

근골격계 질환 유해요인 감소를 위한 플라스틱 제품 제조업체의 작업환경 개선 사례연구

강 영 식* · 조 문 선** · 양 성 환**

*세명대학교 보건안전공학과 · **국립한국재활복지대학 의료보장구과

Case Study of Working Environment Improvement at Plastic Product Companies for Reducing the Musculoskeletal Disorders Risk Factors

Young-Sig Kang* · Mun-Son Cho** · Sung-Hwan Yang**

*Dept. of Occupational Health and Safety Engineering, Semyung University

**Dept. of Prosthetics & Orthotics, Korea National College of Rehabilitation & Welfare

Abstract

The goal of this study is to propose the effective method of investigating the injurious factors and make improvement plans that prevents the workers against musculoskeletal disorders at plastic product companies and the same business field with similar working conditions and process. A questionnaire are adopted to analyze the symptoms of workers' musculoskeletal disorders, and ergonomic assessment methods such as RULA, OWAS are performed to find out harmful factors of workplace and working posture.

Based on the result of the evaluation, to enhance the working environment, improvement of worktable, working space, tools, and outfit was suggested, and induction of mechanical system was also suggested.

It can be concluded that the method and process described in this paper could be helpful for diagnosing the musculoskeletal disorders risk factors and making improvement plans to the plastic product companies and the same business field with similar working conditions and process.

Keywords : Working Condition, Ergonomic Approach, MSDs

1. 서 론

최근 근로복지공단에서 인정된 전체 업무상 질병자 중 근골격계 질환자 수는 2002년 1,827명에 불과하던 것이, 2007년 7,723명으로 대폭 증가하였다[3]. 이와 같이 우리나라의 근골격계 질환자 수는 3년마다 도래하는 근골격계 유해요인 조사 시점과 맞물린 질환자 수의 증감요인을 제외한다면 지속적으로 증가하는 추세에 있으며, 2007년을 기준으로 보면 전체 업무상 질병

자수의 67.3%가 근골격계 질환자에 해당할 정도로 그 중요도는 매우 높아져 가고 있는 실정이다. 따라서, 기업들의 근골격계 질환 유해요인 조사에 대한 관심은 지속적으로 증가할 수 밖에 없는 환경이 조성되고 있으며, 사업장 내 설비의 신설 및 개선에 있어서도 작업자들의 근골격계 질환 유해요인 감소가 중요한 인자로 부각되고 있다. 하지만 이러한 유해요인 부담작업의 감소를 위한 설비의 개선에 있어서 가장 큰 난점은 업종별로 작업방법이 상이하다는 데에 있으며, 이는 곧 업

† 교신저자: 조문선, 경기도 평택시 장안동 5-3

Tel: 031-610-4814, E-mail: mscho@hanrw.ac.kr

2009년 4월 접수; 2009년 5월 수정본 접수; 2009년 5월 게재확정

중별, 작업형태별로 개선방법이 달라야 함을 의미한다.

본 논문에서는 경기도 지역에 위치한 소규모 플라스틱 제품을 생산하는 중소 사업장 12개를 대상으로 한 근골격계 부담작업 유해요인 조사 및 설비개선 방안도출에 관한 사례연구를 통하여, 비슷한 유형의 생산현장에 대한 조사 및 개선 방법에 대한 노하우를 공유하고자 한다. 이를 위한 방안으로 먼저 설문조사를 통하여 작업자들의 근골격계 질환의 전반적인 증상을 파악한 후, 인간공학적 평가기법을 사용하여 주요 공정별 작업자세 분석 및 해당 공정의 정량적, 정성적 평가를 통해 유해요인을 찾아내고 그 결과를 바탕으로 작업환경 개선안을 제시하였다.

2. 연구방법

2.1 대상 및 자료수집

본 연구는 경기도에 위치한 4인에서 270인 규모의 중소규모 플라스틱 제품 제조업체 12개에 근무하는 현장 근로자 673명을 대상으로 이루어졌으며, 해당 사업장은 합성수지 원료를 이용하여 플라스틱 제품을 생산하는 중소 사업장이다. 유해요인 조사는 12개 사업장내의 전 현장 근로자들을 대상으로 하여 근골격계 관련 질환 증상의 설문조사를 실시를 통하여 전체 근로자들의 근골격계 질환 현황을 파악하였으며, 이를 바탕으로 작업자세에 대한 동작분석 및 인간공학적 평가를 실시하였다.

2.2 평가방법

인간공학적 평가를 위한 평가기법은 다양하게 개발

되어 있으나, 본 연구에서는 비디오카메라 및 디지털 카메라를 사용한 관찰을 통해 유해요인을 파악하고, 작업 형태에 따라 적절한 정량화 평가기법을 사용하였다.

근로자와 조사자의 관찰결과로부터 근골격계 노출의 위험정도를 정량적으로 파악하기 위하여 QEC(Quick Exposure Checklist)를 사용하였으며, 작업 형태에 따라 작업자세가 문제가 되는 경우에는 즉, 작업 형태에 따라 상지쪽의 동작이 추가 되는 경우에는 RULA(Rapid Upper Lim Assessment ; 이하 RULA)를 사용하였으며, 하지쪽의 동작이 추가 되는 경우에는 OWAS (Ovako Working posture Analysing System ; 이하 OWAS)를[6] 사용하였으며, 상하지가 모두 문제가 되는 작업자세의 경우에는 REBA(Rapid Entire Body Assessment)를[8] 사용하였다. 평가를 위해 모든 작업모습을 정지영상과 동영상으로 기록하였으며, 이를 토대로 작업환경 및 작업자와의 면담내용 등을 복합적으로 고려하여 작업환경 개선안을 제안하였다.

3. 근골격계 질환 유해요인 조사를 통한 작업환경 개선

3.1 대상 작업장의 특성

평가 대상 작업장들은 라인의 대부분이 반자동화가 되어 있는 상태이며, 제조공정은 품목별로 다소 상이하나, 공통적으로 원료투입 → 가공 → 조립 → 검사/포장 → 출하의 공정을 가지고 있다. 생산 제품에 따라 다소간의 차이는 있으나, 대부분의 생산공정이 자동화 되어 있었으며 인력작업은 이들 자동화 라인에 대한 원료투입 및 가공된 제품을 마무리하거나, 중간가공 제원료

<표 1> 설문조사 결과

증상경험자 비율	45.8 %					
각 부위별 증상경험비율	목	어깨	팔/팔꿈치	손/손목/ 손가락	허리	다리/발
	11.1 %	72.2 %	5.6 %	11.1 %	16.7 %	16.7 %

(a) 증상경험자 비율 및 각 부위별 증상 경험 비율

통증의 지속기간	1일미만	1일이상 -1주일미만	1주이상 -1달미만	1달이상 -6달미만	6달이상
	9.8 %	58.3 %	20.8 %	8.0 %	3.1 %
통증의 정도	약한 통증	중간통증	심한통증	매우심한통증	
	69.2 %	19.3 %	9.3 %	2.2 %	
통증의 발생빈도	6개월에 1번	2-3달에 1번	1달에 1번	1주일에 1번	매일
	16.7 %	25.0 %	33.3 %	20.8 %	4.2 %

(b) 통증의 지속기간, 정도 및 발생 빈도

투입 및 가공된 제품을 마무리하거나, 중간가공 제품을 다음 공정으로 이동하는 작업 및 완성된 제품을 검사, 포장해서 출하하는 공정에 투입되는 특징을 보였다. 재료 및 중간 가공제품을 이동하는 과정에서 인력을 요구하는 작업의 특성상 주로 허리 및 어깨를 사용하는 공정이 많은 특징이 관찰되었다.

3.2 설문 조사 및 결과요약

설문은 한국산업공단의 근골격계 질환 증상조사표(KOSHA CODE H-30-2003)를 사용하여, 11개 사업장 내의 모든 현장근로자를 대상으로 실시하였다. 총 참여 인원은 411인으로 전체 현장근로자 중 61.1%의 작업자가 설문에 응답하였다.

설문조사 결과를 살펴보면 응답자 중 45.8%의 작업자가 증상을 경험 하는 것으로 조사되었으며, 유경험자 중 72.2 %의 작업자가 어깨부위에 통증을 느끼고, 허리, 다리 순으로 통증순위가 조사되었다. 따라서 조사대상 작업장에서 가장 큰 위험요인은 원료 및 제품의 이동 등으로 인한 작업형태상의 문제점 및 작업점 등의 문제점을 내포하고 있을 것으로 추정해 볼 수 있다.

통증의 지속기간에 대한 설문조사에서는 근골격계 질환 유경험자 중 31.9 %의 작업자가 1주일 이상의 통증 지속기간을 가지는 것으로 나타났으며, 근골격계 질환 유경험자 중 30.8%의 작업자가 중간정도 이상의 통증을 호소하고 있음을 알 수 있다. 또한, 증상의 빈도 측면에서 1달에 1번 이상 증상이 나타나는 유경험자는 전체의 58.3 %로 나타났다. (참고 : KOSHA CODE H-28-2002의 평가 기준은 관련 증상이 적어도 1주일 이상 지속되거나, 지난 1년간 1달에 1번 이상 증상이 발생하며 증상의 정도는 중간 정도 통증(3점)을 호소하는 경우를 근골격계 질환이 의심되거나 질병으로 발전될 가능성 평가 기준으로 채택하고 있음)

증상에 관련된 설문조사를 종합해 보면 유경험자 중 최소 30.8%, 전체 근로자를 기준으로 했을 경우 전체 근로자의 11.0%의 근로자가 근골격계 질환이 의심되거나 질병으로 발전될 가능성이 있다는 것을 알 수 있다.

이는 기업측이 근골격계 질환의 유해요인의 제거에 관심을 가지고 적극적으로 대처하지 않을 경우 즉각 근골격계 질환으로 발전할 가능성이 있는 근로자의 숫자에 해당하며 보다 적극적인 기업의 대처가 요구되는 설문조사 결과라고 볼 수 있다.

3.3 작업 공정별 근골격계 질환 유해요인 조사 및 작업환경 개선

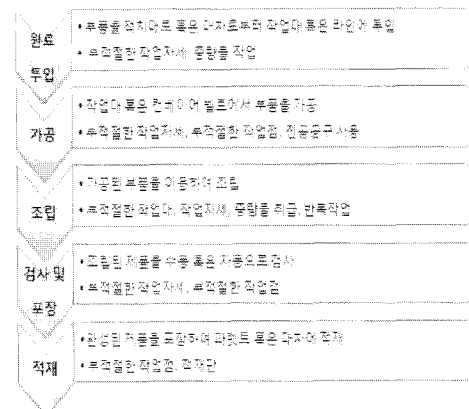
근골격계 유해요인 조사는 11개 대상 사업장의 완전 자동화 공정을 제외한 전체 공정을 대상으로 실시하였다. 각 사업장의 생산품에 따라 세부적인 공정은 다소 상이했으나, 대체적으로 <표 2>와 같은 공정을 거쳐 제품을 생산하고 있다. 본 연구에서는 각 공정의 작업 특성을 고려하여 근골격계 부담 작업에 대한 유해요인 조사를 실시하였으며, 평가결과에 따라 적절한 개선대책을 제시하였다. 3.3.1~6절에 주요 공정에 대한 평가결과와 개선대책을 수록하였다.

3.3.1 원료투입 공정

원료투입 공정은 기본적으로 자동화 혹은 반자동화 라인에 원료를 투입하는 공정으로 일부 라인의 경우 자동화가 되어 있으나, 대부분의 라인에서는 인력투입의 형태로 작업을 하고 있다. <그림 1>은 자동차 부속품을 제작하는 사업체의 원료 투입공정으로, 원재료를 라인에 투입하는 과정에서 바닥에 적재되어 있는 포장되어 있는 25 kg의 원료를 인력으로 인양하여 라인에 투입하는 작업으로 작업시 상당한 인력과 허리 굽힘을 요구하고 있으며, 재료의 손잡이가 따로 없어 파지시 상당한 악력이 요구되며, 원료의 무게가 25 kg으로 1일 10회 이상 인양작업을 할 경우 근골격계 유발작업에 해당될 수 있는 작업이다.

<표 3>에서 QEC의 분석결과를 살펴보면 노출비율이 53.4%로 위험도가 높은 그룹에 속하는 작업으로 평가 되었으며, 허리 부위의 점수가 가장 크게 나타나 이 부위의 유해요인이 가장 큰 것으로 평가되었으며 RULA 분석결과로도 최종점수가 7점으로 즉시개선을 요망하는 수준으로 조사되었다.

<표 2> 주요공정과 위험요인



이와 같은 자재투입 공정에서의 최우선적인 개선방안은 높이조절식 이동형 대차나 리프트를 채용하여 이동거리의 단축과 작업점 높이를 조절하는 것이며, 차선책으로는 입고되는 원료의 단위를 25 kg이하로 낮추는 방안과 작업자가 담당하는 원료의 투입횟수를 조절하는 방안등으로 감안할 수 있다. 또한, 원료인양시 미끄럼 방지용 장갑을 사용함으로써 파지시 악력을 상당부분 감소시키는 방향으로 작업방법 및 설비를 개선할 수 있다.

3.3.2 가공공정

가공공정은 투입된 원료를 분쇄, 발포, 성형, 사출 등을 하는 공정으로, 가공의 주요작업은 대개 자동화된 라인에 의해 실행되며 인력은 주로 가공된 중간제품 혹은 완제품의 마무리 작업이나 조립공정으로 제품을 이송하는 작업에 투입된다. <그림 2>는 플라스틱 육조 생산 업체의 가공공정으로, 믹싱된 반제품을 탈형작업하는 과정에서 작업점이 낮아 작업자가 목과 허리를 구부린 자세로 쪼그려 앉아 작업하는 형태를 띄고 있어 요통의 발생 가능성이 상존하는 공정이다.



<그림 1> 원료투입 공정

<표 3> 인간공학적 평가도구를 사용한 자재투입 공정의 분석결과

평가 도구	QEC			
	분석 내용	허리	30	어깨/팔
손목/손		26	목	6
결과	작업자 점수		6	
	최종 합계		94	
	노출 수준		53.4%	

평가 도구	A분석 (팔, 손목)	B분석 (목, 몸통, 다리)	C분석 (근육, 무게)		최종점수
			행	열	
RULA	3	6	7	10	7



<그림 2> 가공공정

<표 4> 인간공학적 평가도구를 사용한 조립 공정의 분석결과

평가 도구	OWAS			
	분석 내용	허리	4	하지
상지		1	무게	1
결과	AC		4	

평가 도구	A분석 (팔, 손목)	B분석 (목, 몸통, 다리)	C분석 (근육, 무게)		최종점수
			행	열	
RULA	2	3	5	6	7

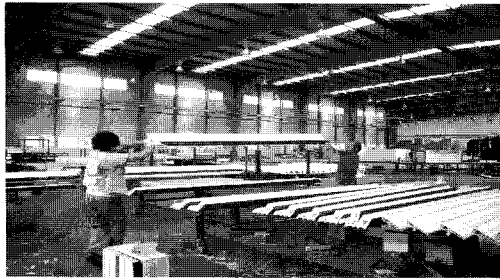
<표 4>에서 이 공정에 대한 OWAS 분석결과를 살펴보면 최종결과 AC가 4점으로 즉각적인 개선을 요망하는 수준임을 알 수 있으며, RULA 분석결과로도 위험도가 가장 높은 그룹의 작업으로 분류되었다.

이 공정의 개선안으로는 우선 다리 근육 및 요추부 압박을 줄일 수 있도록 무릎 보호대를 제공하고, 등받이가 있는 간이 의자를 제작하여 활용할 수 있도록 함으로써 과도한 허리 움직임을 경감시킬 수 있다.

3.3.3 조립공정

조립공정은 가공이 완료된 재료를 이용하여 본딩, 압착, 결합 등의 작업을 하는 공정으로 대부분 작업속도는 빠르지 않으나, 반복도가 높고 중량물을 취급하는 공정이 많은 것이 특징이다.

<그림 3>은 PVC 창호를 생산하는 사업체의 조립공정으로, 가공공정에서 생산된 창호틀에 보강심을 조립하여 이를 인양하여 이동카트에 신는 작업이다. 이 작업은 15~20 kg의 제품을 작업대에서 두 팔로 인양하여 이동카트에 신는 과정에서 제품의 낙하를 방지하기 위하여 이동카트에 설치된 봉으로 인하여 제품을 어깨 높이 이상으로 들어야 하는 문제점을 가지고 있다.



<그림 3> 조립공정

<표 5> 인간공학적 평가도구를 사용한 조립 공정의 분석결과

평가도구	OWAS			
	분석내용	허리	2	하지
	상지	3	무게	2
결과	AC		3	

<표 5>에서 OWAS 분석결과를 살펴보면 최종결과 AC가 3 점으로 빠른 시일내에 개선을 요망하는 수준으로 분석되었다.

이 공정의 경우 제품낙하 방지를 위해 설치한 봉으로 인해 부적절한 작업자세가 나타나고 있어, 이를 방지하기 위해 봉을 상하 수직 조절식이나 회전 조절식으로 개선하여 조립이 완료된 봉을 수평으로 이동시킬 수 있도록 하는 것이 가장 확실한 개선방법이다.

3.3.4 검사 및 포장공정

포장공정은 완제품을 인력 혹은 자동화 기기를 이용하여 검사한 후 포장하는 공정으로 일부 작업장의 경우 제품의 끝 마무리까지 포함한다.

<그림 4>는 전선관을 제작하는 사업체의 검사 및 포장공정으로, 제품을 육안으로 검사하여 마무리가 깔끔하지 않은 제품을 칼을 이용하여 손질한 후 납품용 상자에 담는 작업이다. 이 작업은 별도의 작업대가 없이 쪼그려 앉거나 간이의자를 사용함으로써, 허리, 어깨 등의 신체 부담이 증가하여 근골격계 질환의 발생 가능성이 예측되며, 사용중인 칼 또한 적절하지 못한 손잡이로 인하여 안전사고의 위험이 있다.

<표 6>에서 이 공정에 대한 REBA 분석결과를 살펴보면 평가결과 최종점수 9점으로 Action Level 3에 해당되어, 해당 공정의 위험도는 빠른 시일내에 개선이 필요한 위험도가 높은 수준으로 평가되었다.

이 작업은 현재 별도로 마련되어 있지 않은 작업대를 설치하고 높낮이 조절가능한 의자를 지급하며, 손이 놀리지 않고 적절한 마찰이 있는 손잡이가 있는 칼로 현재의 작업도구를 대체함으로써, 현재의 유해요소를 상당부분 제거할 수 있다.



<그림 4> 검사 및 포장공정

<표 6> 인간공학적 평가도구를 사용한 포장공정의 분석결과

평가도구	REBA			
	분석내용	몸통, 목, 다리평가	5	Load /Force
윗팔, 아래팔, 손목평가		4	Coupling	2
Activity Score		1		
결과	최종 점수	9		
	노출 수준	3(위험 높음)		

3.3.5 적재공정

적재공정은 포장된 제품의 이동을 위해 팔레트 및 대차로 옮기는 공정으로 대개 이 과정에서 허리굽힘 및 어깨돌림이 발생하게 되며 중량물을 취급하는 공정에 해당하는 경우가 많다

<그림 5>는 반도체용 필름을 제작하는 사업체의 적재공정으로 완제품 박스를 팔레트에 적재하는 작업으로, 4-5단 (2m 이상의 높이)으로 적재함으로써 작업시 박스를 든 상태에서 팔을 머리 위 높이로 들어올려야 하기 때문에 어깨, 허리 등 신체부담이 증가하는 공정상의 특징을 보여 주고 있다.

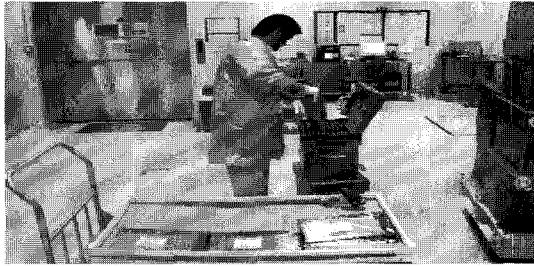
<표 7>에서 QEC의 분석결과를 살펴보면 노출비율이 48%로 지속적인 관찰이 요망되는 작업으로 평가되었으며, 어깨와 손, 손목 부위의 점수가 가장 크게 나타나 이 부위의 유해요인이 가장 큰 것으로 평가되었으며 RULA 분석결과 최종점수가 6점으로 개선을 요망하는 수준으로 조사되었다.

이 공정의 경우 과도하게 높은 적재단이 문제이므로, 작업이 무릎이상, 어깨 이하의 높이에서만 이루어질 수 있도록, 최하단을 없애고, 어깨 높이 이상의 적재단 이상으로 쌓지 않도록 작업방법을 변경하는 것이 가장 우선적으로 고려해야할 사항이다.

3.3.6 플라스틱 제품 제조업체의 공정별 특징 및 작업환경 개선안

<표 8>에 본 연구에서 조사, 분석된 플라스틱 제품 제조업체의 공정별 특징 및 개선안이 요약되어 있다.

이를 다시 한 번 정리하면 다음과 같다.



<그림 5> 적재과정

<표 7> 인간공학적 평가도구를 사용한 적재과정의 분석결과

평가 도구	QEC			
	분석 내용	허리	24	어깨/팔
손목/손		26	목	6
결과	작업자 점수		14	
	최종 합계		84	
	노출 수준		53.4%	

평가 도구	A분석 (팔, 손목)	B분석 (목, 몸통, 다리)	C분석 (근육, 무게)		최종점수
			행	열	
RULA	3	2	6	5	6

첫째, 생산품에 따라 다르기는 하나, 공통적으로 원료투입 공정에 중량물 취급작업이 집중되는 특징을 보이고 있다. 따라서, 이로 인한 위험성을 저감하기 위해서는 근본적으로 원료의 포장단위를 대부분의 사업체에서 채용하고 있는 25-30 kg대신 20 kg이하의 소포장 단위로 바꾸는 것이 바람직 하며, 이와 더불어 이동식 리프트나 높이 조절식 대차의 사용으로 중량물 작업으로 인한 유해요인을 감소시키는 방안의 도입이 필요하다. 또한, 이와 같은 방안이 비용의 문제로 실행이 어려울 경우 2인 1조로 작업하는 방안도 고려해 볼 수 있다.

둘째, 업계의 특성상 적절한 작업대를 채용하지 않고 작업을 하는 소규모 사업체가 많은 특징을 가지고 있다.

이는 제품의 특성상 그다지 중량이 많이 나가지 않는 관계로 많은 사업체에서 작업대 사용없이 그냥 작업장 바닥에 놓고 하는 경우가 많았다. 작업의 성격에 따른 적절한 작업대의 채용은 근골격계 질환 유해요인 감소의 가장 기본적인 사안으로 적절한 작업대가 채용되지 않은 사업체는 우선적으로 이의 도입을 검토해야 할 것이다.

셋째, 포장 및 적재과정의 작업점 문제가 상존해 있다. 이 부분은 대부분의 업종에서 공통적으로 가지고 있는 문제점으로 제품의 포장 및 적재과정은 대개 인력으로 작업하게 되며, 이 경우 적재단의 문제와 더불어 중량물 취급 문제점이 발생한다. 이 문제점의 경우 적재단을 제한하고, 중량물 취급시 이동거리 및 작업점 조절을 위해 이동식 리프트 및 높이 조절형 대차의 도입을 검토하여야 할 것이다.

이상과 같은 사항들을 잘 고려하여 개선안을 수립하여야 하며, 개선의 우선순위는 비용대비 효과의 관점에서 결정하여, 단기적, 장기적으로 개선해 나가야 한다.

4. 결론

플라스틱 제품 제조업체의 경우 생산하는 제품의 특성상 다른 업종에 비해 중량물 취급 공정의 비율이 그렇게 높지는 않은 편이며 주로 원료투입 공정에 중량물 취급공정이 집중되어 있다. 또, 대부분의 사업체가 소규모로 운영되다 보니 작업대의 설치와 같이 근골격계 질환 유해요인 감소를 위한 기본사업체가 소규모로 운영되다 보니 작업대의 설치와 같이 근골격계 질환 유해요인 감소를 위한 기본적인 사안도 지켜지지 않는 경우가 많았다. 이러한 요인들로 인해 타 업종에 비해 취급하는 제품의 중

<표 8> 공정별 작업특성 및 작업환경 개선안

공정	공정특성	평가결과	개선안
원료투입	인력투입작업 중량물 작업	QEC : 53.4% RULA : 7	- 높이조절식 이동형 대차, 리프트 사용 - 이동거리, 작업점 단축 - 원료입고단위 조절, 투입회수 조절 - 장갑사용
가공	부적절한 작업자세 부적절한 작업점	OWAS : 4 RULA : 7	- 작업대 높이조절 - 무릎보호대 제공 - 작업자세 조절용 간이의자
조립	높은 반복도 중량물작업	OWAS : 3	- 작업대 높이조절 - 작업대 개선
검사 및 포장	반복도	REBA : 3	- 인간공학적 의자제공 - 적절한 작업도구 제공
적재	부적절한 작업점 적재단	QEC : 53.4% RULA : 6	- 적재단 조절 - 높이조절식 이동형 대차, 리프트 사용

량이 그다지 높지 않음에도 불구하고 근골격계 질환 유해요인이 상당할 것으로 예측할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 근골격계 질환 유해요인 감소의 관점에서 플라스틱 제품 제조업체의 설비개선 방안을 살펴보았다. 이를 위해 경기도내 위치한 12개의 사업체를 대상으로, 증상 설문 조사를 통해 근로자들의 근골격계 질환 증상의 현황을 파악하였으며, 약 45.8%의 작업자가 근골격계 질환에 대한 유경험자로 조사되었으며, 전체 작업자중 11.0%의 작업자가 근골격계 질환이 의심되거나, 질환으로 발전된 가능성이 있는 것으로 조사되었다.

작업 공정별 근골격계 부담작업의 유해요인 조사결과 공통적으로 원료투입 공정에 중량물을 취급하는 사업체가 많았으며, 인력작업시 적절한 작업대나 작업의자, 도구를 지급하지 않음으로 인한 유해요인도 관찰되었다.

따라서, 이와 같은 사업체의 근골격계 부담작업의 유해요인 개선을 위해서는 원료투입 공정에서 중량물 인양을 위한 높이조절용 리프트, 원료의 입고 단위 변경 등의 개선이 필요한 것으로 판단되며, 인체공학적 공구의 채용도 같이 고려되어야 할 것으로 볼 수 있다. 또한, 작업대 및 작업의자의 설치와 같은 가장 기본적인 사안의 경우 최우선적으로 설치를 고려해야 할 것으로 판단할 수 있다. 본 연구에서는 플라스틱 제품 제조업체 중 12개 업체만을 대상으로 하였기 때문에 여기에서 고려하지 못한 공정이나 작업형태도 있을 것으로 생각된다. 따라서, 본 연구의 결과가 모든 플라스틱 제조업체의 설비개선에 완벽한 해답을 줄 수 없음을 몰라도, 동 업종의 근골격계 질환 유해요인 조사 및 개선을 위한 접근방안 수립에 있어 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

5. 참 고 문 헌

[1] 한국산업안전공단 안전작업 기술지침(KOSHA-CODE집), (2002).
 [2] 한국산업안전공단 안전작업 기술지침(KOSHA-CODE집), (2003).
 [3] 한국산업공단, 산업재해통계, <http://www.kosha.or.kr>
 [4] McAtamney, L. and Corlett, E.N, "RULA: A Survey Method for the Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders", Applied Ergonomics, Vol. 24 No.2, (1993) : 91-99.
 [5] McAtamney, L, Hignett, S, "REBA: a rapid entire body assessment method for investigating work related musculoskeletal disorders", Proceedings of the Ergonomics Society of Australia, (1995) : 45-51.
 [6] Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A, "Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation",

National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS, NIOSH Publication, (1994) : 94-110.

[7] Moore, J. S., and Garg, A, "The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders", AIHA Journal, Vol.56 No.5, (1995) : 443-458.
 [8] United Auto Workers-General Motors Center for Human Resources, "UAW-GM Ergonomics Risk Factor Checklist RFC2", Health and Safety Center, (1998).

저 자 소 개

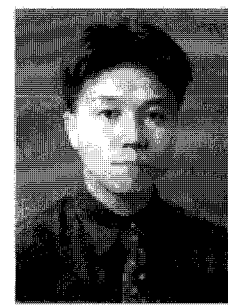
강 영 식



강원대학교 산업공학과를 졸업하고 아주대학교 산업공학과에서 석사, 박사학위를 취득하였다. 현재 세명대학교 보건안전공학과 교수로 재직중이며, 관심분야는 시스템 안전관리, 인간공학, FMS, 품질안전, 신뢰성 평가, 경제성 평가 등이다.

주소 : 충청북도 제천시 세명로 117번지

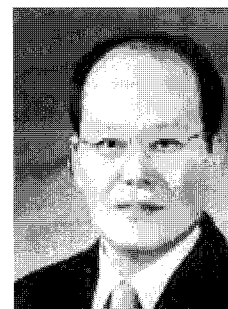
조 문 선



인하대학교 기계공학과를 졸업하고, 한국과학기술원(KAIST)에서 석, 박사학위를 취득하였다. 삼성전자(주)의 책임연구원을 거쳐 현재는 한국재활복지대학 의료보장구과 교수로 재직중이다. 주요 관심분야는 산업안전, 시스템 규명 및 설계, 소음 및 진동 제어 등이다.

주소: 경기도 평택시 장안동 5-3

양 성 환



숭실대학교 환경공학과에서 석사 학위, 아주대학교 산업공학과에서 박사학위를 취득하였으며, 현재 한국재활복지대학 의료보장구과 교수로 재직중이다. 주요 관심분야는 생체역학, 안전공학, 인간공학, 작업환경 개선 등이다.

주소: 경기도 평택시 장안동 5-3