

석유화학산업의 근골격계질환 실태에 관한 연구

- A Study on the Musculoskeletal Disorders in Petrochemical Industry -

박정식 *

Park Jung Sik

Abstract

After conducting an investigation of a specific workplace, 372 labor workers, who are employed at a certain domestic petrochemical company valve operating and maintenance processing section, were personally questioned about specific work-related ailments. According to the results, 57% of workers who were working in the petrochemical industry have suffered from pain-related musculoskeletal disorders in, at least, more than 1 body part. Specifically, there are more than 28% of workers suffering from pain in more than two body parts. Among the total work population, 18.8 % of workers are assumed to have a high probability of being diagnosed with musculoskeletal disorder. Also, according to the RULA checklist which evaluates environmental improvement conditions of the workplace, 76.7% of workplaces among the inspected areas have high hazardous work factors that are related to musculoskeletal disorder and needs to be improved upon and observed right away or in the foreseeable future.

The prior factor has a high correlation and pain rate which is due to an improper work posture. Originally, this improper work posture is caused mostly by ergonomically incorrect facility design. Furthermore, the structure of the workplace does not consider the worker's individual build.

Keywords : MSDs, CTD, RULA, NIOSH

1. 서론

최근 급증하고 있는 직업병 중 하나가 근골격계질환(MSDs)이다. 이러한 근골격계질환 재해가 집단적으로 발생하여, 발생한 근로자 및 가족, 주변사람이 신체적 피해 뿐만 아니라, 정신적·경제적인 피해를 받고 있으며, 산업현장에서 산업재해가 발생하면 기업 활동의 능력이 상실되고 경우에 따라 기업이 도산의 위기까지 초래하게 된다. 근골격계질환의 재해는 일단 발생하면 100% 치유가 어렵기 때문에 사전에 예방이 가장 중요하다고 할 수 있다. 2004년 노동부 통계자료에 따른 작업관련성 질병 발생을 살펴보면 <표 1>과 같다.

<표 1> 연도별 업무상 질병자 수

[단위:명(%)]

구분	총계	직업병								작업관련성질환				
		소계	진폐	난청	금속 및 중금속	유기용제	특정화학물질	기타	소계	뇌·심질환	신체부담작업	요통	기타	
2004	계	9,183	2,492	1,943	266	20	21	40	202	6,691	2,285	2,953	1,159	294
	요양자	7,895	2,046	1,522	266	18	17	30	193	5,849	1,497	2,953	1,159	240
	사망자	1,288	446	421	0	2	4	10	9	842	788	0	0	54
2003	계	9,130	1,905	1,320	314	19	33	58	161	7,225	2,358	2,906	1,626	335
	요양자	7,740	1,423	867	314	17	21	49	155	6,317	1,538	2,906	1,626	247
	사망자	1,390	482	453	0	2	12	9	6	908	820	0	0	88
증감률	계	53 (0.6)	587 (30.8)	623 (47.2)	-48 (-15.3)	1 (5.3)	-12 (-36.4)	-18 (-31.0)	41 (25.5)	-534 (-7.4)	-73 (-3.1)	47 (1.6)	-467 (-28.7)	-41 (-12.2)
	요양자	155 (2.0)	623 (43.8)	655 (75.5)	-48 (-15.3)	1 (5.9)	-4 (-19.0)	-19 (-38.8)	38 (24.5)	-468 (-7.4)	-41 (-2.7)	47 (1.6)	-467 (-28.7)	-7 (-2.8)
	사망자	-102 (-7.3)	-36 (-7.5)	-32 (-7.1)	0 (0.0)	0 (100.0)	-8 (-66.7)	1 (11.1)	3 (50.0)	-66 (-7.3)	-32 (-3.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	-34 (-38.6)

주) 노동부 통계자료(2004년)

<표 1>에서 보는 바와 같이 2003년을 기준으로 업무상 질병 자는 9,130명에서 9,183명으로 53명이 증가 하였고, 작업관련성 질병부분에서 신체부담부분은 2,906명이던 질병환자가 2,953명으로 47명이 증가 추세를 나타내고 있다. 이 중에서 사망자는 2003년 1,390명에서 2004년도 1,288명으로 7.3%(102명), 감소하였으나, 전체적으로 사망자와 요양 자를 포함한 증감 율에서도 2003년도 대비하여 사망자 102명(-7.3%), 요양 자 155명(2.0%), 합계 53명(0.6%)이 증가를 기록하고 있다. 노동부는 2003년 작업관련성 질병 7,225명에서 2004년도에는 6,691명으로 534명(-7.4%) 감소하고 있으나, 신체에 부담을 주는 작업으로 목, 어깨, 팔 부위가 저리고 아프거나 마비되는 증상으로 업무상 질병 판정을 받은 근로자가 2003년 2,906명에서 2004년 2,953명으로 47명(1.3%) 증가 한 것이다. 이처럼 근골격계 질환자가 급증한 이유는 정보화 및 공정 자동화가 급속히 진행되면서 장시간 컴퓨터를 사용하거나, 부적절한 작업 자세, 무리한 힘의 사용, 반복적인 동작 등의 작업을 하는 근로자가 많아 졌기 때문으로 분석된다[1,2]. 최근 근골격계 질환 발생 자는 증가하는 반면, 예방사업은 오히려 감소하고 있거나 예방사업의 운영이 미흡한 것으로 나타났다. 매년 근골격계 질환자 수는 증가 추세에 있으며, 잠재 인원 또한 무시 할 수 없는 상황이고, 그러나 국내의 경우 근골격계질환 예방활동을 할 수 있는 전문가도 부족하고, 추진할 조직이나 부서도 미비하며, 최고경영자의 근골격계질환 예방, 의지 및 지원도 부족한 현실이다. 아직은 미국의 전체 재해자 중 근골격계 질환자가 차지하는 비율의 34%에 미치지 못하는 못하지만 법규제정에 따른 홍보확대 등으로 점차 그 비율이 미국과 같이 높아 갈 것으로 예측된다. 근골격계질환 발생의 주요 원인을 보면 부적절한 자세, 무리한 힘의 사용, 반복적인 동작, 작업의 지속시간, 날카로운 면과의 신체접촉, 동력을 이용한 공구 사용 시 진동 등 부적절한 휴식, 찬 곳에서 오랜 시간 작업, 체격과 체력 등 개인적 요인이나 류마티스 관절염이나 당뇨병 등의 개인 질환, 정신, 심리적 요인 및 사회적 요인 즉 어느 한가지의 특정한 원인보다는 여러 원인이 복합적으로 작용하여 발생함을 알 수 있다[3,4,5]. 따라서 본 연구에서는 현재 우리나라 석유화학산업의 근골격계질환의 실태를 파악하고, 잘못된 작업장과 작업의 구성요소에 대한 분석을 통하여 근골격계질환과 관련한 직업적 위험요인을 분석하고, 파악된 요인들의 위험정도를 평가하여 위험요인과 근골격계질환의 연관성을 분석함으로써 국내에는 아직 자료가 충분하지 않은 근골격계질환에 대한 데이터를 축적하고 나아가 작업환경의 개선안 및 예방관리 프로그램 개발의 토대를 마련하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. 연구방법 및 과정

2.1 조사대상자

국내 L사의 작업공정 중에서 밸브조작공정과 정비작업공정에 근무하는 작업자 372명을 대상으로 1차 현장조사를 거쳐 개인 설문조사를 실시하였다. 조사대상자에 대한 기본적인 인적사항은 <표 2>에 나타나 있다. 372명의 설문조사 후 설문항목의 중요한

결측치나 이상이 없는 325명을 유효 응답자로 선정했다.

<표 2> 설문 응답자의 연령 및 인원

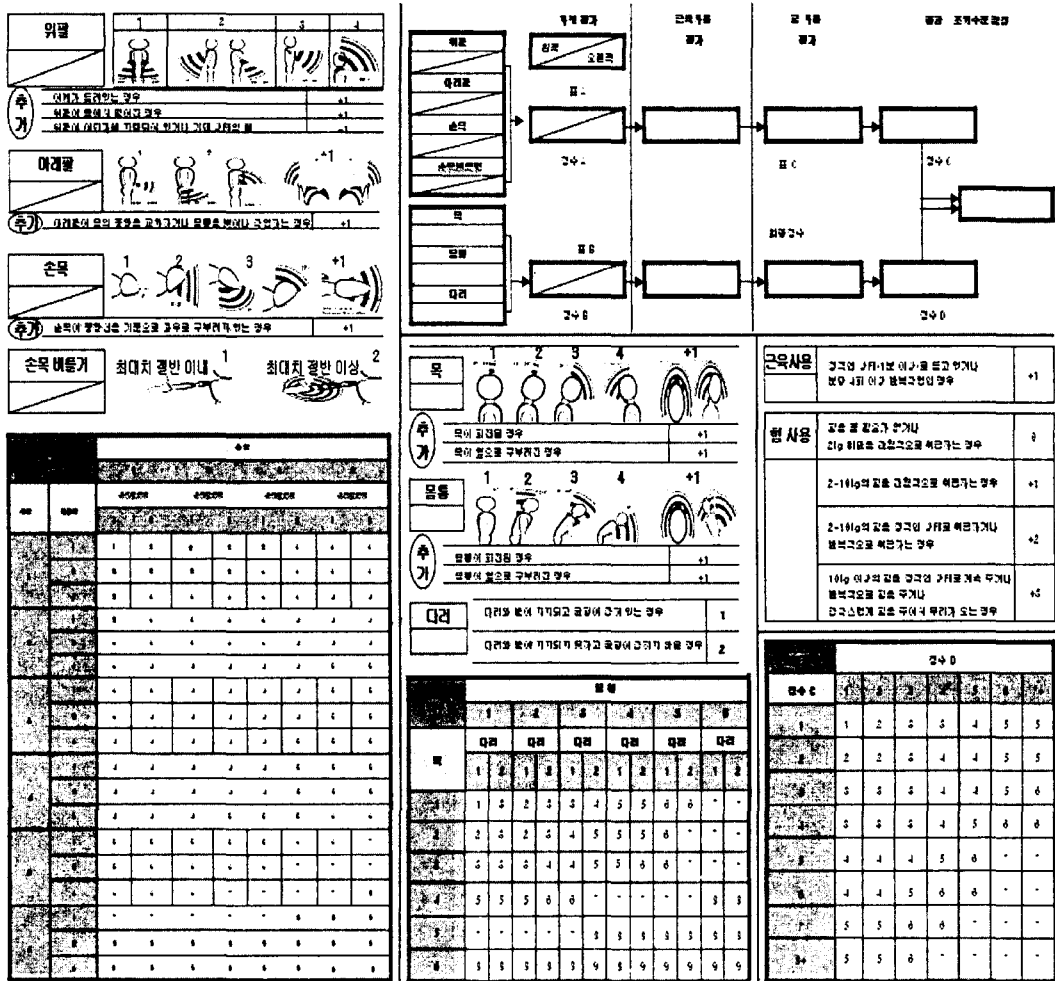
	나이(평균)	평균근무연수	인원(명)
밸브조작공정	51.8세	19년 8개월	166명
정비작업공정	42.3세	11년 3개월	159명
합계	47.1세	15년 6개월	325명

2.2 설문의 구성 및 교육의 실시

2.2.1 설문의 구성

본 연구에서는 먼저 국내의 석유화학산업 현장의 작업자에 대한 근골격계질환의 실태를 파악하고 작업공정에 따른 작업환경을 평가하기 위하여 조사대상 사업장의 작업자들에 대한 설문조사를 실시하였다.

설문지의 작성은 산업안전공단에서 표준으로 제시하고 있는 KOSHA COOD H-30-2003을 참조하여 작성하였다. 설문항목은 크게 개인의 신상에 관한 부분 및 각 신체 부위별 근골격계질환 관련한 증상조사와 작업자세에 대한 부분으로 구성하였으며 마지막으로 작업장의 근골격계질환 관련 위험도의 평가를 위해서 인간공학적 평가 도구인 RULA(Rapid Upper Limb Assessment, McAtamney and Corlett, 1993)를 이용하여 평가표를 구성하였다[6]. 설문지의 주요내용을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 신체부위의 유병율을 평가하는 항목으로는 응답자의 인적사항, 주요 신체 부위별 근골격계질환 관련 통증의 유무, 통증의 정도, 지속시간, 발생빈도, 기타 치료여부 등에 관한 내용으로 구성하였다. 둘째, 작업자세 및 작업장의 구조와 작업방법에 대한 부분에서는 주요 신체부위별로 작업 시 취해지는 고정된 작업자세의 유무 및 불안정한 작업자세에 대한 항목을 평가하였다. 마지막으로, 인간공학적 평가도구인 RULA 평가표를 통하여 작업장의 근골격계질환 관련 위험정도를 평가할 수 있게 하기위하여 각 평가항목을 작업자들이 쉽게 이해할 수 있도록 <그림 1>과 같이 RULA Worksheet를 작성하였다. 본래 인간공학적 평가도구인 RULA 평가표는 작업환경을 평가하는 조사전문가가 직접 현장에서 평가하여야 하나, 본 연구에서는 RULA 평가표를 작업자 스스로가 쉽게 사용할 수 있도록 각 항목에 대한 충분한 설명을 추가하여 작업자 본인이 직접 평가할 수 있도록 하였다.



<그림 1> RULA Worksheet

2.2.2 근골격계질환의 개요와 설문작성 방법에 대한 교육

설문조사에 앞서 각 공정별로 작업자를 대상으로 근골격계질환의 개요와 설문조사의 목적 및 작성방법, 특히 인간공학적 평가도구인 RULA 평가방법을 교육하였다. 이러한 교육을 통하여 작업자들의 근골격계질환에 대한 이해를 높임으로서 보다 효과적이고 객관적인 설문조사와 작업요인에 대한 평가가 이루어질 수 있도록 하였다.

3. 연구결과와 분석

본 연구에서 데이터의 분석을 위하여 자료입력은 Access를 이용하였으며 통계프로그램은 SPSS10.1을 사용하여 Descriptive Statistics 분석을 하였다. 설문조사에 따른 주요

항목에 대한 분석결과는 다음과 같이 요약된다.

3.1 작업자가 느끼는 통증 부위의 수

본 연구의 결과 <표 3>에서 볼 수 있듯이 전체 응답자중 57.0%의 인원이 적어도 한 개 부위 이상의 신체 부위에 통증이 있다고 응답하였으며, 두개 부위 이상의 신체부위에 통증을 호소하는 작업자도 전체의 28.0%에 달하는 것으로 나타났다.

<표 3> 신체 부위별 통증 여부(%)

통증여부	밸브작업공정	정비작업공정	평균(%)
없음	39.4	47.7	43.4
1부위	40.7	17.3	29.0
2부위	11.7	9.7	10.7
3부위	3.4	9.4	6.4
4부위	2.9	7.6	5.3
5부위	1.3	4.9	3.1
6부위	1.6	3.4	2.5
1부위 이상	61.6	52.3	57.0
2부위 이상	20.9	35.0	28.0

또한, 본 연구에서 실험의 정도를 높이기 위해서 두개의 공정(밸브작업공정, 정비작업공정)으로 나누어 분석한 결과 1개 부위 이상의 통증호소율은 밸브작업공정(61.6%)이 정비작업공정(52.3%) 보다 9.3% 높게 나타났다. 또한 이 결과는 밸브작업공정의 작업자들의 평균 연령 및 근무경력이 정비작업공정의 작업자들에 비해 높을 뿐 아니라 다른 작업장에 비해 가장 오래된 생산시설로서 건물 및 전반적인 작업시설 및 작업환경이 노후화되고 열악함에 따라 나타난 결과라고 분석된다.

3.2 작업자가 느끼는 통증 부위 및 정도

<표 4>에서 보듯이 작업자가 신체 부위 중 통증을 느끼는 부위를 분석한 결과 어깨 부분에 통증을 호소하는 사람이 41.6%로 제일 많았으며 그 다음으로 허리(33.7%), 손-손목-손가락(30.5%)순으로 나타났다. 본 연구 결과에서 밸브작업공정에서의 어깨부분의 통증을 호소하는 작업자가 많은 것으로 나타났다. 이는 석유화학산업의 특성상 다양한 밸브조작 작업이 이루어지며 밸브의 위치와 형태에 따라서 부적절한 상태와 자세에서 작업이 이루어지다보니 나타난 결과라고 생각된다. 그리고 정비사업소의 경우 목부위가 통증 호소율이 다른 공정의 작업에 비해 높게 나타났는데 이는 정비공정의 특성상 어깨 높이 이상의 위치에서 이루어지는 작업 및 정비 도중 목을 비트는 등의 불편한 작업자세를 유지하는 원인에서 오는 결과라고 볼 수 있다. 신체 부위별 통증의 정도를 평가하는 항목에서 항목①은 통증을 겨우 느끼는 정도, 항목②는 약한 통증,

항목③은 중간 통증, 항목④는 심한 통증, 항목⑤는 매우 참기 힘들 정도의 통증을 나타내는 경우로서, 1에서 5가지 다섯 단계로 표시하게 하였다.

각 신체 부위별 통증의 정도에 대한 항목의 분석결과 어깨에 통증을 느끼는 정도가 3.3으로서 가장 높게 나타났다. 대부분의 작업자들이 느끼는 통증의 정도가 1.8~3.3 사이에 분포하고 있어 참기 힘든 정도는 아니나 어깨의 뻣근함이나 시큰거림 정도의 아픔을 느끼고 있는 것으로 나타났다.

<표 4> 신체부위별 통증호소 부위와 정도

신체부위	비율(%)			통증정도(평균)
	밸브작업공정	정비작업공정	평균	
손-손목-손가락	34.5	26.5	30.5	2.6
팔-팔꿈치	8.6	13.8	11.2	2.4
어깨	48.3	33.6	41.0	3.3
목	23.4	34.9	29.2	3.0
허리	39.2	28.1	33.7	2.9
다리-발	8.5	9.7	9.1	1.8

3.3 각 신체 부위별 비정상적인 작업자세

각 신체 부위별 불안정한 작업자세를 평가하는 항목은 평소 작업 시에 해당 신체부위가 비틀어지거나, 옆으로 기울어지거나 또는 앞뒤로 숙여지는지 등의 여부를 평가하는 항목으로서 <표 5>에서 볼 수 있듯이 전체 응답자중 54.2%의 작업자가 1개 부위 이상의 불안정한 작업자세로 작업하고 있다고 응답하였으며, 2개 부위 이상의 불안정한 작업자세로 작업하고 있다는 응답자도 42.8%로 나타났다. 이를 신체 부위별로 보면 어깨부위를 불안정한 작업자세로 작업하는 경우가 51.7%로 가장 높게 나타났으며 다음으로 허리, 목 등의 순서로 불편한 자세를 취하고 있는 것으로 나타났다.

<표 5> 각 신체 부위별 비정상적인 작업자세

신체부위	인원수(명)	비율(%)	
			신체부위
각 신체부위별 불안정한 작업자세	손-손목-손가락	75	23.1
	팔-팔꿈치	89	27.4
	어깨	168	51.7
	목	123	37.8
	허리	154	47.4
	다리-발	94	28.9
	1개 부위 이상	176	54.2
	2개 부위 이상	139	42.8

3.4 유병률 분석

3.1~3.3에서 조사한 통증에 관한 조사결과를 바탕으로 현재 조사에 참가한 작업자 중에서 근골격계질환의 자료를 중심으로 군별에 대한 분석을 실시하였다. 여기서 말하는 유병자군이란 NIOSH 기준에 따라 증상호소에 따른 통증의 정도와 발생빈도, 그리고 통증의 지속기간 등에 따라 근골격계질환자일 확률이 높은 사람을 지칭한다. 그 판단 기준은 지난 1년 동안 손-손목-손가락, 팔-팔꿈치, 어깨, 목, 허리, 다리-발 중 어느 한 곳이라도 작업과 관련하여 통증이나 불편함을 느꼈다고 응답한 대상자 중 통증의 정도가 5점 척도에서 3점 이상이며 동시에 통증발생시 지속기간이 1주일 이상이거나 발생빈도가 1개월에 한번 이상인 경우로 하였다. 물론 근골격계질환이 퇴행성인지 작업과 관련된 질환인지의 판단은 정밀한 의학적 진단에 의해 판단되어야 하겠으나 현장에서 유병율을 조사하기 위하여 많은 비용이 드는 의학적 검진을 많은 인원을 대상으로 실시하기에는 현실적인 어려움이 있다. 따라서 대부분 경우 위에서 설명한 NIOSH 기준과 같은 주관적인 판단과 증상에 관한 정보들을 상호 분석하여 개략적인 유병율을 판단하고 유병율이 높은 작업장이나 작업자군을 대상으로 정밀조사를 실시하는 것이 효과적인 관리방법으로 사용되고 있다.

<표 6> 근골격계질환 통증 호소율

전체 통증 호소율	
유병자군	잠재적 유병자군
61명(18.8%)	103(31.7%)

유병률 분석결과 <표 6>에서 볼 수 있듯이 전체 조사 대상인 325명의 작업자중 18.8%에 해당하는 61명의 작업자가 근골격계질환의 발병확률이 매우 높은 유병자군으로 분류되는 것으로 나타났다. 그리고 현재 근골격계질환 유병자로 판단 할 수는 없으나 잠재적으로 근골격계질환이 발병할 확률이 비교적 높아 지속적인 관찰이 요구되는 잠재적 유병자군도 전체의 31.7%로 나타나 그 심각성을 나타내 주고 있다. 잠재적 유병자군의 기준은 지난 1년 동안 손-손목-손가락, 팔-팔꿈치, 어깨, 목, 허리, 다리-발 중 어느 한 곳이라도 작업과 관련하여 통증이나 불편함을 느꼈다고 응답한 대상자 중 통증정도가 5점 척도에서 3점 이하, 통증발생시 그 지속시간이 1주일 이하이거나 발생빈도가 1개월에 한번 이하인 경우를 기준으로 하였다.

3.5 인간공학적 평가도구인 RULA 평가결과

현재의 작업장이 인간공학적으로 설계되어 졌는지에 대한 객관적인 분석을 하기 위하여 현재 많이 쓰이는 RULA 점검표를 이용하여 작업장 평가를 실시하였다. 본 연구의 표본크기인 325명의 설문 대상자중 RULA 점검표에 적용할 수 있는 87명의 유효 응답자로 하여 분석하였다. RULA 점검표의 작업환경 평가단계는 총 7단계로 되어있으며, 1~2단계는 적

정한 작업환경을 의미하고, 3~4단계는 지금은 괜찮지만 앞으로 조사 및 분석의 대상 환경이라는 의미이며, 5~6단계는 작업환경의 개선단계로서 빠른 시일 안에 작업환경이 개선 및 조사, 분석되어야 한다는 평가결과를 의미한다. 마지막으로 7단계는 가장 위험도가 높은 작업장으로 즉각적인 조치와 작업환경의 개선이 이루어져야 하는 수준으로 평가하였다.

<표 7> RULA 점검표 평가결과

	1~2단계	3~4단계	5~6단계	7단계
밸브작업공정	5.4	23.7	27.4	46.9
정비작업공정	5.9	19.0	33.5	45.4
평균	5.7	21.4	30.5	46.2

<표 7>에서 볼 수 있듯이 설문 응답자 중 전체의 46.2%에 해당하는 작업장이 7단계 평가 즉 즉시개선이 이루어져야 한다는 결론이 나왔다. 또 작업장 개선단계에 포함되는 5,6단계의 비중이 30.5%로 나타나 본 조사대상 공정은 전체 작업장 중 76%이상이 개선되거나 보다 세밀한 작업환경 분석 및 조사가 이루어져야 한다는 결론이 나오게 되었다. 이는 앞에서 분석한 작업자들의 유병율을 뒷받침 해 줄 결과라고 볼 수 있다. 특히 밸브작업공정의 경우 응답자의 74.3%가 평가결과 5단계 이상 즉 작업환경개선이 필요한 결과로 나타났다. 이 결과는 다른 공정에 비해 밸브조작작업에 대한 작업장 부대설비가 떨어지며 아주 불편한 작업자세를 많이 포함하는 특유의 작업장환경에 기인한 결과로 해석된다.

4. 결 론

국내의 근골격계질환의 실태는 매우 심각한 수준임에도 이에 대한 정확한 현황에 대한 자료는 물론 예방대책 또한 체계적이지 못한 실정이다. 우리나라의 산업구조가 앞으로 많은 부분 미국 또는 구미의 선진국의 구조를 따라갈 것이라는 가정 하에서 볼 때 근골격계질환의 발생율이나 심각성은 당분간 더욱 심화될 것이며 이에 대한 국가적 차원에서의 예방대책의 마련이 시급한 실정이다. 따라서 우선적으로 제조업은 물론 사무작업을 포함하는 전반적인 산업분야에서의 근골격계질환의 실태의 파악을 위한 종합적이고 객관적인 조사가 이루어져야 할 것이며, 작업환경의 개선을 위한 인간공학 분야의 많은 연구와 조사가 이루어져야 할 것이다. 특히 근골격계질환과 관련한 직업적 위험요인과 그 수준을 파악하고 분석하여 안전하고 건강한 노동환경을 위한 개선 및 예방 프로그램의 개발에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

본 연구결과에서 보면 석유화학산업에 근무하는 작업자의 57%가 적어도 한군데 이상의 신체부위에서 근골격계질환과 관련한 통증을 경험하고 있는 것으로 나타났다. 특히 2개 부위 이상에 통증을 호소하는 작업자도 28%인 것으로 나타났다. 이중 근골격계질환을 앓고 있을 가능성이 매우 높은 유병자로 추정되는 작업자는 전체 조사대상자의 18.8%에 해당되는 것으로 나타났다. 또한 작업장의 환경개선 여부를 평가한 RULA 점검표 분석결과에 따르면 조사대상 작업장의 약 76.7%가 지금 당장 또는 빠른 시간내에 작업환경의 개선과 관찰을 요하는 근골격계질환과 관련한 작업요인의 위험도가 높

은 것으로 나타났다. 이러한 높은 통증호소율과 유병율을 보이는 가장 큰 직업적 요인으로는 역시 불편한 작업자세가 가장 크게 작용하는 것으로 분석되었다. 근원적으로 이러한 불편한 작업자세는 많은 경우 작업자의 특성을 고려하지 않은 잘못된 작업장의 높이, 작업방향, 작업장의 구조와 같은 원인에 기인한다.

조사대상이 되었던 사업장의 근골격계질환의 발생을 예방하기 위한 대책은 크게 두 가지 방향으로 접근되어야 할 것으로 판단된다. 첫째, 단기적인 대책으로는 잘못된 작업장의 구조화 작업방법 등에 따른 불편한 작업자세의 개선을 위하여 작업대의 높이와 작업의 방향, 수공구의 개선과 같은 인간공학적 개선방안이 적용되어야 할 것으로 판단된다. 둘째, 장기적인 대책으로는 구조조정과 경영합리화 과정에서 높아진 노동강도(작업속도, 휴식시간의 비율 등)가 작업자에 미치는 영향을 분석하여 근골격계질환을 유발하지 않는 안전한 수준의 작업강도를 산정하는 방안의 접근이 이루어져야 하며 이를 위해서는 노사간에 합의할 수 있는 객관적인 방법과 기준에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 김양욱, 박종, 류소연, 전자렌지 조립작업자에서 발생한 경견완증후군의 조사 연구, 대한산업의학회지 제7권 제2호, (1995)
- [2] 김창선, 김광중, 최재욱, 윤수중, 자동차 조립공장 근로자의 누적외상성질환 자각증상 호소율과 관련 위험요인, 한국산업위생학회지 제11권 제1호, 2001.
- [3] 김철홍, 국내 자동차산업의 근골격계질환 실태에 관한 연구, 산업경영시스템학회지 제24권 제67집, (2001)
- [4] 양성환, 김대성, 최정화, 작업관련 근골격계질환의 인간공학적 실태조사 및 분석, 생산성논집 제15권 제1호, (2001)
- [5] 진춘국, 근골격계질환 증상분석을 통한 개선방안에 관한 연구, 석사학위논문, 조선대학교 대학원, (2006)
- [6] McAtamney, L. and Corlett, E., RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, Applied Ergonomics, 24(2), 1993 : 91-99

저 자 소 개

박 정 식 : 조선대학교 산업공학과에서 학사, 석사학위를 취득하였고, 조선대학교 산업안전공학과에서 공학박사를 취득하였다. 현재 W-MSD(작업관련성 근골격계질환)연구소 소장이며, 조선대학교 대학원 산업안전공학과 겸임교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 인간공학 및 안전공학 등이다.

저 자 주 소

박 정 식 : 광주광역시 동구 서석동 290 조선이공대학 1호관 403호