSTRACT

Work related musculoskeletal disorders became a hot issue in Korea since many workers reported musculoskeletal disorder problems. Korean government enacted a law to require companies to take measures to prevent musculoskeletal disorders at work. This study found workers' WMSDs symptoms in squatting work posture which the rate of the occurrence was relatively high among work types to bring about WMSDs in railroad cars maintenance works and analyzed to compare the hazardous jobs in the industrial safety health law in South Korea with the caution jobs in Washington State in U.S. The hazardous jobs in South Korea were more effective in squatting work posture from this study result and this study data will be a great help to plan and carry out an effective prevention program about WMSDs.

Keyword: WMSDs(Musculoskeletal disorders), Load evaluation, Squatting work posture, Ergonomic prevention program

1. 서 론

작업관련 근골격계질환은 최근 사업장의 집단적인 발병, 산업재해자수의 급증 등으로 인하여 산업보건분야의 주된 문제가 되고 있다. 특히 조선업종, 자동차업종에서는 갈등을 야기하는 주요 요인으로 작용하여 사회적 이슈로 대두되었다(전국금속산업노동조합연맹, 2002).

최근에 노동조합 등에서 근골격계질환에 대한 관심을 가지고 정부에 근골격계질환에 대한 법률을 제정하도록 요구하였고, 정부에서도 근골격계질환을 효과적으로 대응하고자 법률을 제정하게 되었다(노동부, 2003). 이 법에서는 근골격계질환을 유발 시킬 수 있는 작업을 근골격계 부담작업으로 정하고, 근골격계 부담작업의 유해요인과 근골격계 부담작업에 종사하는 작업자의 근골격계 증상을 조사하여 작업장 개선대책을 요구하고 있다. 근골격계 부담작업은 다음과 같다.

- 1) 하루에 4시간 이상 집중적으로 자료입력 등을 위해 키보드 또는 마우스를 조작하는 작업
- 2) 하루에 총 2시간 이상 목, 어깨, 팔꿈치, 손목 또는 손을 사용하여 같은 동작을 반복하는 작업
- 3) 하루에 총 2시간 이상 머리 위에 손이 있거나, 팔꿈치가 어깨 위에 있거나, 팔꿈치를 몸통으로부터 들거나, 팔꿈치를 몸통뒤쪽에 위치하도록 하는 상태에서 이루어지는 작업
- 4) 지지 되지 않은 상태이거나 임의로 자세를 바꿀 수 없는 조건에서, 하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 트는 상태에서 이루어지는 작업
- 5) 하루에 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌 자세에서 이루어지는 작업
- 6) 하루에 총 2시간 이상 지지 되지 않은 상태에서 1kg 이상의 물건을 한 손의 손가락으로 집어 옮기거나, 2kg 이상에 상응하는 힘을 가하여 한 손의 손가락으로 물건을 쥐는 작업
- 7) 하루에 총 2시간 이상 지지 되지 않은 상태에서 4.5kg

*동의대학교 정보산업공학과, **동의대학교 정보산업공학과 대학원

교신저자: 김유창

주 소: 614-714 부산광역시 부산진구 영랑로 995, 전화: 051-890-1661, E-mail: yckim@deu.ac.kr

이상의 물건을 한 손으로 들거나 동일한 힘으로 쥐는 작업

8) 하루에 10회 이상 25kg 이상의 물체를 드는 작업

9) 하루에 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎 아래에서 들거나, 어깨 위에서 들거나, 팔을 뻗은 상태에서 드는 작업

10) 하루에 총 2시간 이상, 분당 2회 이상 4.5kg 이상의 물체를 드는 작업

11) 하루에 총 2시간 이상 시간당 10회 이상 손 또는 무릎을 사용하여 반복적으로 충격을 가하는 작업

쪼그려 앉은 작업자세는 한국에서 작업자들에게 매우 익숙한 자세이다. 쪼그려 앉은 자세는 작업의 특성상 오랜 기간 동안 반복적으로 같은 자세를 유지하게 되며, 중량물 취급 등의 작업에 비해 순간적인 인체역학적인 부하는 크지 않다 하더라도 장기간 지속함으로 인해 작업자의 근골격계 질환에 나쁜 영향을 끼칠 수 있다. 특히 건강한 작업자라도 정적자세를 오래 유지할 경우에는 부하와 근육섬유질에 대한 잘못된 하중 분포로 인해 기능적 결함과 근육섬유질의 퇴행성 변화를 유발할 수 있다(Chaffin, 1974; van Wely, 1970).

작업 중 쪼그려 앉은 자세에서의 작업은 좁은 공간과 작업대 영향을 받는 특성을 가지고 있다. 이러한 이유로 쪼그려 앉은 작업자의 경우 요통(Back pain), 피로(Fatigue), 경건완장애(목, 어깨, 손목 질환 등), 정신적 스트레스와 같은 새로운 형태의 산업재해 발생위험이 다른 작업에 비해 다소 높게 노출되어 있다(이인석과 정민근, 1998).

본 연구에서는 쪼그려 앉은 작업자세와 관련된 근골격계 질환의 실태를 철도차량 정비와 관련된 국내 작업자들을 대상으로 한 설문조사를 통해 조사하였다. 쪼그려 앉은 작업자세에서의 근골격계 부담작업과 한국의 근골격계 부담작업의 개발시 참고가 된 워싱턴주의 Caution job과의 비교 분석을 하였다. 본 연구를 통해 쪼그려 앉은 작업에서의 근골격계 부담작업의 타당성을 알아보고, 앞으로 한국에 맞는 근골격계 부담작업을 개발하는 데 도움이 되고자 한다. 또한 쪼그려 앉은 작업에서의 근골격계질환 예방에 대한 기초 데이터를 제공하여 근골격계질환 예방에 도움을 주고자 한다.

2. 연구 방법

쪼그려 앉은 작업자세에서 작업을 수행하고 있는 전반적인 작업내용과 위험작업을 알아보기 위하여 현장조사를 통해 쪼그려 앉아서 중량물 취급 작업과 수리 및 정비작업 중 무리한 힘을 요하거나, 부적절한 자세에서의 작업을 요하는 대차 수리정비 작업, 실내 수리정비 작업, 하부 부품 수리정

비 작업 등을 선정하였다. 선정된 작업 중 주로 쪼그려 앉아서 작업하는 현장작업자 69명을 연구 대상으로 하였다.

3. 연구 결과

3.1 작업자 및 공정 특성

연구 대상자들의 근무년수를 분석한 결과, 5년 미만이 5.8%였고, 6~10년이 5.8%, 11~15년이 21.7%, 16~20년이 11.6%, 21~25년이 24.6%, 26년 이상의 장기 근무자는 30.3%로 차지하는 것으로 조사되었으며, 장기 근속자가 전체 근무자의 대부분 이었다.

연구 대상자들의 연령을 분석하여 분포를 보면 25~30세가 2.9%로 젊은 사람의 비율이 적게 나타났으며, 31~35세가 10.1%, 36~40세가 18.8%, 41~45세가 26.1%, 46~50세가 26.1%였고, 51세 이상이 16%로 타 작업장에 비하여 연령이 높은 편임을 알 수 있었다.

작업 중 피로가 쌓이거나 힘이 들 때, 작업량이나 속도를 스스로 조절할 수 있는냐는 질문에 대하여 작업량과 속도를 조절이 불가능하다는 응답이 9%, 적절히 가능하다가 73%, 조절가능이 18%로 조사되어 작업량과 작업속도에 대한 부담은 적은 것임을 알 수 있었다.

3.2 근골격계 질환자 추정

설문분석을 통하여 미국의 산업안전보건연구원(NIOSH) 기준에 따라, 자각증상에 의한 통증 정도를 이용하여 정상자, 주의의자(기준1), 유소견자(기준2)로 구분하였다. 분석 결과 근골격계 질환자 추정비율은 통증호소자가 35%로 나타났으며, 정상자는 65%로 나타났다. 통증호소자는 주의의자와 유소견자를 합한 숫자로 나타내었다. 기준 1은 "1개월에 1번 이상, 한번 아프면 1주일 이상 통증이 지속되고, 통증이 중간 정도로 느끼는 자"이며, 기준 2는 "1개월에 1번 이상, 한번 아프면 1주일 이상 통증이 지속되고, 통증이 심한통증, 매우 심한통증을 느끼는 자"이다(U.S. department of health and human services, 1997).

작업자의 주요통증을 신체부위별로 분석한 결과, 어깨가 24%로 가장 많고 다음으로 목이 17%, 허리와 무릎이 각 15%, 팔/팔꿈치와 손/손목/손가락이 각13%, 발과 발목이 3%로 나타났다.

3.3 작업분석

쪼그려 앉은 자세에서 근무하는 작업자에 대한 작업 내용

을 국내 산업안전보건법상 근골격계 부담작업 기준과 미국의 Washington 주의 근골격계질환 guideline과 비교 분석하였다.

3.3.1 무릎을 굽히거나 쪼그리고 앉아서 하는 작업분석

연구 대상자들의 하루 작업 중 무릎을 굽히거나 쪼그리고 앉아서 하는 작업에 대한 분석한 결과이다. 무릎을 굽히거나 쪼그리고 앉아서 하는 작업이 1일 2시간 이상인 경우가 조사자의 87%이고, 2시간 미만인 경우가 12%를 차지하여, 대부분 하루 2시간 이상 무릎을 굽히거나 쪼그리고 앉아서 작업하는 것으로 나타났다.

국내 산업안전보건법상의 근골격계 부담작업 기준인 2시간 이상과 미만 자를 분석한 결과, 2시간 이상 작업에 따른 통증호소자와 정상자에 대한 Odds Ratio이 2.77로 나타났다.

여기서 Odds Ratio이란, 표 1에서 보여주는 예에서 알 수 있듯이, 무릎을 굽히거나 쪼그리고 앉아서 하는 작업을 2시간 이상할 경우와 2시간 미만으로 작업할 경우에 근골격계 질환 발생 가능성에 관하여 비교 분석한 것이라 볼 수 있다.

표 1. 2시간 이상 작업에 따른 통증호소자와 정상자 비교

구분	2시간 이상 작업	2시간 미만 작업
정상자	43(A)	7(B)
통증호소자	17(C)	1(D)

$$\text{Odds Ration(OR)} = (C*B)/(A*D)$$

$$= (17*7)/(43*1) = 2.77$$

위의 식에서, 위험 요인에 노출된 작업자들(무릎을 굽히거나 쪼그리고 앉아서 하는 1일 작업 2시간 이상)은 위험 요인에 노출되지 않은 작업자(2시간 미만 무릎을 굽히거나 쪼그리고 앉아서 하는 작업자)들보다 근골격계질환을 가질 확률이 2.77배 있다는 의미이며, 1일 작업 2시간 이상 작업자들이 2시간 미만의 작업자들보다 근골격계질환 발병율이 2.77배 더 높다는 것을 의미한다. 통상적으로 OR이 1보다 크면 "관련 위험성이 있다"라고 판정하고 3 이상이면 "관련 위험성이 크다"라고 해석한다(Hagberg, M., et al, 1995).

이 자료를 토대로 미국의 Washington 주의 guideline인 "무릎을 쪼그리고 앉은 자세에서 4시간 및 구부리고 앉은 자세에서 하루 4시간 이상을 기준"과 비교하여 볼 때 Odds Ration(OR)이 2.77임을 감안하면 근골격계 부담작업은 Washington주 4시간 보다 국내 기준인 2시간이 국내 현실에 더 적당한 것임을 알 수 있었다.

3.3.2 신체 영향을 주는 동작 반복 작업 외 기타 작업 분석

구체적으로 쪼그려 앉은 작업자세 하에서의 근골격계 부담작업과 관련된 작업형태의 결과를 표 2에 나타내었다. 표 2에서 쪼그려 앉은 자세에서 공구를 이용하여 총 2시간 이상 하는 작업이 39%를 차지하였고, 목/손목을 굽힌 상태로 작업을 하는 경우도 77%로 높게 나타났다.

산업안전보건법에서 정한 이러한 근골격계 부담작업 형태에 따라, 통증호소자 비율을 조사하였다. 그로 인한 OR값을 표 3에서 보이고 있다. 근골격계 부담작업 11번에 해당하는

표 2. 작업별 설문조사 결과

작업별	구분기준	응답구분		
		예	아니오	무응답
신체영향을 주는 동작 반복	2시간 이상 또는 분당2회 이상 반복	56%	38%	6%
중량물 들기 작업	취급자와 미취급자	51%	49%	
밀고, 당기기 작업분석	9kg 이상 1일 총 2시간 이상	33%	64%	3%
집기작업분석	4.5kg 이상 1일 총 2시간 이상	38%	61%	1%
목, 손목을 굽히거나 비트는 작업분석	1일 총 2시간 이상	77%	22%	1%
손, 무릎을 해머로 사용하는 작업분석	1일 총 2시간 이상 시간당 10회 이상	54%	43%	3%
진동공구 사용 작업 분석	1일 총 2시간 이상	39%	57%	4%
무릎을 굽히거나 쪼그려 앉은 작업분석	1일 총 2시간 이상	87%	12%	1%

표 3. 작업별 Odds Ratio(OR)현황

작업별	OR(Odd Ratio)
무릎을 굽히거나 쪼그리고 앉아서 하는 작업	2.77
신체영향을 주는 동작 반복	1.31
밀기, 당기기 작업분석	1.06
집기작업	2.97
잡기작업분석	2.67
목이나 허리를 비트는 작업분석	6.05
손, 무릎을 해머로 사용하는 작업분석	6.14
진동공구 사용작업분석	1.66
수공구 이용하여 쪼그려 앉은 작업분석	1.33
자주 사용하는 수공구(2.5kg) 작업분석	1.49
자주 사용하는 수공구(4.5kg) 작업분석	3.00

하루에 총 2시간 이상 시간당 10회 이상 손 또는 무릎을 해머로 사용하는 작업의 OR값이 가장 높은 6.14로 관측되었다. 또 근골격계 부담작업 4번에 해당하는 하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 비트는 상태에서 이루어지는 작업의 OR값이 6.05로 나타났다.

그리고 표 4는 현재 우리나라 법에서 정하고 있는 근골격계 부담작업의 범위와 미국의 워싱턴 주의 가이드라인을 비교한 표로서, 앞서 분석한 OR값을 비추어 보았을 때는 현재 우리나라의 법에서 정하고 있는 근골격계 부담작업도 타당함을 알 수 있다.

표 4. 작업별 근골격계 부담작업 기준 비교

작업별	국내 기준	미국 Washington 주 guideline
신체영향을 주는 동작 반복	하루에 총 2시간 이상	지속 6시간 이상
집기 작업분석	하루에 총 2시간 이상	하루 3시간 이상
잡기 작업분석	하루에 총 2시간 이상	하루 3시간 이상
머리위로 손을 올리거나 어깨위로 팔꿈치를 올리는 작업자세 분석	하루에 총 2시간 이상	하루 4시간 이상
손, 무릎을 해머로 사용하는 작업분석	시간당 10회 이상, 1일 2시간 이상	분당 1회 이상, 하루 2시간 이상

마지막으로 법의 근골격계 부담작업에는 명시되어 있지 않지만 9kg 이상의 힘을 사용하여 밀기와 당기기 작업 같은 경우는 미국 등 인간공학기준으로 많이 사용되고 있어 본 연구에서 분석하였다. 그리고 머리위로 손을 올리거나, 어깨위로 팔꿈치를 올리는 작업은, 1일 2시간 이상 작업한다는 작업자의 수가 적어 분석에서 제외하였다.

4. 결 론

본 연구는 쪼그려 앉은 작업자세에서의 근골격계질환 증상 실태와 법에서 정한 근골격계 부담작업의 타당성을 분석하였다.

본 연구의 대상작업인 쪼그려 앉은 작업은 작업량과 작업속도의 조절이 가능성이 91%로 조사되어 작업량과 작업속도에 대한 작업자의 부담은 적었다.

연구 대상자의 35%가 근골격계 통증을 호소하는 것으로 나타났으며, 통증호소자들의 주요 신체 부위별 분포는 어깨가 24%로 가장 높은 비율을 차지했고, 목 17%, 허리와 무

릎이 각각 15%, 팔/팔꿈치가 13%, 손/손목/손가락이 13%, 발/발목이 3%를 차지하는 것으로 조사되었다.

쪼그려 앉은 자세하에서, 근골격계 부담작업에서 근골격계 통증호소자와 정상자를 비교분석할 때 작업위험요인에 대한 Odds Ratio(OR)이 대부분 1 이상으로 나타났다.

쪼그려 앉은 작업자세에서는 현재의 근골격계 부담작업 기준이 타당한 것으로 나타났다. 또한 본 연구 결과를 바탕으로 국내의 산업안전보건법상의 근골격계 부담작업 기준과 미국의 Washington 주의 guideline인을 비교 분석을 했을 때, 작업 중 쪼그려 앉은 자세로 한정된 작업범위에서는 Washington 주의 guideline 보다 강한 국내의 근골격계 부담작업 기준도 적정하다고 판단된다.

본 연구 결과는 적은 양의 데이터와 연구 대상자의 설문지를 바탕으로 연구하였기 때문에 다소 객관성이 떨어질 수 있다. 따라서, 설문평가에 따른 분석 결과와 사업장의 실제 통증호소자와는 상당 차이가 있는 경우가 있으므로 일반화시키기는 어려움이 있으나, 쪼그려 앉은 작업분야에 경향을 파악하는데 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

현재 근골격계 부담작업에 대한 논쟁이 많기 때문에 앞으로 법상에서 존재 여부를 떠나 이와 같은 광범위한 연구가 앞으로 필요하다. 또한 객관적인 연구를 하기 위해서는 추후에 인간공학적 측정 장비 등을 이용하여 작업조건(작업대 높이, 작업환경, 나이, 근무교대 등)과 아픔/불편 부위별 관계에 대한 정량적인 데이터를 통한 더욱 정확한 분석을 해야 할 것으로 생각된다.

참고 문헌

- 노동부, 산업안전보건법 제24조, 2003.
- 이인석, 정민근 "쪼그려 앉은 작업자세에서의 작업부하 평가" *대한 산업공학학회지*, Vol. 24, No 2, pp.167-173, 1998.
- 전국금속산업노동조합연맹, "전국금속산업 노동조합연맹 산하 53개 사업장 근골격계 질환 실태 조사", 2002.
- 정민근, 최경임, 이인석, 이명수, 임종호 "정비작업에 대한 인체 역학적 부하 및 작업자세 평가", *Journal of the Ergonomics society of Korea*, Vol. 16, No 3, 1997.
- Chaffin, D. B., Human Strength Capability and Low Back Pain, *Journal of Occupational Medicine*, 9, 248-254, 1974.
- Hagberg, M., Silverstein, B., Wells, R., Smith, M., Hendrick, H., Carayon, P. and Perusse, M., *Work Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs): I.* Kuorinka and L.Forcier, 1995.
- van Wely, P., Design and Disease, *Applied Ergonomics*, 1, 262-269, 1970.
- U.S. department of health and human services, *Elements of ergonomics programs*, 1997.
- Washington State Legislature, WAC 96-62-051, *Ergonomics*.

○저자 소개○

❖ 김 유 창 ❖

고려대학교 산업공학과 학사
한국과학기술원 산업공학과 석사
한국과학기술원 산업공학과 박사
동의대학교 정보산업공학과 부교수
관심분야: 인간공학, 산업안전관리, 근골격계질환, 인간실수

❖ 류 영 수 ❖

동의대학교 정보산업공학과 석사
관심분야: 인간공학, 산업안전

논문 접수 일 (Date Received) : 2004년 07월 20일

논문게재승인일 (Date Accepted) : 2005년 02월 11일